

BIOCOMBUSTÍVEIS

Perspectivas do Desenvolvimento Sustentável

JEANE DENISE DE SOUZA MENEZES
ADEILDO MOACIR COSTA MAGALHÃES
DIOGENS MARCO DE BRITO DA CRUZ
CAMILA MANUELLE CARDOSO BRAZ DA SILVA



Criação Editora

Faculdade Santíssimo Sacramento

Direção Geral

Lucia Maria Sá Barreto de Freitas

Vice Direção

Geidvan Rocha Ramos

Diretor Acadêmico

Fabício Santos de Faro

Diretoria Administrativa e Financeira

Ivaneide Jardim dos Santos

Secretária Geral

Ana Lúcia Morais Gonzaga

Núcleo de Pesquisa e Extensão

Fabício Santos de Faro



EDITORA CRIAÇÃO

CONSELHO EDITORIAL

Fábio Alves dos Santos

Luiz Carlos da Silveira Fontes

José Eduardo Franco

Luiz Eduardo Oliveira Menezes

Jorge Carvalho do Nascimento

José Afonso do Nascimento

José Rodorval Ramalho

Justino Alves Lima

Maria Inez Oliveira Araujo

Martin Hadsell do Nascimento

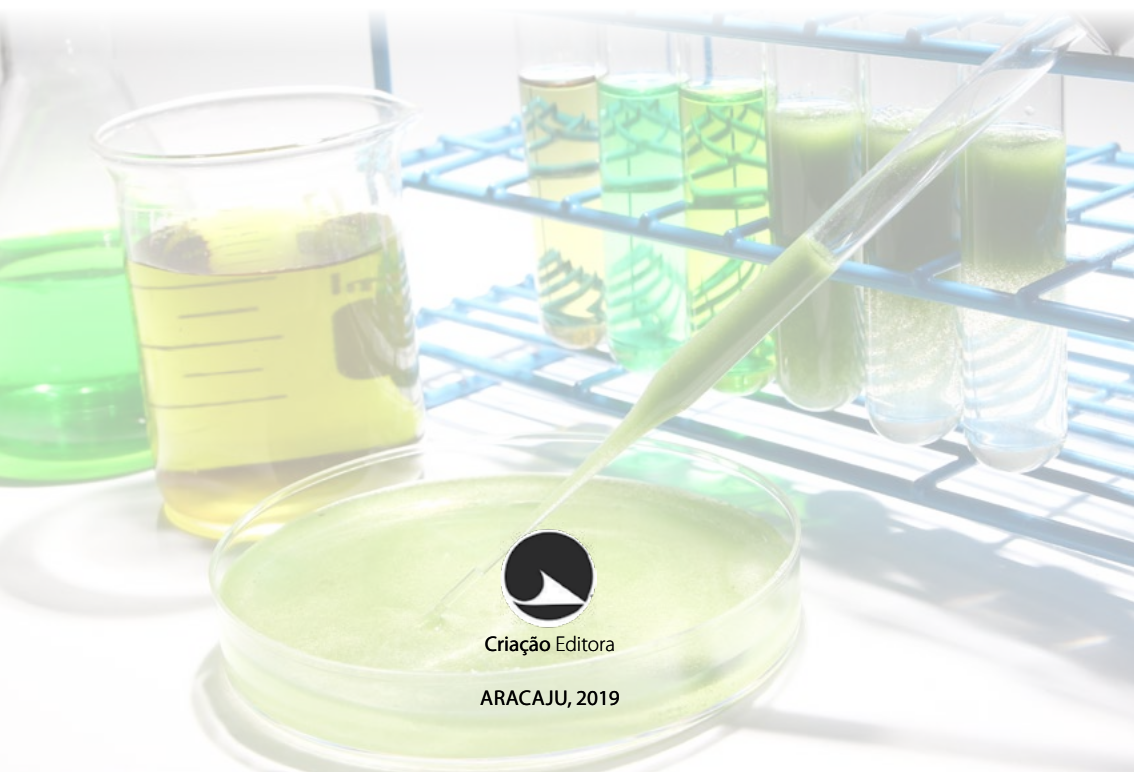
Rita de Cácia Santos Souza

www.editoracriacao.com.br

JEANE DENISE DE SOUZA MENEZES
ADEILDO MOACIR COSTA MAGALHÃES
DIOGENS MARCO DE BRITO DA CRUZ
CAMILA MANUELLE CARDOSO BRAZ DA SILVA
ORGANIZADORES

BIOCOMBUSTÍVEIS

Perspectivas do Desenvolvimento Sustentável



Criação Editora

ARACAJU, 2019

Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, com finalidade de comercialização ou aproveitamento de lucros ou vantagens, com observância da Lei de regência. Poderá ser reproduzido texto, entre aspas, desde que haja expressa marcação do nome dos autores, título da obra, editora, edição e paginação.

A violação dos direitos de autor (Lei nº 9.619/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código penal.

Projeto gráfico: Adilma Menezes

Revisão: Marcus Prado

Foto capa: © Tan Kian Yong | Dreamstime.com

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

TuxpedBiblio (São Paulo - SP)

M543b Menezes, Jeane Denise de Souza (Org.)

Biocombustíveis: perspectivas do desenvolvimento sustentável / Organizadores: Jeane Denise de Souza Menezes, Adeildo Moacir Costa Magalhães, Diogens Marco de Brito da Cruz, Camila Manuelle Cardoso Braz da Silva. – 1. ed. – Aracaju - SE: Criação Editora. Brasil, 2019. 112 p., il., 21 cm.

ISBN 978-65-80067-33-6

1. Biocombustível 2. Biodiesel 3. Cana-de-açúcar 4. Etanol I. Título II. Organizadores

CDD 665.2

CDU 665.753/.7564

Índice para Catálogo Sistemático

1. Tecnologia da indústria de óleos e derivados: combustíveis.
 2. Óleos Vegetais e outros (ind. de combustíveis); cana-de-açúcar.
-

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Pedro Anizio Gomes CRB-8 8846

Referência Bibliográfica

MENEZES, Jeane Denise de Souza (Org.) et al. **Biocombustíveis: perspectivas do desenvolvimento sustentável**. 1. ed. Aracaju - SE: Criação Editora, 2019.

A photograph of a laboratory setting with various glassware containing a yellow liquid. A large beaker is in the foreground, and several test tubes are in a rack in the background. A pipette is also visible. The image is overlaid with a semi-transparent blue filter.

PREFÁCIO

A coletânea de artigos do livro “Biocombustíveis: Perspectivas do Desenvolvimento Sustentável”, organizado pelo grupo de iniciação científica da Faculdade Santíssimo Sacramento, sintetiza dois anos de pesquisas voltadas aos combustíveis. Essas pesquisas iniciaram-se com o estudo das principais práticas ambientais adotadas pelo varejo de combustíveis, e posteriormente com o estudo do biodiesel e de um dos seus subprodutos, a glicerina, de forma a demonstrar a sua importância e as vantagens no cenário das fontes renováveis. Esta obra tem como objetivo trazer uma compilação do contexto atual dos biocombustíveis e, principalmente, sobre o biodiesel no Brasil e no mundo. O livro apresenta em seu primeiro capítulo dados sobre o panorama atual dos principais combustíveis e biocombustíveis no Brasil, bem como, informações referentes à produção e consumo dessas fontes renováveis e não renováveis no mercado. Em seu segundo capítulo, é abordada a produção de patentes no Brasil acerca do biodiesel, demonstrando os principais métodos e tecnologias voltados

à obtenção desse biocombustível, além de evidenciar as perspectivas e desafios que essa fonte renovável enfrenta no cenário econômico atual. O terceiro capítulo retrata questões referentes à produção do biodiesel por meio de microalgas e expõe as aplicações das microalgas para produção de compostos utilizados na indústria alimentícia e na produção de polissacarídeos biossintetizados, além de realizar uma correlação entre as microalgas e o desenvolvimento sustentável. O quarto capítulo traz dados sobre a produção da glicerina oriunda do biodiesel, abordando os variados tipos de glicerina e suas amplas aplicações em processos industriais, revelando informações referentes às suas características físico-químicas e permeando questões inerentes à utilização dessa fonte renovável como matéria-prima para fabricação do biodiesel. Por fim, o quinto capítulo trata de um estudo de caso das práticas ambientais que os postos de combustíveis podem adotar para minimizar os impactos causados pelo uso dos combustíveis fósseis, discutindo também aspectos relacionados ao manuseio dos resíduos gerados nesse segmento. Por fim, a equipe responsável pela organização deixa aos leitores a oportunidade de se aprofundarem no mundo do biodiesel e suas amplas tecnologias e aplicações, buscando assim, enriquecer o conhecimento sobre esse biocombustível e ampliar a gama de informações que permeiam essa fonte energética tão diversificada no mundo.

**Grupo de Iniciação Científica da
Faculdade Santíssimo Sacramento**

SUMÁRIO

PREFÁCIO	5
INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO I - MERCADO BRASILEIRO DOS COMBUSTÍVEIS E BIOCOMBUSTÍVEIS	11
1. INTRODUÇÃO	11
2. COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS	13
2.1 Gasolina	13
2.1.1 Panorama da produção e comercialização da gasolina	15
2.2 Óleo Diesel	16
2.2.1 Panorama da produção e comercialização do diesel	19
3. BIOCOMBUSTÍVEIS	20
3.1 Biodiesel	20
3.1.1 Panorama da produção e comercialização do biodiesel	23
3.2 Etanol	26
3.2.1 Panorama da produção e comercialização do etanol	28
4. DESAFIOS E PERSPECTIVAS DOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E BIOCOMBUSTÍVEIS	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33
ANEXO A – Resolução ANP Nº 50, DE 23.12.2013	38
ANEXO B – Resolução ANP nº 45, de 25 de agosto de 2014	40
CAPÍTULO II - PRODUÇÃO DE BIODIESEL: UM ENFOQUE NO MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DE DADOS OBTIDOS EM PATENTES DEPOSITADAS NO BRASIL	41
1. INTRODUÇÃO	41
1.1 Biodiesel: definição, matérias-primas e tecnologias de produção	43
1.2 Produção de patentes sobre biodiesel no Brasil	45
2. METODOLOGIA	47
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
3.1 Prospecção tecnológica da produção de patentes sobre biodiesel no Brasil	49
3.2 Panorama da produção de biocombustíveis no Brasil	56
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	60

CAPÍTULO III - MICROALGAS, BIOCOMBUSTÍVEIS E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	63
1. INTRODUÇÃO	63
2. AS MICROALGAS	65
2.1 Potencial biotecnológico das microalgas	66
2.1.1 Aplicação das algas na indústria alimentícia	66
2.1.2 Aplicação das algas na indústria farmacêutica e cosmética	67
2.1.3 Produção de biocombustíveis	68
3. MICROALGAS E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	72
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	77
CAPÍTULO IV - PRODUÇÃO DE GLICERINA A PARTIR DA TRANSESTERIFICAÇÃO DO BIODIESEL ORIUNDO DE ÓLEOS VEGETAIS E ANIMAIS	81
1. INTRODUÇÃO	81
1.1 A produção de biocombustíveis no Brasil	83
1.2 Glicerina e suas aplicações no mercado	83
2. MATERIAIS E MÉTODOS	85
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	86
4. CONCLUSÃO	91
REFERÊNCIAS	92
CAPÍTULO V - PRÁTICAS AMBIENTAIS ADOTADAS EM UM POSTO REVENDEDOR DE COMBUSTÍVEL LOCALIZADO NA CIDADE DE ENTRE RIOS – BA	95
1. INTRODUÇÃO	95
2. REFERENCIAL TEÓRICO	96
2.1 Legislação ambiental aplicada aos postos de combustíveis	96
2.2 Resíduos e impactos ambientais em postos de combustíveis	99
2.3 Gestão e práticas ambientais	102
3. METODOLOGIA	104
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	105
4.1 Práticas ambientais adotadas pelo posto de combustível	105
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
REFERÊNCIAS	108

A photograph of a laboratory setting with various glassware containing a yellow liquid. In the foreground, a large beaker and a petri dish are visible. In the background, a rack holds several test tubes and smaller beakers. A pipette is positioned over one of the beakers. The image is overlaid with a semi-transparent blue filter. A teal vertical bar is located in the top right corner.

INTRODUÇÃO

Os combustíveis são um insumo necessário para o crescimento econômico, contudo a sua produção pode ter um enorme potencial de degradação ambiental. Dentro desse contexto, destaca-se a queima de combustíveis fósseis para a obtenção de energia que implica na emissão de gases do efeito estufa, contribuindo para o aquecimento global.

O esgotamento dos combustíveis fósseis leva à busca de novas fontes de energias em prol do desenvolvimento sustentável, aliado a aspectos ambientais, econômicos e sociais. O uso dos biocombustíveis vem ganhando espaço frente aos derivados do petróleo, em razão dessas fontes serem consideradas limpas e renováveis. Dentre as energias sustentáveis, o biodiesel ganha destaque na matriz energética mundial, pois pode ser obtido através de diversas matérias-primas, o que o torna economicamente atrativo no mercado.

O aumento da demanda de matriz energética é um dos fatores que justifica o investimento em energias renováveis, desencadeado pelo crescimento populacional e pelo desenvolvimento econômico e tecnológico das civilizações. O uso de energias renováveis minimiza a degradação ambiental e proporciona um aumento no crescimento econômico do país.

No mundo contemporâneo, com constantes avanços tecnológicos, os biocombustíveis são vistos como um combustível que move o desenvolvimento dos países. Nesse contexto, merece destaque que algumas microalgas produzem elevadas concentrações de biodiesel e através do processo de transesterificação podem ser convertidas em biodiesel. A utilização de microalgas para a produção de biodiesel é fonte promissora e alternativa, pois este cultivo não necessita de grandes áreas, possuem crescimento rápido e ainda contribuem para a captura de dióxido de carbono.

Utilizar técnicas e matrizes energéticas alternativas consideradas limpas minimiza os impactos ambientais causados pelas ações antropogênicas. Além disso, é fundamental que o país tenha uma diversidade de fontes energéticas para suprir a demanda crescente, deixando de ser dependente de uma única matriz.

MERCADO BRASILEIRO DOS COMBUSTÍVEIS E BIOCOMBUSTÍVEIS

DIOGENS MARCO DE BRITO DA CRUZ
CAMILA MANUELLE CARDOSO BRAZ DA SILVA
JEANE DENISE DE SOUZA MENEZES

1. INTRODUÇÃO

A preocupação ambiental com a utilização de fontes de energia não renováveis na matriz energética vem crescendo em todo mundo. O uso do petróleo como matéria-prima para fabricação de diversos produtos está associado a danos irreversíveis ligados ao meio ambiente e a sua utilização contínua acarreta uma série de alterações nos ecossistemas, contribuindo, assim, para o crescimento dos impactos ambientais e, conseqüentemente, para a busca de novas soluções energéticas (ARGAWAL, 2007). Nesse cenário, surgem os biocombustíveis, derivados da biomassa, que possuem o potencial energético capaz de substituir

parcial ou totalmente a utilização dos combustíveis derivados de hidrocarbonetos, como a gasolina e o óleo diesel (ANP, 2019).

Segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, os principais substituintes desses produtos são o biodiesel obtido a partir de oleaginosas, gorduras vegetais e animais, e o etanol, derivado da cana de açúcar. Em razão disso, cerca de 45% das energias utilizadas e 18% dos combustíveis no país já são derivados de fontes renováveis que têm tornado o Brasil um país pioneiro no uso desses biocombustíveis estratégicos. Tal mérito está diretamente associado ao Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), lançado em 1975 com o objetivo de incorporar o etanol no mercado consumidor e estimular a redução do uso dos combustíveis fósseis que circulam nos veículos automotores (COSTA *et al.*, 2010).

Além do PROÁLCOOL, o lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) contribuiu de forma significativa nas reduções da utilização dos derivados do petróleo, introduzindo o biodiesel na matriz energética brasileira (BRASIL, 2017). Além disso, a promulgação da Lei nº 11.097/05 tornou obrigatória a introdução de um percentual de biodiesel no óleo diesel, tendo iniciado com 2% em 2008 e evoluindo até a percentagem de 10% no ano de 2018 (ANP, 2019). Esses programas ligados ao biodiesel e etanol têm influenciado diretamente na produção e comercialização dos combustíveis fósseis no mercado brasileiro, tendo em vista a crescente evolução na tecnologia de aperfeiçoamento desses biocombustíveis.

A partir disso, o presente capítulo tem por objetivo abordar a evolução da produção e utilização dos combustíveis fósseis e biocombustíveis no cenário econômico atual, demonstrando as perspectivas futuras dessas fontes renováveis e não renováveis no mercado consumidor brasileiro.

2. COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

2.1 Gasolina

De acordo com a ANP (2019), a gasolina é composta por uma composição de hidrocarbonetos parafínicos normais ou ramificados, olefínicos, naftênicos e aromáticos, formados por uma cadeia de 4 a 12 carbonos. A sua composição varia de acordo com a qualidade do petróleo extraído e conforme os processos a que foi submetida na fabricação, dentro dos padrões impostos pela legislação (ANP, 2016). A gasolina pode ser dividida em gasolina A, sem a presença do etanol, e gasolina C, com adição do etanol em sua composição ANP (2019).

Conforme os atos normativos da ANP, tanto a gasolina A quanto a C estão sujeitas às especificações regulamentadas pela Resolução ANP nº 30/2015, que altera a Resolução ANP nº 40/2013, ao estabelecer os padrões que devem atender às gasolinas produzidas e vendidas pelos postos revendedores de combustíveis. Tais especificações estão descritas na Resolução ANP nº 21/2009, que descreve o teste a que o combustível deve ser submetido para atender os níveis estabelecidos pela legislação. Dentro dos testes, destacam-se os de caráter ambiental, que são aqueles ligados às emissões gasosas veiculares resultantes da combustão interna nos motores, bem como as quantidades de substâncias tóxicas ao meio ambiente.

Segundo a Resolução ANP nº 684/2017 que altera a Resolução ANP nº 21/2009, é estabelecido que as gasolinas A e C estejam de acordo com os padrões estabelecidos conforme a norma, para estarem sujeitas à venda dentro do território brasileiro, diminuindo, assim, os impactos causados pela poluição desse combustível. Na Tabela 1 observa-se os parâmetros do teor de

enxofre que devem estar entre 30 a 50 mg/kg, além de evidenciar que o volume adequado de hidrocarbonetos olefínicos deve ser entre 14,3 a 25 % v/v no combustível comercializado.

Tabela 1 - Especificação da gasolina de referência

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE	MÉTODO
Teor de enxofre	Mg/kg	30 a 50	ASTM D2622 ASTM D3120 ASTM 5453 ASTM D6920 ASTM D7039 ASTM D7220
Teor de etanol anidro combustível	% v/v	24 a 26	NBR 13992
Temperatura de destilação nos 90% evaporados	°C	164 a 190	NBR 9619 ASTM D86
Teor de aromáticos	% v/v	13,5 a 25	NBR 14932 ASTM D1319
Teor de olefínicos	% v/v	14,3 a 25	NBR 14932 ASTM D1319
Nível médio de formação de depósitos em válvulas de admissão, mín.	Mg/válvula	300	NBR 16038

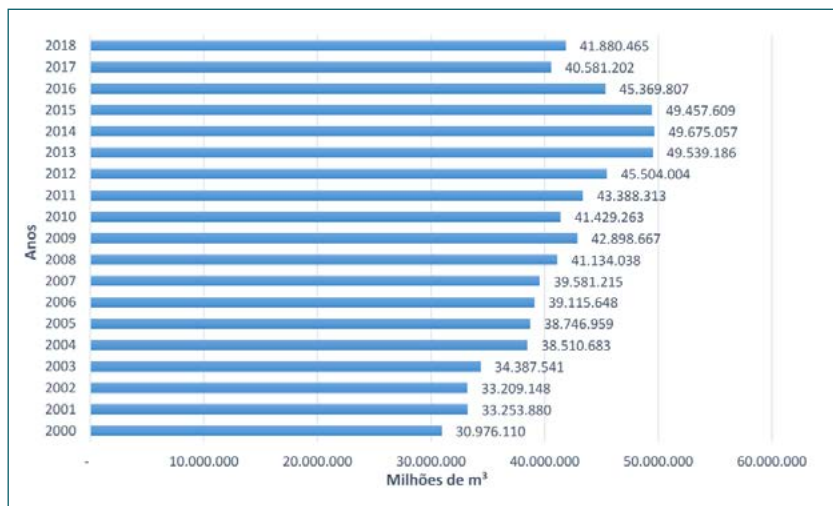
Fonte: Adaptado de ANP (2017)

A evolução das especificações da gasolina no decorrer dos anos proporcionou uma redução drástica na porcentagem de enxofre na composição, resultando na diminuição das poluições atmosféricas resultantes da liberação desse elemento químico na atmosfera. Por exemplo, o valor máximo foi reduzido em 18 anos de cerca de aproximadamente 96,7%, na gasolina C, passando somente a ter um limite de 50 mg/Kg em sua composição que antes era de 1200 mg/kg (ANP, 2019). Desse modo, a gasolina, no decorrer dos anos, passou a ter um nível de especificação adequado, atendendo aos padrões das emissões atmosféricas exigidos pelas legislações.

2.1.1 Panorama da produção e comercialização da gasolina

A produção de gasolina mostrou-se constante ao longo das últimas décadas, apresentando crescimento entre os anos de 2010 a 2014, devido a aspectos políticos e econômicos que faziam parte do contexto da gasolina no período. Em razão disso, a produção desse combustível obteve um salto de 19.774.389 milhões de m³ para 28.871.886 milhões de m³ produzidos em um período de 5 anos. O preço do produto nos postos de combustíveis girava em torno de aproximadamente R\$ 2,00/Litro, em comparação com o mesmo período em 2019, que custava aproximadamente R\$ 4,60/Litro nas bombas de combustíveis, havendo uma redução significativa na produção. Essas variações de produção podem ser observadas no Gráfico 1, que demonstra a evolução desse produto no período de 2000 a 2018.

Gráfico 1 – Produção nacional de gasolina nos anos de 2000 a 2018



Fonte: ANP (2019)

A inserção de outros combustíveis no cenário brasileiro também tem ligação com a redução da demanda de gasolina no mercado no período de 2014 a 2018. A utilização do diesel S-10 (Diesel com teor 10 partículas de enxofre por milhão) nos veículos fabricados a partir de 2012 influenciou diretamente a compra desse produto pelos consumidores, tornando obrigatório que os veículos posteriores a 2012 utilizassem o diesel S-10 em seus motores (ANP, 2019). Essa ação tem relação com os impactos ambientais causados pelo uso dos combustíveis fósseis, em razão da gasolina possuir teor de enxofre de 50 partículas por milhão, sendo altamente prejudicial ao meio ambiente.

A redução de aproximadamente 10,88% na produção de gasolina nos anos de 2014 a 2015 possui relação direta com o consumo do etanol que cresceu 18,6% no mesmo período, compensando a perda de produção da gasolina. Além disso, tal fato mostra a evolução dos combustíveis renováveis na matriz energética brasileira, como exemplo, tem-se o aumento do percentual renovável no setor de transportes, que cresceu de 18% em 2014 para 21% em 2015 (RIBEIRO *et al.*, 2017). Isso implica na contribuição que os biocombustíveis estão fazendo no cenário energético brasileiro, buscando cada vez mais reduzir as emissões atmosféricas e os impactos ambientais causados nos recursos naturais (EPE, 2016).

2.2 Óleo diesel

O óleo diesel é um combustível derivado do petróleo que possui em sua composição hidrocarbonetos de cadeia longa, com 8 a 16 carbonos em sua estrutura, além de conter nitrogênio, oxigênio e enxofre em sua molécula (ANP, 2016). Segundo a ANP (2019), o óleo diesel deve ser submetido a testes, conforme a Resolução ANP N° 50/2013, de forma a atender aos padrões

estabelecidos pela norma. Conforme os limites estabelecidos na resolução, o óleo diesel S-10 deve possuir um teor máximo de enxofre de 10 ppm (partículas por milhão), seguido do diesel S-500 com 500 ppm em sua composição.

Segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o diesel comercializado no Brasil segue variadas distinções, conforme sua aplicação em diversos setores. As principais diferenças entre os óleos comercializados estão associadas ao número de cetano na composição, teor máximo de enxofre e os aditivos que o produto possui. A especificação tanto do diesel S-10 quanto do S-500 pode ser observada na Tabela 2, evidenciando também as principais normas brasileiras e métodos internacionais que regem os padrões de qualidade desses combustíveis.

Tabela 2 - Especificações do óleo diesel de uso rodoviário.

CARACTERÍSTICA (1)	UNIDADE	LIMITE		MÉTODO	
Aspecto (2) (22) (23)	-	S-10	S-500	ABNT NBR	ASTM/EN
	-		Límpido e isento de impurezas	14954	D4176
Cor	-	Item (3)	Vermelho (4)	-	-
Cor ASTM, máx. (5)	-	3		14483	D1500 / D6045
Teor de biodiesel (6)	% volume	Item (7)	15568	EN 14078	
Enxofre total, máx. (21)	mg/kg	10,0 (8)	-	-	D2622 D5453 D7039 D7212 (9) D7220
		-	500	14533 (9)	D2622 D4294 (9) D5453 D7039 D7220
Massa específica a 20°C	kg/m ³	815,0 a 850,0 (10)	815,0 a 865,0	7148 14065	D1298 D4052
Ponto de fulgor, mín.	°C	38		7974 14598	D56 D93 D3828 D7094
Número de cetano, mín	-	48	42 (12)	-	D613 D6890 D7170
Viscosidade Cinemática a 40°C	mm ² /s	2,0 a 4,5	2,0 a 5,0	10441	D445

*Obs.: (1), (2), (3), (4), (5), (9), (10), (12), (22), (21), (23) - Ver anexo A no final do capítulo.

Fonte: Adaptado de ANP (2017)*

Dentre os combustíveis comercializados no Brasil, o diesel S-10 e o S-500 estão entre os combustíveis mais vendidos nos postos, tal fato se dá pela crescente frota de veículos pesados nos últimos anos (PETROBRAS, 2019). Além disso, essa evolução do diesel no mercado tem relação direta com o Programa de Controle de Emissões Veiculares (PROCONVE), criado em 1986 pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, com o objetivo de reduzir a contaminação atmosférica e a emissão de ruídos por fontes móveis (IBAMA, 2016).

De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais IBAMA, o PROCONVE proporcionou uma redução significativa das emissões de monóxido de carbono (CO) lançado na atmosfera, tendo reduzido de 54g/km para aproximadamente 0,4 g/km emitidos por veículo. Essas reduções têm causado uma melhoria significativa na minimização dos impactos ambientais dos combustíveis fósseis, além disso, outro fator contribuiu para a diminuição desse impacto, a adição de um percentual de biodiesel no óleo diesel, tornando-o menos danoso ao meio ambiente.

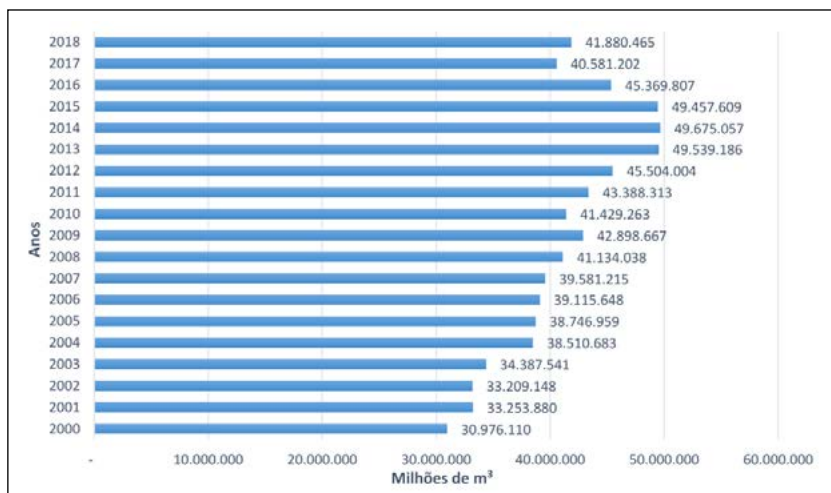
Tal fato se dá pela implementação do PNPB no cenário econômico brasileiro, obrigando os produtores de diesel a adicionarem 10% do biodiesel no óleo diesel, diminuindo, assim, as poluições atmosféricas geradas no processo de combustão. Através disso, o biodiesel ganhou destaque, fortalecendo a utilização dos biocombustíveis na matriz energética nacional, destacando-o frente ao restante dos países (ANP, 2016).

2.2.1 Panorama da produção e comercialização do diesel

A incorporação do biodiesel no óleo diesel, bem como o aumento de veículos automotores, influencia diretamente no crescimento da produção de óleo diesel S-10 e S-500 no Brasil. Aliado aos fatores econômicos, como o preço unitário nas bombas de combustíveis, o diesel S-10 possui menos teor de enxofre em sua composição, chegando a ser 5 vezes menor que a gasolina e 500 vezes menor que o diesel S-500. Além disso, tal combustível possui número de cetano (número que mede a qualidade da combustão) igual a 48, superior ao diesel S-500 com 42, tornando o diesel S-10 mais eficiente nos motores fabricados com tecnologias mais aperfeiçoadas. Porém, devido à grande circulação de veículos fabricados antes de 2012, o diesel S-500 ainda é altamente comercializado no mercado, tendo preços menores que o diesel S-10 nos postos revendedores.

O Brasil, segundo os dados do Anuário estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2019), obteve uma produção de 41.880.465 milhões de m³ de diesel no ano de 2018, atingindo seu pico em 2014 com 49.675.057 milhões de m³ produzidos, representando uma parcela significativa no consumo desse combustível derivado de fontes fósseis. Isso pode ser observado no Gráfico 2, onde evidencia-se uma crescente evolução da produção desse produto no mercado, tendo uma evolução de aproximadamente 60% entre os anos de 2000 a 2014.

Gráfico 2 – Produção nacional de diesel nos anos de 2000 a 2018



Fonte: Adaptado de ANP (2019)

Segundo Bonfá (2011), o crescimento da produção do óleo diesel no período de 2000 a 2012 está associado ao aumento de salários que proporcionavam o aumento no poder aquisitivo do consumidor, aliado ao crescimento de empregos e à facilidade de concessão de créditos na época. Fleury *et al.*, (2000) acredita que esse crescimento é decorrente do aumento do modal rodoviário, o que tornou a malha de estradas mais extensas, proporcionando o aumento da venda do diesel.

3. BIOCOMBUSTÍVEIS

3.1 Biodiesel

O biodiesel é um biocombustível de origem renovável obtido a partir de um processo químico denominado transesterifi-

cação. Por meio desse processo ocorre a reação de triglicerídeos (TAG) presentes nos óleos e gorduras com álcool primário, metanol ou etanol, gerando o éster e a glicerina (ANP, 2016). Para Knothe *et al.* (2006), os TAG estão presentes em diversos óleos vegetais e gorduras animais, além de outras matérias-primas que podem ser usadas para fabricação do biodiesel. Quimicamente, o biodiesel é definido como éster monoalquílico de ácidos graxos, podendo ser reagido na presença de um catalisador ácido ou básico (SCHUCHARDT *et al.*, 1998; RAMOS, 1999; RAMOS *et al.*, 2003).

O biodiesel tem inserção no cenário brasileiro como um aditivo, segundo a Lei nº 11.097/2005, publicada no Diário Oficial da União em 13/01/2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, alterando as Leis nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999 e Lei nº 10.636, de 30 de dezembro de 2002. Conforme dados da ANP (2016), a mistura do biodiesel no óleo diesel teve início no ano de 2004, com um caráter experimental, tendo como teor de 2% uma mistura facultativa nos anos de 2005 a 2007. A obrigatoriedade de adição de 2% de biodiesel foi implementada em 2008 pela Lei nº 11.097/2005. Os avanços tecnológicos possibilitaram o aumento desse percentual para os atuais 10% na composição, permitindo assim, uma maior inserção desse biocombustível no cenário econômico atual, desde que atenda aos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação.

Segundo a Resolução ANP nº 45, de 25 de agosto de 2014, fica estabelecido que o biodiesel está sujeito às especificações e testes conforme o Regulamento Técnico ANP nº 3/2014. De acordo com o anexo A, o biodiesel deve atender a uma série de requisitos para ser comercializado no mercado brasileiro, e

esses requisitos levam em consideração aspectos como: massa específica a 20° C, viscosidade cinemática a 40° C, teor de água, contaminação total, ponto de fulgor, teor de ésteres, enxofre total máximo, número de cetano e glicerol presente na composição. A Tabela 3 evidencia esses parâmetros aos quais o biodiesel é submetido, além de demonstrar os métodos usados.

Tabela 3 - Especificação do Biodiesel

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE	MÉTODO		
			ABNT NBR	ASTM	EM/ISO
		LII (1) (2)			
Massa específica a 20° C	kg/m ³	850 a 900	7148 14065	1298 4052	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Viscosidade Cinemática a 40°C	mm ² /s	3,0 a 6,0	10441	445	EN ISO 3104
Teor de água, máx.	mg/kg	200,0 (3)	-	6304	EN ISO 12937
Contaminação Total, máx. (13)	mg/kg	24	15995	-	EN12662 (5)
Ponto de fulgor	°C	100	14598	93	EN ISO 3679
Teor de éster, mín	% massa	96,5	15764	-	EN 14103 (5)
Enxofre total, máx.	mg/kg	10	15867	5453	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Número Cetano (6)	-	-	-	613 6890 (8)	EN ISO 5165
Glicerol total, máx. (10)	% massa	0,25	15344 15908 (5)	6584 (5)	EM 14105 (5)

*Obs.: (1), (2), (3), (5), (8) Ver Anexo B no Final do Capítulo.

Fonte: Adaptado de ANP (2017)"

Além dos testes e parâmetros observados na Tabela 3, o biodiesel está sujeito a outras análises descritas na Resolução ANP nº 45, garantindo, assim, a qualidade do produto comercializado. Por ter essa qualidade e legislações específicas, o biodiesel foi rapidamente incorporado à matriz energética, provocando inúmeros impactos positivos na matriz brasileira, como exemplo, tem-se o

aumento da produção do diesel S-10 e a redução das poluições atmosféricas resultantes da queima desses combustíveis fósseis.

Segundo Schirmer *et al.* (2015), o biodiesel tem alto potencial de redução das emissões atmosféricas. Por ser derivado da biomassa, suas características favorecem o meio ambiente, impactando menos que o petróleo usado atualmente nos veículos. Além disso, os vegetais que servem de matéria prima para o biodiesel fazem a função de sequestradores do CO₂ (Gás Carbônico), minimizando, assim, os impactos ambientais decorrentes da produção dessas fontes (RIBEIRO *et al.*, 2017).

Conforme Schirmer e Gauer (2012), essas vantagens do biodiesel permitem a criação de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL, que auxiliam o meio ambiente na redução dos danos ambientais causados por fontes não renováveis. Considerando a alta taxa de utilização dos combustíveis fósseis no setor de transportes, percebe-se que há potencial de investimentos em ações de MDL para reduzir as emissões atmosféricas lançadas diariamente no meio ambiente. As implementações dessas ações beneficiam o Protocolo de Quioto, pois estão diretamente ligadas aos gases causadores do efeito estufa e aquecimento global (BRASIL, 2017).

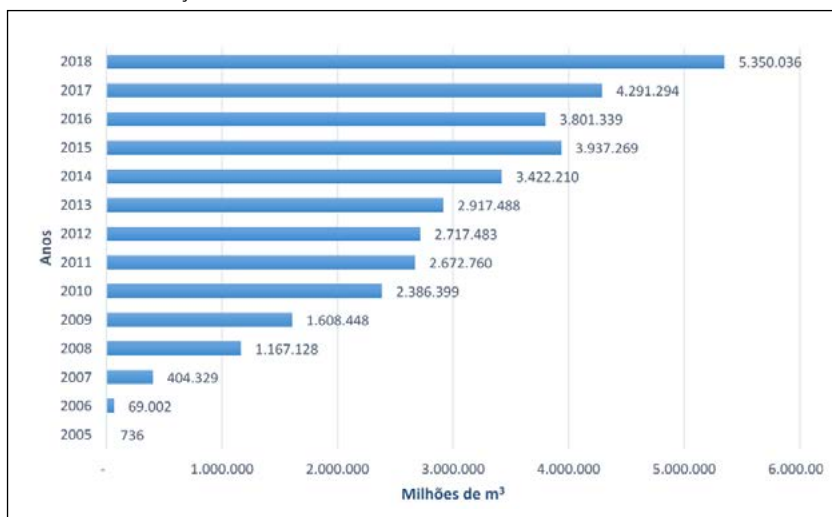
3.1.1 Panorama da produção e comercialização do biodiesel

No que se refere à indústria do biodiesel, salienta-se a produção acentuada desde sua introdução no ano de 2005 ao volume fabricado estimado em 5.350.036 milhões de m³ no ano de 2018. Vale destacar que esse crescimento acelerado se deve tanto a fatores como a adição do biodiesel no óleo diesel, como

também aos avanços tecnológicos oriundos de pesquisas ligadas às novas matérias-primas para obtenção do biodiesel (ANP, 2017). Segundo Farina *et al.* (2018), o Brasil é considerado um país pioneiro na utilização de fontes renováveis e energias limpas. Tal fato se dá pela crescente produção dos biocombustíveis, em especial o biodiesel.

O Gráfico 3 apresenta a evolução do biodiesel no decorrer dos anos desde a sua introdução na matriz energética.

Gráfico 3 – Produção nacional de biodiesel nos anos de 2005 a 2018



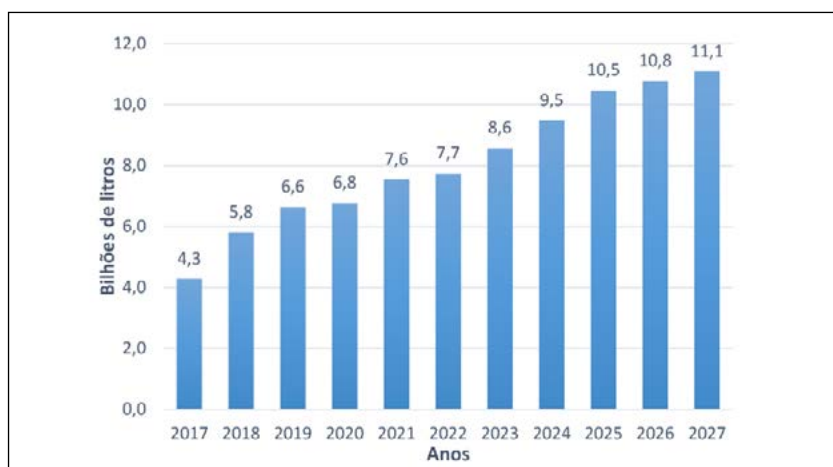
Fonte: Adaptado de ANP (2019)

As tecnologias associadas à obtenção do biodiesel vêm sendo aprimoradas constantemente, isso tem contribuído para o seu crescimento nos últimos anos, garantindo uma posição de destaque juntamente com o etanol nas energias renováveis utilizadas no país atualmente (ANP, 2017). Segundo a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, o biodiesel no Plano Decenal de Energia - PDE

terá um aumento de 29% até 2024, em termos de volume produzido, as perspectivas são de aproximadamente 5,62 bilhões de metros cúbicos fabricados. Conforme dados da *International Energy Agency - IEA* (2015), é projetado que até o ano de 2040 a demanda dos biocombustíveis triplique em todo mundo, resultando em um crescimento acelerado do consumo desses produtos.

Segundo projeções do Plano Decenal de Expansão de Energia 2027 da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, que constam no Gráfico 4, o biodiesel terá um volume de 11,1 bilhões de litros produzidos em 2027, representando um elevado crescimento na demanda atual desse biocombustível. Conforme a EPE, foram liberados pela ANP investimentos de aproximadamente R\$ 3 bilhões em ampliações de unidades produtoras de biodiesel, bem como, construção de novas plantas fabris, para que seja suprida essa projeção de demanda calculada para o período decenal.

Gráfico 4 - Projeções para demanda de biodiesel de 2017 a 2027



Fonte: EPE com base em ANP (2018).

Os investimentos da ANP nesse segmento revelam o quanto o biodiesel está se destacando no mercado, com uma produção superior a 5,30 milhões de m³ em 2018, passou a criar uma imagem de segurança para os fabricantes, tendendo a se firmar, ainda mais, no mercado econômico. Além disso, conforme os dados da EPE, o biodiesel pode se destacar também na próxima década, superando os combustíveis derivados do petróleo em termos de produção.

3.2 Etanol

De acordo a ANP (2019), o etanol ou álcool etílico pode ser caracterizado como um biocombustível obtido por fermentação de açúcares, formando uma substância química que possui fórmula molecular C₂H₆O em sua composição. Pode ser encontrado no mercado como etanol anidro (AER) ou etanol etílico hidratado (AHR), possuindo leves diferenças em suas composições, sendo uma delas o teor de água contida na fórmula, tendo o AER 0,4% de água em volume e o AHR 4,9% (ANP, 2019). Segundo Sánches e Cardona (2008), o etanol pode ser sintetizado através de matérias-primas sacaríneas como a cana de açúcar, ou amiláceos da biomassa lignocelulósica, além disso, o bagaço proveniente do processo pode ser utilizado como etanol de segunda geração derivados de resíduos lignocelulósicos.

No Brasil, a introdução do etanol no cenário energético teve início com o PROÁLCOOL em meados de 1975, após a crise do petróleo. Houve a necessidade de se buscar uma nova fonte renovável que substituísse a gasolina derivada dos combustíveis fósseis. Dentre essas fontes, o etanol oriundo da cana de açúcar foi a solução mais viável encontrada, pois esse poderia

ser adicionado à gasolina ou ser comercializado de forma individual. A inserção de veículos bicombustíveis flex-fuel em 2003 no mercado e os investimentos governamentais no etanol permitiram a rápida evolução do produto frente os demais combustíveis (GOLDEMBERG *et al.*, 2008).

Outro fator importante que alavancou a produção do álcool foi a crescente frota de veículos no mercado brasileiro, permitindo assim que o etanol ganhasse destaque em meio às outras fontes energéticas. Aliado a questões ambientais, o produto rapidamente se fixou frente aos outros combustíveis, possuindo características que favorecem o meio ambiente ao emitir menos poluentes, evitando, assim, menos impactos ambientais ligados à queima dos combustíveis fósseis (CHEN *et al.*, 2011; GHAZIKHANI *et al.*, 2013; ZHU *et al.*, 2017). Do ponto de vista da legislação, o etanol é regulamentado pela Resolução ANP nº 23 de 06 de julho de 2010, atendendo o regulamento técnico ANP nº 3/2010, que estabelece as especificações do etanol para ensaios e testes conforme os padrões e normas estabelecidas. A Tabela 4 evidencia os parâmetros que o etanol deve atender para ser comercializado no Brasil, demonstrando a quais métodos está submetido.

Tabela 4 – Especificações do Etanol EAR e do EHR

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE	MÉTODO			
			EAR	EHR	NBR	ASTM
Aspecto	-	Límpido e Isento de Impurezas			Visual	
Cor	-	Incolor			Visual	
Acidez total, máx. (em miligramas de ácido acético)	mg/L	30			9866	D1613
Condutividade elétrica a 20°C	µS/m	500			10547	-
Massa específica a 20°C	kg/m3	791,5 máx	807,6 a 811,0		5992 e 15639	D4052

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE	MÉTODO		
Teor alcoólico	% volume	99,6	95,1 a 96,0	5992 e 15639	-
	% massa	99,3 mín	92,6 a 93,8		
Potencial hidrogeni- ônico (pH) a 20°C	-	-	6,0 a 8,0	10891	-
Teor de aldeídos, máx.	mg/L	60		Cromatografia Gasosa	
Teor de álcoois superiores	mg/L	500		Cromatografia Gasosa	
Teor de ésteres, máx.	mg/L	100		Cromatografia Gasosa	
Teor de etanol, mín.	% volume	98,0	95,1	-	D5501
Teor de água, máx.	% volume	0,4	4,9	15531	E203
Resíduo por evapo- ração,	mg/100 mL	5	8644	-	
Teor de sulfato, máx.	mg/kg	4	10894	-	
Teor de sódio, máx.	mg/kg	2	10422	-	

Fonte: EPE com base em ANP (2018).

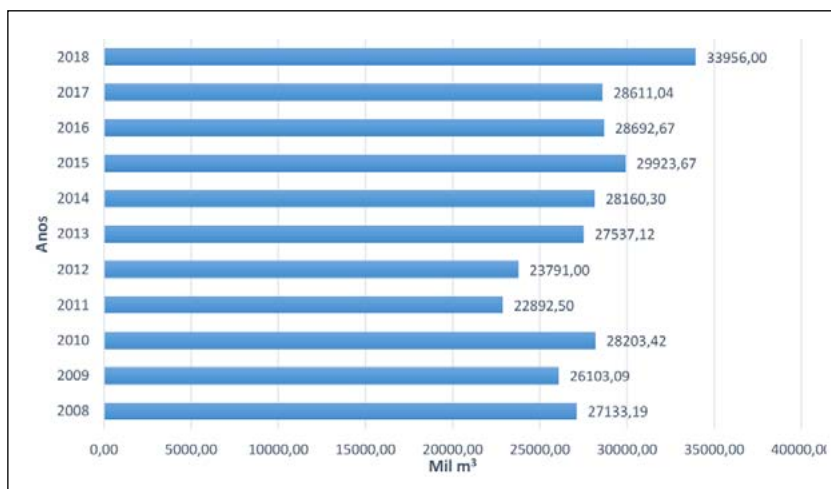
Dentre as principais diferenças dos dois tipos de etanol comercializados no Brasil, destaca-se o teor alcoólico de 99,6% de volume do EAR, em comparação com 95,1 a 96,0% do EHR. Além disso, o maior teor de água pode ser encontrado no EHR, tendo 4,9% de volume em sua composição, contra 0,4% de água do EAR. De acordo com Ribeiro *et al.* (2017), a utilização tanto do etanol EAR quanto do EHR reduz significativamente as emissões causadas, minimizando o lançamento de hidrocarbonetos e gás carbônico na atmosfera e, conseqüentemente, impactando menos o meio ambiente.

3.2.1 Panorama da produção e comercialização do etanol

A produção nacional de etanol anidro e hidratado obteve em 2018 um total de 33,95 mil m³ fabricados, representando um aumento de 18,68% em relação ao ano anterior, que totalizou

28,61 mil m³ produzidos (ANP, 2017). Segundo o Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis de 2018, a taxa média de crescimento do etanol foi de 1,9% entre os anos de 2008 a 2017, sendo resultado de ações como a adição obrigatória de 27% de etanol na gasolina comercializada, permitindo assim, a redução dos teores de chumbo tetraetila e o MTBE (metil-ter-butil-éter), substâncias tóxicas ao meio ambiente (FGV, 2017). Conforme pode ser observado no Gráfico 5, o etanol mostrou uma crescente evolução desde sua introdução na matriz energética.

Gráfico 5 – Produção de etanol anidro e hidratado de 2008-2018

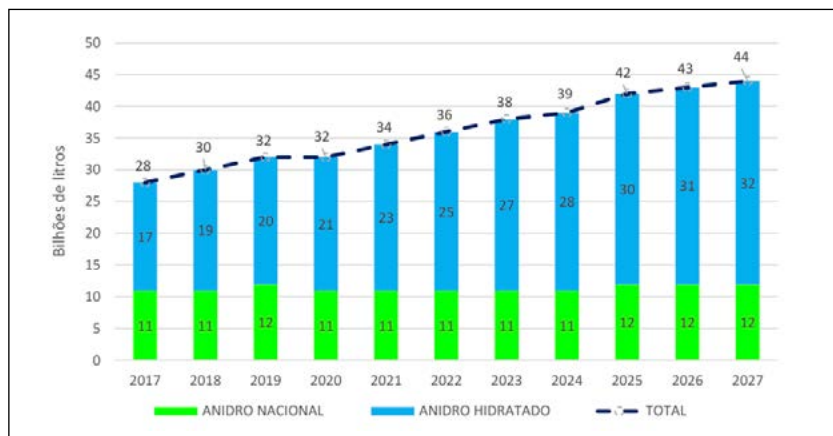


Fonte: Adaptado de ANP (2019)

Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ/USP, 2016), o etanol teve em 2016 sua estabilidade no mercado, tendo o consumo se elevado em 2018 e ocorrendo especulações sobre a redução do preço nas bombas de combustíveis. Verifica-se que esse combustível possui espec-

tativas de crescimento acelerado até o ano de 2027, conforme dados do Plano Decenal de Expansão de Energia 2027 da EPE. O etanol hidratado tem uma expectativa de crescimento a uma taxa de 4,3% a.a., alcançando 44 bilhões de litros comercializados em 2027. Os dados referentes a essas projeções podem ser observados no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Projeção da oferta total de etanol (produção brasileira e importação)



Fonte: EPE com base em ANP (2018) e MAPA (2018)

Conforme evidenciado, o etanol tem se mostrado um biocombustível capaz de atender às demandas energéticas do Brasil, seu rápido crescimento despertou olhares para seu potencial energético. A tendência é que ocorra um elevado crescimento na produção do etanol, pois os dados da EPE revelam que existem expectativas positivas quanto à evolução dessa fonte energética no mercado brasileiro.

4. DESAFIOS E PERSPECTIVAS DOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E BIOCMBUSTÍVEIS

O desenvolvimento sustentável pode ser alcançado de várias formas, entre elas está a utilização de fontes energéticas que não degradam o meio ambiente ou que minimizam os impactos ambientais. É notório que os combustíveis fósseis estão se tornando obsoletos ao longo dos anos, sua composição altamente prejudicial aos recursos naturais faz com que seu uso seja repensado, assim como os derivados obtidos a partir do petróleo. Nesse cenário, surgem os biocombustíveis, derivados de fontes sustentáveis e renováveis que possuem destaque frente aos demais combustíveis. Suas diversas aplicações, matérias-primas e formas de obtenção fazem com que esses desempenhem papéis importantes na matriz energética brasileira.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2017), os biocombustíveis possuem a característica de serem biodegradáveis, o que lhes permite evitar impactos ambientais nas mesmas proporções que os combustíveis fósseis. Além de não contribuírem com o efeito estufa, os biocombustíveis são usualmente utilizados pelo fato das enormes variedades de matérias-primas para sua fabricação. Como desafio, os combustíveis fósseis enfrentam a falta de reservas para reabastecimento. Com o esgotamento dos reservatórios, possuem tempo de vida útil determinado, enquanto que os derivados da biomassa possuem ciclo renovável, perdurando por centenas de anos. Entretanto, o aumento da demanda por fontes renováveis pode ser um problema para os biocombustíveis, pois a competição com os alimentos faz com que estes produtos tenham pontos negativos a serem estudados.

Os avanços tecnológicos permitiram a busca por novas soluções energéticas, entre elas, destaca-se a obtenção do biodiesel através das microalgas, cujo cultivo não interfere na produção de alimentos, sendo uma opção viável como solução da problemática da competição desses produtos com a indústria alimentícia. Além dessa vantagem, a produção dessas fontes renováveis permite que o país reduza a dependência em relação às importações de petróleo, contribuindo assim com o aumento das demandas dos biocombustíveis (BRASIL, 2017).

Conforme os estudos elaborados pela EPE, as perspectivas de aumento da produção dos biocombustíveis vêm se elevando constantemente, aliadas às questões ambientais e fatores econômicos. Esses têm ganhado cada vez mais espaço na matriz energética mundial, diferentemente dos derivados do petróleo que estão diariamente reduzindo sua participação no mercado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo teve por objetivo apresentar e discutir dados da produção dos principais combustíveis comercializados no mercado brasileiro, como também demonstrar as perspectivas desses produtos no cenário econômico atual e futuro. Diante do exposto, observou-se a crescente evolução dos combustíveis renováveis na matriz energética do Brasil, em especial o biodiesel, com produção no ano de 2018 de 5.350.036 milhões de m³ e o etanol com 33.956 mil m³ fabricados. A partir disso, destaca-se a redução da produção dos oriundos do petróleo, como a gasolina com redução de 2.507.685 milhões de m³ entre 2017 e 2018, e também uma redução de 3.489.342 milhões de m³ de óleo diesel no período de 2016 a 2018.

A exposição desse cenário demonstra o crescimento dos biocombustíveis no Brasil, retratando o quanto estes produtos são vantajosos para o meio ambiente, pois não impactam os recursos como os combustíveis fósseis. É válido ressaltar que os derivados da biomassa possuem perspectivas de aumento na produção conforme as projeções realizadas, demonstrando a importância que essas fontes terão no cenário energético de 2027. Por fim, é imprescindível a busca por novas soluções energéticas que atendam e superem as atuais fontes presentes, como por exemplo, as microalgas para obtenção do biodiesel, além de outras formas de produção. Nesse contexto, é importante ampliar novos horizontes, na chance de reduzir, ainda mais, a participação dos combustíveis fósseis na matriz energética existente, colaborando, assim, com o desenvolvimento sustentável e minimizando os impactos ambientais atuais da utilização desses produtos derivados do petróleo.

REFERÊNCIAS

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2019**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis>>. Acesso em: 31 mai. 2019.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Boletim Mensal do **Biodiesel**. Fevereiro de 2017. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 14 mai. 2018

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVIEIS. **Biocombustíveis**. 2019. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/biocombustiveis?view=defau> lt>. Acesso em: 09 jun. 2019.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVIEIS. **Gasolina**. 2017. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/petroleo-derivados/155-combustiveis/1855-gasolina>>. Acesso em: 28 jul. 2017.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMB-

BUSTÍVEIS. Óleo diesel. 2017b. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/petroleo-derivados/155-combustiveis/1857-oleo-diesel>>. Acesso em: 28 jul. 2017

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Etanol**. 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/petroleo-derivados/155-combustiveis/1857-etanol>>. Acesso em: 28 jul. 2017

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**. 2016. 265 p. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/publicacoes/Anuario_Estatistico_ANP_2016.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2017.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Resolução ANP nº 21/09**. 2009. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Resolução ANP nº 30/15**. 2015. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Resolução ANP nº 40/13**. 2013. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Resolução ANP nº 45/14**. 2014. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Resolução ANP nº 50/13**. 2013. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Resolução ANP nº 684/17**. 2017. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

ARGAWAL, A. Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 33, p. 233-271, 2007.

BONFÁ, M. **Diesel S10: Impacto sobre o rendimento do parque de refino brasileiro em 2020 e propostas mitigadoras**. Rio de Janeiro: COPPEAD, 2011.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Biodiesel**. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. **Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acesso em 23 fev. 2010.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ/USP). (2016). Agromensal. (on-line). Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/impressa/?page=846>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

COSTA, A. C. A.; PEREIRA, N.; ARANDA, D. A. G. The situation of biofuels in Brazil: New generation technologies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, p. 3041-3049, 2010.

CHEN, R. H.; CHIANG, L. B.; CHEN, C. N.; LIN, T. H. Cold-start emissions of an SI engine using ethanol-gasoline blended fuel. **Applied Thermal Engineering**, v. 31, n. 8-9, p. 1463-1467, 2011.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco energético nacional 2016**: Ano base 2015. 2016. 62 p. Disponível em: <<http://www.cbdb.org.br/informe/img/63socios7.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional: BEN 2014**. Disponível em: <<http://www.cbdb.org.br/informe/img/63socios7.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2019.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional: BEN 2017**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-2017>>. Acesso em: 07 jun. 2019.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Caderno de Economia**. n.1. Rio de Janeiro: EPE, fev. 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-280/Caderno%20de%20Economia_vf.pdf>. Acesso em: jun. 2019.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Bio-combustíveis. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em 07 jun. 2019.

FARINA, E.; RODRIGUES, L. A política nacional de biocombustíveis e os ganhos de eficiência no setor produtivo. **Caderno Opinião**, mar. de 2018.

FGV, **Biocombustíveis**. FGV Energia, v.4, agosto. de 2017.

FLEURY, P., et al. **O papel do transporte na estratégia logística**. Rio de Janeiro: ILOS, 2000.

GHAZIKHANI, M.; HATAMI, M.; SAFARI, B.; GANJI, D. D. Experimental investigation of performance improving and emissions reducing in a two stroke

SI engine by using ethanol additives. **Propulsion and Power Research**, v. 2, n.4, p. 276-283, 2013.

GOLDEMBERG J.; COELHO ST.; GUARDABASSI P. The sustainability of ethanol production from sugarcane. **Energ Pol** 36:2086–2097. 2008.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. Combustíveis fósseis, 2016. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **World Energy Outlook**. 2015. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/pdf/WEO2014SUM.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

KNOTHE, G.; GERPEN, V. J.; KRAHL, J.; RAMOS, P. L. **Manual do biodiesel**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 340 p.

MAPA [Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento]. **Projeções do Agronegócio 2016/2017 a 2026/2027**. Brasília, DF: MAPA, 2018.

PETROBRAS. 2019. Disponível em: < <http://www.petrobras.com.br/pt/>>. Acesso em: 03 jun. 2019.

RAMOS, L. P. Conversão de óleos vegetais em biocombustível alternativo ao diesel convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa-Soja. 1999. p.233-236.

RAMOS, L. P.; DOMINGOS, A. K.; KUCEK, K. T.; WILHELM, H. M. Biodiesel: Um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. **Biotechnology: Ciência e Desenvolvimento**, 2003, v.31, p.28-37.

RIBEIRO, C. B.; SCHIRMER, W. N. Panorama dos combustíveis e biocombustíveis no brasil e as emissões gasosas decorrentes do uso da gasolina/etanol. **Biofix: Scientific Journal**. v. 2 n. 2. 2017.

Sanchez, O.J.; Cardona, C.A. (2008) Trends in Biotechnological Production of Fuel Ethanol from Different Feedstocks. **Bioresource Technology**, 99, 5270-5295.

SCHUCHARDT, U., SERCHELI, R., VARGAS R. M. Transesterification of vegetable oils: a review. **Journal of Brazilian Chemical Society**, v.9, p.199-210, 1998.

SCHIRMER, W. N.; GAUER, M. A.; TOMAZ, E.; RODRIGUES, P. R. P.; SOUZA, S. N. M.; VILLETTI, L. I. C.; OLANYK, L. Z.; CABRAL, A. R. Power generation and gaseous emissions performance of an internal combustion engine fed with blends of soybean and beef tallow biodiesel. **Environmental Technology**, v. 37, n. 12, p. 1480-1489, 2015.

SCHIRMER, W. N.; GAUER, M. A. Os biocombustíveis no Brasil: panorama atual, emissões gasosas e os métodos analíticos de monitoramento da qualidade do ar referente a gases de natureza orgânica. **Ambiência**, v. 8, n. 1, p. 157-175, 2012.

ZHU, R.; HU, J.; BAO, X.; HE, L.; LAI, Y.; ZU, L.; LI, Y.; SU, S. Investigation of tailpipe and evaporative emissions from China IV and Tier 2 passenger vehicles with different gasolines. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 50, n. 1, p. 305-315, 2017.

ANEXO A – Resolução ANP Nº 50, DE 23.12.2013.

(1) Poderão ser incluídas nesta especificação outras características, com seus respectivos limites, para óleo diesel obtido de processo diverso de refino e processamento de gás natural ou a partir de matéria prima distinta do petróleo.
(2) Deverá ser aplicado o procedimento 1 para cada método
(3) Usualmente de incolor a amarelada, podendo apresentar-se ligeiramente alterada para as tonalidades marrom e alaranjada devido à coloração do biodiesel.
(4) O corante vermelho, especificado conforme a Tabela III, deverá ser adicionado no teor de 20 mg/L de acordo com o artigo 12.
(5) Limite requerido antes da adição do corante.
(6) Aplicável apenas para o óleo diesel B.
(7) No percentual estabelecido pela legislação vigente. Será admitida variação de $\pm 0,5\%$ volume. A norma EN 14078 é de referência em caso de disputa para a determinação do teor de biodiesel no óleo diesel B.
(8) Para efeito de fiscalização nas autuações por não conformidade, será admitida variação de +5 mg/kg no limite da característica teor de enxofre do óleo diesel B S10, nos segmentos de distribuição e revenda de combustíveis.
(9) Aplicável apenas para óleo diesel A.
(10) Será admitida a faixa de 815 a 853 kg/m ³ para o óleo diesel B.
(11) Limites conforme Tabela II.
(12) Para o óleo diesel A, alternativamente, fica permitida a determinação do índice de cetano calculado pelo método ASTM D4737, quando o produto não contiver aditivo melhorador de cetano, com limite mínimo de 45. No caso de o resultado ser inferior a 45, o ensaio de número de cetano deverá ser realizado. Quando for utilizado aditivo melhorador de cetano, esta informação deverá constar no Certificado da Qualidade. (Nota)
(13) Aplicável na produção e na importação do óleo diesel A S10 e A S500 e a ambos os óleos diesel B na distribuição. (Nota)
(14) Aplicável na importação, antes da liberação do produto para comercialização.
(15) Os resultados da estabilidade à oxidação e dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos poderão ser encaminhados ao distribuidor até 48 h após a comercialização do produto de modo a garantir o fluxo adequado do abastecimento. A partir de 1º de janeiro de 2015, o resultado do teor hidrocarbonetos policíclicos aromáticos deverá constar no Certificado da Qualidade no ato da comercialização do produto.
(16) Excluída. (Nota)
(17) Os métodos ASTM D2274 e D5304 aplicam-se apenas ao óleo diesel A.

<p>(19) Limite requerido no momento e na temperatura do carregamento/bombeio do combustível pelo produtor, importador e distribuidor. Para o óleo diesel A S500 deverá ser informado no Certificado da Qualidade a concentração de aditivo antiestático adicionada.</p>
<p>(20) A condutividade elétrica será determinada em amostra composta constituída da mistura de aditivo antiestático mais corante com o produto a ser comercializado. O teor de corante nesta amostra deverá estar conforme o indicado na Tabela III.</p>
<p>(21) Em caso de disputa, a norma ASTM D5453 deverá ser utilizada. (Nota)</p>
<p>(22) Em caso de disputa, o produto será considerado como não especificado na característica Aspecto, caso ao menos um entre os parâmetros teor de água e água e sedimentos, para o óleo diesel S500, e um entre os parâmetros teor de água e contaminação total, para o óleo diesel S10, esteja não conforme. (Nota)</p>
<p>(23) Para efeito de fiscalização, nas autuações por não conformidade no Aspecto, deverão ser realizadas as análises de teor de água e água e sedimentos, para o óleo diesel S500, ou teor de água e contaminação total, para o óleo diesel S10. O produto será reprovado caso ao menos um desses parâmetros esteja fora de especificação. (Nota)</p>
<p>(24) Em caso de disputa, a norma ASTM D974 deverá ser utilizada.</p>

ANEXO B – Resolução ANP nº 45, de 25 de agosto de 2014

(1) Límpido e isento de impurezas, com anotação da temperatura de ensaio. Em caso de disputa, o produto só poderá ser considerado como não especificado no Aspecto, caso os parâmetros teor de água e/ou contaminação total estejam não conformes.
(2) Para efeito de fiscalização, nas autuações por não conformidade no Aspecto, deverão ser realizadas as análises de teor de água e contaminação total. O produto será reprovado caso pelo menos um desses dois últimos parâmetros esteja fora de especificação.
(3) Para efeito de fiscalização, nas autuações por não conformidade, será admitida variação de +50 mg/kg no limite do teor de água no biodiesel para o produtor e de +150 mg/kg para o distribuidor.
(4) Quando a análise de ponto de fulgor resultar em valor superior a 130°C, fica dispensada a análise de teor de metanol ou etanol.
(5) Os métodos referenciados demandam validação para os materiais graxos não previstos no método e rota de produção etílica.
(6) Estas características devem ser analisadas em conjunto com as demais constantes da Tabela de Especificação a cada trimestre civil. Os resultados devem ser enviados à ANP pelo Produtor de biodiesel, tomando uma amostra do biodiesel comercializado no trimestre e, em caso de neste período haver mudança de tipo de material graxo, o Produtor deverá analisar número de amostras correspondente ao número de tipos de materiais graxos utilizados.
(7) Em caso de disputa, deve ser utilizado o método EN 14107 como referência.
(8) O método ASTM D6890 poderá ser utilizado como método alternativo para determinação do número de cetano.
(9) Limites conforme Tabela II. Para os estados não contemplados na tabela o ponto de entupimento a frio permanecerá 19°C.
(10) Poderá ser determinado pelos métodos ABNT NBR 15908, ABNT NBR 15344, ASTM D6584 ou EN14105, sendo aplicável o limite de 0,25% em massa. Para biodiesel oriundo de material graxo predominantemente láurico, deve ser utilizado método ABNT NBR 15908 ou ABNT NBR 15344, sendo aplicável o limite de 0,30% em massa.
(11) O limite estabelecido deverá ser atendido em toda a cadeia de abastecimento do combustível.
(12) A estabilidade à oxidação a 110°C terá seu limite mínimo de 8 horas, a partir de 1º de novembro de 2014.

PRODUÇÃO DE BIODIESEL: UM ENFOQUE NO MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DE DADOS OBTIDOS EM PATENTES DEPOSITADAS NO BRASIL

**DIOGENS MARCO DE BRITO DA CRUZ
CAMILA MANUELLE CARDOSO BRAZ DA SILVA
JEANE DENISE DE SOUZA MENEZES**

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional provoca uma demanda maior por combustíveis. Esse crescimento, aliado ao desenvolvimento sustentável, impulsiona os avanços tecnológicos por novas fontes de energias limpas e renováveis. A utilização dos combustíveis fósseis já não se enquadra mais nos padrões adotados pelo desenvolvimento sustentável. Aliados às preocupações ambientais e econômicas, os biocombustíveis advindos da biomassa surgem como alternativas economicamente viáveis. Esses ganharam espaço no mercado em razão de sua origem ser de fontes renováveis, sendo considerados uma opção sustentável e que substitui os produtos derivados do petróleo.

Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, os biocombustíveis podem vir a substituir total ou parcialmente os combustíveis fósseis utilizados atualmente nos veículos. Tal fato se dá pelo crescimento dessas fontes no mercado brasileiro, tendo a produção de biocombustíveis, especialmente o biodiesel, evoluído de 1,17 milhão de m³ em 2008 para 4,86 milhões de m³ produzidos em 2018, apresentando um crescimento elevado na fabricação do produto (ANP, 2018).

Dentre os derivados da biomassa, o biodiesel apresenta-se como a fonte de energia mais limpa quando comparado ao diesel fóssil. É menos tóxico e menos poluente, dadas as baixas emissões liberadas de monóxido de carbono na atmosfera e a não contribuição de compostos de enxofre no ar, auxiliando assim, na minimização dos Gases do Efeito Estufa (GEE) e, conseqüentemente, não agravando o aquecimento global (CORDEIRO, 2011). O caráter sustentável do biodiesel produzido por oleaginosas ou microalgas é justificado porque provoca menor impacto ao ambiente.

A partir disso, é imprescindível realizar um levantamento do depósito de patentes concedidas no país, dado o aumento da produção de biodiesel nos últimos anos e o número crescente de pesquisas relacionadas à obtenção dos biocombustíveis. Nesse contexto, o presente artigo é justificado pela necessidade de prospecção de um mapeamento tecnológico na base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, *European Patent Office* (ESPACENET) e *World Intellectual Property Organization* – WIPO, para identificar o número de patentes concedidas no período de 2009 a 2018, catalogadas pelo *International Patent Classification* - IPC, tendo como referência a produção de biodiesel no Brasil.

Além disso, buscou-se analisar o atual cenário da produção de biodiesel na matriz energética brasileira, mostrando quanto o Brasil produz atualmente, quais as matérias-primas utilizadas e os subprodutos obtidos.

1.1 Biodiesel: definição, matérias-primas e tecnologias de produção

O biodiesel é caracterizado como um combustível renovável cuja obtenção é realizada através da reação de transesterificação, na qual os triglicerídeos presentes nos óleos e gorduras reagem com um álcool, podendo ser o álcool etílico (C_2H_5OH) ou álcool metílico (CH_3OH), resultando na obtenção de dois subprodutos, o éster utilizado como o biodiesel depois de padronizado conforme legislações, e o glicerol utilizado em diversos processos químicos quando devidamente purificado (ANP, 2018). Segundo Konwar *et al.* (2016), a utilização de óleos residuais, óleos brutos e gorduras animais na transesterificação reduz os custos atrelados à produção de biodiesel, agregando valor econômico e ambiental ao produto final da reação.

O uso dos óleos como matéria-prima na produção do biocombustível minimiza os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado desses resíduos nos ecossistemas (GONZALEZ *et al.*, 2013). Segundo Pagan *et al.* (2017), os custos do processo produtivo do biodiesel chegam a cerca de 70-90% no que se refere a matéria-prima utilizada. Tidos como alternativa a essa problemática, os óleos residuais reduzem os custos dos insumos em cerca de 50-60%, e ainda possibilitam a destinação adequada dos óleos derivativos do pós-consumo (SADEGHINEZHAD *et al.*, 2014). Além dos óleos residuais, os óleos vegetais

apresentam-se como uma alternativa viável, dentre eles, tem-se como matéria-prima para obtenção do biodiesel, os óleos de amendoim, soja, licuri, mamona, coco, algodão, girassol, abacate, linhaça, palma e outros vegetais que apresentam características semelhantes (PARENTE, 2003).

Além das fontes de obtenção citadas anteriormente, o biodiesel pode ser oriundo do cultivo de microalgas e matérias-primas que tenham potencial técnico para viabilizar a obtenção do produto. Segundo Ramos *et al.* (2016), já existem mais de 350 fontes registradas que têm grande capacidade de obter biodiesel nos processos químicos existentes. Entretanto, vale ressaltar que nem todas essas fontes podem atender as especificações estabelecidas pelos órgãos nacionais, em exemplo, o biodiesel obtido por meio da mamona possui alta viscosidade devido a alta concentração do ácido ricinoléico na sua estrutura, impossibilitando assim o atendimento aos padrões adotados pela ANP (RAMOS *et al.*, 2016).

Dentre as tecnologias para obtenção do biodiesel, Ramos (2016) destaca quatro métodos de produção, que são a catálise heterogênea, catálise homogênea, catálise enzimática e a intensificação de processos. Tais métodos e suas descrições podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais tecnologias de produção do biodiesel

MÉTODOS	DESCRIÇÃO
Catálise homogênea	A reação de transesterificação ocorre em meio alcalino e homogêneo por meio de um mol de triacilglicerídeo três mols de um álcool, resultando na obtenção de três mols de monoésteres graxos e um mol de glicerina (coproduto).
Catálise heterogênea	Processo de obtenção através da reação de um catalisador que forma um sistema polifásico com os reagentes, levando conversão da mistura de triacilglicerídeos em biodiesel.

MÉTODOS	DESCRIÇÃO
Catálise enzimática	Utilização de lipases para catalisar reações de síntese de ésteres em meios que têm o teor de água limitado, em exemplo, os solventes orgânicos, além de poderem catalisar reações de esterificação e de transesterificação com presença de água no processo de síntese.
Intensificação de processos	Processos de esterificação e de transesterificação que são intensificados através da utilização de irradiação ultrassônica (sonicação) e micro-ondas, fenômenos de transferência de massa e calor, aumentando a solubilidade e a maximização do contato entre reagentes e espécies catalíticas.

Fonte: Adaptado de Ramos (2016)

Além desses mencionados, existem outras formas de obtenção do biodiesel e os avanços tecnológicos podem descobrir mais outras formas. Portanto, deve-se buscar através dos documentos de patentes o registro desses métodos e tecnologias, enfatizando assim a importância que os biocombustíveis vêm ganhando nos últimos anos frente às outras fontes de energia.

1.2 Produção de patentes sobre biodiesel no Brasil

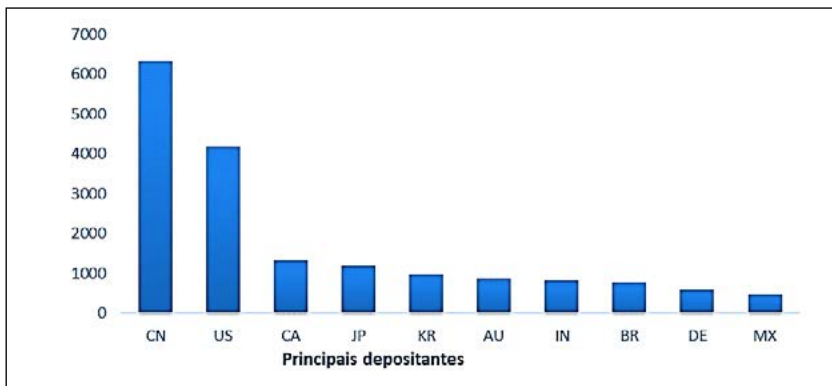
Os biocombustíveis têm recebido a atenção de diversos pesquisadores do Brasil e do mundo, em especial o biodiesel, por seu caráter ambiental na redução das poluições atmosféricas e grande diversidade de matérias-primas para produção. O biodiesel pode ser obtido por diversas fontes renováveis, tais como, as plantas oleaginosas, os óleos residuais de origem animal e vegetal (MELO *et al.*, 2012). Para tanto, é imprescindível a busca por novas tecnologias que possibilitem maiores desempenhos na aplicação do biodiesel, como também métodos que otimizem sua obtenção. O registro dessas tecnologias e métodos ocorre por

meio de um documento denominado patente, que segundo o INPI é definida como:

[...] título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgado pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou jurídicas detentoras de direitos sobre a criação. Com este direito, o inventor ou o detentor da patente tem o direito de impedir terceiros, sem o seu consentimento, de produzir, usar, colocar à venda, vender ou importar produto objeto de sua patente e/ou processo ou produto obtido diretamente por processo por ele patenteado (INPI, 2017).

Segundo Fantinel *et al.* (2017), o Brasil encontra-se na 8ª posição na lista dos principais países que mais realizam depósitos de patentes ligadas à produção do biodiesel mundialmente. Conforme pode ser observado no Gráfico 1, o Brasil ainda apresenta baixo número de depósitos, quando comparado com outras nações, como China e Estados Unidos.

Gráfico 1 - Principais países com depósitos em patentes de biodiesel no mundo.



Fonte: Fantinel *et al.* (2017)

Conforme evidenciado, o Brasil possui, aproximadamente, cerca de 800 depósitos realizados até o ano de 2016. Entretanto, tal posição não se reflete no quesito produção de biodiesel, pois, segundo o Ministério de Minas e Energia – MME (2017), o Brasil apresenta-se como um dos três maiores produtores de biodiesel no mundo, e o segundo maior mercado consumidor, ficando atrás apenas dos Estados Unidos.

No que diz respeito às pesquisas, o Brasil apresenta um alto potencial de desenvolvimento de novas tecnologias ligadas à produção desse biocombustível derivativo da biomassa. A alta produção do biodiesel traz consigo inúmeros benefícios, por conseguinte, isso exige que as tecnologias existentes sejam atualizadas para o total atendimento da demanda atual, como também o aumento de patentes correspondentes a novas matérias-primas para obtenção do biodiesel.

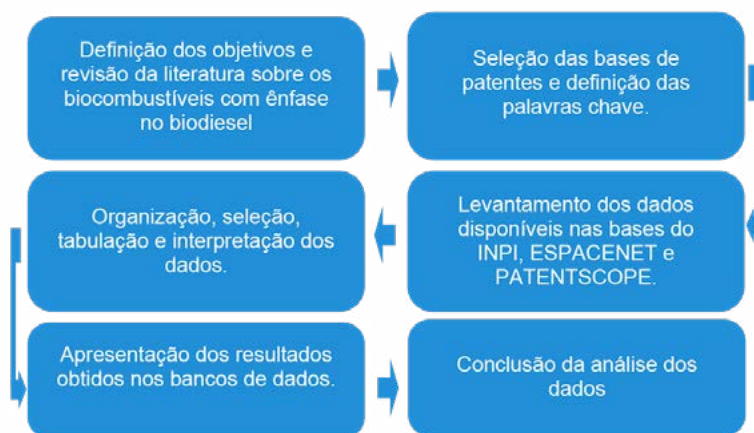
2. METODOLOGIA

O presente estudo enquadra-se como uma pesquisa de caráter exploratório de cunho qualitativo e quantitativo, que segundo Köche (2015) é utilizada quando ocorre a necessidade de exemplificar e caracterizar a natureza do objeto de estudo, além de se fazer uma abordagem de modo a qualificar e quantificar o levantamento das variáveis existentes na pesquisa. Além disso, foi realizada uma pesquisa documental em sites do governo, revistas especializadas, como também nas normas e legislações. Conforme Gil (2017), esse tipo de pesquisa baseia-se em dados que não foram tratados analiticamente, podendo ser reestruturados conforme os objetivos de cada pesquisa.

Para tanto, foi necessária a realização de prospecção de códigos no banco de dados do *International Patent Classification*

– IPC. Desse modo, foi utilizada a palavra *Biodiesel* no campo “*Key-words*” nas bases de patentes. Assim, todas as buscas foram fundamentadas na obtenção de informações disponíveis na base de dados do INPI, ESPACENET e PATENTSCOPE, no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2018, utilizando-se de forma sistemática as seguintes etapas presentes no Organograma 1.

Organograma 1 – : Levantamento dos dados disponíveis nas bases do INPI, ESPACENET e PATENTSCOPE.



Fonte: Autoria Própria (2019)

Na primeira fase da pesquisa foram definidos os objetivos inerentes à elaboração do estudo, como também a imersão na literatura que abrange a produção de biodiesel. Consequentemente, ocorreu a seleção e definição das bases de patentes que melhor atendem aos requisitos da pesquisa. Em seguida, para obtenção dos dados nas buscas, foi necessário o emprego das palavras-chave biodiesel e biocombustíveis no campo “Palavras-chave”, além de ocorrer a limitação da pesquisa entre os anos de 2009 a 2018 no campo “Data de depósito”. Através dos

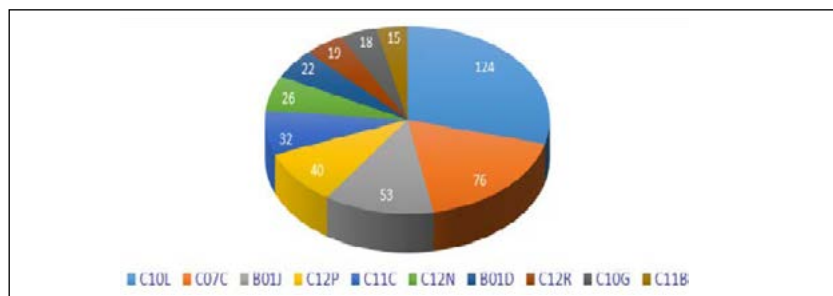
dados obtidos, foi possível a organização, seleção e tabulação das informações utilizando o programa *Microsoft Office Excel* 2013 no *Windows*® para formulação dos gráficos e tabelas. Por fim, ocorreu a elaboração da conclusão das informações encontradas na base de dados do INPI, ESPACENET e PATENTSCOPE.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3. 1 Prospecção tecnológica da produção de patentes sobre biodiesel no Brasil

Para obtenção dos códigos do IPC, foi necessária a realização de uma busca isolada no banco de dados da WIPO, tendo como referência o Brasil. Para tanto, verificou-se que, utilizando a palavra biodiesel no período de 2009 a 2018, foram encontradas 425 famílias de patentes depositadas. Através disso, a base da PATENTSCOPE apresentou os principais IPC referentes à produção do biodiesel nos últimos anos. O Gráfico 2 evidencia os principais códigos utilizados como parâmetros para tecnologias ligadas à obtenção do biodiesel.

Gráfico 2 – Principais IPC ligados à produção de biodiesel no Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados da PATENTSCOPE (2019)

Através da busca verificou-se que a maioria dos códigos estavam localizados na seção C (Química; Metalurgia), compreendendo uma grande variabilidade de informações ligadas à produção do biocombustível. Como observado, os códigos C10L apresentam grande parcela, correspondendo a 29% dos resultados encontrados, equivalente a 124 famílias de patentes depositadas. Em segundo lugar, os códigos C07C e B01J representaram 18% e 12%, totalizando 76 e 53 famílias respectivamente. Em seguida, os códigos C12P, C11C, C12N e B01D obtiveram 9%, 8%, 6% e 5% dos resultados, obtendo respectivamente 40, 32, 26 e 22 famílias de patentes. Por fim, os IPC C12R, C10G e C11B representam 4% cada item, apresentando 19, 18 e 15 famílias de patentes. Segundo Fagundes *et al.* (2014), a busca por famílias de patentes é importante em virtude de ser uma fonte de informações e características próprias dos documentos, sendo um interessante meio de busca para a patentometria.

Por meio dos resultados obtidos no banco de dados da PATENTSCOPE, foi possível a caracterização e detalhamento dos códigos retirados, tendo como referência as principais tecnologias utilizadas na produção do biodiesel. Para tanto, é necessário destacar que uma patente pode ser incluída em diferentes códigos, ou seja, em diferentes campos do conhecimento (INPI, 2018). Desse modo, a busca pela Classificação Internacional de Patentes possibilita o aprofundamento do estudo através dos códigos obtidos, permitindo assim, uma melhor delineação nos resultados.

Dessa forma, todas as buscas foram baseadas nos códigos C10L 1/02, C11C 1/08, C11C 3/00, C12P 7/64, C11C 1/02, C11C 3/10, C11B 3/00, C10G 3/00, B01D 24/00, C07C 67/02 e B01J 21/06. Assim, a utilização do IPC permitiu a restrição das buscas de patentes. Portanto, foi necessário especificar os códigos para a otimização dos resulta-

dos, permitindo encontrar a tecnologia desejada. Assim, o Brasil foi utilizado como referência nas buscas, de forma a identificar os principais códigos ligados ao biodiesel encontrados nos documentos de patentes publicadas pelas bases internacionais.

A partir disso, todas as buscas foram realizadas no banco de dados do INPI e PATENTSCOPE utilizando os códigos descritos na Tabela 2, de forma a otimizar os resultados, bem como, facilitar a busca pelas informações desejadas.

Tabela 2 – Descrição das subclasses dos principais IPC ligados à produção do biodiesel

IPC / DATA DE PUBLICAÇÃO	DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA APLICADA NA OBTENÇÃO DE BIODIESEL
C10L 1/02 / (1968.09)	Combustíveis carbonáceos líquidos; / baseados essencialmente em componentes consistindo somente em carbono, hidrogênio e oxigênio;
C11C 1/08 / (1968.09)	Preparação de ácidos graxos a partir de gorduras, óleos graxos, ou ceras; Refinação de ácidos graxos; / Refinação;
C11C 3/00 / (1968.09)	Gorduras, óleos ou ácidos graxos resultantes da modificação química de gorduras, óleos, ou ácidos graxos, p. ex., por ozonólise;
C12P 7/64 / (1980.01)	Preparação de compostos orgânicos contendo oxigênio; / Gorduras; Óleos graxos; Ceras tipo éster; Ácidos graxos superiores, i.e., tendo pelo menos sete átomos de carbono em cadeia ininterrupta ligada aã grupo carboxila; Óleos ou gorduras oxidados;
C11C 1/02 / (1968.09)	Preparação de ácidos graxos a partir de gorduras, óleos graxos, ou ceras; Refinação de ácidos graxos; / a partir de gorduras ou óleos graxos.
C11C 3/10 / (1968.09)	Gorduras, óleos ou ácidos graxos resultantes da modificação química de gorduras, óleos, ou ácidos graxos, p. ex., por ozonólise; / por esterificação de gorduras ou óleos graxos; / Interesterificação;
C11B 3/00 / (2006.01)	Refinação de gorduras ou óleos graxos a partir de matérias-primas;
C10G 3/00 / (2006.01)	Produção de misturas líquidas de hidrocarboneto a partir de matéria orgânica contendo oxigênio, p.or ex., óleos graxos, ácidos graxos;
B01D 24/00 / (2006.01)	Filtros com material filtrante não-aglomeradonão aglomerado, i.e., com material filtrante sem nenhum aglutinante ou partículas ou as fixas individuais que a compõemcompõem; .
C07C 67/02 / (1968.09)	Preparação de ésteres de ácidos carboxílicos; / por inter-reação de grupos éster, i.e., transesterificação;
B01J 21/06 / (1974.07)	Catalisadores compreendendo os elementos, os óxidos ou hidróxidos do magnésio, do boro, do alumínio, do carbono, do silício, do titânio, do zircônio e do háfnio; / Silício, titânio, zircônio ou háfnio; seus óxidos ou hidróxidos;

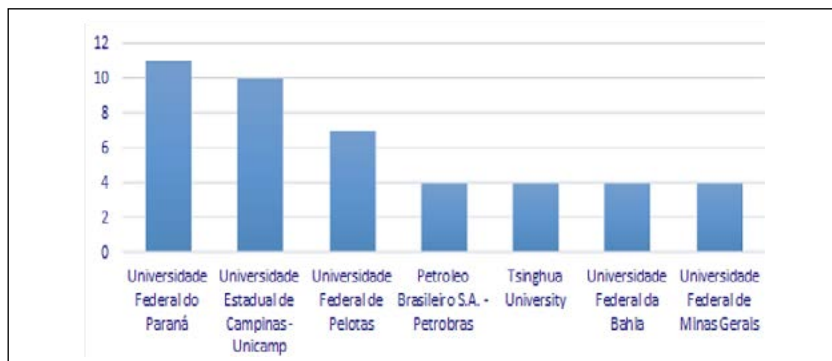
Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados do INPI (2019)

Por meio dos códigos descritos juntamente como as palavras-chave, foi possível otimizar as buscas utilizando o campo de combinação de informações na base da PATENTSCOPE, como também maximizar a recuperação de dados dos documentos publicados. Através das buscas se pode evidenciar a predominância do código C10L1/02 nos documentos, que segundo o INPI refere-se a “Combustíveis carbonáceos líquidos; / baseados essencialmente em componentes consistindo somente em carbono, hidrogênio e oxigênio”, além da alta presença do código C07C, que o INPI descreve como “Preparação de ésteres de ácidos carboxílicos; / por inter-reação de grupos éster, i.e., transesterificação”. Fantinel *et al.* (2015), ao realizar uma prospecção na base de dados da *Questel Orbit*, evidenciou um crescente número de patentes depositadas no código C10L-1/02, resultando em 1132 depósitos realizados no período de 2004 a 2015.

Através das buscas, foi possível notar a predominância do código C07C 67/02, no qual este cita a transesterificação e preparação dos grupos de éster de ácidos carboxílicos presentes no biodiesel, além de constatar na maioria dos documentos publicados a presença do código C10L 1/02. Assim, tais códigos juntos obtêm os maiores resultados nas buscas sobre biodiesel. Referente à produção de biodiesel a partir das oleaginosas, gorduras animais e vegetais, verificou-se a predominância dos códigos C11C 3/00, C11B 3/00, C12P 7/64, C10G 3/00 e C11C 1/08, constatando assim, a presença dessas tecnologias na obtenção do biocombustível.

Através da pesquisa na PATENTSCOPE, foi possível identificar os principais requerentes e inventores de patentes referentes ligados à obtenção do biodiesel no Brasil no período de 2009 a 2018, conforme pode ser observado no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Patentes requeridas no período de 2009 - 2018

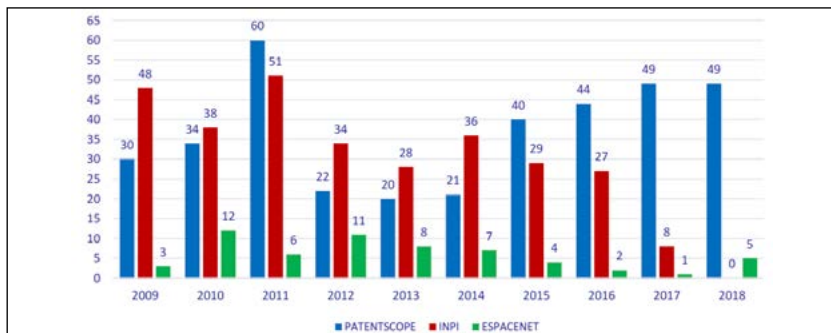


Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados da PATENTSCOPE (2019)

Conforme observado, a Universidade Federal do Paraná – UFTP lidera o *ranking* da PATENTSCOPE com onze patentes requeridas no período, aproximadamente 22,9% dos resultados, logo em seguida a Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, com dez patentes, cerca de 20,84%, a Universidade Federal de Pelotas – UFPel, com sete patentes, representando 14,59% do total, e por fim, Carlos Ernesto Covalski, Petrobras, Tsinghua University, Universidade Federal da Bahia e Universidade Federal de Minas Gerais, com quatro patentes requeridas cada um, aproximadamente 41,67% dos resultados encontrados.

No que diz respeito à análise histórica do depósito de patentes referente à tecnologia abordada, concluiu-se que as pesquisas ligadas ao biodiesel vêm crescendo gradativamente, evidenciando a importância dos biocombustíveis na matriz energética brasileira. Tal observação pode ser constatada no Gráfico 4, sendo comparado o depósito de patentes nas principais bases de propriedade intelectual.

Gráfico 4 – Evolução do número de patentes ligadas à obtenção do biodiesel no Brasil de 2009 a 2018



Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados da PATENTSCOPE, INPI e ESPACENET (2019)

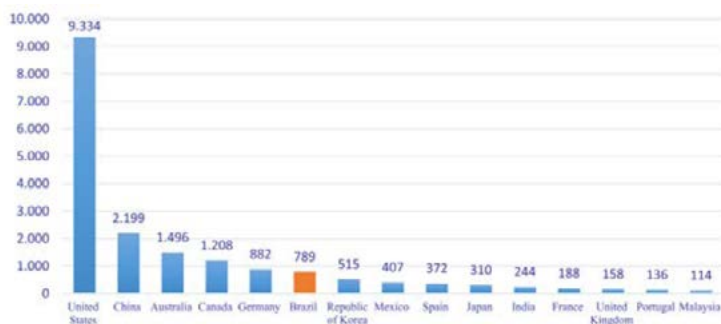
Mediante os resultados encontrados, pode-se concluir que o maior número de patentes registradas ocorreu no ano de 2011, atingindo 111 documentos publicados, dentre os requerentes, estão empresas privadas, pessoas físicas, universidades, órgãos públicos e centros de tecnologia. Conforme observado, o banco de dados do INPI registrou um total de 299 documentos, seguido da PATENTSCOPE com 369 documentos de patentes, e por fim, a ESPACENET com 59 patentes registradas. Por meio disso, pode ser observada a alta evolução do número de documentos depositados nos bancos de dados.

Fantinel *et al.* (2017), ao realizar um mapeamento tecnológico do biodiesel no Brasil e no mundo, destacou a crescente evolução de tecnologias ligadas à produção desse biocombustível, tendo registrado um pico elevado de pedidos de patentes nos anos de 2006 a 2014. Grandó *et al.* (2016) também encontrou resultados semelhantes, ao realizar a prospecção de patentes na base da *Derwet Innovation* constatou o crescente número de pesquisas ligadas ao biodiesel nos anos de 2004 a 2013. Tal constatação tem

ligação direta com as porcentagens mínimas obrigatórias de biodiesel misturadas ao óleo diesel estabelecidas pela ANP, tendo isso alavancado a indústria do biodiesel nesse período. Além disso, foi quando esse biocombustível começou a ser inserido totalmente na matriz energética brasileira por meio das legislações.

Desse modo, o Brasil tem se mostrado um país de destaque frente a outras nações, a participação do biodiesel na matriz energética nacional vem crescendo gradativamente, possibilitando assim, o avanço de novas pesquisas ligadas a esse produto (ANP, 2019). A presença de variadas fontes energéticas contribui não só com a diversificação das matérias-primas que originam a obtenção do biodiesel, mas também com a possibilidade de aprimoramento de tecnologias existentes, para que assim, venha a produzir uma maior quantidade de patentes e consequentemente maiores avanços tecnológicos. No que se refere às pesquisas sobre biodiesel, o Brasil apresenta alto potencial de publicação de patentes, como evidenciado no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Principais países depositantes de patentes sobre biodiesel no período de 2009 a 2018



Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados da PATENTSCOPE (2019)

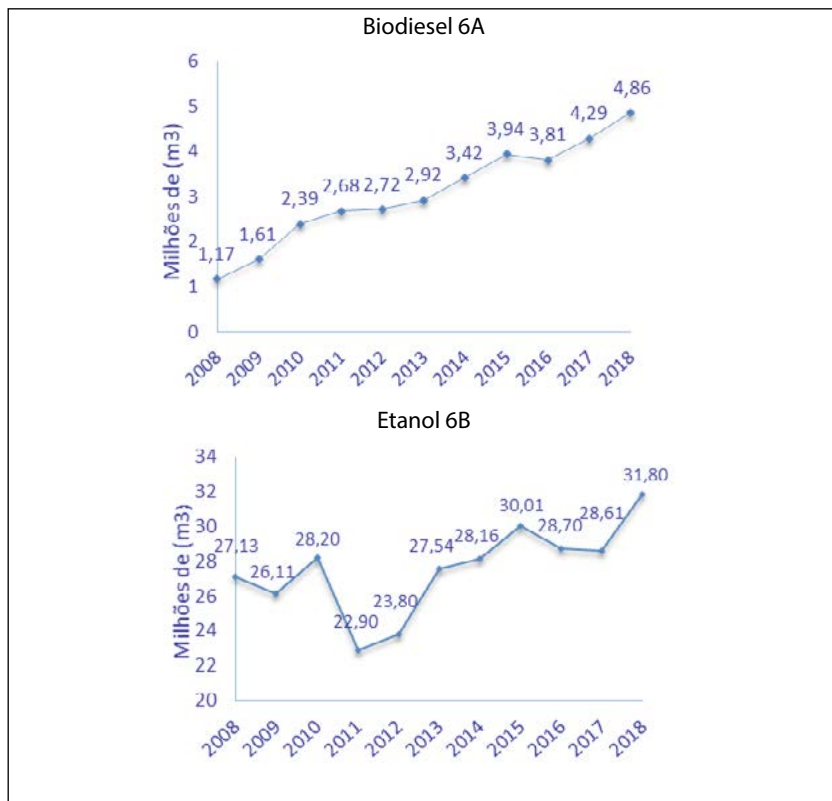
Como observado nos dados da PATENTSCOPE, o Brasil está fixado na 6^a posição no que se refere aos principais países depositantes de patentes no mundo, tendo depositado 789 documentos de patentes no período de 2009 a 2018. Tal fato se dá, principalmente, pela elevada produção do biodiesel nos últimos anos, como também pelos investimentos que o setor tem recebido. Segundo dados do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTI, o Brasil investiu 26 milhões de reais somente na produção de biodiesel através de microalgas no período de 2009 a 2015, o que reflete no crescimento de patentes no mesmo período.

3.2 Panorama da produção de biocombustíveis no Brasil

A utilização dos biocombustíveis no país se dá principalmente por questões ambientais ligadas ao desenvolvimento sustentável, tal necessidade é justificada pelas altas taxas de poluentes atmosféricos emitidos pelos combustíveis fósseis diariamente, tendo como consequência os altos teores de gases, como dióxido de enxofre, dióxido de carbono e óxidos de nitrogênio, como também outros gases que são lançados na atmosfera agravando o efeito estufa, e provocando o aquecimento global (JHA; SOREN, 2016; CAPRARIIS *et al.*, 2017).

A atual demanda dos biocombustíveis no Brasil tem se elevado rapidamente, em substituição aos combustíveis fósseis. Essas fontes renováveis vêm ganhando espaço na matriz energética brasileira, apresentando uma produção cada vez maior, em razão disso, pode-se observar no Gráfico 6 o crescimento da produção do biodiesel e etanol no país ao longo dos últimos anos, tendo como referência a última década.

Gráfico 6 - Produção de Biodiesel e Etanol de 2008 a 2018

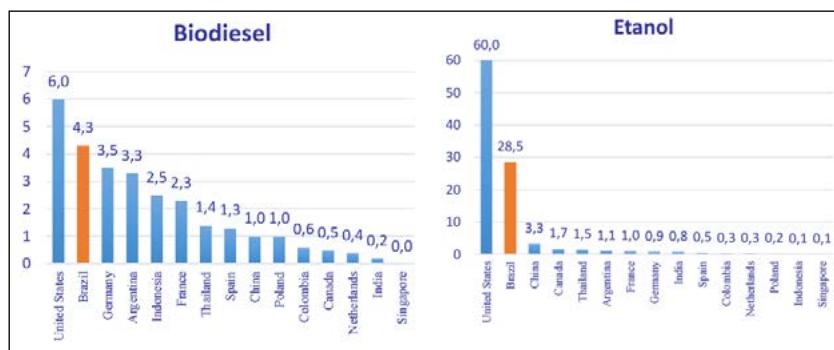


Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados da INPI (2019)

A partir do gráfico (6A), é possível destacar o alto crescimento da produção de biodiesel no país, tendo quase triplicado a sua produção no período. Seguindo o panorama atual, a produção de biodiesel em 2025 será de aproximadamente 7,8 milhões de m³. Além do biodiesel, o etanol também apresenta alto crescimento, por consequência do aumento no número de motores com tecnologia *flex* e questões ambientais ligadas às emissões atmosféricas, conforme pode ser observado no gráfico (6B).

Apesar de uma redução em 2011 e 2012, o etanol (6B) tem se mostrado bastante confiável, sua participação no mercado teve um crescimento elevado nos últimos anos, especialmente no período de 2017 a 2018. O avanço, tanto da produção de etanol como a de biodiesel tem como grandes aliados a localização tropical do Brasil, a alta incidência de energia solar, além do regime pluviométrico adequado e território com vasta extensão, possibilitando assim, uma produção contínua do biodiesel e etanol (EMBRAPA, 2015). Estas características são favoráveis à produção do biodiesel, como também inovações tecnológicas decorridas das pesquisas ligadas ao desenvolvimento dos biocombustíveis. Em razão disso, o Brasil se encontra entre os maiores produtores de biodiesel e etanol, conforme o Gráfico 7.

Gráfico 7 – Principais países produtores de biodiesel e etanol em milhões de m³ em 2017



Fonte: Relatório da Rede de Políticas de Energias Renováveis (REN 21) (2018)

Segundo o Relatório da Rede de Políticas de Energias Renováveis – REN21 lançado anualmente, o Brasil tem uma produção estimada em 4,3 milhões de m³ produzidos de biodiesel no ano de 2017, ficando atrás apenas dos

Estados Unidos com produção de 6,0 milhões de m³ no mesmo período. Conforme os dados do REN21, o Brasil também obteve destaque no ano mencionado, com produção de 28,5 milhões de m³ de etanol, atingindo a 2^a posição, perdendo somente para os Estados Unidos com 60 milhões de m³ produzidos. Tais dados evidenciam a capacidade que o país tem de se destacar no mercado produtor de biodiesel, em especial no registro de documentos de patentes referentes à obtenção desse biocombustível.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo apresentou os resultados de uma pesquisa quantitativa que teve por finalidade realizar uma prospecção tecnológica nos bancos de dados da ESPACENET, PATENTSCOPE e INPI. Em particular, foram identificados os principais códigos relacionados à obtenção do biodiesel, como também a evolução dos depósitos de patentes nos últimos anos. Assim, através da pesquisa foi possível evidenciar a predominância dos códigos C10L, C07C e B01J no que se refere ao depósito de patentes no Brasil. Além disso, foi notado que a Universidade Federal do Paraná e a Universidade Estadual de Campinas estão entre os maiores requerentes de patentes no Brasil na base da PATENTSCOPE no período de 2009 a 2018.

Para tanto, observou-se um crescimento elevado de pesquisas ligadas à produção de biodiesel no período pesquisado. Desse modo, foi possível evidenciar que o Brasil apresentou na PATENTSCOPE 369 documentos de patentes no período de 2009 a 2018, seguida do INPI e ESPACENET com 299 e 59 patentes publicadas respectivamente. Portanto, por meio dos

resultados, pode-se concluir que o Brasil apresenta alto potencial de desenvolvimento de novas tecnologias voltadas para a obtenção do biodiesel, pois foi observado que este detém o sexto lugar no *ranking* de países depositantes, tendo 789 patentes depositadas. Assim, pode-se concluir que é de grande relevância investimentos direcionados aos biocombustíveis, especialmente o biodiesel, pelo fato de questões ambientais e econômicas terem ganhado força ao longo dos últimos anos, proporcionando assim, a busca por novas fontes alternativas viáveis e sustentáveis através do desenvolvimento e registro de patentes.

REFERÊNCIAS

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <<https://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário estatístico Brasileiro do petróleo, gás Natural e biocombustíveis, 2018**. Disponível em: <<https://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-2018>>. Acesso em: 21 dez. 2018.

CAPRARIS, B., FILIPPIS, P. D., PETRULLO, A., SCARSELLA, M. Hydrothermal liquefaction of biomass: Influence of temperature and biomass composition on the bio-oil production. **Fuel**, v. 208, p. 618-625, 2017.

CORDEIRO, C. S., SILVA, F. R., WYPYCH, F., RAMOS, L. P. Catalisadores heterogêneos para a produção de monoésteres graxos (biodiesel). **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 477-486, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 27 dez. 2018.

FANTINEL, A. L., FELIX, L. M., ARTUZO, F. D., FOGUESATTO, C., FLORES, Y. R., JAHN, S. L. Mapeamento tecnológico em biodiesel: pedidos de patente depositados no mundo e brasil. **Cad. Prospec.** Salvador, v. 10, n. 2, p.177-189, abr./jun. 2017.

FANTINEL, A. L., JAHN, S. L., RODRÍGUEZ PADRÓN, R. A., NOGUEIRA, C. U., RAMIREZ FLORES, Y., STERTZ, E. da. S. Mapeamento tecnológico na produção de biodiesel com enfoque em documentos de patentes depositados no mundo. **Espacios**. v. 36, n 17. p. 17. 2015.

FAGUNDES, M. C.; GARCIA, P. A. de A.; MOTTA, G. da S. Melo, Daniel, R A. de. Perfil tecnológico da CSN: um estudo patentométrico. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 11, n .1, p. 276-294. 2014.

GONZALEZ, S. L., SYCHOSKI, M. M., NAVARRO, H., CALLEJAS, N. Continuous Catalyst-Free Production of Biodiesel through Transesterification of Soybean Fried Oil in Supercritical Methanol and Ethanol. **Energy & Fuels**, v. 27, p. 5253–5259, 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GRANDO, R. L.; FONSECA, F. V. ; ANTUNES, A. . Panorama of biodiesel using technology foresight. **Ciência & Tecnologia: Fatec-JB (Online)**, v. 8, p. 55-72, 2016.

INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. 2017. Disponível em: <<https://www.inpi.gov.br>>. Acesso em: 03 jan. 2019.

JHA, G., SOREN, S. Study on applicability of biomass in iron ore sintering process. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 80, p. 399-407, 2017.

KONWAR, L. J. MIKKOLA, J. P. Reaction kinetics with catalyst deactivation in simultaneous esterification and transesterification of acid oils to biodiesel (FAME) over a mesoporous sulphonated carbon catalyst. **Fuel**, v. 166, p. 1–11, 2016.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria as ciência e iniciação a pesquisa**. 34. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

MELO, E. M., CAJAVILCA, E. S. R., KACZOROSKI, V. A., SANTANA, V. G. Biodiesel no brasil: obtenção de dados depositados em patentes. **Cadernos de Prospecção** - (online), v.5, n.2, p.63-71, 2012.

MME – Ministério de Minas e Energia. Ranking mundial de energia e socioeconomia. 2015. Disponível em: <<https://www.mmegov.br/documents/>>. Acesso em: 29 dez. 2018

PARENTE, E. J. S. **Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Unigráfica, 2003.

PAGAN, F. S., SILVA, L. Z., SILVA, M. B., FERREIRA, D. C. Síntese de biodiesel a partir de óleo residual de fritura em banho ultrassônico. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.14 n.26, p.13. 2017.

SADEGHINEZHAD, E.; KAZI, S.N.; SADEGHINEJAD F.; BADARUDIN, A.; MEHRALI, M.; SADRI, R.; SAFAEI, M. R. A comprehensive literature review of biofuel performance in internal combustion engine ad relevant costs involvement. **Renew Sust Energ Rev**. p.29-44, 2014.

MICROALGAS, BIOCOMBUSTÍVEIS E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**JEANE DENISE DE SOUZA MENEZES
CAMILA MANUELLE CARDOSO BRAZ DA SILVA
DIOGENS MARCO DE BRITO DA CRUZ**

1. INTRODUÇÃO

A matriz energética baseada no uso dos combustíveis fósseis, como o carvão, o petróleo e o gás natural, além de ser poluente, tem se tornado cada vez mais onerosa. A substituição desses combustíveis fósseis pelas fontes de energia renováveis envolve tanto expressivas modificações políticas, legais, econômicas e tecnológicas, quanto mudanças de paradigmas, com a necessidade da compreensão das questões ambientais como fator competitivo e a evolução da postura em relação às problemáticas ambientais.

O futuro da produção de energia depende das políticas energéticas que o país adota e, principalmente, dos hábitos de consu-

mo, pois impulsionam a busca por tecnologias e inovações, por novas energias renováveis ou por melhoramentos das técnicas já existentes, principalmente as que utilizam resíduos do setor agropecuário. O crescimento da economia brasileira, em grande parte, é proveniente da agroindústria e esse crescimento pode ser impulsionado à medida que uma maior quantidade dos resíduos e dejetos deste setor seja convertida em energia renovável.

Os problemas ambientais gerados pelos combustíveis derivados do petróleo e a escassez em progressão de sua oferta, reforçam a busca por alternativas viáveis, ambientalmente adequadas e que consigam suprir a crescente demanda energética da atualidade. As microalgas surgem, nesse contexto, como uma nova rota tecnológica, que consegue sintetizar açúcares e ácidos graxos, que por sua vez, podem ser convertidos em biocombustíveis.

O Brasil apresenta uma posição privilegiada para assumir a liderança na produção de microalgas, pelo fato de possuir grandes áreas com intensa radiação solar. As culturas de microalgas têm como vantagens sua alta produtividade e sua habilidade para capturar nutrientes das águas residuárias. Podem, inclusive, ser cultivadas em uma instalação industrial, requerendo área muito menor, não exigindo solos férteis.

A grande variedade de microalgas existentes, o potencial biotecnológico de muitas espécies ainda desconhecidas e a ampla gama de aplicações desses compostos ainda pouco explorados, sinalizam a necessidade da realização de mais pesquisas, seja para descobrir novos compostos com elevado valor agregado, seja para otimizar os processos já conhecidos.

Este capítulo visa o aprofundamento do estudo dos diversos compostos biossintetizados por microalgas, com ênfase nos ácidos graxos para produção de biocombustível. Permite a conso-

lidação de uma linha de pesquisa que apresenta imensa capacidade de expansão, bastando, para tal, investimento em políticas públicas e o fortalecimento das suas estruturas para produção, com vistas para que no futuro seja possível a implantação de um projeto piloto de produção em escala industrial.

2. AS MICROALGAS

Microalgas é um termo genérico desprovido de significado taxonômico, correspondendo, portanto, a um grupo muito heterogêneo de organismos, e considera-se que façam parte desse grupo os microrganismos com clorofila e outros pigmentos fotossintéticos (RAVEN *et al.*, 2007). São organismos microscópicos fotossintetizantes, predominantemente aquáticos, capazes de desenvolver-se tanto em água doce quanto no ambiente marinho, a depender da espécie (DERNER *et al.*, 2006).

Na denominação microalgas podem ser incluídos organismos com dois tipos de estrutura celular: estrutura procariótica, com representantes nas Divisões Prochlorophyta e Cyanophyta (cianobactérias); estrutura celular eucariótica, com representantes nas Divisões Euglenophyta, Chlorophyta, Rhodophyta, Heterokontophyta (Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Xanthophyceae e outros), Haptophyta (Prymnesiophyta), Dinophyta e Cryptophyta (HOEK *et al.*, 1995).

Alguns desses organismos podem crescer em condições extremas em seu habitat natural, como mudanças drásticas de temperatura, salinidade e irradiação UV; como tal, são capazes de adaptar-se rapidamente às condições do ambiente para sobreviver, produzindo uma grande variedade de metabólitos secundários, os quais não são encontrados em outros organismos.

Possuem a capacidade de combinar água e dióxido de carbono com luz solar para produzirem diversas substâncias com considerável potencial biotecnológico (PLAZA *et al.*, 2010).

2.1 Potencial biotecnológico das microalgas

As microalgas possuem a capacidade de biosintetizar ácidos graxos polinsaturados, lipídios, açúcares, antioxidantes, pigmentos naturais, compostos bioativos, proteínas e outros químicos de alto valor, podendo assim ser utilizadas, principalmente, na indústria alimentícia e farmacêutica, na produção de cosméticos e biocombustíveis.

2.1.1 Aplicação das algas na indústria alimentícia

O aproveitamento das microalgas varia desde a produção simples de biomassa para alimentos e rações até para o mercado de alimentos funcionais, utilizando microalgas em massas, iogurtes e bebida láctea (PULZ; GROSS, 2004).

As microalgas cultivadas comercialmente para a produção de alimentos são espécies dos gêneros *Arthrospira* Stizenberger (Cyanophyceae) e *Chlorella* Beyerinck (*Chlorophyceae*), como aditivos em alimentos naturais, *Dunaliella salina* Teodoresco (*Chlorophyceae*) para extração de betacaroteno e *Haematococcus pluvialis* Flotow (*Chlorophyceae*) para a obtenção de um dos principais carotenoides amplamente utilizado na indústria alimentícia, a astaxantina (BECKER, 2004).

A biomassa de microalgas pode ter um vasto campo de aplicação, no qual vários estudos foram realizados, como é o caso de *Chlorella vulgaris* e *Haematococcus pluvialis* como corante e antioxidante em emulsões alimentares (GOUVEIA *et al.*, 2006).

2.1.2 Aplicação das algas na indústria farmacêutica e cosmética

Os compostos produzidos por uma grande variedade de microalgas possuem propriedades físicas, estruturais e químicas diferentes, a depender da cepa que os produz. Devido a essa ampla diversidade em estrutura e propriedades físicas, os polissacarídeos de microalgas possuem muitas aplicações na indústria farmacêutica e cosmética.

: A utilização de polissacarídeos biossintetizados pelas microalgas *Porphyridium*, *Rhodella* e *Dixoniella* com adição de metais como o zinco, prata, níquel, cobre e selênio para aplicações tópicas, foi patenteada por Dillon, Zaman e Day (2008) US20080299147, direcionando sua aplicação no desenvolvimento de produtos de higiene pessoal, cosméticos e composições de redução de rugas.

A patente (20120264177) submetida por Millbrae *et al.* (2012) é o polissacarídeo sulfatado biossintetizado pela microalga do gênero *Porphyridium* que possui a propriedade para melhorar a saúde e aparência da pele.

Os polissacarídeos sulfatados da microalga vermelha *Porphyridium cruentum* podem ser usados em terapias e contra infecções bacterianas (GUZMAN-MURILLO; ASCENCIO, 2000). Esta microalga contém muitos compostos valiosos como polissacarídeos (xilose, glucose, galactose, ácido glucurônico), poli-insaturados ácidos graxos e ficoeritrina (WANG *et al.*, 2007).

A composição do polissacarídeo da cápsula mucilaginosa de microalgas é diferente da composição do polissacarídeo solúvel no meio de cultura. Experimentos realizados por Brouwer *et al.* (2002) com as espécies *Cylindrotheca closterium* e *Nitzschia sp.*,

mostraram que os polissacarídeos produzidos são diferentes daqueles constituintes da cápsula mucilaginosa, descartando a possibilidade dos polissacarídeos encontrados no meio serem provenientes da morte ou degradação celular durante a fase estacionária do cultivo.

Xavier-Filho e Basmaji (2011) patentearam a formulação e o processo para obtenção de creme antioxidante e cicatrizante com β -caroteno proveniente da microalga *Dunaliella salina*, passível de aplicação no tratamento de rejuvenescimento da pele como antioxidante natural com o fim de revitalizar e cicatrizar as células dérmicas.

A diversidade de estudos demonstra os efeitos da busca por novos medicamentos e cosméticos que cresce na medida em que a população está cada vez mais preocupada com a saúde e a estética. A grande capacidade das microalgas produzirem compostos bioativos, tais como, carotenoides, ácidos graxos poli-insaturados, polissacarídeos, biosintetizar alimentos funcionais e ainda compostos que possuem atividade antibacteriana, antitumoral, antifúngica, antivírica, fazem com que seja muito valorizado o cultivo dessas microalgas.

2.1.3 Produção de biocombustíveis

As microalgas são organismos muito flexíveis quanto ao habitat, podendo ser encontradas tanto em ambientes úmidos terrestres, quanto em ambientes aquáticos de água doce, salobra e salgada (CARNEIRO, 2018). Essa capacidade proporciona vantagens consideráveis em comparação com os cultivos convencionais utilizados para a produção de biodiesel, pois sua produção apresenta um menor impacto ambiental durante a combustão, por possuírem emissões quase nulas de enxofre (SANTOS *et al.*, 2018).

As microalgas são consideravelmente versáteis, pois a biomassa assimilada pela fixação do dióxido de carbono atmosférico durante a fotossíntese compensa as emissões de CO₂ produzidas pela combustão do combustível nos motores e reduz as emissões líquidas de gases de efeito estufa associadas ao ciclo de vida do biodiesel (VAZ, 2018). O biodiesel produzido pelas microalgas apresenta ainda a vantagem de não produzir enxofre (MAZIERO, 2006). Com o estudo realizado por Ponnusamy *et al.* (2014), foi possível estimar também que 1 kg de biodiesel de algas tem a capacidade de fixar cerca de 0,6 kg de CO₂.

As microalgas possuem a grande vantagem de apresentar elevada capacidade de produção em uma pequena área quando comparadas aos biocombustíveis que utilizam a biomassa vegetal ou animal (LOPES, 2015). Singh e Gu (2010) afirmam que a maioria dos sistemas de produção de algas pode gerar de 9.450 a 18.900 litros de óleo por hectare em tanques de cultivo aberto.

Outro estudo realizado por Magalhães (2011) compara a produção de oleaginosas como a soja, que produz de 0,2 a 0,4 toneladas de óleo por hectare, o pinhão manso, que produz de 1 a 6 toneladas de óleo por hectare e o dendê, de 3 a 6 toneladas de óleo por hectare, e afirma que as algas podem produzir 237 mil litros de biocombustível por hectare (MAGALHÃES, 2011).

Um dos fatores importantes para produção de biodiesel a partir de microalgas é que este tipo de cultivo não deslocará as tradicionais áreas de cultivo voltadas para a alimentação humana, considerada uma das principais críticas à produção de biodiesel que utiliza como biomassa de conversão as plantas oleaginosas (LI; DU; LIU, 2008).

O biodiesel oriundo de microalgas apresenta características semelhantes ao diesel derivado do petróleo e pode ser usado em

qualquer veículo ou equipamento com motor a diesel. Durante a produção do biodiesel pela biomassa algal, outros biocombustíveis são formados, como o bioetanol, o biometanol, biohidrogênio e o biometano, além de produzir subprodutos como glicerina, pigmentos e polímeros.

Nesse sentido, muitas publicações vêm buscando alternativas para diminuir os custos de produção, tais como Nascimento *et al.* (2014), que realizou uma triagem com 12 cepas de microalgas, aplicando como critérios seletivos a produtividade de lipídeos e o perfil de ácidos graxos, visando avaliar a produtividade do biodiesel produzido. Nesse estudo, as cepas que apresentaram maior produtividade foram a *Chlorella* (204.91 mg.L⁻¹ day⁻¹) e as *Botryococcus* (112.43 e 98.00 mg.L⁻¹ dia⁻¹ para *Botryococcus braunii* e *Botryococcus terribilis*, respectivamente).

Os custos de produção variam significativamente com a escala e o sistema de produção. As etapas de separação das microalgas e de extração dos óleos são onerosas devido à alta demanda por energia e os custos de capital envolvidos (WIJFFELS; BARBOSA, 2010; TABERNERO *et al.*, 2012). Portanto, a extração de subprodutos dos biocombustíveis, bem como a utilização de substratos oriundos de resíduos industriais pode tornar mais viável a produção de microalgas. Costa e Andrade, em 2009, desenvolveram um sistema para produção e purificação de biogás através da patente PI0703245-5. Sears patenteou (PI0615085-3) em 2011 um método, aparelho e sistema para produção de biodiesel a partir de alga.

As microalgas podem minimizar os problemas devido à ação antrópica ao atuar na biorremediação de efluentes, pois permitem reduzir, remover e/ou remediar contaminações no am-

biente (FRANCO *et al.*, 2013). Através do estudo realizado por Lopes (2015) com a microalga *Chlorella sp* utilizando efluentes da indústria sucroalcooleira, a vinhaça como substrato e reator anaeróbio de manta de lodo (UASB), foi possível realizar produção de biocombustíveis com um menor custo energético.

Alguns estudos enfatizam a comparação da produção entre diferentes espécies de algas e as plantas, como os de Demirbas e Fatih (2011) que relata que “o rendimento por unidade de área de óleo de algas é estimado em 20.000 a 80.000 l / ha por ano; isso é de 7 a 31 vezes maior do que a próxima melhor safra, o óleo de palma”. Outros trabalhos, como o realizado por Taberner *et al.* (2012), utilizando a microalga *Chlorella protothecoides*, realizando simulação e uma análise econômica detalhada, reconheceram os altos custos da produção do biodiesel.

A produção de biodiesel foi analisada por Ponnusamy *et al.* (2014) sob o aspecto energético. Nesse estudo, foi constatado que foram necessários 58 MJ de energia para produzir 1 kg de biodiesel, dos quais 36% foram gastos em cultivo e 56% em extração de lipídios, e considerando os créditos de energia dos coprodutos, a demanda de energia reduz para 28,23 MJ. Em estudo anterior, Chisti (2008) já havia observado que o grande obstáculo para a produção de biocombustível, utilizando óleo de microalgas, é o grande custo dos fotobiorreatores.

Barcellos (2012) realizou um levantamento de 16651 patentes, na base Espacenet e pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), em que apenas 13,80% se refere ao biodiesel e 6,90% ao biogás.

Os autores Kim, Oh e Bae (2017) realizaram um estudo para avaliar a produção de bioetanol em resposta às condições de cultivo de *Porphyridium cruentum* e os resultados indicam que

P. cruentum pode crescer em condições de água doce e é um candidato eficiente para a produção de bioetanol.

Apesar das inúmeras vantagens relatadas, existem preocupações ambientais relacionadas à produção em escala industrial do biodiesel, em razão do elevado volume de glicerol produzido como subproduto, e para o glicerol ter valor comercial no setor alimentício e farmacêutico, segundo Beatriz (2011), precisa passar por purificação, podendo assim viabilizar economicamente o aumento da produção de biodiesel.

3. MICROALGAS E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A expressão sustentabilidade tem sido alvo de muitas discussões e preocupações das organizações que necessitam adequar seus interesses de obtenção de lucro às necessidades socioambientais, estabelecendo mecanismos para corrigir as externalidades negativas geradas e, com isso, seguir em busca do desenvolvimento sustentável (MARTINS, R.; ROSSIGNOLI, 2018)

As externalidades ambientais negativas correspondem aos custos sociais de degradação ambiental em um determinado empreendimento. Segundo Derani (1997):

Durante o processo produtivo, além do produto a ser comercializado, são produzidas “externalidades negativas”. São chamadas externalidades porque, embora resultantes da produção, são recebidas pela coletividade, ao contrário do lucro, que é percebido pelo produtor privado (DERANI, 1997 p. 158)

Conforme relata Lúcio (2018), as externalidades ambientais negativas podem ser interpretadas na órbita jurídica ou na eco-

nômica de forma diferenciada. Juridicamente, significam fontes de injustiças sociais, pois causam danos impunemente à sociedade. Economicamente, são consideradas como uma falha no mercado, por não alocar os recursos de forma eficiente.

Para que os meios sustentáveis tenham eficácia, é necessário, antes de tudo, entender que os recursos são finitos, ou seja, o seu uso exagerado pode vir a causar o seu esgotamento, por essa razão, as metas ambientais fazem parte da política governamental em praticamente todo o mundo (SARTORI, S.; LATRÔNICO, F. CAMPOS, 2014; MENEZES; VIEIRA, 2011).

O desenvolvimento de técnicas de valorização do resíduo para produção de novos produtos, principalmente aqueles com maior valor agregado, deverá contribuir para promover modificações nos processos produtivos da agroindústria (MENEZES *et al.*, 2012). Como estratégia para minimizar os custos de produção há uma alternativa que seria a utilização de substratos alternativos de baixo custo em processos fermentativos, tais como, resíduos agroindustriais que, por conseguinte, reduziriam os danos ambientais, principalmente no que se refere à destinação dos resíduos (BORGES *et al.*, 2016).

O cultivo de microalgas pode promover também a biorremediação de efluentes domésticos ou industriais. Nesse sentido, a utilização de substratos alternativos ajuda a diminuir os problemas ambientais, como o descarte de efluentes, e tem a vantagem de não apresentar problemas com a sazonalidade de sua produção, uma vez que é gerado em grande volume o ano todo, desenvolvendo um produto de considerável valor comercial, trazendo mais renda para a região e, conseqüentemente, geração de novos empregos, sem o consumo de novas matérias primas.

O uso de substratos oriundos de resíduos renováveis é uma excelente opção, ambientalmente correto, seja para o desenvolvimento de produtos com maior valor agregado, ou para a redução do custo do tratamento dos resíduos (MENEZES *et al.*, 2012).

O cultivo de microalgas possui uma série de vantagens em relação a outras culturas, apresenta um menor consumo de água quando comparado ao de cultivo de plantas (SHEEHAN *et al.*, 1998) e apresenta a vantagem de poder ser realizado em águas com elevada quantidade de matéria orgânica (FRANCO, 2013). As microalgas apresentam maior eficiência fotossintética que os vegetais superiores e, por isso, são consideradas excelentes fixadoras de CO₂ (PIENKOS; DARZINS, 2009; LIRA *et al.*, 2012). Portanto, há necessidade de pesquisas visando o desenvolvimento e o aperfeiçoamento dos sistemas de produção, a fim de tornar a produção de microalgas em larga escala. Essas pesquisas também se fazem necessárias à identificação dos produtos que podem ser extraídos das microalgas, da possível atividade biológica e do desenvolvimento de mercados específicos (MENEZES; VIEIRA, 2011).

Além da produção de biocombustíveis, as microalgas podem ser utilizadas também para o sequestro de carbono, remoção de nutrientes, biossorção de metais, biofertilização agrícola, além de aplicações em engenharia genética. Pela enorme biodiversidade das microalgas, outras aplicações são possíveis e podem ser exploradas. Por este motivo, tem havido um interesse mundial crescente pelo assunto (SINGH; GU 2010; GOUVEIA; OLIVEIRA, 2009).

Na agroindústria são gerados resíduos de considerável potencial econômico e, portanto, surge a necessidade da inserção de técnicas ou métodos que aproveitem ao máximo esses com-

postos. Os resíduos deste setor representam perdas econômicas e se não receberem destinação adequada, podem ocasionar impactos ambientais (MENEZES, *et al.*, 2012; ALMEIDA, 2012; ZHOU *et al.*, 2008).

Os rejeitos gerados ao longo da cadeia produtiva, apesar de não possuírem valor econômico evidente, podem se tornar uma fonte importante para a produção de novos insumos (PACHECO; SILVA, 2008). Portanto, o desenvolvimento e implementação de processos sustentáveis, capazes de converter biomassa em produtos com elevado valor agregado, tornam-se indispensáveis para aproveitar os resíduos da agroindústria e mitigar os impactos ambientais (MENEZES; VIEIRA, 2011; BORGES, *et al.*, 2016).

O desenvolvimento e a adoção de novas tecnologias serão cruciais para atender ao desafio de produzir alimento suficiente para a população mundial e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos ao meio ambiente (SALGADO JUNIOR, 2017; FERNANDEZ, 2011). Graças à biotecnologia, têm sido produzidos novos materiais, produtos, coprodutos e substâncias químicas utilizando como matéria-prima os resíduos agroindustriais, ampliando desta forma o mercado, otimizando a eficiência do agronegócio e consequentemente reduzindo o impacto ambiental (PACHECO; SILVA, 2008).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No atual estado de arte, foi possível observar que a diversidade filogenética das microalgas e a grande variabilidade de compostos bioquímicos que elas conseguem sintetizar refletem o grande potencial de suas aplicações biotecnológicas. Dessa forma, as microalgas apresentam potencial de uso no desenvol-

vimento de alimentos funcionais, de medicamentos, cosméticos e ainda na produção de biocombustíveis.

Atualmente, a maior parte das matérias primas utilizadas para produção de biodiesel é derivada de sementes oleaginosas, o que promove a competição com o mercado mundial de alimentos. Nesse sentido, o aproveitamento de resíduos da indústria alimentícia, como insumo para produção de microalgas, evita a utilização de recursos cada vez mais insuficientes, reduz os custos socioambientais e melhora os resultados em termos de eficiência econômica, tendo em vista que os custos de produção de biodiesel através de microalgas ainda são altos.

Vale destacar que há necessidade de pesquisas visando o desenvolvimento e o aperfeiçoamento dos sistemas de produção para tornar possível a produção de microalgas em larga escala. Essas pesquisas também se fazem necessárias à identificação dos compostos sintetizados ou que podem ser extraídos das microalgas e da identificação da possível atividade biológica.

Muitos estudos destacam a importância de considerar os aspectos sinérgicos da produção de biocombustíveis com outros processos produtivos que podem impulsionar sua viabilidade. O cultivo em águas residuárias, seja proveniente de efluentes domésticos ou industriais, favorece a biodegradação de poluentes e a biorremediação, pois promove a retirada do excesso de dióxido de carbono da atmosfera.

Portanto, dentre as ações que podem contribuir para a ascensão do biodiesel proveniente de microalgas estão os investimentos em pesquisas, mudanças nas políticas públicas que estimulem a produção por esta via, que possam aumentar a viabilidade de sua produção em larga escala e finalmente possibilitar a independência dos combustíveis fósseis.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. T. Economia verde: a reiteração de ideias à espera de ações. *Estudos Avançados*. São Paulo, v. 26, n. 74, 2012.
- BARCELLOS, A. D.; BARRETO, A. G. S. S.; MACHADO, B. A. S.; DRUZIAN, J. I. Microalgas e seu potencial de uso. **Cadernos de Prospecção**, v. 5, p. 178-184, 2012.
- BEATRIZ, A.; ARAUJO, Y. J. K.; DE LIMA, D. P. Glicerol: um breve histórico e aplicação em sínteses estéreos seletivas. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 306-319, 2011.
- BECKER, W. Microalgae in human and animal nutrition. In: RICHMOND, A. (Ed). **Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology**. London: Blackwell Science, 2004. p. 312-351.
- BORGES, P. C. A.; SILVA, S. M.; ALVES, T. C; TORRES, A. E. Energias renováveis: uma contextualização da biomassa como fonte de energia. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**. Fortaleza, Brasil, v. 10, n. 2, p. 23-36, jul./dez. 2016.
- BROUWER, J. F. C., RUDDY, G. K., JONES, T. E. R.; STAL, L. J. Sorption of EPS to sediment particles and the effect on the rheology of sediment slurries. **Biogeochemistry**, v. 61, 2002, p. 57-71.
- CARNEIRO, G. A. Uso de Microalgas para Produção de Biodiesel. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 5, p. 01-12, 2018
- COSTA, J. A. V.; ANDRADE, M. R. **Produção e purificação de biogás utilizando biomassa de microalgas e/ou cianobactérias**. BR n. PI0703245-5. 21 jun. 2007. 10 fev. 2009.
- DEMIRBAS, A.; FATIH, M. Importance of algae oil as a source of biodiesel. **Energy Conversion and Management**, n. 52, 2011, p. 163-170.
- DERANI, Cristiane. **Direito Ambiental Econômico**. São Paulo: Max Limonad, 1997.
- DERNER, R. B.; OHSE, S.; VILLELA, M.; CARVALHO, S. M. de; FETT, R. Microalgas, produtos e aplicações. **Ciência Rural**, v.36, n. 6, p. 1959-1967, 2006.
- DILLON, H. F.; ZAMAN, S. S. F.; DAY, A. G. **Microalgae-derived compositions for improving the health and appearance of skin**. US2008/0299147. 4 dez. 2008.
- FERNANDEZ, B. P. M. Ecodesenvolvimento, Desenvolvimento Sustentável e Economia Ecológica: em que sentido representam alternativas ao paradigma

de desenvolvimento tradicional? **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Editora UFPR, n. 23, p. 109-120, jan./jun. 2011.

FRANCO, André Luiz Custódio *et al.* Biodiesel de microalgas: avanços e desafios. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 437-448, 2013.

GOUVEIA, L. *et al.* *Chlorella vulgaris* and *Haematococcus pluvialis* biomass as colouring and antioxidant in food emulsions. **European Food and Research Technology**, v. 222, p. 362–367, 2006.

GOUVEIA, L.; OLIVEIRA, A. C.; Microalgae as a raw material for biofuels production, **J. Ind. Microbiol. Biotechnol.** 2009, 36, 269.

GUZMAN-MURILLO, M. A.; ASCENCIO, F. Anti-adhesive activity of sulphated exopolysaccharides of microalgae on attachment of red sore disease-associated bacteria and *Helicobacter pylori* tissue culture cells. **Letters in Applied Microbiology**. n.30, 2000, p. 473 - 478.

HOEK, C. van den *et al.* **Algae: an introduction to phycology**. London: Cambridge University, 1995. 623p.

KIM, H. M.; OH, C.H.; BAE, H. J. Comparison of red microalgae (*Porphyridium cruentum*) culture conditions for bioethanol production. **Bioresour Technol.** jun; n. 233, p. 44-50. Epub 2017, 2017.

LIRA, R. A.; MARTINS, M. A.; MACHADO, M. F.; CORRÊDO, L. P.; MATOS, A. T. As microalgas como alternativa à produção de biocombustíveis. **Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, v. 20, n. 5, p. 389-403, set./out, 2012.

LOPES, T. S. de A. *et al.* Estudo do potencial de geração de biocombustíveis líquidos a partir de microalgas: Utilização de efluentes agroindustriais e domésticos no desenvolvimento da *Chlorella* sp. **Revista Ciência e Tecnologia**, [S.l.], v. 18, n. 33, dez. 2015.

LÚCIO, L. C. **O princípio do poluidor-pagador e a reparação do dano ambiental**. Aracaju: Criação, 2018. 93 p. 21 cm ISBN 978-85-8413-210-2.

MAGALHÃES, L. P. **Algas para produção de Biodiesel no Brasil**. Disponível em: <<http://www.usp.br/portallbiosistemas/?p=1787>>. Acesso em: 13 mai. 2019.

MARTINS, R.; ROSSIGNOLI, M. Desenvolvimento econômico sustentável e as externalidades ambientais. **Direito e Desenvolvimento**, v. 9, n. 2, p. 137-154, 3 dez. 2018.

MAZIERO, J. V. G. *et al.* Avaliação de emissões poluentes de um motor diesel utilizando biodiesel de girassol como combustível. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.14, n.4, 287-292, Out./Dez, 2006

MENEZES, E. C. O.; VIEIRA, P. H. F. Aglomeração industrial, governança e meio ambiente: conceitos e premissas da abordagem do desenvolvimento territorial sustentável. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Editora UFPR, n. 24, p. 101-118, jul./dez. 2011.

MENEZES, J. D. S.; DRUZIAN, J. I. ; SOUZA, R. R. . Resíduos da Agroindústria como Biomassa para produção de Goma Xantana. In: Daniela Venceslau Bitencourt; Ronice Nascimento de Almeida; Maria Luiza R. de Albuquerque Omena. (Org.). **Perspectivas da sustentabilidade**. 1ed.São Cristóvão/SE: Editora UFS, 2012, v. 1, p. 289-302.

MILLBRAE, J. A. RENO; G. B. SAN-FRANCISCO; A. G, D. SOMANCHI, A. **Compositions for improving the health and appearance of skin**. US 2012/0264177. 18 out. 2012.

NASCIMENTO, I. A. *et al.* Screening Microalgae Strains for Biodiesel Production: Lipid Productivity and Estimation of Fuel Quality Based on Fatty Acids Profiles as Selective Criteria. **BioEnergy Research**. n. 6., 2014.

PACHECO, G.; SILVA, F. F. Utilização de Resíduos Gerados por Indústria do Setor Sucroalcooleiro, Pela RAUDI Indústria e Comércio LTDA, na Produção de Bicarbonato de Sódio. **Agro@ambiente On-line**, v. 2, n. 1, jan/jun, Boa Vista, 2008.

PIENKOS, P.T.; DARZINS A. The promise and challengers of microalgal-derived biofuels. **Biofuels, Bioproducts & Biorefining**, n. 3, p. 431-440. 2009.

PLAZA, M.; SANTOYO, S.; JAIME, L.; REINA, G. G. B.; HERRERO, M.; SEÑORÁNS, F. J.; IBANEZ, E. Screening for bioactive compounds from algae. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analyses**. v.51. n.2. p. 450-455, 2010.

PONNUSAMY, S.; REDDY, H. K.; MUPPANENI, T.; DOWNES, C. M.; DENG, S. Life cycle assessment of biodiesel production from algal bio-crude oils extracted under subcritical water conditions. **Bioresource Technology**. n. 170, 2014, p. 454-461.

PULZ, O.; GROSS, W. Valuable products from biotechnology of microalgae. **Applied Microbiology Biotechnology**, v.65, p.635-648, 2004.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 7 ed. S.A., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007, 830 p.

SALGADO JUNIOR, A. P. et al. O impacto nas variações das matrizes energéticas e uso da terra: estudo sobre a eficiência ambiental do G20. **REAd. Rev. eletrôn. adm.** (Porto Alegre), Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 306-332, Aug., 2017.

SANTOS, K. C. dos; LOPES, J. G.; COSTA, A. A. Mapeamento tecnológico de pedidos de patentes relacionados à utilização das microalgas. **Cad. Prospec.**, Salvador, v. 11, Edição Especial, p.236-244, abr./jun. 2018.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F. CAMPOS, L. M.S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: Uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo v. XVII, n. 1 n p. 1-22 n jan./mar. 2014.

SEARS, J. T. **Método, aparelho e sistema para produção de biodiesel a partir de alga**. BR. n. PI0615085-3. 24 de ago. 2006, 28 jun. 2011.

SHEEHAN, J.; DUNAHAY, T.; BENEMANN, J.; ROESSLER, P.; A Look Back at the U.S. Department of Energy's Aquatic Species Program: Biodiesel from Algae NREL Report, 1998. (NREL/TP-580-24190).

SINGH, J.; GU, S.. Commercialization potential of microalgae for biofuels production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 9, p. 2596-2610, 2010.

TABERNERO, A.; MARTÍN DEL VALLE, E. M.; GALÁN, M. A. Evaluating the industrial potential of biodiesel from a microalgae heterotrophic culture: Scale-up and economics. **Biochemical Engineering Journal**, n. 63, 2012, p. 04– 115.

VAZ, Rafaela Pereira da Silva. **Avaliação técnica, econômica e ambiental de biorrefinarias para produção de biodiesel e coprodutos via transesterificação de óleo de fritura residual**. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial). Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, 2018. Salvador, 2018. 94 f.

WANG, J.; CHEN, B.; RAO, x.; HUANG, J.; Li, M. Optimization of culturing conditions of *Porphyridium cruentum* using uniform design. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**. October 2007, v. 23, Issue 10, p. 1345-1350.

WIJFFELS, R. H.; BARBOSA, M. J.. An Outlook on Microalgal Biofuels. **Science**, n. 329, p. 796-799, 2010.

XAVIER-FILHO, L. BASMAJI, P. **Formulação e processo para obtenção de creme antioxidante e cicatrizante com β -caroteno proveniente de microalgas**. BR. n. PI0801132-0. 14 abr. 2008,12 jul. 2011.

ZHOU, C. H.; BELTRAMINI, J. N.; FAN, Y. X.; LU, G. Q.. Chemoselective catalytic conversion of glycerol as a biorenewable source to valuable commodity chemicals. **Chem. Soc. Rev.** n. 37, 2008, p. 527-540.

PRODUÇÃO DE GLICERINA A PARTIR DA TRANSESTERIFICAÇÃO DO BIODIESEL ORIUNDO DE ÓLEOS VEGETAIS E ANIMAIS

CAMILA MANUELLE CARDOSO BRAZ DA SILVA
DIGENS MARCO DE BRITO DA CRUZ
JEANE DENISE DE SOUZA MENEZES

1. INTRODUÇÃO

A crescente busca por combustíveis renováveis e alternativos está se tornando cada vez mais importante para os países, pois estes trazem menos impactos ao meio ambiente, como também reduzem as chances de extinção dos derivados do petróleo.

Conforme a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2018), os biocombustíveis provêm de biomassa renovável, podendo assim substituir tanto parcialmente quanto totalmente os combustíveis derivados do petróleo e gás natural que geram uma combustão ou outro tipo de energia. No Brasil, os biocombustíveis líquidos mais utilizados são o etanol, que vem através da cana-de-açúcar, e o biodiesel, que é oriundo

de óleos vegetais ou de gorduras animais, podendo ser adicionado ao diesel em variadas proporções, sendo assim identificado como biodiesel B-50, B-100 e entre outros.

A utilização dos biocombustíveis é viável economicamente, podendo suprir a crescente demanda do mercado nacional de forma sustentável. Espera-se que seja mais utilizado, que o país volte a ter lugar de destaque no mercado mundial e que esteja em conformidade com as exigências mundiais de uma economia de baixo carbono (FARINA *et al.*, 2018).

Essa produção de energia provém de fontes renováveis que cada vez mais vem sendo utilizada tanto em países desenvolvidos quanto nos que estão em fase de desenvolvimento, consequentemente a isto, surgem preocupações com impactos ambientais e econômicos em relação à energia provida dos derivados de petróleo (SANTOS *et al.*, 2016).

O biodiesel é um biocombustível oriundo de um procedimento químico nomeado transesterificação. Neste processo, os triglicerídeos estão presentes nos óleos e na gordura animal, tendo uma reação com o álcool primário, etanol ou metanol, originando dois produtos: o éster e a glicerina (ANP, 2018).

A glicerina que é derivada do biodiesel é considerada de baixo custo comparada com o glicerol produzido por indústrias através de fermentações ou químicas. Atualmente, a glicerina vem cada vez mais ganhando seu espaço no mercado, pois ela é uma base de vários produtos, como: cigarros, medicamentos, cosméticos, alimentos, bebidas têxteis, entre outros (LASEN, 2009).

Nesse sentido, este estudo tem por objetivo analisar, através de uma revisão bibliográfica, a produção de glicerina oriunda do biodiesel, e assim, evidenciar sua relevância para o mercado, bem como suas aplicações.

1.1 A produção de biocombustíveis no Brasil

O Brasil se destaca na produção de biocombustíveis, e a sua matéria-prima que predomina é o óleo de soja, porém outras oleaginosas vêm sendo analisadas e estudadas, como: óleos alimentares (MISCENCO, 2016), óleos vegetais e gorduras animais (MARÇON, 2010), óleo de cozinha usado (TAMBOR *et al.*, 2017), óleos de peixes e gorduras de frangos (TEBAS *et al.*, 2016) dentre outras. Devido a essa característica, o biodiesel vem ao longo do tempo sendo um grande vetor de reduções de princípios poluentes e posteriormente combatendo o efeito estufa (GAIO, 2014).

A produção do biodiesel via metílica continua a ser mais utilizada do que a etílica porque a transesterificação acontece com mais facilidade. A obtenção do biodiesel vem a partir de uma reação química e a depender do processo é chamado de craqueamento (TEBAS *et al.*, 2016).

O Biodiesel vem sendo muito produzido no país de acordo com os dados da ANP, que garante o Brasil ficar em uma posição de destaque em comparação aos outros países. Juntamente, o etanol e o biodiesel vêm fortalecendo a participação dos biocombustíveis como a matriz energética nacional e isto faz com que o Brasil solidifique sua imagem no mercado internacional como nação que valoriza as fontes renováveis e energéticas (ANP, 2018).

1.2 Glicerina e suas aplicações no mercado

Durante a produção do biodiesel, é gerada como coproduto a glicerina bruta, que passa por tratamentos de purificação para se tornar adequada, conforme as exigências do mercado.

A glicerina, quando está em um estado puro, é um líquido viscoso, incolor, inodoro, hidróscopico. A expressão glicerina ou glicerol é utilizada na literatura, porém seu nome de origem pela IUPAC é propano-1, 2, 3-triol (LASEN, 2009).

De acordo com Miscenco (2016), a glicerina bruta pode conter diversas impurezas, como a presença de: éter metílico, ácidos graxos livres, triglicerídeos, metanol, água, sais inorgânicos ou outra matéria contaminante. No entanto, a necessidade de realizar a avaliação de sua qualidade depende do uso, ou seja, se for apenas para lubrificação, pode ser usada a glicerina bruta mesmo. A glicerina que é comercializada pode ser classificada em três categorias, a bruta, a técnica e a farmacêutica, conforme seu nível de pureza. A glicerina bruta é variada entre 40-88% da sua pureza, já a técnica é superior a 96%, assim podendo ser utilizada em indústrias químicas, e a glicerina farmacêutica é encontrada com mais de 99.7 % de sua pureza, sendo usada em indústrias alimentícias, farmacêuticas e em diversas aplicações de elevado rigor (MISCENCO, 2016).

A glicerina bruta originada do processo de produção do biodiesel possui contaminantes, sendo eliminados após ela se tornar pura e ter glicerina livre em nível de classificação de glicerina loira, conforme os padrões exigidos pela ASTM-American Society for Testing and Material D1257-07, com a finalidade de ser adequada para obter seus derivados sintéticos, favorecendo a reutilização sustentável e com mínimo de resíduos possíveis dentro de uma indústria (MARÇON, 2010).

O uso da glicerina serve tanto para a composição de elementos químicos quanto para produzir biogás, como também contribui para a produção de biodiesel, que o torna mais sustentável,

podendo assim ser reaproveitada e reutilizada sem provocar danos ambientais (SILVA *et al.*, 2015).

A glicerina tem sua composição extremamente versátil tecnicamente por causa da combinação única das suas propriedades, fazendo com que ela tenha utilidade em diversas áreas industriais (MISCENCO, 2016). A glicerina refinada é composta por derivados que têm uma grande aplicação, a utilização maior de seu consumo vem do ramo da cosmética e de fármacos (MENDES *et al.*, 2012).

A utilização da glicerina refinada na indústria farmacêutica é para compor cápsulas, supositórios, anestésicos e alguns remédios. Entra na composição de emoliente e umectante de cremes dentais, hidratantes de pele, loções, maquiagens e desodorantes. Amacia e aumenta a flexibilidade de fibras têxteis. É usada também para o processo de produção de tabaco, para compor filtros de cigarros e como veículos de aromas. Serve como lubrificantes de máquinas que processam alimentos, para a fabricação de tintas e resinas, entre outros (MENDES *et al.*, 2012).

Nesse contexto, a glicerina apresenta vasta gama de aplicações e bastante utilidade para o mercado, principalmente para o ramo industrial, mostrando também sua crescente evolução tanto na sua produção quanto na importância para o mercado atual.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este artigo foi construído a partir de uma revisão bibliográfica de caráter analítico com a finalidade de mostrar dados sobre a produção da glicerina de acordo com diversos autores, identificando a sua importância e sua utilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, cerca de 45% da sua energia e 18% dos combustíveis são de fontes renováveis. Já em outros países, 86% da energia não é renovável. Sendo assim, o Brasil se torna um grande exportador mundial de biocombustíveis, atingindo uma colocação esperada por diversos países que buscam alternativas para substituição de combustíveis fósseis (ANP, 2018).

As fontes renováveis, como a da produção do biodiesel, vêm ganhando bastante atenção com sua crescente produtividade, que para cada 90 m³ de biodiesel são gerados 10 m³ de glicerina bruta durante o processo de transesterificação. Isto mostra que a produtividade da glicerina é considerada uma produção sustentável e que durante a reação do processo ela rende uma boa quantidade de volume. Ela é um subproduto que tem utilidade para o mercado, é aproveitada pelas as indústrias e é direcionada à fabricação de outros produtos (APOLINÁRIO *et al.*, 2012).

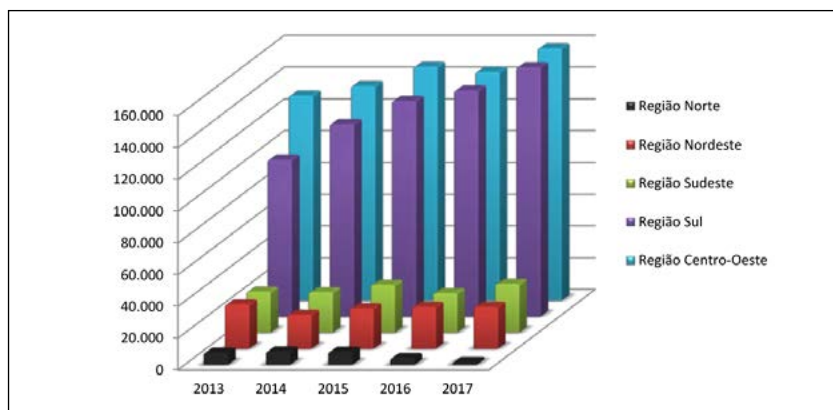
Recentemente, mais de 68% da glicerina bruta tem origem durante o processo de produção do biodiesel, que é utilizado principalmente em setor de transportes. Assim, o mercado da glicerina se torna dependente da quantidade produzida de biodiesel, posteriormente, da disponibilidade e dos preços dos fósseis, como também dos meios de incentivos legais para essas energias sustentáveis aplicadas pela lei (MISCENCO, 2016).

Existem relatos da utilização e estudos da glicerina como: ração para animais (PAULE, 2010); pericárdio bovino conservado (ARAÚJO *et al.*, 2018); estabilidade de cor de resinas compostas (BERTOLLO *et al.*, 2018); conservação de rins bovinos (NASCIMENTO *et al.*, 2016); lubrificação de máquinas (MENDES *et al.*, 2012), entre outros. Isto evidencia que a glicerina está cada vez mais sendo utilizada e estudada com bastante frequência durante esses anos.

De acordo com a ANP (2018), na produção da glicerina oriunda do biodiesel (B100) entre os anos de 2013 a 2017, é possível notar, através do Gráfico 1, a sua crescente e decrescente produtividade de acordo com cada região do Brasil em determinado ano. Na Região Norte é notável que houve uma grande decadência ao longo desse período em comparação aos anos 2013 e 2017, já em 2014 e 2015 houve um aumento de sua produção. No Nordeste, é observada uma grande produção, em comparação com o Norte, equivalente a três vezes mais, mostrando um crescimento constante e equilibrado. O Sudeste teve uma produtividade da glicerina parecida com a do Nordeste, no entanto produziu um pouco a mais.

Já na Região Sul pode se dizer que ela chegou a um nível bastante elevado em sua produção, em comparação com as demais regiões citadas anteriormente, mostrando também seu rendimento constante ao longo dos anos. E a que mais se destacou de todas as regiões foi o Centro-Oeste, que obteve uma crescente produção de glicerina (ANP, 2018).

Gráfico 1- Produção de Glicerina oriunda do Biodiesel (B100) - (m³) de 2013-2017

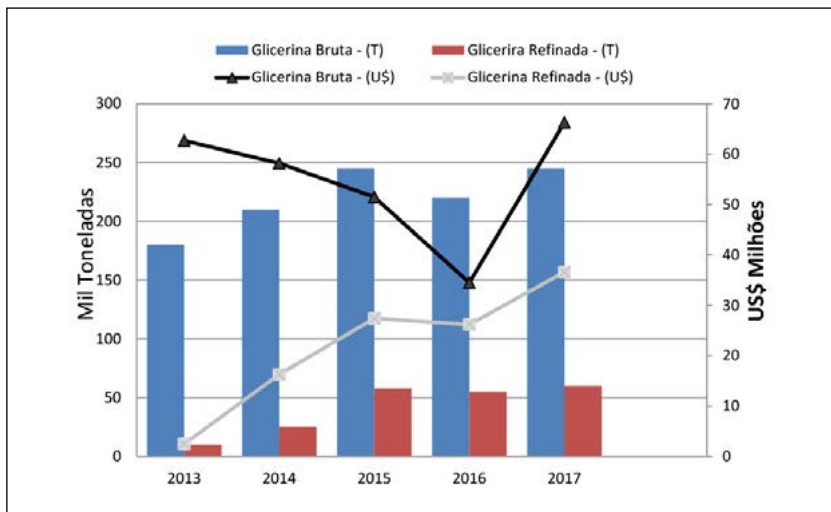


Fonte: Elaboração própria com base nos dados da ANP (2018)

A partir do Gráfico 1, é possível dizer que se obteve um alto crescimento na produção da glicerina oriunda do biodiesel B(100) no país, havendo uma demanda constante e crescente ao longo desses 5 anos, o que mostra a importância e a necessidade da glicerina para o mercado atual.

A glicerina refinada vem aumentando em número de exportações, indicando a sua importância para o mercado internacional, como será visto no Gráfico 2. É evidente seu crescimento econômico, como também as toneladas que foram exportadas durante os anos de 2013 a 2017, demonstrando as comparações entre a glicerina refinada com a glicerina bruta, em relação à receita e exportações.

Gráfico 2- Exportação e receita adquirida da Glicerina Bruta e Glicerol



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da MDIC (2018)

A exportação da glicerina bruta em 2013 foi de mais de 150 mil toneladas e obteve a receita de aproximadamente US\$ 60 mi-

lhões, mostrando o vasto interesse no mercado internacional para a utilização deste coproduto. Dessa forma, estima-se que a glicerina bruta foi negociada por U\$ 400 dólares por tonelada. Já a glicerina refinada em 2013 foi apenas exportada em torno de 10 mil toneladas e tendo U\$ 2,5 milhões de receita, caracterizando um lucro bem maior, U\$ 2,500 mil por tonelada.

Em 2014 é notável que a glicerina refinada teve uma maior exportação obtendo um aumento de 24 mil toneladas comparado com o ano de 2013, conseqüentemente, a sua receita foi de U\$15 milhões, mostrando que obteve uma queda de valor para cada 1.000 mil toneladas vendidas, sendo em média de U\$ 625 mil. Enquanto a glicerina bruta conseguiu um acréscimo em torno de 20% em relação à exportação e um decréscimo na sua receita.

Entre 2015 e 2016, houve uma caída em questão de exportações quanto à receita, tanto para a glicerina refinada como a glicerina bruta, porém relevando aos dados é possível notar que a glicerina bruta foi a que mais decaiu, principalmente em suas receitas, perdendo mais de US\$ 15 milhões na sua exportação. Entretanto, a glicerina refinada quase manteve um equilíbrio nos seus lucros.

Nos anos de 2013 a 2017, a glicerina refinada totalizou mais de 100.000 toneladas exportadas, isso mostra o quanto o mercado internacional tem interesse por esse subproduto. E nota-se que seu lucro de exportação foi diminuindo ao passar dos anos, o que proporcionou uma quantidade maior de vendas para o exterior.

A glicerina refinada, por ser mais cara, no ano de 2013 teve uma pequena quantidade de exportação, porém sua receita foi bem alta em comparação a sua venda; contudo, ao passar dos

anos seu custo foi diminuindo conseqüentemente e a sua exportação teve um crescimento maior que 1000%, totalizando até o ano de 2017.

A glicerina, como foi citado neste artigo, possui diversas aplicações e funções tanto para o mercado quanto para as indústrias, no entanto, para determinar onde ela será utilizada em um determinado ramo industrial, vai depender da sua pureza. Como podem ver na Tabela 1, há três níveis de pureza da glicerina para cada aplicação.

Tabela 1- Nível de pureza da glicerina de acordo com a sua aplicação

TIPOS DE GLICERINA	NÍVEL DE PUREZA (%)
Glicerina Bruta	40-88
Glicerina Técnica	96
Glicerina Farmacêutica	99,7

Fonte: Adaptada de Miscenco (2016)

A Tabela 1 mostra que a glicerina bruta tem o seu nível de pureza de 40%-88%, a técnica tem 96% e a farmacêutica possui 99,7%, sendo estes dados de acordo com Miscenco (2016). Cerca de 99% do glicerol quando purificado, se torna uma matéria prima de alto valor, que será destinado para a indústria de cosméticos, alimentícios, têxteis, farmacêuticos. Todavia, a sua utilização dependerá de seu grau de pureza que deverá ser acima de 95%. Já a glicerina bruta necessariamente não exige um grau muito alto de pureza, pois ela é usada para lubrificantes, transportes, entres outros, contudo, cada tipo de glicerina vai depender de seu ramo de aplicabilidade (LOPES *et al.*, 2014).

Conforme a Resolução n. 386, 05 de agosto de 1999, a glicerina está classificada como umectante na classe de aditivos admitidos para nutrição animal. Segundo Paule (2010) o

Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA) preconiza um padrão mínimo exigido para cada Kg de glicerina refinada, como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 – Padrão para cada Kg de glicerina para nutrição animal

COMPOSIÇÃO	G/Kg	(%)
Glicerina Refinada	800	80
Umidade	130	13
Metanol	150	15

Fonte: Adaptada de Paule (2010)

Este padrão é para a produção de alimentação animal, que para cada kg de glicerina, tem que ter 800 g de glicerina refinada e valores máximos 130 g de umidade e 150 g de metanol. Sendo que se a glicerina não atender a esse padrão, não estará adequada e nem será recomendada para a utilização na alimentação animal..

4. CONCLUSÃO

Os biocombustíveis estão em crescente evolução nos últimos anos, sendo uma fonte de energia que impacta menos o meio ambiente comparado aos combustíveis fósseis e minerais. O biodiesel é um biocombustível que pode ser um substituto do diesel, além disso, sua produção gera subprodutos, como éteres e glicerina. A sua viabilidade econômica é justificada e sustentável, como também é uma fonte renovável, gerando assim a preservação dos combustíveis derivados do petróleo.

Foi visto que a glicerina subproduto do biodiesel é de grande importância e utilidade para o mercado, pois ela pode ser usada em diversos setores industriais, gerando outros produtos, e também pode ser usada como lubrificante de máquinas,

a depender da sua pureza. Sua produtividade está crescente no Brasil e isto mostra o quanto o país preza pela sustentabilidade e o aproveitamento de energia renovável, como também a dos subprodutos.

Considerando os dados citados neste artigo, é possível afirmar que a glicerina é bastante viável na sua produção oriunda do processo de transesterificação do biodiesel, além disso, é bastante vasta em suas aplicações e cada vez mais está atendendo a demanda exigida pelo mercado.

REFERÊNCIAS

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Anuário estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2018. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-2018>>. Acesso em: 26 dez. 2018.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Anuário estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2018. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis>>. Acesso em: 03 jan. 2019.

APOLINÁRIO, F. D. B.; PEREIRA, G. F.; FERREIRA, J. P. Biodiesel e Alternativas para utilização da glicerina resultante do processo de produção de biodiesel. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**. v. 2, n. 1, p. 141-146, 2012.

ARAUJO, M. L. C.; RIBEIRO, D. S.; RIBEIRO, R. M. Utilização de pericárdio bovino conservado em glicerina 98% em ferida pós-cirurgia de carcinoma de células escamosas em equino- Relato de caso. **Revista científica de medicina veterinária**. n. 30, 2018.

BERTOLO, M. V. L.; SINHORETI, M. A. C.; RONTANI, J. P.; ALBUQUERQUE, P. P. A. C.; SCHNEIDER, L. F. J. O uso do gel de glicerina melhora a estabilidade de cor de resinas compostas?. **Revista Odontol UNESP**. 2018.

FANTINEL, A. L., FELIX, L. M., ARTUZO, F. D., FOGUESATTO, C., FLORES, Y. R., JAHN, S. L. Mapeamento tecnológico em biodiesel: pedidos de patente depositados no mundo e brasil. **Cad. Prospec.** Salvador, v. 10, n. 2, p.177-189, abr./jun. 2017.

FARINA, E.; RODRIGUES, L.; A política nacional de biocombustíveis e os ganhos de eficiência no setor produtivo. **Caderno Opinião**, mar. de 2018. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/hand->

le/10438/22059/Coluna%20Opinio%20Marco%20-%20Biocombustiveis%20-%20Elizabeth%20e%20Luciano.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

GAIO, L. M. **Preparação, caracterização e uso de dolomita mineral como catalisador heterogêneo na produção de biodiesel via reação de transesterificação de óleo de fritura**. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Químicas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

LASEN, A. C. **Co-digestão anaeróbica de glicerina bruta e efluente de feculária**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual Oeste do Paraná, Cascavel, jun. 2009.

LOPES, A. P.; CANESIN, E. A.; SUZUKI, R. M.; TONIN, L. T. D.; PALIOTO, G. F.; SEIXAS, F. L. Purificação da glicerina residual obtida a partir de óleos residuais. **Revista Virtual Química**. v. 6, n. 6, nov. 2014.

MARÇON, R. O. **Pré-tratamento da glicerina bruta gerada na produção de biodiesel por transesterificação de óleos vegetais e gordura animal**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal de Tocantins, Palmas, 2010.

MENDES, D. B.; SERRA, J. C. V. Glicerina: uma abordagem sobre a produção e o tratamento. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 13, n. 20, p. 01-XX, jul./dez. 2012.

MISCENCO, D. **Recuperação e valorização de glicerol bruto da produção de biodiesel a partir de óleos alimentares usados**. 2016. Tese (Doutorado em área científica de Engenharia Química) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Portugal, 2016.

NASCIMENTO, E. M.; CANOVAS, A. R.; MARCOMINI, E. K. O uso da glicerina residual na conservação de rins de bovinos. **Revista científica de medicina veterinária**. n. 26, 2016.

PAULE, B. J. A. **Glicerina, subproduto da indústria do biodiesel, perspectivas de uso na alimentação animal**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, Brasília, 2010.

SANTOS, N. A. V.; VIEIRA, S. S.; MENDONÇA, F. G.; NAPOLITANO, M. N.; NUNES, D. M., FERREIRA, R. A. R.; SOARES, R. R.; MAGRIOTIS, Z. M.; ARAUJO, M. H.; LAGO, R. M. Rejeitos de Biomassas Oriundas da Cadeia de Biocombustíveis no Brasil: Produção de Bio-óleo e Sub-produtos. **Revista Virtual de Química**. v.1, n.1, p. 52-72, nov. 2016.

SILVA, D. S.; BASSO, T. M.; NOGUEIRA, C. E. C. Destinação e utilidade da glicerina. **Revista Thêma et Scientia** . v. 5, n. 1, jan./jun. 2015.

TAMBOR, J. H. M.; CWEJGOR, F. V.; SANTOS, A. G.; LOPES, G. C.; LESCANO, V. P. Produção de biodiesel a partir do óleo de cozinha usado: uma alternativa sustentável. **Revista Caleidoscópio** , v. 01, n. 9, 2017.

TEBAS, S. O. G.; PEREIRA, A. F.; DA SILVA, P. H. A.; PINHEIRO, P. F.; PINHEIRO, C. A.; BARAÑANO, A. G. Obtenção de Biodiesel. **Bluscher**, 2016. Dis-

ponível em: <<http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/vsequfes2016/023.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2019.

PRÁTICAS AMBIENTAIS ADOTADAS EM UM POSTO REVENDEDOR DE COMBUSTÍVEL LOCALIZADO NA CIDADE DE ENTRE RIOS – BA

DIOGENS MARCO DE BRITO DA CRUZ

LUCAS MAGNO NERIS

CAMILA MANUELLE CARDOSO BRAZ DA SILVA

JEANE DENISE DE SOUZA MENEZES

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, o nível de conscientização sobre os riscos de impactos ambientais vem crescendo, a sociedade vem valorizando produtos e estabelecimentos comerciais que adotam medidas para ampliar a preservação dos recursos naturais. Como consequência, algumas empresas passam a reconhecer a proteção ambiental como fator importante na sustentabilidade de seus empreendimentos. As atividades realizadas pelas empresas de postos de combustíveis são consideradas potencialmente poluidoras (MACIEL; FREITAS, 2014). Contudo, os impactos ambientais causados nessas atividades podem ser

controlados ou até mesmo evitados, desde que a empresa adote medidas ambientalmente responsáveis.

Os postos de combustíveis são regidos pelas normas e diretrizes estabelecidas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, a esse órgão federal, dentre suas competências, cabe regulamentar o ramo de varejo de combustíveis e, baseando-se em seus princípios, busca limitar os danos ambientais, como é previsto pelo INEMA (2017). Os empreendedores que atuam nesse ramo devem seguir as exigências do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, que é responsável pela legislação ambiental e desenvolve trabalhos em parceria com estados e municípios (FECOMBUSTÍVEIS, 2012).

Este estudo teve como objetivo caracterizar as práticas ambientais de um posto de combustível, utilizando como referência as exigências ambientais vigentes, buscando sincronizar toda a legislação que rege a política do meio ambiente adotada em postos de combustíveis.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Legislação ambiental aplicada aos postos de combustíveis

A Lei Federal nº 6.938/81, regulamentada pelo Decreto Federal nº 99.274/90, afirma que o comércio varejista de combustíveis/postos de gasolina está sujeito à Resolução CONAMA nº 273, de 29 de novembro de 2000. A Lei considera como posto de combustível uma atividade de revenda de combustíveis líquidos que possuem em sua composição produtos derivados do petróleo, álcool ou outros combustíveis. A sua instalação deve conter a presença de equipamentos e sistemas de armazenamento de líquidos inflamáveis, como tam-

bém equipamentos medidores regulamentados pelas legislações cabíveis. Ainda, conforme a Resolução CONAMA 273/2000, para ser considerado PCR – Posto Revendedor de Combustível, este deve atender a uma série de normas que regem o segmento, com o objetivo de evitar impactos ambientais decorrentes do manuseio inadequado dos combustíveis e seus resíduos gerados.

Segundo a Resolução CONAMA 237, *de 19 de dezembro de 1997*, a atividade de revenda de combustível é caracterizada como parcial e/ou potencialmente poluidora, devido a esse segmento manusear líquidos perigosos aos ecossistemas, aos corpos d'água superficiais e/ou subterrâneos, além de causar a contaminação do ar e haver riscos à saúde humana. Conforme Kerber (2013), é necessária a aplicação de controles ambientais mais rígidos nos PRC, a fim de evitar impactos ambientais irreversíveis, como também deve existir um adequado gerenciamento dos processos que envolvem variáveis ambientais, de modo a evitar a contaminação dos recursos naturais.

Ainda segundo a Resolução CONAMA 237 Art. 4º, será exigida dos postos de combustíveis as seguintes licenças para poder operar em conformidade com os órgãos regulamentadores:

Licença Prévia (LP): concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

Licença de Instalação (LI): autoriza a instalação do empreendimento com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo medidas de controle ambiental e demais condicionantes da qual constituem motivo determinante;

Licença de Operação (LO): autoriza a operação da atividade, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação (CONAMA, 2000, n/p).

Segundo o Art. 6º, §1 e 2, da Resolução do CONAMA nº 273, todos os empreendimentos existentes foram sujeitos, em um prazo de seis meses a partir da data de publicação da Resolução no Diário Oficial da União (22.12.1997), a efetuar o cadastro junto ao órgão ambiental competente e elaborar as agendas e critérios do licenciamento ambiental. Ainda informa que todos os empresários ou responsáveis legais pelo estabelecimento que descumprirem as normas e causarem impactos ambientais estarão sujeitos às penalidades e responderão aos prejuízos causados ao meio ambiente. Os Art. 9º e Art. 12º da Resolução 273 estabelecem as penalidades em caso de descumprimento do disposto na Resolução, e ainda estabelecem que os certificados de conformidade com o órgão ambiental tenham sua exigibilidade a partir de 1º de janeiro de 2003.

Os postos de combustíveis devem atender a uma série de requisitos para a concessão da Licença de Operação - LO, entre eles estão o atendimento à norma ABNT NBR 13784, que normatiza o sistema de detecção de vazamentos, à ABNT NBR 12235, que dispõe sobre a forma de armazenamento dos resíduos gerados nas atividades de revenda de combustível, e à ABNT NBR 10004, que dispõe sobre as embalagens de produtos consideradas como resíduos perigosos gerados nas atividades, regulamentando o armazenamento, manuseio e destinação final. Somente assim o empreendimento terá as mínimas condições para assegurar o cumprimento das normas que regem os pro-

cessos de gestão ambiental nos postos de combustíveis, e desse modo, poderá exercer suas atividades de forma legal e em condições ambientais aceitáveis dentro do padrão da legislação.

2.2 Resíduos e impactos ambientais em postos de combustíveis

Segundo a ABNT NBR 10004/2004, os resíduos sólidos podem ser classificados como aqueles resultantes de atividades advindas de processos industriais, domésticos, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços e varrição. Destacando os resíduos que são provenientes de lodos industriais e sistemas de tratamento de água, como também aqueles que possuem características que inviabilizam o seu descarte em redes públicas de esgoto ou corpos de água, ficando restritos aqueles que devem possuir soluções técnicas e economicamente inviáveis, utilizando a melhor tecnologia disponível para tratamento. Ainda, segundo a norma, os resíduos podem ser caracterizados sob a ótica de:

a) Resíduos classe I – Perigosos; aqueles que apresentam periculosidade, conforme definido em 3.2, ou uma das características descritas em 4.2.1.1 a 4.2.1.5, ou constem nos anexos A ou B.

NOTA O gerador de resíduos listados nos anexos A e B pode demonstrar por meio de laudo de classificação que seu resíduo em particular não apresenta nenhuma das características de periculosidade especificadas nesta Norma.

b) Resíduos classe II – Não perigosos;

– Resíduos classe II A – Não inertes: aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – Perigosos, ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter

propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

– **Resíduos classe II B – Inertes:** quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G.

As atividades de revenda de combustíveis realizadas em postos geram resíduos que são potencialmente poluidores, como embalagens plásticas de óleos lubrificantes, filtros de óleo, panos, estopas contaminadas com óleos e embalagens metálicas (COSTA; FERREIRA, 2008). Além desses resíduos, existem efluentes gerados no processo que também acarretam impactos no meio ambiente, como os efluentes que são lançados no esgoto comum do empreendimento, e descarte inadequado das embalagens contaminadas. De acordo com a norma ABNT NBR 10004/2004, os óleos lubrificantes usados e contaminados – OLUC são caracterizados dentro do anexo A como resíduos sólidos classe I, tendo potencial tóxico que apresenta constituintes perigosos em sua composição, e em contato com o meio ambiente podem ser altamente danosos aos organismos.

Além dos OLUC, os postos realizam outras atividades que são potencialmente poluidoras, dentre elas pode-se destacar atividades envolvendo troca de óleo, manuseio de combustíveis, armazenamento de líquidos inflamáveis e sistemas de drenagem da pista. O Quadro 1 demonstra de maneira exemplificada os impactos ambientais decorrentes das atividades que

fazem parte do contexto dos combustíveis, além de evidenciar os principais resíduos gerados nos postos, destacando as causas e impactos que os incidentes causam nos PRC.

Quadro 1 - Impactos Ambientais e resíduos gerados por atividade desenvolvida

ATIVIDADES	INCIDENTE	CAUSAS	IMPACTOS
Loja de conveniência	Lançamento de efluentes em esgoto comum	Ausência de sistema de esgoto adequado	Solo / Águas superficiais e subterrâneas / Qualidade do ar
Oficina mecânica	Lançamento de efluentes em esgoto comum / Descarte inadequado de estopas, filtros e embalagens de óleos lubrificantes	Organização inadequada do espaço físico / Gerenciamento incorreto dos resíduos contaminados	Solo / Águas superficiais e subterrâneas
Recebimento de Produto: Gasolina / Diesel / Álcool	Emissão de compostos orgânicos e voláteis (COV)	Respiro de tanques enterrados	Qualidade do ar
	Derrame de produto / Incêndio e explosão	Extravasamento e presença de fonte de ignição	Solo / Águas superficiais e subterrâneas / Qualidade do ar
Armazenamento de Produto	Emissão (COV)	Respiro de tanques enterrados	Qualidade do ar
	Vazamento de produto	Furo de tanques enterrados	Solo / Águas subterrâneas
Abastecimento de veículo	Emissão de (COV)	Respiro de tanques enterrados	Qualidade do ar
	Derrame de produto	Filtro de Diesel / Bombas / Extravasamento	Solo / Águas superficiais e subterrâneas / Qualidade do ar
	Lançamento de Resíduos	Disposição inadequada: Estopas / Mantas e absorventes	
	Incêndio / explosão	Presença de fonte de ignição	Pessoas
Sistema de drenagem da pista / Tratamento via caixa separadora de Água e Óleo (CSAO)	Efluentes Líquidos: Águas Oleosas	Extravasamento / Falta de manutenção / operação inadequada	Solo / Águas superficiais e subterrâneas
	Lançamento de Resíduos	Disposição inadequada: Óleo usado / areia e borras da CSAO	

Fonte: Adaptado de Santos (2005)

As alterações ambientais causadas pelas atividades no comércio varejista de combustível devem ser controladas ou evitadas de modo a minimizar os impactos causados no meio ambiente. Para que isso ocorra, deve-se investir em ações mitigadoras de gestão ambiental a fim de evitar maiores danos ao meio ambiente, nesse sentido, é necessário que os gestores tenham conhecimento sobre essas práticas ambientais (LORENZETT; ROSSATO, 2010). Conforme estudado por Cruz, Neris e Menezes (2018), a adoção dessas práticas de gestão ambiental implica em minimização dos impactos ambientais causados, pois será através disso que o PRC irá implementar uma política de gestão ambiental no empreendimento, adotando estratégias sustentáveis através do gerenciamento adequado dos resíduos e efluentes gerados.

2.3 Gestão e práticas ambientais

As práticas da gestão ambiental devem ser comumente adotadas em postos de combustíveis. Deve-se pensar em âmbito preventivo, ao invés do corretivo, de forma a visar um futuro com menos impactos ambientais. Para que ocorram tais práticas, é necessária a promoção de ações voltadas à minimização das contaminações dos resíduos gerados no empreendimento, utilizando planos de gestão ambiental que abrangem os setores que causam os maiores danos ao meio ambiente (CAVALCANTI, 2010). A utilização de práticas como a implementação e manutenção de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) deve ser levada em consideração pelos gestores, em conjunto com a ISO 14001. A organização pode reduzir suas interações com o patrimônio natural, para isso, deve seguir padrões e práticas

estabelecidos nas documentações das normas ambientais, de forma a equilibrar as questões ambientais na empresa (MAS-SOUD; DAILY; BISHOP, 2011).

Segundo Massoud, Daily e Bishop (2011), a implementação de uma gestão ambiental em uma organização envolve uma série de elementos, entre eles as capacitações de pessoal, o trabalho em equipe para formação de uma consciência ambiental, o controle ambiental adequado por setor e um posicionamento mais pró-ativo em relação às questões ambientais. Nesse sentido, é necessário que os postos de combustíveis tomem atitudes cada vez mais eficazes para evitar a degradação ambiental dos recursos, adotando estratégias como a consolidação da logística reversa, ações socioambientais e ecológicas que venham a minimizar as interações danosas no ambiente.

Dentre as ações que mais impactam no gerenciamento ambiental dos postos, a logística reversa destaca-se, pois esta possibilita a correta destinação dos resíduos e efluentes gerados no processo, evitando a contaminação do solo, ar, águas subterrâneas e superficiais. Para que tal prática seja adotada no varejo de combustíveis é necessário o planejamento, operacionalização e controle do fluxo dos bens de pós-consumo nos postos, como os óleos lubrificantes e suas embalagens usadas e contaminadas, considerados os principais promotores de contaminação ambiental. Assim, uma correta adoção dessas ações promove uma melhora significativa na imagem empresarial da organização, tornando-a uma empresa com responsabilidade ambiental (LEITE, 2006; ADLMAIER; SELLITTO, 2007; LAGARINHOS; TENORIO, 2008).

3. METODOLOGIA

O estudo de caso foi realizado em um posto de combustíveis localizado na cidade de Entre Rios – BA, interior do Estado da Bahia, em funcionamento há aproximadamente 50 anos e operando com cerca de 22 funcionários efetivos em suas dependências. Em atividade na lateral da BR 101, a empresa possui uma ótima localização, permitindo aos motoristas uma boa visão do posto e seus serviços. O ramo do posto é o comércio varejista de combustíveis, assim como faz troca de óleo, lavagem de veículos automotores e possui uma loja de conveniência. A área ocupada pelo posto é 71.985,19 m² com espaço para descanso de funcionários e motoristas.

A pesquisa foi realizada entre o período de fevereiro a abril 2017 e está classificada como um estudo de caso qualitativo, estudo descritivo e exploratório, onde foi empregada a técnica de observação, aliada à técnica de entrevista estruturada por meio de um questionário.

Na entrevista com o gerente do estabelecimento, foram solicitadas informações sobre a estrutura e funcionamento da empresa; sobre os sistemas de prevenção de vazamentos; informações sobre a integridade dos tanques subterrâneos; funcionamento da caixa separadora de água e óleo; destino das embalagens pós-consumo, bem como, das flanelas e estopas usadas; o tratamento na água oriunda da lavagem de automóveis; a reutilização de água em alguma etapa de funcionamento da empresa; se possui equipamentos de uso preventivo ou de emergência para serem utilizados para o caso de algum incidente com possível dano ambiental.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Práticas ambientais adotadas pelo posto de combustível

O posto estudado realiza várias atividades no seu estabelecimento, como abastecimento de veículos, manutenção automotiva, lavagem de veículos, armazenamento de combustíveis. Essas atividades geram resíduos para o meio ambiente, assim, ocorre a necessidade do uso de práticas ambientais para controlar a contaminação e realizar as adequações determinadas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2000).

O posto alterou de forma positiva suas instalações para se adequar à legislação: os tanques armazenadores de combustíveis foram substituídos por tanques ecológicos, jaquetados de paredes duplas, garantindo, assim, a não contaminação do solo; instalação de uma tubulação de alta densidade; aquisição de uma descarga selada para o descarregamento de combustíveis; instalação de câmeras de contenção de tanque (SUMP) para conter eventuais vazamentos; troca do piso por um impermeável. Essas e outras alterações foram atendidas em 2011.

Os tanques subterrâneos da empresa estudada são novos e anualmente são feitos testes de estanqueidade para avaliar a situação do tanque quanto a uma possível ocorrência de vazamento ou oxidação, atendendo aos requisitos estabelecidos nas NBR 13784 da ABNT, que normatizam as medidas de detecção de vazamento.

Foi observado que o posto possui um sistema de mangueiras e conexões que evita o vazamento durante a descarga do combustível. Na área de abastecimento, o posto possui canaletas que cercam todas as bombas de combustíveis e, assim, estas

levam os efluentes para a caixa separadora de água e óleo para que ocorra a separação dos resíduos e toda a área é impermeabilizada para que não ocorra o contato de substâncias com o solo, evitando que tal resíduo comprometa a qualidade do efluente se lançado diretamente em rede de esgoto. Esses quesitos também foram observados em outros trabalhos (ROCHA et al., 2014; PAIVA et al., 2016).

Segundo Lorenzetti (2010), os postos de combustíveis devem minimizar os impactos ambientais de sua atividade, investindo em procedimentos, equipamentos e tecnologias mais adequadas e que promovam um melhor desempenho ambiental operacional, conseqüentemente diminuindo a ocorrência de incidentes. Contudo, foi observado que no posto de combustível estudado não se realiza a manutenção preventiva da caixa separadora de água e óleo, que deve ser verificada anualmente e cujos resíduos devem ser descartados em local apropriado.

Constatou-se que o estabelecimento possui várias irregularidades, como os resíduos gerados pelas embalagens de óleos e lubrificantes e pelas estopas e flanelas que são lançados diretamente no lixo doméstico, além de não realizar o tratamento na água oriunda da lavagem de automóveis. Resultado semelhante foi obtido por Silva e Oliveira (2011) ao estudar o descarte de óleos lubrificantes e suas embalagens em postos de gasolina na cidade de Ituiutaba, Estado de Minas Gerais.

O descarte inadequado de embalagens de óleos e lubrificantes ou outros utensílios com resíduos de derivados de petróleo podem causar risco ao meio ambiente por tratar-se de resíduo perigoso, conforme afirma Muniz e Braga (2015). Por conseguinte, o posto em estudo não atende a todas as normas estabelecidas na NBR 12235 da ABNT, que normatizam o armazenamento

dos resíduos gerados pela atividade e nem as normas estabelecidas na NBR 10004 da ABNT, que dispõe sobre embalagens de produtos considerados perigosos.

Constatou-se que a empresa não possui um poço para monitoramento do lençol freático, assim, o mesmo não saberá como está a qualidade da água naquela região, ocorrendo assim uma possível contaminação nas águas subterrâneas. Portanto, é fundamental investir na busca por tecnologias limpas, caracterizada pelo entendimento de adoção de medidas mais eficientes, visando à prevenção de contaminação no intuito de se evitar problemas ambientais, como também tornar as empresas mais competitivas (JABBOUR, 2010).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do objetivo proposto, a pesquisa buscou analisar as principais práticas ambientais e impactos causados por uma empresa de abastecimento de combustíveis no meio ambiente. Através desse estudo, após o levantamento das principais legislações vigentes para o funcionamento de um posto desde a implantação até a parte operacional da empresa, foi evidenciado falhas no processo operacional e nas práticas ambientais.

É importante salientar que além da preocupação financeira das empresas, cresce em toda parte do mundo o número de pessoas que procuram estabelecimentos, produtos ou serviços ambientalmente responsáveis. Nesse sentido, o posto já realizou diversas alterações na sua estrutura e nos procedimentos operacionais, mas ainda necessita ampliar os mecanismos de proteção ambiental e investir em equipamentos para uma atuação ambiental mais sustentável.

Por fim, ressalva-se que o presente estudo apresenta como limitações o fato de ter sido um estudo de caso único. É necessário, portanto, ampliar a pesquisa e traçar um perfil dos postos de abastecimentos da região para poder identificar os principais entraves do comércio varejista de combustíveis da região como um todo.

REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Disponível em: <<https://www.brasilpostos.com.br/wp-content/uploads/2013/09/13786-abnt.pdf?92a7fc>> acesso em: 3 mar. 2017. ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13784**: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Seleção dos componentes para instalação de sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis (SASC). Rio de Janeiro-RJ, 2014.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12235**: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004**: Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2006.

ANP. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/site/extras/defesaConsumidor/fiscalizacao.asp>>. Acesso em: 20 mar. 2017

ADLMAIER, D.; SELMITTO, M. A. Embalagens retornáveis para transporte de bens manufaturados: um estudo de caso em logística reversa. **Rev. Prod.**, São Paulo, v. 17, n. 2, ago 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010365132007000200014&lng=en&nrm=i-so>. Acesso em: 04 mai. 2019. doi: 10.1590/S0103-65132007000200014.

CAVALCANTI, A. P. B. Implantação de programas de manejo e plano de gestão ambiental em pequenas comunidades. **Soc. nat. (Online)**, Uberlândia, v. 22, n. 3, dez 2010.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 273**. Brasília – DF, 2000. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>. Acesso em: 20 mar. 2017.

COSTA, G. A. da; FERREIRA, O. M. **Identificação dos resíduos gerados em postos de combustíveis**. 2008. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Ambiental. Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008.

CRUZ, D. M. B.; NERIS, L. M.; MENEZES, J. D. S. Gestão ambiental aplicada a postos de abastecimento de combustíveis. **R. Gest. Industr.** Ponta Grossa, v. 14, n. 4, p. 1-17, out./dez. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rgi>>. Acesso em: 04 mai. 2019.

_____. Decreto n.99.274, de 06 de junho de 1990. Regulamenta a lei 6.902, de 27 de abril de 1981, e a lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 07 jun. 1990.

FECOMBUSTÍVEIS. **Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Fecombustíveis, 2011. Disponível em: <<http://www.fecombustiveis.org.br/meio-ambiente.html>>. Acesso em: 28 mai. 2017.

INEMA, Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/atende/formularios/licenciamento/>> Acesso em: 21 de mar. 2017.

KERBER, Fernando Furtado. **Atendimento à Legislação Ambiental em Postos de Abastecimento de Combustíveis: Uma Contribuição à Perícia Ambiental Criminal**. 2013. 129f. Dissertação (Mestrado Profissional em Perícias Ambientais Criminais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

LAGARINHOS, C. A. F.; TENORIO, J. A. S. Tecnologias utilizadas para a reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil. **Polímeros**, São Carlos, v. 18, n. 2, Jun 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282008000200007&lng=en&nrm=i-so>. Acesso em: 04 mai. 2019. doi: 10.1590/S0104-14282008000200007.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 2. Reimpresão. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2006.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 set.1981.

LORENZETT, Daniel, B.; ROSSATO, M. V. A gestão de resíduos em postos de

abastecimento de combustíveis. **Revista Gestão Industrial**, v. 6, n. 2. Ponta Grossa, PR, 2010.

MACIEL, D. dos S. C.; FREITAS, L. S. de. Utilização do método FMEA na identificação e análise dos impactos ambientais causados pelos postos de combustíveis: um estudo de caso. **Rev. Adm. UFSM**, Santa Maria, v. 7, n. 4, p. 570-589, dez. 2014.

MASSOUD, J. A.; DAILY, B. F.; BISHOP, J. W. Perceptions of environmental management systems: An examination of the Mexican manufacturing sector. **Industrial Management & Data Systems**, v. 111, n. 1, pp.5 – 19, 2011. Disponível em: <doi10.1108/02635571111099703>. Acesso em: 29 jun. 2011.

MUNIZ, I. C.; BRAGA, R. M. Q. L. O gerenciamento de óleos lubrificantes usados ou contaminados e suas embalagens: estudo de caso de uma empresa de logística na Região Norte do Brasil. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**. v. 10, n.3. 2015, pp. 442-457.

JABBOUR, C.J.C. In the eye of the storm: exploring the introduction of environmental issues in the production function in Brazilian companies. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 21-22, 2010. p. 6315-6339

PAIVA, D. C. A. C.; ARRUDA, P. N.; SCALIZE, P. S. Avaliação da Gestão de Resíduos Perigosos em Postos de Combustíveis no Município de Hidrolândia/GO, Brasil. **Revista Tecnia**. v. 1, n. 2, 2016.

ROCHA, B.S.; SCALIZE, P.S.; ARRUDA, P.N.; CRUVINEL, K.A.S. Gestão do óleo lubrificante usado em postos de combustíveis no município de Teresópolis de Goiás/GO, Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 4, p. 3673–3682, 2014.

SANTOS, R. J. Sh. dos. **A gestão ambiental em posto revendedor de combustíveis como instrumento de prevenção de passivos ambientais**. 2005. 217f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão do Meio Ambiente) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

SILVA, T. A.; OLIVEIRA, K. M. de descarte de óleos lubrificantes e suas embalagens: estudo de caso dos postos de gasolina e oficinas da cidade de Ituiutaba, estado de Minas Gerais. **Observatorium - Revista Eletrônica de Geografia**, v.3, n.7, p. 101-114, out. 2011.



Jeane Denise de Souza Menezes

Graduada em Ciências com Habilitação em Biologia pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB), doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) e pós-doutorado na Universidade Federal da Bahia (CAPES/UFBA). Leciona a disciplina Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável no curso de Engenharia de Produção na Faculdade Santíssimo Sacramento e coordena o Grupo de Iniciação Científica intitulado “Gestão de Resíduos e Desenvolvimento Socioambiental”.



Adeildo Moacir Costa Magalhães

Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal da Bahia-UFBA, Mestrado em Gestão Integrada de Organizações pela Universidade Estadual da Bahia, Especialização em Engenharia de Processamento Petroquímico pela UFBA, e em Análise de Sistemas pela Faculdade Estácio de Sá. Atuou por 28 anos na Braskem-Insumos Básicos (ex-Copene S.A) em diversas áreas, entre elas: engenharia de montagem, de produção, de processo e de projeto; logística, comercialização nacional e internacional; pesquisa e desenvolvimento, etc. Atualmente é coordenador do curso de Engenharia de Produção da Faculdade Santíssimo Sacramento desde o seu início.



Diogens Marco de Brito da Cruz

Graduando em Engenharia de Produção pela Faculdade Santíssimo Sacramento (FSSS), pesquisador do grupo de iniciação científica desenvolvendo estudos na linha de pesquisa “Gestão de resíduos e desenvolvimento socioambiental”. Participou do programa de monitoria da (FSSS) na disciplina de Física I, além de ser Representante Institucional e Coordenador de Desenvolvimento do Núcleo Baiano de Estudantes de Engenharia de Produção - NUBEEP. Vice-Presidente da Assessoria Júnior de Engenharia de Produção - AJEPRO.



Camila Manuelle Cardoso Braz da Silva

Graduanda em Engenharia de Produção na Faculdade Santíssimo Sacramento. Pesquisadora da Iniciação Científica-PIBIC/FSSS com estudo desenvolvido na linha de pesquisa sobre: “Gestão de resíduos e desenvolvimento socioambiental” na produção de biodiesel a partir de óleo residual. Atual Diretora de Gestão de Pessoas - AJEPRO (Assessoria Júnior de Engenharia de Produção). Participa do programa de monitoria da (FSSS) na disciplina de Cálculo I.