



FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA



RECICLAGEM DE ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS RESIDUAIS

LETÍCIA COSTA PRATA

NOVEMBRO

2018

RECICLAGEM DE ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS RESIDUAIS

Monografia submetida à Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos necessários para conclusão da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Química.

Letícia Costa Prata

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Gonçalves Coelho

NOVEMBRO

2018

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA MONOGRAFIA *RECICLAGEM DE ÓLEOS VEGETAIS* DE LETÍCIA COSTA PRATA, APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA.

Uberlândia, 29 de novembro de 2018

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Márcia Gonçalves Coelho
Orientadora – FEQUI/UFU

Prof. Mauro Marques Burjaili
FEQUI/UFU

Prof. Moilton Ribeiro Franco Sousa Júnior
FEQUI/UFU

Esta monografia foi escrita de acordo com a Norma de Trabalhos Acadêmicos (NBR 14.724/2011), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela oportunidade de cursar Engenharia Química na UFU e por todos os alicerces que Ele tem me proporcionado ao longo desta caminhada.

À minha orientadora, Márcia Gonçalves Coelho, por ter feito além do seu papel de orientar-me, como também generosamente compartilhou seus conhecimentos e experiências profissionais e pessoais, que fizeram de mim, ao final deste trabalho, uma estudante melhor e um ser humano mais evoluído.

Ao meu pai Antonilde, meu maior exemplo de comprometimento e honestidade, por todos os valores que me passou durante a vida, construindo, assim, o meu caráter. À minha mãe Márcia, por não ter medido esforços para que ver-me feliz e realizada, doando todo o seu amor incondicional, que foi extremamente determinante para que eu pudesse concluir este trabalho. Vocês se fizeram presente durante essa caminhada, mesmo de longe.

Ao meu irmão Daniel, meu maior orgulho, por todos os conselhos sábios. Às minhas avós e minha tia, Isabel, pelos exemplos de mulheres fortes e independentes.

Ao Augusto, por todo apoio e compreensão ao longo desse trabalho.

À Lorryne, agradeço por ter tido a oportunidade de conviver diariamente, pela cumplicidade, companheirismo e irmandade construída ao longo dessa trajetória.

Ao Matheus, Thales, Fernando, Augusto Nozella, Taynara e Thaís por toda parceria durante a graduação.

À Camila Lino e Pricysylla, por fazerem parte da família que eu construí em Uberlândia. Às minhas amigas do Colégio Santo Antônio, de Belo Horizonte, por não terem desistido da minha amizade, mesmo eu estando ausente ao longo desse tempo. É muito importante para mim saber que posso contar com vocês.

Aos professores, técnicos e funcionários da Faculdade de Engenharia Química (FEQUI) e da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e todos os responsáveis por me proporcionarem os mais desafiadores, difíceis e melhores anos da minha vida durante o curso de Engenharia Química.

RESUMO

O consumo de óleos e gorduras vegetais tem aumentado ao longo dos últimos anos, principalmente, em virtude da queda no consumo de gorduras animais. Essas substâncias são substâncias insolúveis em água, podendo ser de origem animal ou vegetal e contendo cadeias carbônicas de oito a vinte e quatro átomos de carbonos, com diferentes graus de saturação. São formados pela reação de esterificação entre o glicerol e ácidos graxos, que têm como produto ésteres de triacilgliceróis, que são insolúveis em água à temperatura ambiente e possuem uma consistência de líquido para sólido. Estes ésteres quando estão sob a forma sólida são chamados de gorduras, e, quando estão sob a forma líquida, são denominados óleos. São muito usados para preparação de alimentos, para o processo de cozimento e fritura. Uma vez indevidamente descartados, estes óleos e gorduras vegetais após estes processos, são nominados residuais (OGVR) e constituem-se em aspectos ambientais, que poderão causar impactos negativos, expressivos e intoleráveis, podendo chegar à natureza de dano ambiental. Os objetivos deste trabalho são os de abordar os principais aspectos inerentes à gestão de resíduos contendo óleos e gorduras vegetais residuais rumo à sustentabilidade, bem como exemplos de boas práticas existentes no Brasil e no mundo, mostrando a importância desta visão para a preservação ambiental, com o enfoque de métodos e novas tecnologias desenvolvidas atualmente para este fim. Dentre as soluções ambientais para este resíduo está o seu retorno ao ciclo produtivo por meio a reciclagem. O processo de reciclagem de OGVR para a produção de biodiesel, um combustível biodegradável e ambientalmente correto, tem se mostrado uma solução ambiental sustentável, sendo a opção hierárquica que tornará este tipo de combustível viável e competitivo para a matriz energética brasileira e mundial. No entanto, há que se considerar os aspectos da não geração e minimização dos OGVR, obedecendo-se os princípios maiores da Lei, onde a prevenção é soberana. Gestar de forma integrada os OGVR, considerando-se as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, rumo à sustentabilidade, mostram a importância desta visão para a preservação ambiental, onde a valorização da vida em todas as suas formas tem sua maior motivação.

PALAVRAS-CHAVE: Óleos e gorduras vegetais. Óleos e gorduras vegetais residuais. Reciclagem. Biodiesel

ABSTRACT

The consumption of vegetable oils and vegetable fat have increased over the last few years, mainly due the decrease of the consumption of animal fats. Those substances are insoluble in water, may be from animal or vegetable origin. Their carbon chains are from eight to twenty-four carbon atoms, with different degrees of saturation. They are formed by the esterification reaction between glycerol and fatty acids, the triacylglycerol esters, which are insoluble in water at ambient temperature. Also, there is a consistency from liquid to solid. Those esters, when they are in the solid form, they are called fats. However, when they are in the liquid form, they are called oils. Oils are widely used for food preparation, like cooking and frying process. Once unduly discarded, these vegetable oils and fats after the processes are called residuals (OGVR) and they constitute environmental aspects. They may cause negative, expressive and intolerable impacts, which can be classified as environmental damage. The main goal of this project is to approach the inherent aspects of the management of residues containing residuals like vegetable oils and vegetable fats. Towards sustainability, there are good practices examples in Brazil and around the world, showing the importance of this vision for environmental preservation, with emphasis on new methods and technologies currently developed for it. The environmental solutions for this problem is the return to the production cycle through recycling. The OGVR recycling process for production of biodiesel, a correct type of biodegradable and environmentally fuel, has proved to be the sustainable environmental solution, being the best option to make this type of fuel feasible and competitive for the Brazilian and world energy matrix. However, it is necessary to consider the aspects of the non-generation and minimization of OGVR, obeying the major principles of the Law, where it says that the prevention is sovereign. The management of OGVRs integration, considering the political, economic, environmental, cultural and social dimensions, approaching sustainability, shows the importance of this vision for the cause, which the life value is the most important thing.

KEYWORDS: Vegetable oils and vegetable fats. Residual vegetable oils and residual vegetable fats. Recycling. Biodiesel.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Reação de formação do triglicerídeo	17
FIGURA 2: Mapa de distribuição de oleaginosas por região do Brasil	19
FIGURA 3: Fases de degradação do óleo de fritura.....	37
FIGURA 4: Hierarquia de Gestão de Resíduos Sólidos.....	46
FIGURA 5: Esquema de produção de biodiesel pelo processo de transesterificação .	51
FIGURA 6: Reação de transesterificação do triacilglicerol e do álcool.....	51
FIGURA 7: Logística direta e reversa para o óleo vegetal.....	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Evolução da Produção de óleos vegetais no Mundo (mil toneladas).....	13
TABELA 2: Características físico-químicas originais dos óleos de girassol, milho e soja	20
TABELA 3: Resultados médios das características físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras de batatas chips	36
TABELA 4: Classificação dos óleos coletados após fritura, conforme grau de deterioração	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS	17
2.1 Definição de óleos e gorduras	17
2.2 Composição	18
2.3 Principais óleos e gorduras vegetais comercializados	18
2.4 Aplicações dos óleos e gorduras vegetais	19
2.5 Qualidades dos óleos vegetais	20
2.6 Refino de óleos e gorduras vegetais	21
2.6.1 Degomagem	21
2.6.2 Neutralização	22
2.6.3 Branqueamento ou Clarificação	22
2.6.4 Winterização	22
2.6.7 Desodorização	22
2.7 Degradação de óleos e gorduras vegetais	23
2.8 Aspectos nutricionais	23
2.9 Aspectos legais e normativos	24
2.9.1 Definição	25
2.9.2 Designação	26
2.9.3 Requisitos específicos	27
2.9.4 Requisitos gerais	28
2.9.5 Requisitos gerais de rotulagem	29
3 ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS RESIDUAIS	31
3.1 Definição de fritura	31
3.2 Tipos de processos de fritura	31
3.2.1 Fritura por imersão contínua	32
3.2.2 Fritura por imersão descontínua	32

3.3 Variáveis de processo.....	32
3.3.1 Tipo do alimento e do óleo e gordura	32
3.3.2 A temperatura do óleo e o tempo de residência	33
3.3.3 Tipos de fritadeira	34
3.3.4 Relação entre a superfície da fritadeira e o volume do óleo ou gordura.....	34
3.4 Transformações durante o processo de fritura.....	34
3.4.1. Mudanças físicas	35
3.4.1. Mudanças químicas	35
3.5 Modificações das características do óleos e gorduras vegetais após o processo de fritura	36
3.6 Degradação do óleo de fritura	37
3.7 Medidas de deterioração de óleos e gorduras de fritura	38
3.8 Aspectos nutricionais	39
3.9 Aspectos e impactos ambientais referentes ao descarte ambiental inadequado dos óleos e gorduras vegetais residuais.....	40
3.10 Requisitos legais aplicáveis.....	41
4 RECICLAGEM DE ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS RESIDUAIS	48
4.1 Logística reversa para OGVR	48
4.2 Reciclagem de óleos e gorduras vegetais residuais para a produção de biodiesel	49
4.3 Processo de fabricação do biodiesel utilizando os OGVR	50
4.4 Logística reversa do OGVR para a produção do biodiesel	51
4.4.1 Acondicionamento	53
4.4.2 Coleta	53
4.4.3 Armazenagem	53
4.4.4 Movimentação até o local de produção de biodiesel	53
4.5 Vantagens relacionadas à utilização de OGVR para a produção de biodiesel	54
4.6 Boas práticas associadas à sua reciclagem no brasil e no mundo	55
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

O consumo de óleos e gorduras vegetais tem aumentado ao longo dos últimos anos, o que vem ocorrendo, principalmente, em virtude da queda no consumo de gorduras animais. Este crescimento pode ser confirmado quando se analisa o total de produção desses óleos e gorduras, sobretudo após a liberação do comércio de sementes transgênicas. (CASTRO, 2016)

Segundo Nunes (2007), a produção mundial de óleos vegetais aumentou aproximadamente 400% entre 1974/75 e 2006/07, passando de 25,7 milhões de toneladas para 123,1 milhões de toneladas.

A **Tabela 1** apresenta a evolução da produção mundial de óleos vegetais, de 1974/75, a 2006/07, conforme as espécies vegetais produtoras. (NUNES, 2007)

TABELA 1: Evolução da Produção de óleos vegetais no Mundo (mil toneladas)

	1974/75	1984/85	1994/95	2000/01	2004/05	2005/06	2006/07	Participação (%)
Palma	2.891	6.754	14.888	24.295	33.875	35.956	37.672	30,61
Soja	6.476	10.203	19.849	26.762	32.511	34.522	35.868	29,14
Canola	2.443	5.552	10.013	13.318	15.76	17.165	18.243	14,82
Girassol	3.868	6.125	8.26	8.385	9.038	10.389	10.733	8,72
Amendoim	2.743	2.875	4.118	4.535	5.069	5.172	4.975	4,04
Algodão	2.930	3.762	3.594	3.529	4.709	4.568	4.726	3,84
Palmiste	415	902	1.91	3.061	4.134	4.360	4.573	3,72
Côco	2.554	2.537	3.401	3.596	3.439	3.458	3.295	2,68
Oliva	1.379	1.579	1.760	2.490	2.968	2.593	2.990	2,43
Soma	25.699	40.289	57.623	89.971	95.743	118.183	123.075	100.00

Fonte: NUNES, 2007

Segundo Nunes (2007), o óleo de palma, que no Brasil equivale ao óleo de dendê, é atualmente o mais consumido no mundo. Sua produção aumentou em 1.203%, desde 1975, passando de 3,6 milhões de toneladas para 37,6 milhões de toneladas, ultrapassando a produção mundial de óleo de soja. Atualmente, somados o óleo de palma e de palmiste, ambos produzidos a partir da palma, chega-se a mais de 42 milhões de toneladas, enquanto que o consumo de óleo de soja é de 35,86 milhões de toneladas. O óleo de canola ocupa o terceiro lugar. Sua maior produção se concentra na União Europeia, na China, na Índia e no Canadá, respondendo por 83% da produção mundial.

Segundo a ANVISA (2004, p. 373),

[...] os óleos e gorduras vegetais são os produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais. Podem conter pequenas quantidades de outros lipídeos como fosfolipídeos, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo ou na gordura. Os óleos mistos ou compostos são os produtos obtidos a partir de misturas de dois ou mais óleos vegetais que se apresentam líquidos à temperatura de 25°C. Os óleos vegetais com outros ingredientes são os óleos adicionados de condimentos e ou especiarias e ou outro(s) ingrediente(s) para agregar sabor ou aroma, exceto aromatizantes. Os óleos ou gorduras vegetais modificados são os produtos obtidos a partir de óleos ou gorduras e submetidos a processos físicos ou químicos tais como fracionamento, hidrogenação ou interesterificação. Cremes vegetais são os produtos em forma de emulsão plástica ou fluida, constituídos principalmente de água e óleo vegetal e ou gordura vegetal, podendo ser adicionados de outro(s) ingrediente(s), desde que não descaracterize(m) o produto. Devem ter no mínimo 10 g/100 g e no máximo 90 g/100 g de lipídios totais.

Estes óleos e gorduras muito usados para preparação de alimentos, para o processo de cozimento e fritura. Eles conquistaram os consumidores com a promessa de melhoria da saúde, já que eles não contêm colesterol, como as outras fontes de gorduras. Estão presentes nestes óleos os ácidos graxos, que desempenham papel importante na nutrição dos organismos de humanos e não humanos.

Durante o processo de fritura, os mesmos são aquecidos em temperaturas que variam entre 170 °C e 200 °C, o que pode alterar sua composição, modificando suas características físico-químicas e organolépticas, podendo ocorrer o aparecimento de substâncias nocivas à saúde humana (RABELO; FERREIRA, 2008)

Acima, portanto, de 200 °C estes óleos e gorduras vegetais devem ser descartados, sendo nominados óleos e gorduras vegetais residuais ou, segundo alguns autores, óleos e gorduras “ranços”, ou pós-fritura. (RABELO; FERREIRA, 2008)

A reutilização destes óleos e gorduras torna-se mais difícil a cada reaquecimento por processo de fritura, uma vez que ocasionam alterações químicas e físicas nestes materiais. As alterações físicas vão desde o escurecimento, aumento na

viscosidade até diminuição do ponto de fumaça e formação de espuma. As alterações químicas ocorrentes são a hidrólise oxidação e a polimerização. (VELOSO et al., 2012)

Do total de óleos e gorduras vegetais residuais produzido no Brasil, apenas 2,5% é reutilizado para alguma finalidade, enquanto que o restante é indevidamente descartado, pela população e indústrias, nos solos, corpos d'água, rede de esgotos, ou ainda, incinerados. (RABELO; FERREIRA, 2008)

Uma vez indevidamente descartados, estes óleos e gorduras vegetais residuais constituem-se em aspectos ambientais, que poderão causar impactos negativos, expressivos e intoleráveis, podendo chegar à natureza de dano ambiental. Os óleos e gorduras saturados, que apesar de em temperatura ambiente apresentarem-se no estado líquido, ao entrar em contato com a água, se tornam resíduos sólidos, que por suas particularidades, quando descartados inadequadamente no meio ambiente, geram problemas de ordem econômica e ambiental, como a contaminação do solo e dos recursos hídricos e o entupimento de encanamentos e da rede de esgotamento sanitário, elevando os custos de manutenção das companhias de saneamento. (DISCONZI, 2014)

Se acondicionados em frascos, antes de serem descartados, os mesmos são considerados resíduos sólidos, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e se mal destinados, podem contaminar solos, águas superficiais e subterrâneas. (BRASIL, 2010)

Segundo Gomes et al. (2013) *apud* Santos (2009), no Brasil, são descartados 9,0 bilhões de litros/ano de óleos e gorduras vegetais residuais, sendo apenas 2,5% reciclado. O restante é descartado inadequadamente junto ao meio ambiente. O descarte inapropriado desses óleos e gorduras vegetais residuais produz grandes danos ao meio ambiente. Se jogado pelo ralo da pia, provoca o entupimento das tubulações nas redes de esgoto, aumentando em até 45% os seus custos de tratamento (VELOSO et al., 2012). Pesquisas demonstram que se um litro de óleo vegetal atingir um corpo hídrico contaminará cerca de um milhão de litros de água, o equivalente ao consumo de um humano por 14 anos. (RABELO; FERREIRA, 2008)

Segundo a Lei 12305/2010, intitulada de Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a coleta seletiva é definida como coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição, e a reciclagem como sendo o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em

insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente) e, se couber, do SNVS (Sistema Nacional de Vigilância Sanitária) e do SUASA (Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária) (BRASIL, 2010)

Em seu Art. 3º, a PNRS/2010 define reciclagem como sendo o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do SISNAMA e, se couber, do SNVS e do SUASA (BRASIL, 2010).

O processo de reciclagem permite reduzir o consumo de matérias-primas, de utilização de energia e a poluição do ar e da água, ao reduzir também a necessidade de tratamento convencional de resíduos e a emissão de gases do efeito estufa.

No caso dos óleos e gorduras vegetais residuais, o processo de reciclagem permite que tais resíduos possam ser utilizados como matéria-prima na produção de inúmeros produtos, como sabões, resinas para tintas, sabonetes, amaciantes, detergentes, biodiesel, entre outros. (RABELO; FERREIRA, 2008)

Dentre os caminhos de destinação correta dos óleos vegetais e gorduras residuais estão: coleta seletiva, reciclagem, valorização energética, tratamento e disposição final adequada (BRASIL, 2010).

Os objetivos deste trabalho são abordar os principais aspectos inerentes à gestão de resíduos contendo óleos e gorduras vegetais residuais, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, rumo à sustentabilidade, bem como exemplos de boas práticas existentes no mundo, mostrando a importância desta visão para a preservação ambiental, enfocando métodos e as novas tecnologias desenvolvidas atualmente para este fim.

Este trabalho fará uma abordagem no Capítulo 2 sobre os óleos e gorduras vegetais, no Capítulo 3 sobre os óleos e gorduras vegetais residuais, no Capítulo 4 sobre a reciclagem de óleos e gorduras vegetais residuais, com ênfase na produção de biodiesel e por fim, no Capítulo 5 as Considerações finais.

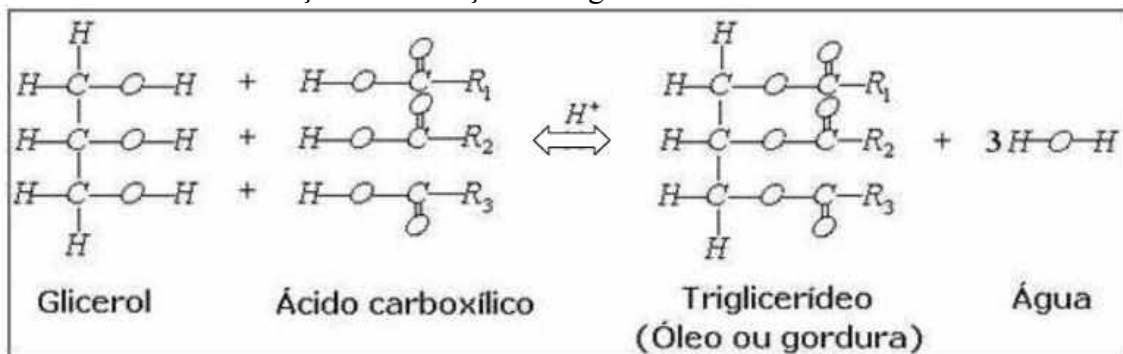
2 ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS

2.1 Definição de óleos e gorduras

Óleos e gorduras são substâncias insolúveis em água (hidrofóbicas), que podem ser de origem animal ou vegetal, contendo cadeias carbônicas de oito a vinte e quatro átomos de carbonos, com diferentes graus de saturação. São formadas pela reação de esterificação entre o glicerol e ácidos graxos, que tem como produto ésteres de triacilgliceróis, como mostrado na Reação 1. Estes produtos são também insolúveis em água à temperatura ambiente e possuem uma consistência de líquido para sólido (RABELO; FERREIRA, 2008; SANTOS, 2018). Estes ésteres quando estão sob forma sólida são chamados de gorduras, e, quando estão sob a forma líquida, são denominados óleos. (FAUSTINO, 2015)

Além de triacilgliceróis, os óleos contêm outros componentes em menor proporção, como mono e diglicerídeos (importantes como emulsionantes), ácidos graxos livres, tocoferol (importante antioxidante), proteínas, esteróis, tocoferóis, fenóis, flavonoides, compostos voláteis, pigmentos e vitaminas. (REDA; CARNEIRO, 2007; JUNIOR, 2011).

FIGURA 1: Reação de formação do triglicerídeo



Fonte: PEREIRA, 2007 apud SOUSA JÚNIOR, 2011

Os óleos vegetais são líquidos à temperatura ambiente por possuírem um número menor de insaturações, cerca de uma a quatro ligações duplas na cadeia carbônica, o que lhes conferem um menor ponto de fusão. Já as gorduras são sólidas à temperatura ambiente, por serem constituídas por ácidos graxos saturados. Exemplos

disto são as gorduras animais, como a banha, o sebo comestível e a manteiga que, por conterem um número de saturações maior em relação ao de insaturações, têm maior ponto de fusão. (REDA; CARNEIRO, 2007)

2.2 Composição

Os óleos e gorduras se dividem em glicerídeos e não glicerídeos.

Os glicerídeos são definidos como produtos da esterificação de uma molécula que contém até três moléculas de ácidos graxos, também chamados de ácidos carboxílicos de cadeia longa, livres ou esterificados. Quando estes ácidos graxos são saturados, possuem apenas ligações simples entre os carbonos, com pouca reatividade química. Já os ácidos graxos insaturados contêm pelo menos uma ligação dupla no seu esqueleto carbônico sendo mais reativos e mais suscetíveis a termo oxidação. (REDA; CARNEIRO, 2007)

Os não glicerídeos são encontrados em pequenas quantidades nos óleos e gorduras. Nos óleos vegetais brutos sua porcentagem é menos de 5% e, nos óleos refinados, menos de 2%. Isso acontece, porque no refino alguns desses componentes são removidos completamente e em outros casos parcialmente. Aqueles glicerídeos que ainda permanecem no óleo refinado, mesmo que em mínimas quantidades, podem afetar as características dos óleos, devido a algumas propriedades, como: apresentação pró ou antioxidante, ser fortemente odorífero, ter sabor acentuado ou ser altamente colorido. Alguns exemplos de grupos não-glicerídeos são os fosfatídeos (lecitinas, cefalinas, fosfatidil inositol), esteróis (estigmasterol), ceras (palmitato de cetila), hidrocarbonetos insolúveis (esqualeno), carotenoides, clorofila, tocoferóis (vitamina E), lactonas e metilcetonas. (REDA; CARNEIRO, 2007)

2.3 Principais óleos e gorduras vegetais comercializados

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os principais óleos e gorduras vegetais comercializados são os azeites de oliva, óleos de algodão, óleos de amendoim, óleos de arroz, óleos de canola, óleos de gergelim, óleos de girassol, óleos de milho, óleos de soja, óleos de uva, óleos e gorduras vegetais

modificados, óleos mistos ou compostos, óleos ou gorduras de côco de babaçu, óleos ou gorduras de coco, óleos ou gorduras de palma, óleos ou gorduras de palmiste, óleos vegetais e azeites saborizados. (SOUSA JÚNIOR, 2011).

Dentre os principais óleos e gorduras vegetais comercializados, os mais comuns, ou seja, os que possuem matéria prima mais abundante no Brasil, são os óleos de soja, milho, amendoim, algodão, babaçu e palma. A distribuição de oleaginosas por região do Brasil é mostrada na **Figura 2**.

FIGURA 2: Mapa de distribuição de oleaginosas por região do Brasil



Fonte: PETROBRAS, 2010 apud SOUSA JÚNIOR, 2011

Segundo Sousa Júnior (2011), a soja é a principal oleaginosa utilizada no Brasil para a produção de óleos vegetais, o que torna o país o segundo maior produtor de soja do mundo. Destacam-se os estados de Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul como os maiores produtores de soja.

2.4 Aplicações dos óleos e gorduras vegetais

Os óleos e gorduras vegetais podem possuir diversas aplicações como para a fabricação de tintas, lubrificantes, medicamentos, cosméticos, iluminação, combustível além de outras diversas aplicações industriais. Porém, a maior parte da produção de óleo vegetal no Brasil está relacionada com o setor de alimentos para consumo humano. (SOUSA JÚNIOR, 2011)

2.5 Qualidades dos óleos vegetais

Em relação ao setor principal, a qualidade dos óleos depende de vários fatores relacionados aos estágios de produção que varia desde a escolha do material bruto, fases de processamento, refinamento, armazenamento, entre outros. Diversos parâmetros físicos e químicos são monitorados, como a acidez, densidade, cor, índice de refração, viscosidade, umidade, volatilidade, valores de peróxido e índice de iodo, tendo em vista a exigência de qualidade por parte de seus consumidores. (SOUSA JÚNIOR, 2011)

A **Tabela 2** apresenta as características físico-químicas originais dos óleos de girassol, milho e soja, segundo Jorge et al. (2005).

TABELA 2: Características físico-químicas originais dos óleos de girassol, milho e soja

Determinações físico-químicas*	Óleo de girassol	Óleo de milho	Óleo de soja
Ácidos graxos livres (% em ácido oleico)	0,13	0,11	0,09
Índice de peróxidos (meq/kg)	0,99	1,00	3,21
Índice de refração (40°C)	1,4679	1,4657	1,4671
Compostos polares totais (%)	3,10	3,20	5,09
Composição em ácidos graxos (%)			
Ácido Palmítico (C16:0)	6,66	12,00	12,66
Ácido Esteárico (C18:0)	4,32	2,90	3,96
Ácido Oléico (C18:1n9)	21,09	32,20	23,61
Ácido Linoléico (C18:2n6)	67,78	52,20	55,26
Ácido Linolênico (C18:3n3)	0,15	0,70	4,52

*Valores obtidos da média de duas determinações

Fonte: JORGE et al. (2005)

Os dados apresentados na **Tabela 2** estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira para óleos vegetais refinados, publicados pela Resolução RDC Nº 270/2005 (MS, 2005) que serão apresentados no item 2.9.

Os óleos estudados nesse trabalho (JORGE et al., 2004) podem ser considerados não alterados e de boa qualidade, uma vez que a porcentagem de compostos polares presentes está compreendida entre 0,4% e 6,4%. Quanto à composição dos ácidos graxos insaturados, pode-se observar que o óleo de girassol é aquele que apresenta a maior concentração, 89%. Em alguns países, como a Bélgica, Chile e França só são permitidos a fritura com óleos vegetais que tenham no máximo 2% de ácido linolênico em sua composição. No caso dos óleos apresentados na Tabela 2, apenas o óleo de soja apresenta uma quantidade superior à recomendada, 4,52%.

2.6 Refino de óleos e gorduras vegetais

A matéria prima utilizada determina os tipos de processos de extração do óleo. Os dois principais métodos são a prensagem e a extração por solvente, podendo ter ainda uma combinação das duas metodologias.

O óleo bruto, que possui 95% de triglicerídeos e 5% de impurezas, deve passar por um processo chamado refinação ou refino para tornar-se comestível. Esse processo conta com a remoção das impurezas por processos mecânicos ou utilizando solventes, tendo como objetivo melhorar a sua aparência, odor e sabor, removendo componentes indesejáveis.

De acordo com Sousa Júnior (2011), as principais etapas do processo de refino dos óleos vegetais são a degomagem, a neutralização, o branqueamento, a winterização e a desodorização.

2.6.1 Degomagem

Neste processo são retiradas as substâncias que causam o escurecimento do óleo na etapa de desodorização, como por exemplo, as gomas, ceras, corantes e outras substâncias coloidais presentes nos óleos brutos.

2.6.2 Neutralização

É a etapa em que os ácidos graxos livres e outros componentes indesejáveis como produtos de decomposição de glicerídeos, proteínas e ácidos oxidados são removidos, utilizando o hidróxido de sódio (NaOH).

2.6.3 Branqueamento ou Clarificação

Este processo utiliza substâncias como terras clarificantes (naturais ou ativadas) e/ou carvão ativado para deixar o óleo límpido e quase incolor.

2.6.4 Winterização

Nesta etapa é retirada a estearina natural, uma gordura com alto ponto de fusão que permite que alguns óleos como, canola, milho, algodão, girassol e amendoim, fiquem turvos quando armazenados em locais frios. Esta substância é retirada por resfriamento e filtração dos cristais formados em baixas temperaturas. O óleo de soja não passa por esse processo, pois não possui a referida a esterina.

2.6.7 Desodorização

Esse processo tem como objetivo remover os odores e sabores indesejáveis causados pelos peróxidos e ácidos graxos livres, como também alguns compostos que se desenvolveram durante a armazenagem e processamento das sementes e óleos, como por exemplo, aldeídos, cetonas, ácidos graxos oxidados, produtos de decomposição de proteínas, carotenoides, esteróis e fosfatados.

2.7 Degradação de óleos e gorduras vegetais

Sabe-se que os alimentos que contêm óleos e gorduras deterioram naturalmente, devido a presença de oxigênio na atmosfera, ocasionando a auto oxidação, que só acontece em temperaturas abaixo de 100°C. (REDA; CARNEIRO, 2007)

Esse processo de degradação pode ser acelerado quando os óleos e gorduras vegetais são aquecidos a altas temperaturas, ocorrendo a oxidação térmica, também conhecida como oxipolimerização, a polimerização térmica, a decomposição termooxidativa, modificações nas propriedades físicas, nos aspectos fisiológicos e nutricionais e químicas dos óleos e gorduras. (REDA; CARNEIRO, 2007)

A polimerização térmica ocorre a temperaturas que variam de 200 a 300°C e na ausência de oxigênio. (REDA; CARNEIRO, 2007)

Dentre as modificações químicas, estão a hidrólise dos triacilgliceróis, a oxidação e a polimerização. A hidrólise que resulta na liberação de ácidos graxos, glicerina, mono e diglicerídeos. A oxidação ocorre nos ácidos graxos com ligações duplas. A polimerização é a extensa condensação de monômeros de ácidos graxos polinsaturados a altas temperaturas por períodos prolongados. (REDA; CARNEIRO, 2007)

Há alguns anos, aumentou o interesse sobre os efeitos fisiológicos que os óleos e gorduras aquecidos a elevadas temperaturas, principalmente na presença de ar, exercem sobre o organismo humano. No processo de fritura, o alimento é submerso em óleo quente, que age como meio de transferência de calor, fornecendo ao produto características agradáveis como cor, sabor, textura e palatabilidade. Deve-se ainda considerar que parte do óleo utilizado para a transferência de calor é absorvido pelo alimento e torna-se parte da dieta, exigindo-se óleos de boa qualidade no preparo dos alimentos e que permaneçam estáveis por longos períodos de tempo. Durante o aquecimento do óleo no processo de fritura, uma complexa série de reações produz numerosos compostos de degradação. Com o decorrer das reações, as qualidades funcionais, sensoriais e nutricionais se modificam. Estes aspectos serão melhor abordados no capítulo 3. (REDA; CARNEIRO, 2007)

2.8 Aspectos nutricionais

Existem dois tipos de óleos e gorduras, os saturados e os insaturados. Os óleos insaturados são subdivididos em monoinsaturados e poli-insaturados. São encontrados em óleos vegetais oriundos de oleaginosas como milho, soja, canola, girassol e algodão. São óleos mais saudáveis, pelo fato de sua estrutura ser isenta de alguns átomos de hidrogênio, por ocorrer uma ligação dupla entre os átomos de carbonos, dando a eles maior estabilidade química. (SANTOS et al., 2018)

O outro tipo de gordura é a saturada, considerada maléfica e que pode ser encontrada em produtos de origem animal, como carnes vermelhas e brancas, leites e outros derivados integrais e azeite de dendê. Esse tipo de gordura, que é sólida a temperatura ambiente, tem em sua estrutura todos os átomos de carbono mantendo ligações simples entre si e ligados cada um a dois átomos de hidrogênio, sendo menos estável que óleos e gorduras insaturados. (SANTOS et al., 2018)

O consumo de óleos insaturados pode ajudar na manutenção da boa saúde de acordo com suas características particulares. O óleo de linhaça, soja e canola possuem o ácido linoleico, o tradicionalmente conhecido como ômega 3, ômega 6 e ômega 9, que são responsáveis por reduzir o risco cardiovascular, o colesterol ruim (LDL- low density lipoprotein), além de trazer benefícios para a gestação, como bom desenvolvimento visual e cognitivo do feto e ajudar a prevenir a demência senil e doença de Alzheimer. O óleo de girassol é rico em antioxidantes, possui alto índice de ácido linoleico e tocoferóis, que auxiliam na redução do LDL e da pressão arterial, também é fonte de vitamina E. O óleo de algodão é rico em ácidos graxos, como ômega 3, ômega 9 e ácido palmítico. O óleo de milho possui componentes utilizados como redutores de colesterol ruim, contém 60% de ômega 3, previne alterações metabólicas e arteriosclerose. (SANTOS et al. 2018)

2.9 Aspectos legais e normativos

Com o aumento da procura, por parte da população, por produtos fritos, cresce também a responsabilidade da Vigilância Sanitária em promover a manutenção da qualidade dos óleos consumidos. Ela é encarregada em fiscalizar o produto final, revisando e coordenando a obtenção da matéria prima, a fim de garantir que este esteja adequado ao uso e consumo, de forma que sejam minimizados ou até eliminados quaisquer danos à saúde humana. A Vigilância Sanitária deve estabelecer ainda medidas

de controle e monitoramento em determinadas etapas de preparação dos alimentos, para garantir uma melhor qualidade dos produtos consumidos. (RABELO; FERREIRA, 2008)

Através da RESOLUÇÃO-RDC N° 270, de 22 de setembro de 2005, o Ministério da Saúde faz a regulamentação técnica para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal, fixando a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer tais compostos. (MS, 2005)

2.9.1 Definição

São estabelecidas pela RESOLUÇÃO RDC N° 270/2005, publicada no DOU/2005, as seguintes definições:

2.9.1.1 Óleos Vegetais e Gorduras Vegetais: são os produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécie (s) vegetal (is). Podem conter pequenas quantidades de outros lipídeos como fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo ou na gordura.

2.9.1.2 Os óleos vegetais se apresentam na forma líquida à temperatura de 25°C e as gorduras vegetais se apresentam na forma sólida ou pastosa à temperatura de 25°C.

2.9.1.3 Azeite de Oliva: é o produto obtido somente dos frutos da oliveira (*Olea europaea* L.), excluídos os óleos obtidos através de solventes ou processos de reesterificação e ou qualquer mistura de outros óleos.

2.9.1.4 Azeite de Oliva Virgem: é o produto obtido do fruto da oliveira (*Olea europaea* L.), somente por processos mecânicos ou outros meios físicos, em condições térmicas, que não produzam alteração do azeite, e que não tenha sido submetido a outros tratamentos além da lavagem, decantação, centrifugação e filtração.

2.9.1.5 Óleo de Bagaço de Oliva Refinado: é o produto obtido pelo tratamento do bagaço de frutos da oliveira (*Olea europaea* L.), com solventes ou outros tipos de tratamentos

físicos, excluídos os óleos obtidos por reesterificação ou qualquer mistura de outros óleos. O produto deve obrigatoriamente ser refinado.

2.9.1.6 Óleos Mistos ou Compostos: são os produtos obtidos a partir da mistura de óleos de duas ou mais espécies vegetais.

2.9.1.6 Óleos Vegetais e Gorduras Vegetais com especiarias: são os óleos e as gorduras vegetais adicionados de especiarias.

2.9.1.6 Óleos e Gorduras Vegetais Modificados: são os produtos obtidos a partir de óleos ou gorduras submetidos a processos físicos ou químicos tais como fracionamento, hidrogenação ou interesterificação.

2.9.1.7 Creme Vegetal: é o produto em forma de emulsão plástica ou fluida, constituído principalmente de água e óleo vegetal e ou gordura vegetal, podendo ser adicionado de outro (s) ingrediente (s).

2.9.2 Designação

São estabelecidas pela RESOLUÇÃO-RDC N° 270/2005 (MS, 2005) as seguintes designações para óleos e gorduras vegetais:

2.9.2.1 Óleos Vegetais: devem ser designados de “Óleo”, seguido do nome comum da espécie vegetal utilizada. A designação pode ser acrescida de expressão (ões) relativa (s) ao processo de obtenção ou característica específica.

A. A designação “Azeite de Dendê” pode ser utilizada somente para o óleo de palma bruto (*Elaeis guineensis* Jacq.).

2.9.2.2 Os azeites de oliva devem ser designados de acordo com as definições constantes nos itens 2.1.2 e 2.1.3 e características estabelecidas no item 5 (Requisitos Específicos). A designação pode ser seguida por expressões relacionadas ao processo de obtenção e ou característica específica.

2.9.2.3 Óleo de Bagaço de Oliva Refinado: deve ser designado de “Óleo de Bagaço de Oliva Refinado”. O produto não pode ser designado de “Azeite de Oliva”.

2.9.2.4 Gorduras Vegetais: podem ser designadas de “Gordura” seguida do nome comum da espécie vegetal utilizada ou denominações consagradas pelo uso.

2.9.2.5 Óleos Mistos ou Compostos: devem ser designados de “Óleo Misto” ou “Óleo Composto”, seguido dos nomes comuns das espécies vegetais utilizadas, em ordem decrescente de proporção na composição do produto.

2.9.2.6 Óleos Vegetais, Azeites e Gorduras Vegetais com especiarias

A. Os Óleos Vegetais e Azeites devem ser designados de “Óleo” ou “Azeite”, seguido do (s) nome (s) comum (ns) da (s) espécie (s) vegetal (is) do (s) óleo (s) e especiaria (s) utilizada (s).

B. As Gorduras Vegetais podem ser designadas de “Gordura”, seguida do(s) nome(s) comum(ns) da(s) espécie(s) vegetal(is) da(s) gordura(s) ou designação consagrada pelo uso, seguida do(s) nome(s) comum(ns) da(s) especiaria(s) utilizada(s). Podem ser usadas expressões relativas ao processo de obtenção, característica específica ou finalidade de uso.

2.9.2.7 Óleos ou Gorduras Vegetais Modificados: devem ser designados de “Óleo” ou “Gordura Vegetal” seguido da expressão “Modificado” ou outras relativas ao processo de obtenção e ou finalidade de uso. Podem ser seguidos do(s) nome(s) comum(ns) da(s) espécie(s) vegetal(is) utilizada(s).

2.9.2.8 Creme Vegetal: deve ser designado de “Creme Vegetal”, podendo ser seguido da finalidade de uso, característica específica ou da designação do(s) ingrediente(s) que caracteriza(m) o produto.

2.9.3 Requisitos específicos

São estabelecidas pela RESOLUÇÃO-RDC Nº 270/2005, publicada no DOU/2005, os seguintes requisitos específicos para óleos e gorduras vegetais:

2.9.3.1 Acidez:

- A. Óleos e gorduras refinados (exceto azeite de oliva refinado e óleo de bagaço de oliva refinado): máximo 0,6 mg KOH/g
- B. Óleos prensados a frio e não refinados: máximo 4,0 mg KOH/g
- C. Óleo de palma virgem: máximo 10,0 mg KOH/g
- D. Azeite de oliva extra virgem: máximo 0,8 g/100 g em ácido oléico
- E. Azeite de oliva virgem: máximo 2,0 g/100 g em ácido oléico
- F. Azeite de oliva: máximo 1,0 g/100 g em ácido oléico
- G. Azeite de oliva refinado: máximo 0,3 g /100 g em ácido oléico
- H. Óleo de bagaço de oliva refinado: máximo 0,3 g/100 g em ácido oleico.

2.9.3.2 Índice de peróxidos

- A. Óleos e gorduras refinadas (exceto azeite de oliva refinado e óleo de bagaço de oliva refinado): máximo 10 meq/kg
- B. Óleos prensados a frio e não refinados: máximo 15 meq/kg
- C. Azeite de oliva virgem: máximo 20 meq/kg
- D. Azeite de oliva: máximo 15 meq/kg
- E. Azeite de oliva refinado: máximo 5 meq/kg
- F. Óleo de bagaço de oliva refinado: máximo 5 meq/kg

2.9.3.3 A identidade de óleos vegetais, incluindo azeites de oliva, e de gorduras

A identidade de óleos vegetais, incluindo azeites de oliva, e de gorduras vegetais deve atender aos requisitos de composição estabelecidos em normas do Codex Alimentarius - FA O / O M S. (REF, ANO)

2.9.4 Requisitos gerais

São estabelecidas pela RESOLUÇÃO-RDC Nº 270/2005, (MS, 2005) os seguintes requisitos gerais para óleos e gorduras vegetais:

2.9.4.1 Os produtos devem ser obtidos, processados, embalados, armazenados, transportados e conservados em condições que não produzam, desenvolvam e ou agreguem substâncias físicas, químicas ou biológicas que coloquem em risco a saúde do consumidor. Deve ser obedecida a legislação vigente de Boas Práticas de Fabricação.

2.9.4.2 Os produtos devem atender aos Regulamentos Técnicos específicos de Aditivos Alimentares e Coadjuvantes de Tecnologia de Fabricação; Contaminantes; Características Macroscópicas, Microscópicas e Microbiológicas; Rotulagem de Alimentos Embalados; Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados; Informação Nutricional Complementar, quando houver; e outras legislações pertinentes.

2.9.4.3 Quando houver Informação Nutricional Complementar (declaração de propriedades nutricionais) baseada em características inerentes ao alimento, deve haver um esclarecimento próximo à declaração, com caracteres de igual realce e visibilidade, de que todos os alimentos do mesmo tipo também possuem essas características.

2.9.4.4 A utilização de óleo ou gordura de espécie vegetal que não é tradicionalmente utilizada como alimento pode ser autorizada, desde que seja comprovada a segurança de uso, em atendimento ao Regulamento Técnico específico.

2.9.5 Requisitos gerais de rotulagem

2.9.5.1 Quando se tratar de mistura de azeite de oliva com óleo(s) de outra(s) espécie(s) vegetal(is), o percentual (%) de azeite de oliva deve ser declarado na designação do produto com o mesmo tamanho e destaque.

2.9.5.2 Para os óleos vegetais deve constar, em destaque e em negrito, a recomendação “Manter em local seco e longe de fonte de calor” ou expressão equivalente sobre a conservação do produto. Para os produtos acondicionados em embalagens transparentes, acrescentar “ao abrigo da luz”.

Portanto, os óleos e gorduras vegetais são triacilglicerídeos, produto da reação de glicerol com ácido carboxílico, com outros componentes em menores proporções. A distinção entre óleos e gorduras está baseada nas propriedades físicas e químicas. A obtenção do óleo vegetal é realizada utilizando-se métodos físicos e químicos, já que em sua forma crua, contém impurezas que podem afetar negativamente a sua qualidade e a sua estabilidade à oxidação, sendo necessário removê-las. O consumo de óleos insaturados é visto como sendo melhor a saúde humana. A regulamentação e fiscalização dos óleos e gorduras vegetais é feita pela ANVISA.

3 ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS RESIDUAIS

Os óleos e gorduras são muito usados para preparação de alimentos, através de processos de cozimento e fritura. Após estes processos, são gerados os óleos e gorduras vegetais, chamados de residuais, cujas qualidades funcionais e nutricionais são modificadas, podendo torná-los inapropriados para o consumo humano. A fritura, no entanto, é o método que mais gera tais resíduos, processo que será melhor elucidado neste capítulo. É um processo de cocção bastante difundido, em diferentes escalas doméstica, artesanal e industrial. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010).

Teve sua origem nos países mediterrâneos. Atualmente, a fritura é um processo de cocção utilizado em vários países da Europa, Ásia e na América. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

3.1 Definição de fritura

A fritura é um processo onde o alimento é submerso em óleo ou gordura quente que age como meio de transferência de calor, fornecendo a ele características agradáveis como cor, sabor, textura e palatabilidade. Durante esse processo podem ocorrer as reações de degradação em relação aos óleos e gorduras vegetais utilizados. (SOUSA JÚNIOR, 2011)

3.2 Tipos de processos de fritura

Durante o processo de fritura o alimento pode ser mantido submerso, no caso de equipamentos industriais, ou na superfície do óleo ou gordura, no caso de ser realizado em escala doméstica, ou até mesmo pode ser transportado através de zonas de diferentes temperaturas, como em fritadeiras contínuas industriais. Portanto, temos dois tipos de processo de fritura: por imersão e superficial. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010).

O processo de fritura por imersão é o método mais utilizado em larga escala, por ser altamente eficiente pela sua rapidez. Suas principais características são a

alta temperatura e a rápida transferência de calor. Há dois tipos de fritura por imersão: a contínua e a descontínua. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

3.2.1 Fritura por imersão contínua

No processo por de fritura por imersão contínua, o alimento está sempre presente na fritadeira e a quantidade de reposição do óleo ou gordura novos é a variável mais importante no controle da qualidade do processo, devido à sua absorção pelo produto que está sendo frito (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

É normalmente utilizada no mercado de *snacks*, alimentos extrusados, massas fritas, pré-fritura e fritura de batatas. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

3.2.2 Fritura por imersão descontínua

No processo de fritura descontínua, as fritadeiras operam com capacidade total durante algumas horas do dia, intermitentemente, por poucas horas, e permanecem em desuso no restante do tempo. Em estabelecimentos comerciais, utilizam-se fritadeiras elétricas descontínuas com capacidades que variam de 15 a 350 litros (GOMES et al., 2013). É principalmente utilizada no mercado institucional que compreende as redes de fast-food, restaurantes e pastelarias. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

3.3 Variáveis de processo

São várias as variáveis que podem interferir nas alterações termoxidativas e hidrolíticas dos óleos e gorduras vegetais durante o processo de fritura, como: tipo do alimento e do óleo ou gordura, tempo e temperatura de fritura, relação superfície/volume do óleo e gordura, tipo de aquecimento e natureza do alimento a ser frito. (SOUSA JÚNIOR, 2011)

3.3.1 Tipo do alimento e do óleo e gordura

O tipo de alimento a ser frito é muito importante, já que a sua umidade inicial é um fator crítico para a sua qualidade final, uma vez que está diretamente relacionada com o tempo de processamento e à incorporação do óleo no produto final. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

Já em relação aos óleos e gorduras, por ser utilizado como meio de transferência de calor, acaba sendo absorvido pelo alimento, tornando-se um ingrediente do produto. Desse modo, é necessária uma fritura de alta qualidade e a sua manutenção por longos períodos. É importante compreender as mudanças que cada tipo de óleo sofre durante a fritura, assim como conhecer também o seu grau de alteração e o estabelecimento do momento em que deve ser descartado. (SOUSA JÚNIOR, 2011)

É importante ressaltar que a absorção ou incorporação do óleo no alimento depende mais da qualidade inicial do óleo de fritura do que do tipo de óleo ou gordura que foi utilizado para fritar. A qualidade do óleo é atribuída aos compostos de degradação que são formados no processo de fritura. (SOUSA JÚNIOR, 2011)

3.3.2 A temperatura do óleo e o tempo de residência

A temperatura do óleo ou gordura e o tempo de residência são as principais variáveis responsáveis pelo mecanismo de transferência de massa, em que ocorre a perda de água e incorporação de óleo pelo alimento, assim como transformações e reações no produto. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

O aumento da temperatura do óleo ou gordura acelera a taxa de remoção de água, fazendo com que o alimento fique muito cozido por fora e cru por dentro, resultando em maiores alterações no óleo de fritura. Já a diminuição da temperatura, favorece a estabilidade do óleo ou gordura, porém o alimento ficará mais oleoso. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

Vale ressaltar que, apesar disso, a incorporação do óleo ou gordura está mais diretamente relacionada com as mudanças na microestrutura durante a fritura, dentre elas o enrugamento da superfície, porosidade e distribuições de poros. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

3.3.3 Tipos de fritadeira

Existem as fritadeiras que são a base de água e outras a base de óleo ou gordura. No caso do presente trabalho serão ressaltadas as fritadeiras a base de óleo ou gordura, cujo resfriamento se dá pela troca de calor entre o ar e o óleo ou gordura, o que torna essa operação mais demorada do que na fritadeira a base de água. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

Nas fritadeiras a base de óleo ou gordura, o gasto de energia é maior, uma vez que os alimentos ficam mais suscetíveis à ação da temperatura, gerando maior degradação do óleo ou gordura. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

Em relação ao material que constitui a fritadeira, o aço inoxidável se mostra bastante interessante, uma vez que não causa alterações no óleo ou gordura de fritura. Já o cobre, no entanto, deve ser evitado devido ao seu poder pró-oxidante. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

A facilidade de limpeza é outro fator importante, pois o óleo ou a gordura que é polimerizado se deposita nas paredes, catalisando, possivelmente, reações que levam à sua alteração. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

3.3.4 Relação entre a superfície da fritadeira e o volume do óleo ou gordura

Outro parâmetro importante é o efeito da relação existente entre a superfície da fritadeira e o volume do óleo ou gordura. Quanto maior a superfície do óleo ou gordura em contato com o ar, maior a quantidade de reações que alteram suas características. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

Além disso, a adição de óleo ou gordura novo para completar o volume da fritadeira é uma prática comum, mas nesse caso o óleo ou a gordura novo se deteriora mais rapidamente pelo efeito catalítico dos produtos de degradação do óleo usado. (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010)

3.4 Transformações durante o processo de fritura

A desvantagem do processo de fritura é que os óleos e gorduras são aquecidos repetidamente por longos períodos e podem sofrer uma série de alterações físicas e químicas, formando compostos de degradações térmica, hidrolítica e oxidativa. Já foram identificados mais de 400 (quatrocentos) compostos químicos, conhecidos como compostos polares, oriundos desses processos. (SOUSA JÚNIOR, 2011)

3.4.1. Mudanças físicas

As mudanças físicas que ocorrem no óleo ou gordura durante o processo de fritura incluem: escurecimento, aumento na viscosidade, diminuição do ponto de fumaça e formação de espuma.

3.4.1. Mudanças químicas

Durante o aquecimento do óleo ou da gordura, no processo de fritura, uma complexa série de reações produz numerosos compostos de degradação. Com o decorrer das reações, as qualidades funcionais, sensoriais e nutricionais se modificam. Quando o alimento é submerso no óleo ou gordura quente em presença de ar, o óleo ou a gordura é exposto a três agentes que causam mudanças em sua estrutura: (i) a água, proveniente do próprio alimento, levando a alterações hidrolíticas; (ii) o oxigênio que entra em contato com o óleo ou a gordura, levando alterações oxidativas; e (iii) a temperatura em que o processo ocorre.

Isso resulta em alterações térmicas, como isomerização e reações de cisão (aldeídos e cetonas), formando diversos produtos de degradação, como epóxidos e hidroperóxidos. Portanto, as formas de deterioração de óleos e gorduras vegetais são a hidrólise, a oxidação e a polimerização. A oxidação é a principal causa de deterioração, provocando alterações do sabor, textura, aroma e da cor nos alimentos e sua perda quanto ao valor nutricional e toxidez.

A estabilidade térmica dos óleos e gorduras depende de sua estrutura química: óleos e gorduras com ácidos graxos saturados são mais estáveis do que os insaturados. (REDA; CARNEIRO, 2007)

3.5 Modificações das características dos óleos e gorduras vegetais após o processo de fritura

Uma pesquisa feita por Jorge (2004), mostra na **Tabela 3** os resultados dos índices analíticos escolhidos para acompanhar os processos de fritura com os óleos de girassol, milho e soja.

TABELA 3: Resultados médios das características físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras de batatas chips

Tempo de fritura (h)	Ácidos graxos livres (%)	Índice de peróxidos (meq/kg)	Índice de refração (40°C)	Compostos polares totais (%)
Óleo de girassol				
0,5	0,21	9,26	1,4684	16,24
1,5	0,21	8,47	1,4687	17,09
2,5	0,36	8,70	1,4690	21,69
3,5	0,46	10,70	1,4695	24,95
4,5	0,52	9,69	1,4700	31,18
5,5	0,62	26,37	1,4709	46,53
6,5	0,92	29,93	1,4716	54,77
7,5	1,10	33,63	1,4724	63,37
Óleo de milho				
0,5	0,12	14,99	1,4657	6,65
1,5	0,17	16,14	1,4662	9,75
2,5	0,18	15,39	1,4661	13,30
3,5	0,18	11,81	1,4664	15,60
4,5	0,19	14,15	1,4666	20,80
5,5	0,24	14,33	1,4669	24,80
6,5	0,28	18,94	1,4670	28,50
7,5	0,39	18,09	1,4676	42,45
Óleo de soja				
0,5	0,11	7,27	1,4673	11,67
1,5	0,14	6,48	1,4673	13,42
2,5	0,17	19,90	1,4673	13,78
3,5	0,20	10,24	1,4675	15,12
4,5	0,23	8,22	1,4678	19,57
5,5	0,25	9,37	1,4679	23,24
6,5	0,34	20,28	1,4681	26,48
7,5	0,42	33,44	1,4685	26,49

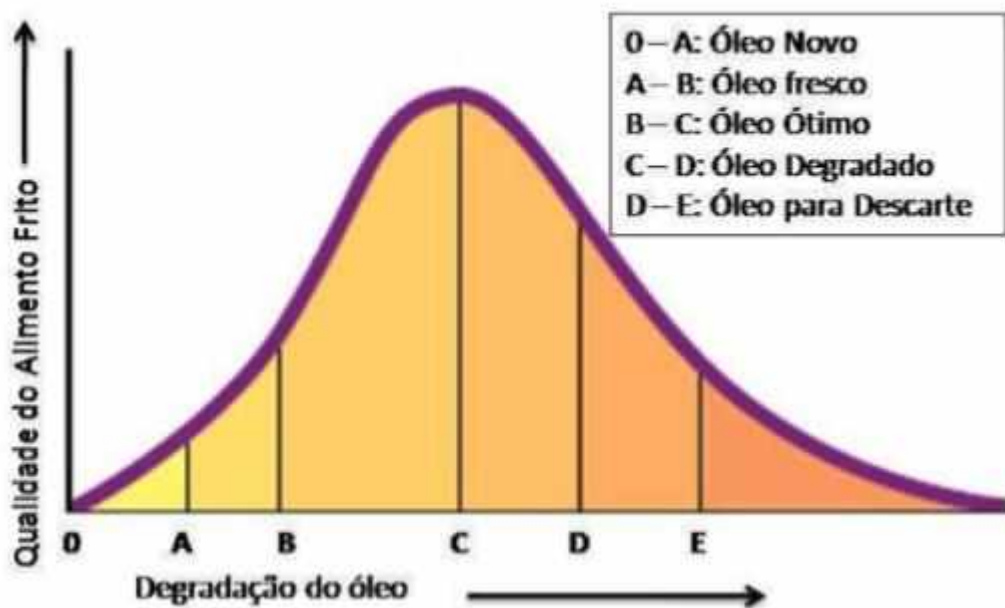
Fonte: JORGE et al., (2004)

De acordo com a Tabela 3, pode-se observar que de forma geral, há um aumento do percentual de compostos polares totais, do índice de peróxidos e do percentual de ácidos graxos livre, ficando o índice de refração praticamente inalterado após o processo de fritura. No trabalho em questão, para o óleo de girassol, após o tempo de 7,5 horas, é atingido o limite pela legislação norte americana para o descarte deste óleo. (JORGE et al., 2004)

3.6 Degradação do óleo de fritura

De acordo com Sousa Júnior (2011), a degradação do óleo de fritura, pode ser dividida em fases, de acordo com a observação da mudança das características do alimento frito, conforme mostrado na **Figura 3**.

FIGURA 3: Fases de degradação do óleo de fritura



Fonte: BOCCATO, 2011 apud SOUSA JÚNIOR, 2010

Analisando-se a Figura 3, pode-se concluir que:

Na fase 0-A: o óleo é novo, não havendo alteração no produto;

Na fase A-B: o óleo é fresco, ficando o produto frito ligeiramente mais tostado e sua superfície um pouco mais crocante;

Na fase B-C: o óleo é ótimo, onde a cor do alimento frito torna-se dourada, a superfície é mais rígida e crocante e seu aroma fica típico de fritura;

Na fase C-D: o óleo está degradado e o alimento frito torna-se de baixa qualidade, com a superfície muito endurecida, com manchas e excessiva quantidade de óleo absorvida, sendo assim, o óleo nessa fase não deve mais ser utilizado para fritura;

Na fase D-E: o óleo está completamente impróprio para uso, onde os alimentos fritos invariavelmente possuem sabor e aroma desagradáveis, a superfície é muito dura e escura, existe excesso de óleo absorvido e o centro do alimento não cozinha totalmente.

Desse modo, nas fases 0-A e A-B o descarte do óleo é prematuro, acarretando mais custos para o consumidor (doméstico, comercial ou industrial). A fase B-C é o momento que o óleo deve ser descartado e nas fases C-D e D-E o descarte do óleo é tardio, o que gera alimentos fritos de péssima qualidade. O gerenciamento do óleo de fritura é de fundamental importância ambiental, pois os estabelecimentos alimentícios usam fritadeiras elétricas com volumes de 15 a 300 litros, podendo ultrapassar os 1000 litros diários no processamento industrial. (SOUSA JÚNIOR, 2010)

Segundo Gomes et al. (2013), os óleos residuais de frituras se deterioram e apresentam variação em sua coloração, permitindo sua classificação em diferentes níveis, como os apresentados na **Tabela 4**.

TABELA 4: Classificação dos óleos coletados após fritura, conforme grau de deterioração

Ordem	Classe	Característica
1	Óleo vegetal virgem.	Coloração amarela
2	Óleo vegetal residual pouco usado, de origem residencial com consumo consciente.	Coloração amarela alaranjada
3	Óleo vegetal residual muito usado, de origem residencial com consumo exagerado ou de origem comercial.	Coloração variando de laranja a marrom alaranjada
4	Óleo vegetal residual extremamente deteriorado, de origem comercial.	Coloração variando de morrem-escura a preta

Fonte: GOMES et al., 2013

3.7 Medidas de deterioração de óleos e gorduras de fritura

A complexidade no processo de fritura implica em inúmeras reações produzindo numerosos produtos de decomposição. Suas implicações sensoriais e nutricionais são as principais preocupações quanto aos alimentos fritos. A questão é como definir o ponto correto para descartar um óleo ou gordura utilizada na fritura, ou seja, até quando podemos utilizar um óleo ou gordura sem que esse comprometa negativamente o desempenho do produto final e não traga prejuízos à saúde (SANIBAL; FILHO, 2002). Na verdade, não há um único caminho para se obter essa resposta, pois muitas são as variáveis.

Atualmente são utilizados três métodos para a determinação do ponto correto para o descarte de óleos e gorduras após processo de fritura: determinação da fração em éter de petróleo insolúvel, determinação de compostos polares totais e determinação da constante dielétrica.

3.8 Aspectos nutricionais

As frituras apresentam limitações do ponto de vista nutricional. Efeitos antinutricionais dos óleos e gorduras de fritura têm sido estudados. Durante a fritura a degradação termo-oxidativa leva à formação de triacilgliceróis de grupos acil insaturados, com modificações nas suas propriedades nutricionais e a formação de muitos compostos oxidados e polimerizados, a maioria com polaridade mais alta do que a molécula de triacilglicerol original. Os compostos formados pela oxidação inibem ou retardam a ação da lipase pancreática na hidrólise de triacilgliceróis não oxidados, diminuindo a sua digestibilidade com o aumento dos compostos poliméricos. (SANIBAL; FILHO, 2002)

Portanto, existem vários processos de fritura possíveis, utilizando os óleos e gorduras vegetais, cujas variáveis de processo podem alterá-los termoxidativa e hidroliticamente, promovendo alterações físicas e químicas nos mesmos, deteriorando-os e diminuindo sua digestibilidade, sendo necessário seu descarte após o processo. A gestão, o gerenciamento e o manejo de óleos e gorduras vegetais após o processo de fritura, agora nominados residuais, são de fundamental importância, sendo necessária sua destinação final adequada.

3.9 Aspectos e impactos ambientais referentes ao descarte ambiental inadequado dos óleos e gorduras vegetais residuais

Os óleos e as gorduras vegetais residuais (OGVR) são considerados resíduos perigosos para o meio ambiente por terem lenta degradação, e para a saúde humana, devido aos seus aspectos nutricionais. Ao serem dispersos no meio ambiente de maneira irresponsável, causam sérios prejuízos afetando os humanos, a fauna e a flora, principalmente quando associado com outros poluentes comuns nas áreas mais urbanizadas. Por não serem biodegradáveis, eles levam muito tempo para se diluírem no ambiente. (GOMES et al., 2013)

O descarte de forma inadequada de óleo e gordura vegetal proveniente do processo de frituras provoca impactos ambientais negativos e significativos, podendo atingir o nível de intolerabilidade, ou seja, de dano ambiental. Os óleos e gorduras vegetais residuais, quando são jogados diretamente no solo, matam a vegetação e os microrganismos, destruindo o húmus, o que causa a infertilidade da área afetada, podendo atingir o lençol freático e contaminá-lo. Ao serem jogados no esgoto, os óleos e gorduras vegetais residuais irão comprometer o funcionamento das estações de tratamento de esgoto, aumentando a demanda de insumos e operações unitárias para a sua purificação, e com isto o aumento de custos no tratamento ou mesmo a interrupção do funcionamento desse serviço essencial. (GOMES et al., 2013)

Seu descarte nos rios acumula-os na superfície da água, por sua menor densidade, impedindo trocas gasosas e a oxigenação, causando possivelmente o desequilíbrio da fauna aquática (EMBRAPA, 2009).

De acordo com a companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP, 2008 *apud* MEI; CHRISTIANI; LEITE, 2011), em grande parte dos municípios brasileiros há uma ligação da rede de esgotos **cloacais**, ou seja, aquele formado pela água escoadas pelos tanques de roupa, pias de cozinha, juntamente com banheiros e descargas sanitárias, à rede pluvial e desta à rede fluvial e aos lagos. Mei, Christiani e Leite (2011) destacam que, quando o óleo e gordura chega aos rios, lagos e mares, compromete a qualidade das águas, alterando sua temperatura, que pode chegar a 60°C, matando animais e vegetais microscópicos.

Não há um consenso quanto à forma ideal de descarte do óleo e gordura vegetal residual. A orientação mais comum quanto ao seu descarte é o acondicionamento

do óleo ou gordura em um recipiente fechado, como uma garrafa pet, seguida do descarte no lixo domiciliar. A desvantagem deste procedimento é a incerteza de que este resíduo não alcance os corpos hídricos e solos, uma vez que a coleta de lixo domiciliar por caminhões compactadores pode causar o rompimento dos recipientes (RABELO; FERREIRA, 2008 *apud* FRANÇA, 2016).

3.10 Requisitos legais aplicáveis

Na Europa, a legislação trata os Óleos e Gorduras Vegetais Residuais (OGVR) como resíduos especiais e o gerador é responsável por destiná-lo corretamente. Segundo Lima (2009), em 2003, a Áustria, consumia cerca de 120 mil toneladas por ano de óleos e gorduras e cerca de 50% deste consumo era convertido em resíduo. Pela legislação austríaca, os OGVR são classificados como resíduo que têm grande potencial de causar danos ao meio ambiente, devendo ser coletado e destinado adequadamente. Porém, na prática, a maior parte desse resíduo é destinada ao esgoto sanitário e apenas uma pequena parte segue as leis e regulamentações. (DISCONZI, 2014)

Já na América do Sul, o Chile foi o país que iniciou a regulamentação para estabelecimento dos limites para ácidos graxos livres de 2,5%, para compostos polares de 25% e para ponto de fumaça 170°C, em óleos de fritura. Estes valores limitam o reuso do óleo, devendo-se buscar o descarte adequado para o mesmo. (LIMA, 2009)

No Brasil, o limite do descarte de OGVR no meio ambiente não foi claro e bem especificado pelos órgãos regulamentadores. A única especificação que foi feita foi pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que é um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), não fez esta regulamentação. De acordo com o Art. 1º da Resolução CONAMA n.º 01/1986 (CONAMA, 1986), o órgão considera como impacto ambiental:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas.

É de sua competência, estabelecer, mediante proposta do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA e dos demais órgãos integrantes do SISNAMA e de Conselheiros do CONAMA, normas e critérios que podem licenciar as atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pelas esferas Federal, Estadual e Municipal e sendo a supervisão de responsabilidade do referido Instituto. O derramamento de óleo em mananciais, citado nas resoluções CONAMA, é nos casos de poluição por óleo oriundo de atividades portuárias, óleos lubrificantes, dentre outros, não existindo, ainda, nenhuma resolução CONAMA sobre controle de geração e descarte de OGVR. (LIMA, 2009)

O Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC) encaminhou em 2003 para a ANVISA uma solicitação requerendo o estabelecimento de resolução que dispusesse sobre a utilização e descarte do óleo vegetal, juntamente com laudos e análises de óleos coletados em estabelecimento de São Paulo. Segundo o Informe Técnico n.º 11, de 05 de outubro de 2004, foi constituído um Grupo Técnico composto por especialistas de Universidades e Instituto de Pesquisa para analisar os dados e propostas apresentados, visto a insuficiência de parâmetros para uma avaliação mais aprofundada. A partir disso, indicam inicialmente evitar o reuso do óleo e gordura, mas, em caso de real necessidade, recomendam as seguintes boas práticas quanto ao processo.

Porém, com relação ao descarte de OGVR, a ANVISA ainda não possui regulamentação específica, fato que dificulta a tomada de ações sobre a limitação quanto ao descarte e coleta seletiva de OGVR pelos Centros de Vigilância Sanitária, órgãos ligados à Secretaria de Saúde. (LIMA, 2009)

Entretanto, existem iniciativas governamentais, na esfera Federal, relacionadas aos óleos e gorduras vegetais residuais (OGVR) (DISCONZI, 2014): (i) Lei n.º 9.605/1998 (Lei Ambiental), que dispõe sobre as sanções penais e administrativas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências; (ii) Decreto n.º 6.514/2008, que dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.; (iii) Resolução CONAMA n.º 357 (17 de março do 2005), dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.; (iv) ANVISA: Informe técnico n.º 11/2004, informa sobre boas práticas de utilização e descarte de óleos comestíveis; (v) Resolução n.º 430 (13 de maio de 2011),

dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357 (17 de março de 2005), do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.; (vi) Lei 12.305, de (02 de agosto de 2010), que Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

A promulgação da Lei 12.305 da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em 2010, representou um marco muito importante para a construção de uma abordagem integrada para os resíduos sólidos, responsável por minimizar a geração e maximizar o reaproveitamento de recursos úteis.

Segundo o Art. 6º são princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (I) a prevenção e a precaução; (II) o poluidor-pagador e o protetor-recebedor; (III) a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública; (IV) o desenvolvimento sustentável; (V) a eco eficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta; (VI) a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade; (VII) a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; (VIII) o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; (IX) o respeito às diversidades locais e regionais; (X) o direito da sociedade à informação e ao controle social; (XI) a razoabilidade e a proporcionalidade.

Em seu Art. 7º, são enumerados os seguintes objetivos: (i) proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; (ii) não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; (iii) estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; (iv) adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; (v) redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos; (vi) incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de

materiais recicláveis e reciclados; (vii) - gestão integrada de resíduos sólidos; (viii) articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos; (ix) capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos; (x) regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007; (xi) prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para produtos reciclados e recicláveis, bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis; (xii) integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; (xiii) estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto; (xiv) incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético; (xv) estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

A Lei nº 12.305/2010 define resíduos sólidos como sendo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Rejeitos são definidos pela mesma Lei como sendo o resíduo sólido que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresente outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2010).

A destinação final ambientalmente adequada, de acordo com a Lei 12.305/2010, inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o

aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa), entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL,2010).

Conforme a Lei nº 12.305/2010, reciclagem é definida como o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente e, se couber, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária.

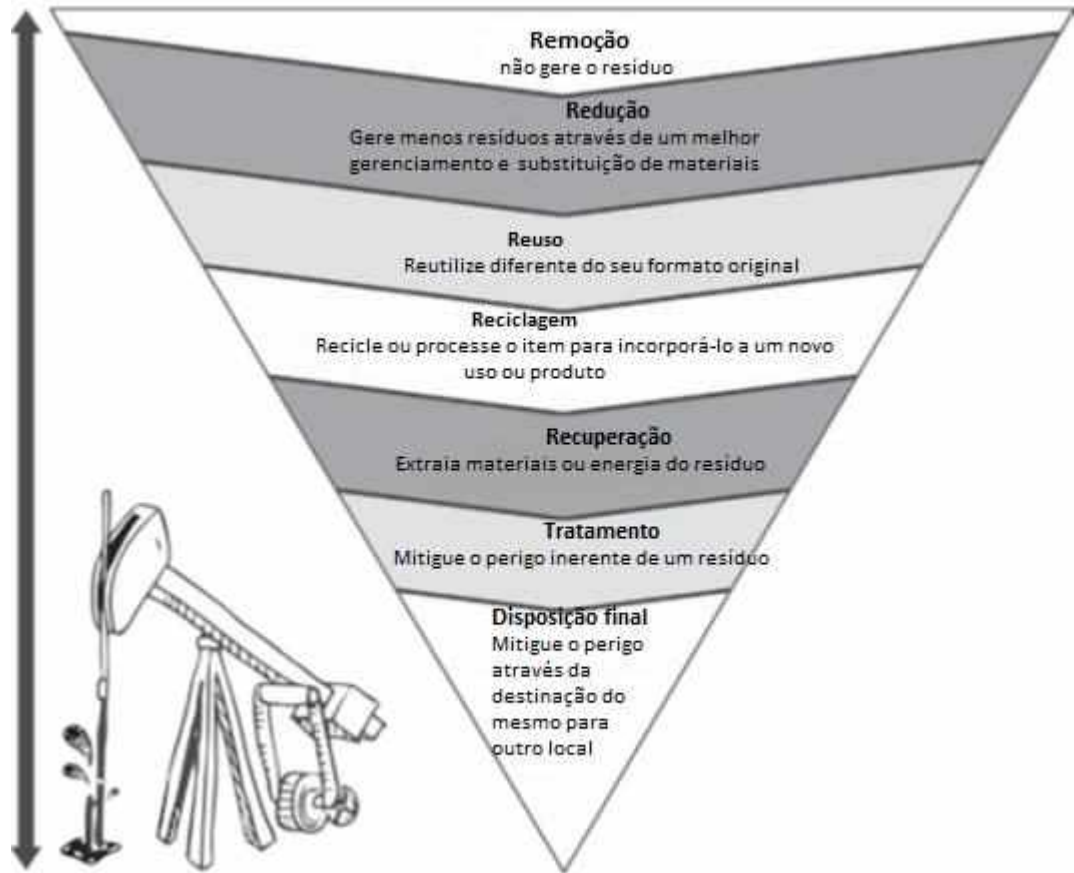
Já a reutilização é definida como processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos mesmos órgãos competentes a depender do caso. (BRASIL, 2010)

A disposição final ambientalmente adequada é definida pela Lei 12305/2010 como a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. (BRASIL, 2010)

No Brasil, a responsabilidade do gerador pela gestão de seus resíduos está descrita no Art. 5 da Lei nº 12.305/2010, que diz “Os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos são responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos”. Complementando, “a responsabilidade compartilhada deve ser implementada de forma individualizada e encadeada”. Assim, o gerador de resíduos sólidos é responsabilizado mesmo depois da disposição final (e todos os eventuais problemas que possam ocorrer). (BRASIL, 2010)

A Lei Federal 12.305 da PNRS (BRASIL, 2010), Art. 9º, estabelece que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Esta ordem de prioridade pode ser representada na Figura 4.

FIGURA 4: Hierarquia de Gestão de Resíduos Sólidos



Fonte: Adaptado de CNI, 2014

A disposição final de resíduos é a última opção dentro da hierarquia dos resíduos sólidos, sendo realizada quando não resta outra opção para uso do resíduo sólido. Entretanto, quando realizada, deve ser feita de maneira ambientalmente correta, pois é fundamental no ciclo de produção e consumo de bens e serviços.

A prevenção de resíduos sólidos é definida como qualquer prática que vise a redução e/ou eliminação, seja em volume, concentração ou toxicidade, das cargas poluentes na própria fonte geradora. (FIGUEIREDO, 2000). Na hierarquia de gestão de resíduos sólidos a prevenção ou não geração são os itens prioritários para a manutenção e melhoria da qualidade ambiental, princípio fundamental da sustentabilidade. Logo, a hierarquia proposta em Lei é a contrária da hierarquia amplamente utilizada no país.

Com a mudança na perspectiva da hierarquia de gestão de resíduos sólidos, os resíduos são tratados como recursos e não algo a ser descartado.

Segundo a PNRS, Lei 12305/2010, Logística Reversa é definida como sendo:

Logística reversa é instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2010).

Portanto, a PNRS conceitua a logística reversa como um instrumento de desenvolvimento econômico e social e explicita em seu conteúdo a importância deste conjunto de ações para o sucesso da gestão de resíduos sólidos urbanos.

Segundo Campos e Antunes (2018, pág. 100), a PNRS:

Assume este paradigma fundamentada em práticas contemporâneas da gestão de resíduos, onde prevalecem as premissas da responsabilidade compartilhada e da gestão do ciclo de vida do produto. A atividade da logística reversa tem ganhado mais espaço na medida em que crescem as obrigações legais dos fabricantes. [...] Muitas vezes o descarte incorreto do produto, no final de sua vida útil, acontece por falta de informação do consumidor. Neste sentido, admite-se aos produtores a responsabilidade de informar e conduzir a Logística Reversa de seus produtos.

Portanto, a reciclagem, processo previsto em Lei, por ser definida a transformação de resíduos, envolvendo a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, é uma prática que traz inúmeras vantagens no âmbito tecnológico, econômico e ambiental, que para o caso dos OGVR tem se mostrado uma solução sustentável para este tipo de resíduo.

4 RECICLAGEM DE ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS RESIDUAIS

Será abordado neste capítulo aspectos relativos à reciclagem de óleos e gorduras vegetais residuais.

4.1 Logística reversa para OGVR

Como foi apresentado no Capítulo 3, a PNRS através do seu Art. 9º, estabelece que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, nos quais os óleos e gorduras vegetais residuais (OGVR) se inserem, assim como os óleos lubrificantes usados e contaminados (OLUCs), deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Em ambos os casos, estes óleos e suas embalagens são objetos obrigatórios da logística reversa pela PNRS, devido ao grande potencial de contaminação se descartados de forma inadequada no meio ambiente.

Produtos de pós-consumo, ou seja, resíduos, podem voltar ao ciclo produtivo por canais reversos, também conhecido como logística reversa de pós-consumo, cujo objetivo é o de equacionar e operacionalizar igualmente o fluxo físico e as informações de produtos em fim de vida útil ou aqueles usados que tenham possibilidade de reutilização, retornando ao ciclo produtivo por meio de fluxos reversos. Seu maior objetivo é o de agregar valor a um produto inservível ao proprietário original. Estes resíduos retornam ao ciclo produtivo, por meio do reuso, desmanche e reciclagem. (FRANÇA; GUARNIERI; DINIZ, 2016)

Um dos grandes problemas da utilização do OGVR está ligada ao processo de coleta que ainda não pode ser considerado eficiente pela falta conscientização dos consumidores, principalmente os de domicílios, no momento do descarte, além disso, são vários os estabelecimentos que geram baixo volume de resíduo, o que aumenta o custo de recolhimento em uma grande área geográfica. (FRANÇA; GUARNIERI; DINIZ, 2016)

Os principais usos dos óleos e gorduras vegetais residuais são: produção de glicerina e sabão, tintas a óleo, produção de massas de vidraceiro, produção de farinha básica para ração animal, geração de energia elétrica por meio queima em caldeira,

produção de biodiesel, obtendo-se glicerina como subproduto. (MEI, 2011; FRANÇA; GUARNIERI; DINIZ, 2016; SABESP, 2015)

Dito isto, com relação aos óleos e gorduras vegetais residuais, os mesmo podem ser retornados ao ciclo produtivo por meio da reciclagem. (FRANÇA; GUARNIERI; DINIZ, 2016). A utilização do OGVR para a produção do biodiesel atende um dos objetivos descritos inicialmente, no que tange à PNRS. (BRASIL, 2010).

Pela PNRS (2010), a reciclagem é definida como o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos. Segundo Leite (2003) *apud* França, Guarnieri e Diniz (2016), a reciclagem é “o canal reverso de revalorização em que os materiais constituintes dos produtos descartados são extraídos industrialmente, transformando-se em matérias-primas secundárias ou recicladas, que serão reincorporadas à fabricação de novos produtos.”

4.2 Reciclagem de óleos e gorduras vegetais residuais para a produção de biodiesel

O biodiesel é um biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil (BRASIL, 2005).

Segundo Parente (2003, p.13), *apud* França, Guarnieri e Diniz (2016, p.6), o biodiesel é definido como:

[...] um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto, sucedâneo ao óleo diesel mineral, constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, obtidos da reação de transesterificação de qualquer triglicerídeo com um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol, respectivamente.

Para França, Guarnieri e Diniz (2016), para a produção do biodiesel é necessária qualquer matéria prima que contenha ácidos graxos livres ou triglicerídeos, como os óleos vegetais, óleos e gorduras vegetais residuais e gorduras animais.

O biodiesel deverá atender as especificações técnicas contidas no regulamento da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP.

4.3 Processo de fabricação do biodiesel utilizando os OGVR

Dentre os diversos fatores predominantes para obtenção de um biodiesel de qualidade, podem ser citados quatro fundamentais: (i) Escolha da matéria-prima; (ii) Seleção dos catalisadores; (iii) Escolha da rota alquílica; (iv) Forma de conduzir o processo. (DIB, 2010)

São conhecidos, minimamente, 3 processos de produção de biodiesel (COSTA; OLIVEIRA, 2006; KNOTHE et al., 2006 *apud* DIB, 2010): (i) o craqueamento, que consiste na quebra da molécula do glicerol formando ésteres, que é realizada sob altas temperaturas (acima de 350 C); (ii) a esterificação, reação de um ácido com um álcool para obtenção de um éster; o biodiesel será formado a partir da reação do álcool com os ácidos graxos livres e (iii) a transesterificação, que consiste em um processo para redução da viscosidade dos triacilgliceróis, onde suas cadeias de ácidos graxos são separadas do glicerol quando misturados com um álcool.

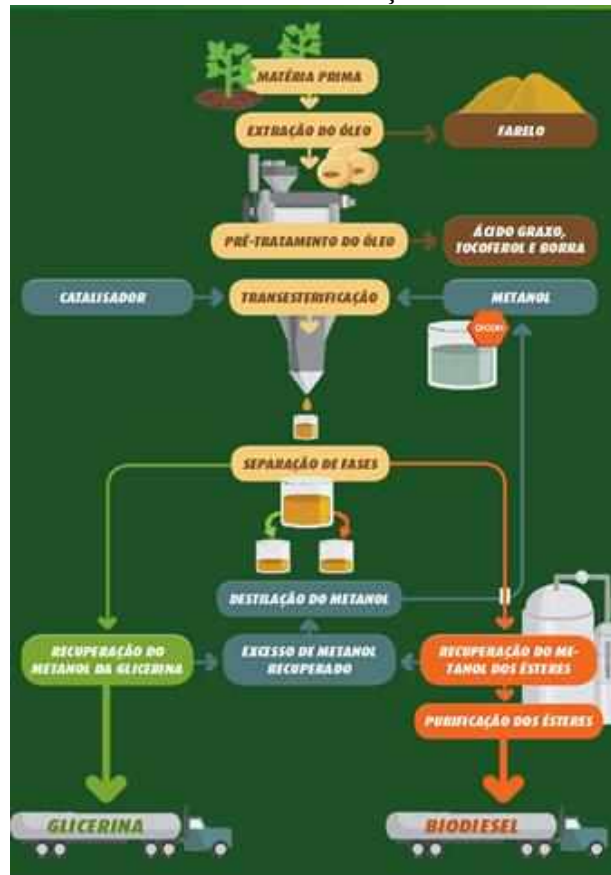
A forma mais comum de produzir biodiesel é através da transesterificação de triacilgliceróis na presença de álcool e catalisador, conforme mostra a **Figura 5**.

A **Figura 6** representa a reação em que ocorre o processo de transesterificação, onde 100% dos triacilgliceróis estão reagindo com álcool. Em geral, o teor de triacilglicerol varia devido à presença de constituintes não desejáveis na matéria-prima, como por exemplo, os ácidos graxos livres. Além disso, a qualidade do produto obtido na transesterificação depende do processo adequado de tratamento para cada tipo de óleo ou gordura a serem utilizados. (DIB, 2010)

Os modos de produção do biodiesel podem ser caracterizados como sendo: “Por Batelada” ou “Contínuo”.

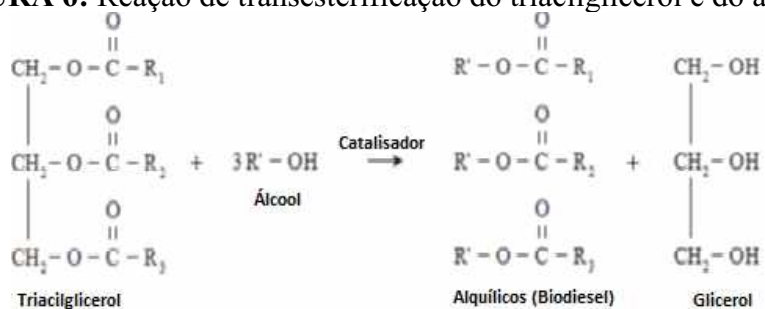
O processo de transesterificação pode ser ainda acompanhado, ou não, de catalisadores, que podem ser alcalinos ou ácidos. A presença dos catalisadores melhora a solubilidade do álcool na matéria-prima e sua aplicação depende da matéria-prima a ser utilizada. Por exemplo, os óleos vegetais são as matérias-primas de menores teores de ácidos graxos livres e, neste caso, tanto a transesterificação por meio de catálise básica ou ácida podem ser utilizadas. (DIB, 2010)

FIGURA 5: Esquema de produção de biodiesel pelo processo de transesterificação



Fonte: <http://bianchinisa.com.br/producao/> Adaptado

FIGURA 6: Reação de transesterificação do triacilglicerol e do álcool



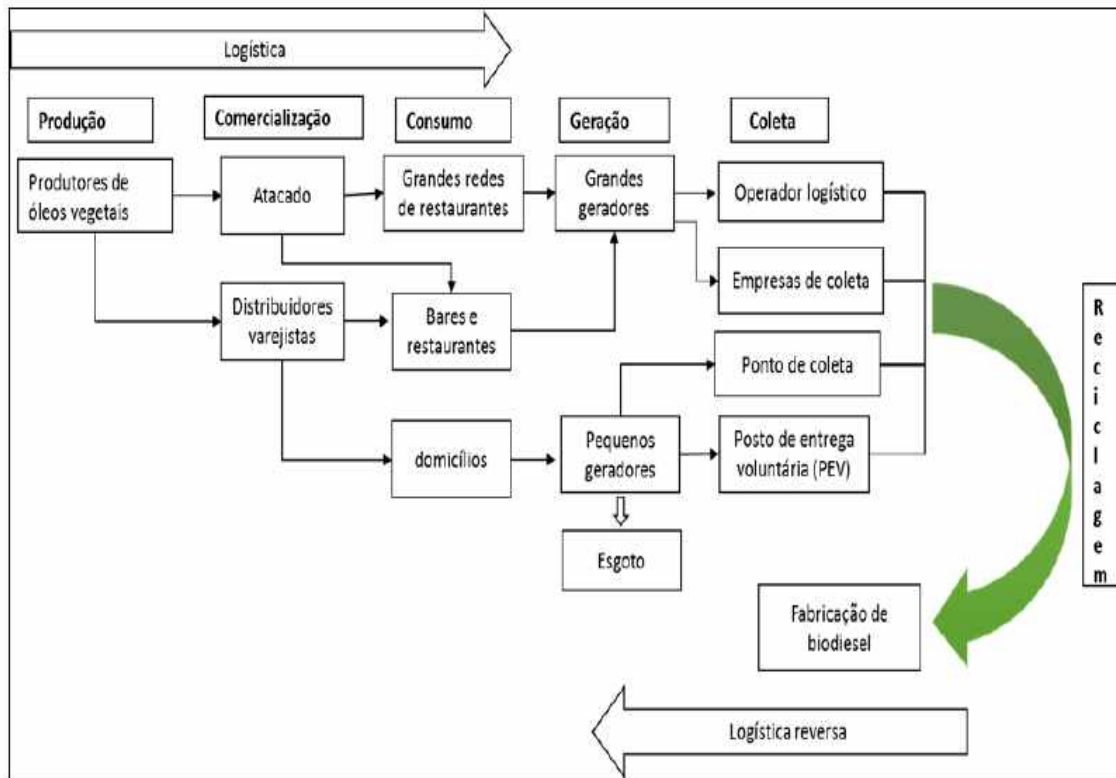
Fonte: Dib, 2010 / Adaptado

4.4 Logística reversa do OGVR para a produção do biodiesel

Um possível fluxo direto do óleo vegetal, da origem ao consumo final, e o fluxo reverso desde a geração do óleo residual até a fabricação de biodiesel, é mostrado na **Figura 7**.

A **Figura 7** apresenta a logística direta e reversa para o óleo vegetal, segundo França (2016).

FIGURA 7: Logística direta e reversa para o óleo vegetal



Fonte: França, Guarnieri e Diniz (2016)

Segundo França, Guarnieri e Diniz (2016), o fluxo de logística direta começa com a produção dos óleos vegetais, que, posteriormente, são comercializados por redes de atacados e varejos. Geralmente, os atacados atendem, em sua maioria, às grandes redes de restaurantes, enquanto os varejistas servem principalmente aos domicílios. Estes últimos por sua vez são conhecidos como pequenos geradores de resíduos. Já as grandes redes de restaurantes, bares e restaurantes de médio porte são chamadas de grandes geradoras de óleos e gorduras vegetais residuais. No Brasil, a maior parte desses resíduos, cerca de 60%, é gerada pelas residências.

Ainda de acordo com França, Guarnieri e Diniz (2016), a fim de que os óleos e gorduras vegetais residuais (OGVR) estejam aptos a serem matérias primas de outros processos, é necessária uma sequência de procedimentos e operações inter-relacionadas, como: acondicionamento, coleta, armazenagem e movimentação até o local de produção do biodiesel.

4.4.1 Acondicionamento

O ideal é que o acondicionamento dos OGVRs seja feito em embalagens com capacidades de 0,5 L até 2 litros, para o caso de domicílios, ou de 20 litros a 50 litros, no caso de estabelecimento comerciais.

4.4.2 Coleta

É mais comum fazer-se a coleta por grandes geradores, pela facilidade deles de conseguir um maior volume deste tipo de resíduo. Uma outra alternativa para o recolhimento dos óleos e gorduras residuais são em locais chamados de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), criados pelas prefeituras, a fim de recebê-los da melhor maneira possível. As PEVs recebem, em sua maioria, os resíduos produzidos por pequenos geradores. Nesses locais são disponibilizadas bombonas plásticas para o acondicionamento do óleo e em cada coleta é realizada a sua troca. Além disso, existem programas realizados por estabelecimentos públicos ou privados, como escola, farmácia, supermercado, dentre outros, onde são implantados Locais de Entrega Voluntária (LEVs), a fim de recolher os OGVRs.

4.4.3 Armazenagem

Os locais de armazenagem desses óleos e gorduras vegetais recolhidos são geralmente de responsabilidade da empresa de logística. É necessário que eles sejam colocados em armazéns com condições adequadas de higiene e proteção aos fatores externos.

4.4.4 Movimentação até o local de produção de biodiesel

Os veículos que levam os óleos e gorduras vegetais residuais coletados são adaptados para receberem recipientes de 20 a 30 litros, caçambas, ou veículos com tanque

acompanhado de uma mangueira de sucção, que fazem uma rota devidamente calculada e pré-definida, com o objetivo de chegarem aos locais onde o óleo será recolhido. O custo dessa etapa é de bastante importância para a decisão sobre a viabilidade de reciclagem da matéria prima do biodiesel.

O fluxo reverso do OGVR é aquele seguido para a distribuição reversa de resíduos industriais. Esses resíduos são comercializados diretamente com indústrias de reciclagem ou com intermediários, para o caso dos centros coletores, sendo que estes realizam o processamento de consolidação e preparação para a comercialização com a indústria de reciclagem. (FRANÇA; GUARNIERI; DINIZ, 2016)

Após a etapa de consolidação, é realizada a filtração, que têm como objetivo eliminar as partículas de frituras residuais e resíduos de farinhas. Posteriormente, o óleo é secado, para a remoção da água presente. Depois dessa etapa, o OGVR é armazenado e destinado ao reaproveitamento. Dessa forma, a última etapa do canal de distribuição reverso é aquela onde o óleo de cozinha se reintegra ao ciclo produtivo como insumo para a produção do biodiesel. (FRANÇA; GUARNIERI; DINIZ, 2016)

4.5 Vantagens relacionadas à utilização de OGVR para a produção de biodiesel

A utilização dos óleos e gorduras vegetais residuais para a produção de biodiesel tem vantagens em três áreas distintas: tecnologia, economia e ambiental. No âmbito tecnológico, sua vantagem se dá por eliminar o processo de extração do óleo. No cunho econômico, por se tratar de resíduo, que já tem seu preço de mercado estabelecido, apresenta menor custo da matéria-prima. Por fim, em relação ao meio ambiente, essa prática de reciclagem dá aos OGVRs uma destinação adequada, que pode minimizar, ou até mesmo eliminar os impactos nos ecossistemas (MARTINS; LOPES; AVELINO, 2016).

Do ponto de vista econômico, por exemplo, estima-se que cerca 70% do custo final da produção de biodiesel, está atrelada ao custo da matéria-prima, quando esta não é residual (FRANÇA; GUARNIERI; DINIZ, 2016). Alguns estudos de viabilidade econômica sobre este combustível mostram que normalmente o seu custo é de mais de \$0,50 dólar americano por litro, já o litro do diesel custa \$0,35 dólar americano. O valor atual do biodiesel é cerca de 1,5 a 3 vezes maior do que o do diesel fóssil. Devido a estes fatores, o biodiesel é um combustível que inflaciona o mercado energético (SALTARIN,

et al., 2013). Logo, ao utilizar os óleos e gorduras vegetais residuais como nova fonte de matéria-prima, espera-se reduzir o custo da produção do biodiesel, tornando-o apto a concorrer no mercado com o diesel convencional, o que não acontece atualmente (HOCEVAR, 2005).

Já em relação aos aspectos ambientais, é importante ressaltar que quando os OGRV são reintegrados ao ciclo produtivo, por meio de insumos, substituem as matérias prima virgens, que requerem grandes áreas para o seu plantio (FRANÇA; GUARNIERI; DINIZ, 2016). Atrelado a essa informação, há uma demanda maior para a produção de mais alimentos para o consumo humano, uma vez que a população mundial vem crescendo. Assim, conseqüentemente, existirá a necessidade de mais terras férteis, que antes eram usadas unicamente para fins de produção alimentícia, sendo esse, portanto um grande obstáculo para os custos futuros dos biocombustíveis. Este tipo de problema já existe na Ásia, onde o preço do óleo virgem refinado é alto, por existir uma numerosa população e poucas terras férteis per capita (SALTARIN et al., 2013).

Assim, a reciclagem de OGVRs para a produção de biodiesel, vem sendo uma solução a estes problemas, tornando a sua produção viável, a partir desta matéria prima.

Apesar das vantagens ambientais que a reciclagem de óleos e gorduras vegetais residuais, o Brasil encontra-se em desvantagem no que se refere ao gerenciamento de tais resíduos e a com baixo percentual de reciclagem. Segundo a entidade Pensamento Nacional de Bases Empresariais (PNBE), no país, apenas 2,5 a 3,5% do óleo vegetal residual descartado é reciclado (SABESP, 2015). Além disso, o maior desafio é o de conscientizar os pequenos geradores, responsáveis por produzir a maior parte desses resíduos. (FRANÇA; GUARNIERI; DINIZ, 2016).

4.6 Boas práticas associadas à sua reciclagem no Brasil e no mundo

No Brasil, alguns pequenos trabalhos vêm fazendo a diferença, como o de Mei, Christiani e Leite (2011), sobre a cadeia reversa de OGVR pela rede de lojas da empresa McDonalds. A empresa geradora do resíduo contrata um operador logístico responsável por recolher em cada loja da rede os OGVR e levá-los para um armazém do próprio operador logístico. Somente depois de se alcançar um volume relevante do resíduo é que o operador logístico os leva para a usina de biodiesel. (MEI; CHRISTIANI; LEITE, 2011)

Já em outros países da Europa como a França o percentual reciclado fica em torno de 37 %. Tal situação revela um grande desafio na oferta, incentivo aos serviços de coleta e orientações quanto ao armazenamento de óleo para a reciclagem. (FRANÇA; GUARNIERI; DINIZ, 2016).

No Japão, a coleta seletiva de OGVR para produção de biodiesel é um exemplo da cooperação da comunidade no processo de gestão de resíduos. As cidades de Aito, Yokaichi e Imazu e Shin-Asahi, os municípios locais da Prefeitura de Shiga, Kyoto e Zentsuji em Kagawa, contribuem com a coleta do OGVR para sua posterior conversão em biodiesel, destinado para o uso em veículos do governo, em caminhões de coleta de lixo e ônibus da cidade. (SALTARIN et al., 2013).

Portanto, a reciclagem de OGVR para a produção de biodiesel, tem se apresentado como uma excelente solução, do ponto de vista ambiental, econômico e tecnológico, para o atual estado da arte quanto à geração e destinação final adequada para este tipo de resíduo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o processo de reciclagem de OGVR para a produção de biodiesel, um combustível biodegradável e ambientalmente correto, tem se mostrado uma solução ambientalmente sustentável, sendo a opção hierárquica que tornará este tipo de combustível viável e competitivo para a matriz energética brasileira e mundial. No entanto, há que se considerar os aspectos da não geração e minimização dos OGVR, obedecendo-se os princípios maiores da Lei, onde a prevenção é soberana. Gestar de forma integrada os OGVR, considerando-se as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, rumo à sustentabilidade, mostram a importância desta visão para a preservação ambiental, onde a valorização da vida em todas as suas formas tem sua maior motivação.

REFERÊNCIAS

<<http://bianchinisa.com.br/producao/>>. Acesso em 29 out. 2018.

ABIOVE – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. São Paulo, Estatísticas de Anais, 2010.

ANVISA. Agência Nacional De Vigilância Sanitária. **Resolução-RDC, n. 270, de 22 de setembro de 2005.** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_1_2004.pdf/1bddf7ec-2006-4fed-8ad9-f2f12377a213?version=1.0>; Acesso em 10 maio 2018.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 ago. 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636&fbclid=IwAR2SWgIBLVWZAceMV6R0Ms0DPbnhsm5yaBXZC3Z2zqKDV9AGge7DEjruh9M>>. Acesso em 10 maio 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 270, 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 23 set. 2005.

CAMPOS, T. M. P.; ANTUNES, M. C. Cadeia reversa do óleo de cozinha residual: o papel do Ponto de Entrega Voluntária (PEV). **Dignidade Re-Vista**, v. 3, n. 5, p. 96-111, 2018. Disponível em: <<http://periodicos.puc-rio.br/index.php/dignidaderevista/article/download/673/471/>>. Acesso em: 22 out 2018.

CASTRO, L. S. Analisando a substitutibilidade no mercado mundial de óleos vegetais via transmissão de preços. **Revista Contemporânea de Economia e Gestão**. Fortaleza, v. 14, n. 3, p. 79-93, set/dez 2016. Disponível em: <<http://periodicos.ufc.br/contextus/article/view/32276>>. Acesso em: 10 maio 2018.

CNI – Confederação Nacional da Indústria, **Visão da Indústria Brasileira sobre a Gestão de Resíduos Sólidos**, 2014

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução 01 de 23 de janeiro de 1986

DIB, F. H. **Produção de biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de testes comparativos com outros tipos de biodiesel e proporções de mistura em um moto-gerador**. 2010, 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2010

DISCONZI, G. S. **Coleta Seletiva do óleo residual doméstico: desafio e perspectivas para um aproveitamento socioambiental e sustentável**. 2014. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <http://www.embrapa.br/kw_storage/keyword.20070605.5760215390/keyword_context_view>. Acesso em: 20 out. 2018.

FAUSTINO, C. V. **Caracterização físico-química do óleo residual de fritura tratado com terra clarificante para utilização na produção de biodiesel**. 2015. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

FRANÇA, C. G. B.; GUARNIERI, P.; DINIZ, J. D. A. S. Logística reversa de Óleos e Gorduras Residuais (OGRs) para a produção de biodiesel. In: **Congresso Da Sociedade Brasileira De Economia, Administração E Sociologia Rural**, 54, 2016, Maceió. Disponível em: <http://icongresso.itarget.com.br/tra/arquivos/ser.6/1/6474.pdf>. Acesso em: 19 out. 2018.

GOMES, A. P. et al. **A questão do descarte de óleos e gorduras vegetais hidrogenadas residuais em indústrias alimentícias**. In: ENCONTRO NACIONAL DE

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33, 2013, Salvador. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_stp_185_056_22083.pdf>.

Acesso em 16 maio 2018

HOCEVAR, L., 2005. **Biocombustível de óleos e gorduras residuais – a realidade do sonho**. Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel (2. 2005: Varginha, MG). Anais do II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel: biodiesel: combustível ecológico / editores Pedro Castro Neto, Antônio Carlos Fraga. - Lavras: UFLA. 988 p.: il.

JORGE, N. et al. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. **Química Nova**. Brasil, v. 28, n. 6, p. XX, abr 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000600003>.

Acesso em: 15 nov. 2018.

LIMA, D. O. **A COLETA SELETIVA PARA RECICLAGEM DE ÓLEO E GORDURA RESIDUAL**: Um estudo em unidades comerciais de alimentação de Salvador. 2009, 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

MARTINS, A. B.; LOPES, C. V.; AVELINO, M. C. G. S. Reciclagem de Óleos Residuais de Fritura: Rotas para a reutilização. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 13, n. 1, 2016. Disponível em: < <http://revistaconexao.aems.edu.br/wp-content/plugins/download-attachments/includes/download.php?id=951>>. Acesso em: 15 out. 2018.

MEI, L. B.; CHRISTIANI, V. S.; LEITE, P. R. **A logística reversa no retorno do óleo de cozinha usado**. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 35, 2011, Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/GOL1261.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2018.

NUNES, S. P. **Produção e consumo de óleos vegetais no Brasil**. Deser Boletim Econômico Conjuntura Agrícola. Jun. 2007, n. 159. Disponível em:

<<http://www.deser.org.br/documentos/doc/Produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20consumo%20de%20%C3%B3leos%20vegetais.pdf>>. Acesso em 11 maio 2018.

OSAWA, C. C.; GONÇALVES, L. A. G.; MENDES, F. M. **Avaliação dos óleos e gorduras de fritura de estabelecimentos comerciais da cidade de Campinas/SP. As boas práticas de fritura estão sendo atendidas.** *Alimentos e Nutrição*, São Paulo, v.21, n.1, p. 47-55, jan. /mar. 2010. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/download/1388/910>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

RABELO, R. A.; FERREIRA, O. M. **Coleta seletiva de óleo residual de fritura para aproveitamento industrial.** Artigo- Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, junho, 2008. Disponível em: <<http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/COLETA%20SELETIVA%20DE%20%C3%93LEO%20RESIDUAL%20DE%20FRITURA%20PARA%20AP%E2%80%A6.pdf>>. Acesso em 10 maio 2018.

REDA, S. Y.; CARNEIRO, P. I. B. Óleos e gorduras: aplicações e implicações. **Revista Analytica**. São Paulo, v. 8, n. 27, p. 60-67, fev./mar. 2007. Disponível em: <http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/engenhariadealimentos/disciplinas/files/2008/04/art07.pdf>. Acesso em 30 maio 2018.

SALTARIN, M. J. et al. **A logística reversa dos óleos e gorduras residuais na produção de um biodiesel sustentável:** uma revisão. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33, 2013, Salvador. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_stp_185_056_22083.pdf>. Acesso em 16 maio 2018

SANIBAL, E. A.; MANCINI FILHO, J. Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura. **Food Ingredient South American**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 64–71, 2002. Disponível em: <<http://hygeia.fsp.usp.br/~eatorres/gradu/frituras.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2018.

SANTOS, A. G. *et al.* **Alterações ocorridas no óleo de cozinha durante o processo de fritura.** Disponível em:

<http://alexbrasil.com.br/_upload/5b8a476d88d41b410d7329ea57a51589.pdf>. Acesso em 15 nov. 2018.

SOUSA JUNIOR, M. A. **Análise das características físico-químicas, organolépticas e recicláveis dos óleos e gorduras residuais e seu gerenciamento no Brasil.** 2011. 140 f. Dissertação (Mestrado profissional em Tecnologias Aplicáveis à Bioenergia) – Faculdade de Tecnologia e Ciências, Salvador, 2011.

VELOSO, Y. M. S. **Rotas para reutilização de óleos residuais de fritura.** Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas. Sergipe, v. 1, n. 15, p. 11-18, out. 2012. Disponível em:

<<https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernoexatas/article/view/177>>. Acesso em 13 maio 2018.