

A QUESTÃO DO DESCARTE DE ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS HIDROGENADAS RESIDUAIS EM INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS

Amanda Pereira Gomes (UFCG)

amanda_pgomes@yahoo.com.br

Talita Freire Chaves (UFCG)

tita_freire@hotmail.com

Juliana Nobrega Barbosa (UEPB)

juh_nb@hotmail.com

Edimar Alves Barbosa (UFCG)

edimar.ab@hotmail.com



O óleo e a gordura vegetal hidrogenada residual, utilizadas no processo de frituras de alimentos, encontram-se entre os resíduos que, infelizmente, não possuem um método definido para o seu gerenciamento, ou seja, manuseio, coleta, tratamento e, por fim, descarte dos mesmos. Esse tipo de material, na caracterização dos resíduos sólidos urbanos, é classificado às vezes como matéria orgânica e, em outros, como óleos e graxas. Por apresentar um potencial de graves riscos à saúde das pessoas e ao meio ambiente, as atividades do seu gerenciamento devem estar organizadas e controladas. Nesse sentido, este artigo contempla os resultados obtidos em um trabalho de pesquisa junto a estabelecimentos de pequenos portes instalados em uma Cidade de médio porte do Estado da Paraíba, que utilizam esse tipo de óleo/gordura em seus processos de frituras de alimentos. Metodologicamente o trabalho foi desenvolvido em duas fases: na primeira, foi explorada a literatura relacionada com o tema estudado. Em seguida, contemplou-se a coleta de dados junto às empresas objeto de análise, incluindo-se observações in loco e in situ dos procedimentos adotados para o descarte desses resíduos. Por fim, foi possível analisar os aspectos ambientais relacionados com o tema e como essas práticas repercutem negativamente junto às pessoas e ao meio ambiente, o que permitiu apontar sugestões de ações voltadas para melhorias dos processos que, se implementadas, poderão contribuir significativamente para a minimização do problema.

Palavras-chaves: Gordura vegetal, óleo vegetal, resíduos, indústria alimentícia.

1. Introdução

O Óleo vegetal e a gordura vegetal residuais são considerados resíduos perigosos para o meio ambiente e para a saúde humana. Quando dispersados no meio ambiente causam sérios prejuízos afetando pessoas, fauna e 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. Jogados no solo, matam a vegetação e os microorganismos, destruindo o húmus, causando infertilidade da área, podendo atingir o lençol freático, inutilizando os poços da região de entorno; Se jogados no esgoto, irão comprometer o funcionamento das estações de tratamento de esgoto, podendo chegar a causar a interrupção do funcionamento desse serviço essencial.

Segundo Esen (2009), o processo de frituras, importante no preparo de determinados tipos de alimento, é praticado diariamente e, como consequência, gera grandes quantidades de resíduos de óleo e/ou gordura vegetal hidrogenada.

Ele, o processo de fritura, constitui uma das formas mais rápidas de preparo para determinados alimentos e por este motivo, vem sendo amplamente utilizado. Como consequência tem-se um aumento na quantidade de óleos e gorduras vegetais residuais, oriundos deste processo ou da limpeza de utensílios empregados. Tanto os óleos e gorduras residuais das frituras, como o material obtido da limpeza das caixas de gordura são, na sua maioria, dispostos em aterros sanitários, aumentando o volume de resíduos nestes locais. Segundo Santos (2009), no Brasil são descartados 9,0 bilhões de litros/ano desse tipo de resíduo, onde apenas 2,5% é reciclado. O restante é descartado inadequadamente junto ao meio ambiente.

De acordo com Murta e Garcia (2009), após o descarte inadequado, o óleo/gordura vegetal residual segue para as estações de tratamento de esgoto, onde uma quantidade enorme de produtos químicos e filtragem física é demandada para a purificação desta água. Estima-se que o tratamento de esgoto torna-se, em média, 45% mais oneroso, pela presença desse tipo de resíduo em águas servidas.

Assim, todo óleo/gordura vegetal residual deveria ser obrigatoriamente, recolhido e ter destinação adequada, de forma a não afetar negativamente o ambiente, sendo proibidos quaisquer descartes em solos, águas subterrâneas, no mar e em sistemas de esgoto e evacuação de águas residuais.

Infelizmente, em todo o mundo, milhares de litros de óleo usados para fritar alimentos são descartados por ano em sistemas de esgoto. Assim, ao mesmo tempo em que se poluem os cursos d'água aumenta o custo do tratamento de efluentes (REFAAT et al., 2008).

A Cidade de Campina Grande, Paraíba, não diferentemente de outras cidades brasileiras de mesmo porte, possui dezenas de indústrias de médio/pequeno portes que utilizam o óleo vegetal e/ou gordura vegetal hidrogenada no processo de fritura de alimentos, sem que tenham consciência dos perigos relacionados com a saúde das pessoas e meio ambiente e das responsabilidades legais e sociais que lhes cabem nesse tipo de atividade.

Nesse contexto, o trabalho de pesquisa buscou efetuar um rigoroso levantamento relacionado com os modelos de descarte de óleos/gorduras vegetais residuais praticados por indústrias alimentícias, identificando os impactos ambientais negativos do empreendimento, tendo como foco a apresentação ao final, de sugestões de ações que contemplem medidas corretivas, preventivas e compensatórias, como forma de minimizar ou eliminar as repercussões dos impactos negativos provocados junto às pessoas e ao meio ambiente.

2. Referencial Teórico

2.1 Os Resíduos sólidos

A Norma Brasileira de Referência - NBR 10004 (2004) define resíduos sólidos como os resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Essa definição também é compartilhada com o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA.

Uma vez gerado, o resíduo sólido exige soluções adequadas de forma a alterar o mínimo possível o meio ambiente e todos os elementos que fazem parte dele; sabe-se, porém, que o manejo dos resíduos sólidos é uma tarefa complexa em virtude da quantidade e heterogeneidade de seus componentes, do crescente desenvolvimento das áreas urbanas, das limitações dos recursos humanos, financeiros e econômicos disponíveis e da falta de políticas públicas que regulem as atividades deste setor.

2.1.1 Classificação

De acordo com a norma NBR 10.004:2004, os resíduos sólidos podem ser assim classificados:

- **Classe 1 - Resíduos Perigosos:** são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- **Classe 2 - Resíduos Não-inertes:** são os resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes; podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São basicamente os resíduos com as características do lixo doméstico.
- **Classe 3 - Resíduos Inertes:** são aqueles resíduos que, ao serem submetidos aos testes de solubilização (NBR-10.007 da ABNT), não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Isto significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo. Muitos desses resíduos são recicláveis, já que os mesmos não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo (se degradam muito lentamente). Estão nesta classificação, por exemplo, os entulhos de demolição, pedras e areias retirados de escavações.

Atuar de maneira ambientalmente responsável é, ainda hoje, um diferencial entre as empresas destacando-as neste competitivo mercado, porém em breve este diferencial se transformará em um pré-requisito e, quanto antes às empresas perceberem esta nova realidade, maior será a chance de se manterem no mercado.

Como forma de verificar-se e divulgar as empresas que realmente apresentam uma postura ambientalmente correta foram estabelecidos sistemas de avaliação de desempenho ambiental, com normas e critérios padronizados para o mundo todo. Nesse sentido, o conjunto de Normas mais conhecido é a chamada Série ISO 14000.

2.2 O Óleo e a Gordura vegetal hidrogenada

Os óleos e gorduras são substâncias insolúveis em água (hidrofóbicas), de origem animal, vegetal ou mesmo microbiana, formadas predominantemente de produtos de condensação entre “glicerol” e “ácidos graxos” chamados triglicerídeos. A diferença entre óleo (líquido) e gordura (sólida), reside na proporção de grupos acila saturados e insaturados presentes nos triglicerídeos, nos óleos as cadeias carbônicas são insaturadas, tornando-os líquidos à temperatura ambiente de 20°C, ao passo que nas gorduras as cadeias carbônicas são saturadas, deixando-as sólidas à mesma temperatura ambiente. Portanto, os óleos e gorduras comestíveis são constituídos principalmente de triglicerídeos (MORETTO e FETT,1998).

O óleo vegetal tem como matéria prima as gorduras obtidas por meio de plantas e sementes como o caju, a linhaça, o girassol, o buriti, a mamona; grãos como o milho, a soja ou também por outros alimentos de origem vegetal tais como abacate, azeitona, abóbora, canola entre outros. Realizado o processo de refino e produção, o óleo obtido pode ser utilizado não só na preparação de alimentos, como também em componente de lubrificantes, itens de pintura ou como componente de combustível (COSTA NETO et al., 2000).

Conforme varia a espécie de planta ou semente oleaginosa, também varia seu percentual de óleo contido. A análise de óleo e sua composição constitui o primeiro procedimento da qualidade do mesmo ou de seus produtos de transformação (COSTA NETO et al., 2000).

Na Tabela 1, a seguir, são apresentadas algumas dessas oleaginosas, em percentuais:

Tabela 1 - Principais oleaginosas/conteúdos de óleo

Ord.	Oleaginosas	Rendimento (%)
01	Algodão	30,0 – 40,0
02	Amendoim	40,0 – 50,0
03	Arroz	15,0 – 23,0
04	Babaçu	58,0 – 67,0
05	Coco	50,0 – 65,0
06	Colza	39,0 – 45,0
07	Gergilim	48,0 – 55,0
08	Girassol	45,0 – 55,0
09	Linhaça	35,0 – 45,0
10	Mamona	45,0 – 55,0
11	Milho (Germe)	30,0 – 36,0
12	Palma (Dendê)	35,0 – 45,0
13	Palmiste	55,0 – 65,0
14	Soja	18,0 – 21,0

Fonte: Adaptado de ABIOVE, 2010

2.2.1 Classificação comercial

Segundo Oliveira e Aquino (2009), os óleos de frituras residuais coletados são, conforme grau e deterioração, assim classificados

Tabela 2 - Classificação dos óleos de fritura coletados, conforme grau e deterioração

Ord.	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 marrom- escura a preta.

Fonte: Adaptado de Oliveira e Aquino (2009)

2.2.2 A Fritura de alimentos através do uso do óleo vegetal

A fritura por imersão é um processo que utiliza óleos ou gorduras vegetais como meio de transferência de calor, cuja importância é indiscutível para a produção de alimentos em lanchonetes e restaurantes comerciais ou industriais em nível mundial. Em estabelecimentos comerciais, utilizam-se fritadeiras elétricas descontinuas com capacidades que variam de 15 a 350 litros. Já em indústrias de produção de empanados, salgadinhos e congêneres, o processo de fritura é normalmente contínuo e a capacidade das fritadeiras pode ultrapassar 1000 litros (SILVA, 2008).

De acordo com Santos (2009) o resíduo do óleo de cozinha, gerado diariamente nos lares, indústrias e estabelecimentos do país, devido à falta de informação da população, acaba sendo despejado diretamente nas águas, como em rios e riachos ou simplesmente em pias e vasos sanitários, indo parar nos sistemas de esgoto causando danos no entupimento dos canos e o encarecimento dos processos das estações de tratamento, além de acarretar na poluição do meio aquático, ou, ainda, no lixo doméstico, contribuindo para o aumento das áreas dos aterros sanitários.

2.2.3 O Descarte inadequado do óleo vegetal residual

O descarte de forma inadequada de óleo vegetal proveniente do processo de frituras provoca impactos ambientais significativos, tais como:

- a) **nos esgotos pluviais e sanitários** - O óleo mistura-se com a matéria orgânica, ocasionando entupimentos em caixas de gordura e tubulações;
- b) **em bocas-de-lobo** - Provoca obstruções, inclusive retendo resíduos sólidos. Em alguns casos a desobstrução de tubulações necessita do uso de produtos químicos tóxicos;
- c) **na rede de esgotos** - Os entupimentos podem ocasionar pressões que conduzem à infiltração do esgoto no solo, poluindo o lençol freático ou ocasionando refluxo à superfície.

2.3 A Legislação pertinente

No caso dos óleos vegetais residuais, a legislação aplicável aos casos de infrações envolvendo a gestão e destinação adequada desse tipo de óleo é bastante limitada e depende principalmente dos desdobramentos que a inobservância da lei venha a causar. Como já dito, o infrator está sujeito às penalidades administrativas, penais e civis nas esferas ambiental, do consumidor, trabalhista, criminal (crimes contra a economia popular, contra a pessoa, etc.), civil (reparação de danos), etc. Além disso, de acordo com o Grupo de Monitoramento Permanente da Resolução CONAMA n° 362/05, os estados e/ou municípios podem ter leis específicas sobre o assunto.

Conclui-se, portanto, que todo o óleo vegetal residual ou óleo de cozinha usado deve obrigatoriamente ser recolhido e ter destinação adequada, de forma a não afetar negativamente o ambiente, sendo proibidos quaisquer descartes em solos, águas subterrâneas, no mar e em sistemas de esgoto e evacuação de águas residuais.

3. Metodologia

O trabalho de pesquisa, classificado como exploratório e descritivo, deverá efetuar um minucioso levantamento dos aspectos legais e ambientais relacionados com o descarte de óleos vegetais residuais em uma amostra constituída por 10 indústrias alimentícias que utilizam óleo vegetal em seu processo produtivo na Cidade de Campina Grande – Paraíba.

Metodologicamente, o mesmo deverá ser desenvolvido em duas fases: na primeira, será explorada a literatura relacionada com o tema objeto de estudo que foca o descarte do óleo

vegetal residual, por meio do levantamento de informações publicadas em fontes tais como livros, teses, artigos em periódicos, etc.

Em seguida, será executada a coleta de dados, através da realização de observações *in loco* e *in situ* dos procedimentos adotados individualmente por cada uma das empresas estudadas, quanto ao descarte do óleo vegetal residual produzido.

4. Resultados e Discussão

4.1 Caracterização da Cidade/Estabelecimentos objeto de análise

Têm-se, a seguir, a caracterização média dos 10 estabelecimentos comerciais que exploram o ramo de frituras de alimentos localizadas na cidade de Campina Grande, Paraíba e que foram objetos de análises.

4.1.1 A Cidade

Fundada em 1º de dezembro de 1697, tendo sido elevada à categoria de cidade em 11 de outubro de 1864, Campina Grande é a segunda mais populosa do estado de Paraíba. Localizada a 120 km da capital do estado, João Pessoa, é considerada um dos principais pólos industriais e tecnológicos da região nordeste do país. De acordo com o IBGE (2012), sua população é de 385.213 habitantes, para uma área física de 59,4 km².

4.1.2 Os Estabelecimentos comerciais

No que diz respeito às Infraestruturas materiais e humanas apresentadas pelas empresas objetos de análises, pode-se destacar que as mesmas contam com um quadro composto por uma média de 10 funcionários, com aproximadamente 11 anos de serviço, cada.

No que diz respeito ao produto utilizado para a fritura dos produtos, 50,0% dessas empresas usam o óleo vegetal, enquanto a outra metade utiliza a gordura vegetal hidrogenada.

- **Seus Aspectos ambientais**

A pesquisa objeto deste trabalho procurou identificar que tipo de procedimento, sob aspectos legais e ambientais, estava sendo adotado individualmente por cada uma das 10 empresas objetos de análise, no gerenciamento dos resíduos de óleos vegetais e gorduras vegetais hidrogenadas gerados no serviço da fritura de alimentos. No total, as empresas objetos de estudo são responsáveis pelo descarte médio de 1.800 litros/mês desse tipo de resíduo.

Nesse contexto, uma parte considerável delas, representados por 40,0%, não possui licença ambiental para explorar a atividade, enquanto 90,0% delas não possuem programas, nem nenhuma outra atividade relacionada com a preservação do meio ambiente.

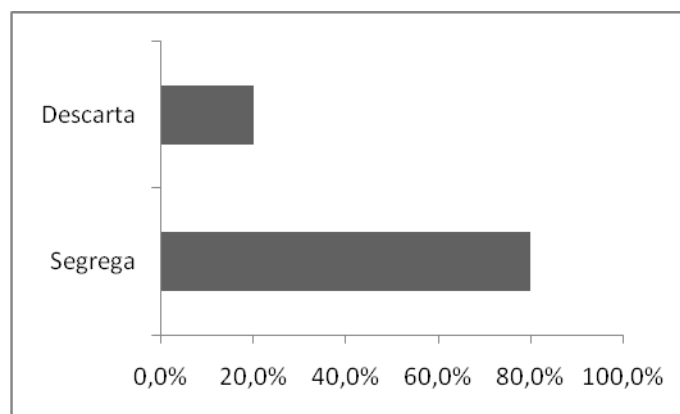
- **Seus Modelos de descartes**

As práticas de descartes dos 10 estabelecimentos comerciais que exploram o ramo de frituras de alimentos, através do uso de óleos vegetais e/ou gorduras vegetais hidrogenadas e que foram objetos de análises, utilizam os seguintes modelos:

a) Quanto à destinação inicial

Na Figura 1, a seguir, têm-se as informações relacionadas com a destinação inicial dispensada pelos estabelecimentos comerciais estudados quanto ao descarte de óleos e/ou gorduras vegetais hidrogenadas residuais:

Figura 1 - Destinação (inicial) dos resíduos



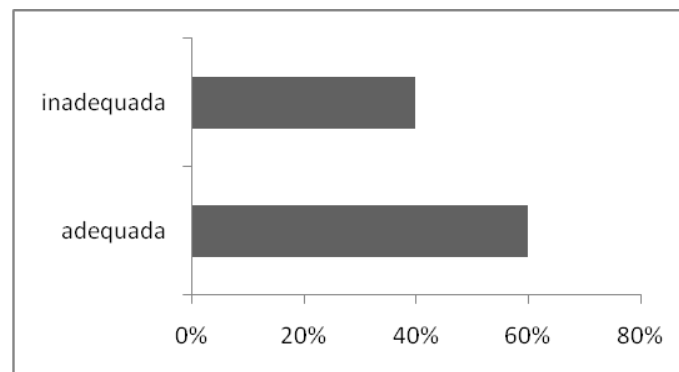
Fonte: Elaborada pelos autores

- **Análise Crítica (1):** No que diz respeito à destinação inicial (segregação) dispensada aos óleos e/ou gorduras vegetais hidrogenadas, logo após a sua geração, verifica-se que uma grande parte das empresas estudadas, representadas por 80,0%, armazena (segrega) temporariamente esses resíduos, enquanto 20,0% delas descartam imediatamente os mesmos.

b) Quanto as Formas de segregação

Na Figura 2, a seguir, têm-se as informações relacionadas com a forma de armazenamento (segregação) dispensada pelos estabelecimentos comerciais estudados, aos óleos e/ou gorduras vegetais hidrogenadas residuais gerados no processo de frituras de alimentos:

Figura 2 – Formas de segregação dos resíduos



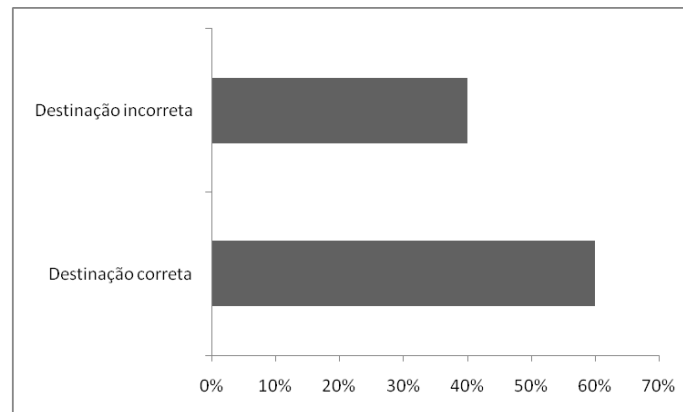
Fonte: Elaborada pelos autores

Análise Crítica (2): No que diz respeito às formas de armazenamento temporário (segregação) dos óleos e/ou gorduras vegetais hidrogenadas residuais, verifica-se que uma grande parte das empresas analisadas (60,0%), segregam temporariamente esses resíduos em recipientes adequados, enquanto 40,0% segrega-os em recipientes inadequados.

c) Quanto a Destinação final

Na Figura 3, a seguir, têm-se as informações relacionadas com a destinação final desses óleos e/ou gorduras vegetais hidrogenadas residuais segregados temporariamente nos estabelecimentos comerciais analisados:

Figura 3 – Destinação final dispensada aos resíduos



Fonte: Elaborada pelos autores

Análise Crítica (3): Quanto aos procedimentos adotados para os óleos e/ou gorduras vegetais hidrogenadas residuais segregados temporariamente nos estabelecimentos comerciais objeto de análise, verifica-se que 60,0% deles são entregues a empresas especializadas em reciclagem, enquanto os outros 40,0% são descartados na natureza, vendidos ou doados a terceiros.

5. Considerações Finais

Com relação aos resultados obtidos no trabalho de pesquisa que resultou neste artigo verifica-se que, na prática, a maioria dos estabelecimentos comerciais que utilizam óleos vegetais e/ou gorduras hidrogenadas no processo de frituras de seus produtos alimentícios praticam o descarte desse material residual através de empresas especializadas, não como resultado de uma política ambiental, mas, em função da oportunidade de comercialização que oferece esse tipo de resíduo, enquanto as empresas recicladoras o fazem com o objetivo de reciclá-los e, em seguida, comercializá-los.

Finalmente, no que diz respeito aos estabelecimentos pesquisados que descartam indevidamente os óleos vegetais e/ou gorduras vegetais residuais, cujos lançamentos de gordura na rede de esgoto acabam provocando a incrustação nas paredes da tubulação e a conseqüente obstrução das redes, causando sérios prejuízos. Já o descarte do óleo no solo, pode causar a sua impermeabilização, deixando-o poluído e impróprio para uso (PARAÍSO, 2008). Também não é recomendável separar o óleo em frascos ou garrafas PET, descartando-o na lixeira, uma vez que com esse destino final impróprio, ocorrerá a infiltração e contaminação do lençol freático.

Nesse sentido, sugerem-se às autoridades um sistema de fiscalização mais eficiente e o monitoramento do descarte desses óleos/gorduras, antes que se manifestem graves problemas nas tubulações das redes de esgoto e conseqüentemente problemas ecológicos nos cursos d'água, num futuro bem próximo, contribuindo, assim, para a economia dos recursos naturais, ou uma utilização mais racional das fontes naturais, minimizando o impacto do descarte incorreto destes óleos e gorduras no meio ambiente, trazendo qualidade de vida para a comunidade através das melhorias ambientais e exercitando-os para a conscientização do reaproveitamento da matéria-prima na produção, por exemplo, do sabão.

Finalmente, pode-se afirmar que, ao se promover a minimização da produção desse tipo de resíduo, assim como o incentivo a prática da sua reciclagem, evita-se a infiltração, permeabilização e a posterior contaminação do lençol freático.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAI – ABIOVE. **Principais oleaginosas e seus respectivos conteúdos de óleo.** Disponível no site: http://www.abiove.com.br/ss_palestras_br.html. Acesso em 09 de janeiro de 2013.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília: D.O.U - 13 fevereiro de 1998.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA – **Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986.** Considera impacto ambiental. Brasília: D.O.U. - 17 de fevereiro de 1986.

____. **Resolução nº 275, de 25 abril 2001.** Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília: D.O.U nº 117-E, de 19 junho de 2001.

COSTA NETO, PEDRO R. et al. **Produção de bio-combustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras.** Curitiba, setembro de 2000.

ESEN, ANDRÉIA GEMA. ROSALI C. STRASSBURG. **Artigo: Coleta e reciclagem do óleo de cozinha residual proveniente de frituras para a produção de Biodiesel.** I Congresso Latino Americano de Suinocultura e Sustentabilidade Ambiental. UNIOESTE. 2009.

MORETTO, Eliane; FETT, Roseane. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos.** São Paulo: Varela Editora e Livraria Ltda, 1998.

MURTA, A. L. S.; GARCIA, A. **Reaproveitamento de óleo residual de fritura para produção de biodiesel na marinha.** 2009. Acesso em: 06 janeiro 2013.

MIGUEL, CAMILE R. **Coleta Seletiva para Reciclagem de Óleo Vegetal em Estabelecimento localizado no Município de Florianópolis (Estudo de Caso).** Crisciúma. 2010.

OLIVEIRA, JOSÉ ANTÔNIO BEZERRA DE, KÁTIA APARECIDA DA SILVA AQUINO. **Óleo residual de frituras: impactos ambientais, educação e sustentabilidade no biodiesel e sabão.** 2009.

RABELO, Renata Aparecida. Osmar Mendes Ferreira. **Coleta Seletiva de Óleo Residual de Fritura para Aproveitamento Industrial** Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental. Goiânia – GO. 2008.

REFAAT, A. A. et al. **Production optimization and quality assessment of biodiesel from waste vegetable oil. Environmental Science Technology**, v. 5, n. 1, p. 75-82, 2008.

SANTOS, R. S. **Gerenciamento de resíduos: coleta de óleo comestível**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Logística) – Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, 2009.

SILVA, L. L. **Estudo de óleos residuais oriundos de processo de fritura e qualificação desses para obtenção de monoésteres (Biodiesel)**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, 2008.