



**A logística inversa dos óleos de gorduras residuais na produção de um biodiesel sustentável: uma revisão**

**The reverse logistics of waste fat oils in the production of sustainable biodiesel: a review**

Manuel Jose Saltarin <sup>1</sup>

Marcelo Santana Silva <sup>2</sup>

Luís Oscar Silva Martins <sup>3</sup>

Angela Machado Rocha <sup>4</sup>

Fábio Matos Fernandes <sup>5</sup>

Luciano Sergio Hocevar <sup>6</sup>

Francisco Gaudencio Mendonca Freires <sup>7</sup>

Ednildo Andrade Torres <sup>8</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Av. Milton Santos, s/nº, Ondina, Salvador - BA, CEP: 40170-110. E-mail: [many921@gmail.com](mailto:many921@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutor em Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto Federal da Bahia (IFBA), R. Emídio dos Santos, s/n, Barbalho, Salvador - BA, CEP: 40301-015.  
E-mail: [profmarceloifba@gmail.com](mailto:profmarceloifba@gmail.com) Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6556-9041>

<sup>3</sup> Doutor em Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFBA), R. Rui Barbosa, Cruz das Almas - BA, CEP: 44380-000.  
E-mail: [luisoscar@ufrb.edu.br](mailto:luisoscar@ufrb.edu.br) Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0040-7762>

<sup>4</sup> Doutora em Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Av. Milton Santos, s/nº, Ondina, Salvador - BA, CEP: 40170-110. E-mail: [anmach@gmail.com](mailto:anmach@gmail.com)  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0174-3431>

<sup>5</sup> Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial pelo SENAI CIMATEC, Universidade Estadual da Bahia (UNEB), R. Silveira Martins, 2555, Cabula, Salvador - BA, CEP: 41180-045. E-mail: [fmatosf@gmail.com](mailto:fmatosf@gmail.com)  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8679-120X>

<sup>6</sup> Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Av. Milton Santos, s/nº, Ondina, Salvador - BA, CEP: 40170-110. E-mail: [lucianohocevar@ufrb.edu.br](mailto:lucianohocevar@ufrb.edu.br)  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1793-688X>

<sup>7</sup> Doutor em Engenharia e Gestão Industrial pela Universidade do Porto – Portugal, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Av. Milton Santos, s/nº, Ondina, Salvador - BA, CEP: 40170-110.  
E-mail: [gaudenciof@yahoo.com](mailto:gaudenciof@yahoo.com) Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9622-8242>

<sup>8</sup>Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Av. Milton Santos, s/nº, Ondina, Salvador - BA, CEP: 40170-110.  
E-mail: [ednildo@ufba.br](mailto:ednildo@ufba.br) Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0574-5306>

## Resumo

Biodiesel está se tornando rapidamente uma alternativa popular frente aos combustíveis fósseis, pelo fato de ser renovável e gerar menores emissões de gases tóxicos. A cadeia de produção do biodiesel envolve muitos processos, dentre eles alguns são complexos exigindo uma melhor gestão e necessidade de otimização. Isto inclui a melhoria da cadeia de abastecimento para atingir um processo sustentável e de menor custo atrelado. Sendo assim, é necessário esforços para manter o biodiesel na matriz energética do país, entre estes, a contribuição de pesquisadores. O óleo de gordura residual surge como alternativa interessante para a produção de biodiesel, pelo fato de não fazer parte da cadeia alimentar, por seu baixo custo e porque sua transformação em energia é considerada como uma técnica eficaz para a gestão de resíduos, já que seu descarte nas redes de esgoto ocasiona problemas ambientais. O principal obstáculo que enfrenta atualmente na sua utilização como fonte de matéria prima é o gargalo existente na sua coleta. Neste artigo é apresentado o panorama da coleta do OGR, no qual serve como suporte para a produção de um biodiesel mais sustentável na utilização de um resíduo como matéria-prima. Ressaltando a necessidade da conscientização pública sobre a coleta de OGR e seus benefícios na produção do biodiesel.

**Palavras-chaves:** Logística Reversa. Biodiesel. Óleo de Gordura Residual. Gestão de Processos. Coleta.

## Abstract

Biodiesel is rapidly becoming a popular alternative to fossil fuels, due to the fact that it is renewable and generates lower emissions of toxic gases. The biodiesel production chain involves many processes, some of which are complex and require better management and optimization. This includes improving the supply chain to achieve a sustainable and cost-effective process. Therefore, efforts are needed to maintain biodiesel in the energy matrix of the country, among these, the contribution of researchers. Residual fat oil emerges as an interesting alternative for the production of biodiesel, due to the fact that it is not part of the food chain, for its low cost, and because its transformation into energy is considered an effective technique for waste management, since its disposal in the sewage system causes environmental problems. The main obstacle currently faced in its use as a source of raw material is the bottleneck existing in its collection. This article presents the panorama of the OGR collection, which serves as support for the production of a more sustainable biodiesel in the use of a residue as a raw material. Emphasizing the need for public awareness about the collection of OGR and its benefits in the production of biodiesel.

**Keywords:** Reverse Logistics. Biodiesel. Residual Fat Oil. Process Management. Collection.

## Introdução

O biodiesel é um combustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão, que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil (conforme resolução ANP 14/2012). Pode ser feito por qualquer tipo de matéria-prima que contém ácidos graxos livres ou triglicerídeos, seja óleos vegetais, óleos de gordura residual ou gorduras animais. No entanto, o produto final deve atender requisitos de qualidade para ser aceito como biodiesel (EN 14214 padrão europeu; ASTM D6751 padrão dos EUA; ANP 14/2012 padrão brasileiro) (ATABANIA et al. 2012).

Na atualidade mais de 95% de biodiesel produzido no mundo é feito a partir de óleos virgens refinados, fato que tem sido debatido recentemente, devido a que o espaço de terras férteis necessárias para a produção de alimentos tem sido utilizado para produção de biocombustíveis, inflacionando os preços dos alimentos básicos (FAO, 2007). Além disto, os óleos vegetais virgens fazem parte de 70% a 95% do custo total da produção do biodiesel (DORADO et al, 2006; MARCHETTI et al, 2008; FAO, 2007).

Segundo Wu et al. (2010) no futuro o fator determinante para o desenvolvimento da indústria de biodiesel será a disponibilidade de matéria-prima. Este cenário tem despertado o interesse dos pesquisadores por materiais alternativos como a utilização de algas, do óleo de gorduras residuais (OGR), entre outros produtos e métodos para a produção do biodiesel, o qual é importante para o desenvolvimento de uma indústria sustentável. São muitos os países que transformam OGR em biodiesel, segundo Gui et al. (2008) um total de mais de 15 milhões toneladas de OGR são gerados anualmente no mundo, sendo distribuído segundo a tabela abaixo:

Tabela 1: Distribuição de geração de OGR

<b>País</b>	<b>Geração de OGR (milhões de tonelada/ano)</b>
EUA	10,0
China	4,5
União Europeia	0,5-1,0
Japão	0,45-0,57
Canadá	0,12
Malásia	0,5

Fonte: Adaptado de Gui et al. (2008)

Os principais gargalos ligados ao biodiesel envolvem os custos das matérias-primas, no caso do OGR, o gargalo se torna a falta de viabilidade da coleta. Uma das soluções chave para este problema é planejar de forma coordenada a cadeia de coleta do OGR, assim alcançar custos reduzidos para o fornecimento (ZHANG YONGA et al, 2012; ZHANG et al, 2009; PAN et al, 2010).

Nos últimos anos, pesquisadores tem demonstrado que os gargalos do desenvolvimento na produção do biodiesel não são de problemas técnicos, mas sim problemas de gestão de processos, como acontecem na cadeia de suprimentos dos fornecedores de matérias-primas aos produtores de biodiesel. Seguindo essa linha, no Brasil a produção de biodiesel a partir de OGR seria sustentável no tempo, na medida em que a logística reversa da sua coleta seja eficiente, o qual permitiria melhorar a confiabilidade na oferta, redução de custos do produto e melhoria na interação da cadeia de abastecimento entre os fornecedores de OGR e produtores do biodiesel, e assim impulsionando o biodiesel a se tornar mais competitivo (KIRSTI et al, 2008; KES et al, 2007).

Este artigo apresenta uma revisão dos aspectos logísticos da cadeia de abastecimento de OGR na produção de biodiesel tais como o abastecimento de óleo residual e sua importância, a descrição do modelo conceitual de coleta de óleo gordura residual, logística dos óleos vegetais comestíveis virgens refinados, descrição do processo da logística reversa para a coleta de OGR.

### **Viabilidade econômica do biodiesel**

São muitos os fatores que podem aumentar ou diminuir o custo de biodiesel, entre eles

destacam o preço da matéria-prima, capacidade instalada da planta, a tecnologia do processamento de produção, o armazenamento. No entanto, os principais fatores são os custos de matérias-primas e os custos de produção do biodiesel.

É fundamental para garantia do custo baixo do biodiesel uma seleção cuidadosa da matéria-prima, principalmente com os óleos vegetais, pois a matéria-prima é apresentada como o fator mais custoso dentre os demais (DORADO et al, 2006; MARCHETTI et al, 2008; ARAUJO, et al, 2010). Em termos de custo de produção, há também três aspectos que devem ser considerados: o custo do processo de transesterificação; a recuperação do glicerol; e a recuperação do álcool. Estes três aspectos influem de forma direta no custo do biodiesel final e a sua incidência depende do jeito em como sejam administrados (Gui et al, 2008; ARAUJO, et al, 2010).

Alguns estudos de viabilidade econômica sobre o biodiesel mostram que este é um combustível que normalmente custa mais de \$0,50 dólar americano por litro comparado com \$0,35 em dólar americano por litro para o diesel. O valor atual do biodiesel custa entre 1,5 a 3 vezes maior do que o custo do diesel fóssil, devido a estes fatores o biodiesel é um combustível que inflaciona o mercado energético (ATABANIA, et al. 2012). É previsto a necessidade da produção de mais alimentos para o consumo humano, devido ao constante aumento da população mundial, conseqüentemente vai existir a necessidade de mais terras férteis unicamente para a produção alimentícia, sendo esse um importante obstáculo para os custos futuros dos biocombustíveis.

Este tipo de problema já existe na Ásia, onde o preço do óleo virgem refinado é relativamente alto e possuem uma população numerosa, sendo esta uma tendência provável para acontecer em diversos outros países. Portanto o OGR possui um potencial, como solução, na produção de um biodiesel sustentável na linha do tempo (SINGH et al., 2010; SHARMA et al, 2008; BALAT et al, 2011; YUSUF et al, 2011).

### **Resíduos de Óleo de Cozinha**

Os óleos de gorduras residuais (OGR) derivam de uma série de procedimentos. Inicialmente, os óleos vegetais são utilizados para fritura de alimentos, destinados ao consumo humano. O resíduo produzido a partir desta prática é o OGR. Posteriormente, quando o OGR apresenta características que o tornam inapto à fritura de alimentos é descartado. Quando o OGR é lançamento direto nas redes tubulares ele se petrifica, ocasionando o entupimento das tubulações, esse descarte pode elevar o custo de manutenção dessas redes (PARENTE, 2003).

Segundo (BILLAUD, 2007) na França o 80% da quantidade total OGR (cerca de 100 kt/ano), gerado no ano de 2002, foi descartado nos esgotos e apenas 20% foi reaproveitado.

No mundo inteiro existem muitas fontes de óleos e gorduras residuais, entre eles destacam: as lanchonetes e as cozinha industriais, comerciais e domésticas, onde são praticadas as frituras de alimentos; as indústrias nas quais processam frituras de produtos alimentícios, como amêndoas, salgadinhos e várias outras modalidades de petiscos; os esgotos municipais onde a camada sobressalente é rica em matéria graxa, que torna possível a extração de óleos e gorduras; e águas residuais de processos industriais, como as indústrias de pescados, de couro, entre outros. O maior obstáculo para a utilização do OGR para produção do biodiesel é sua coleta, no entanto, com os recentes avanços tecnológicos, a conscientização ambiental e aumento da cooperação das comunidades, assim, caracterizado um início de ações que contribuem de forma conjunta para recuperação de OGR.

A coleta e o transporte do OGR é uma atividade insalubre, tendo a necessidade de força física para a movimentação dos recipientes dos locais de coleta para os veículos de transporte e destes para os depósitos, além do contato direto com um produto de odor forte de decomposição. Outra problemática é o nível de oxidação que o OGR é submetido desde sua geração até o seu reaproveitamento no processo do biodiesel, o que compromete diretamente a produção, inclusive de forma econômica (BARBOSA, PASQUALETTO, 2006; SABESP, 2010). Segundo Hocevar (2005), a rede de coleta do OGR normalmente apresenta grande número de estabelecimentos geradores com baixo volume, ocasionando elevação dos seus custos de coleta.

No Japão a coleta seletiva de OGR 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 OGR para sua posterior conversão em biodiesel, destinado para o uso em veículos do governo, em caminhões de coleta de lixo e ônibus da cidade (SINGHABHANDHU, 2010).

De acordo com dados estatísticos do Japão estima-se que a quantidade de OGR gerado por famílias é de aproximadamente 200 ML por ano em todo o país. Em Kyoto, o óleo vegetal utilizado tem sido coletado separadamente desde 1997, segundo dados de relatórios, em 2006, foram coletados 130 kL de OGR gerado por famílias (recolhidos de 956 centros de coleta) e 1,5 ML de OGR gerado a partir de restaurantes e lanchonetes (SINGHABHANDHU, 2010).

Em Tango, um distrito de Kyotango, que é governada pela Prefeitura de Kyoto, foi instalado tanques de coleta em 200 locais, os quais incluíam cozinhas do jardim de infância,

supermercados, instalações públicas, e algumas empresas de grande porte. Foi relatado que a quantidade total de OGR coletado em 2004 foi de 50 kL (aproximadamente 132 t), com o reaproveitamento, foi estimado uma redução de 20% nas emissões de dióxido de carbono (SINGHABHANDHU, 2010; NIRAJ KUMAR et al., 2013). Estas cidades são um grande exemplo da possibilidade de produção de biodiesel sustentável a partir OGR.

## **Logística e Biocombustíveis**

### **4.1 Logística**

Segundo Pozo (2008) a logística pode-se definir como a junção de quatro atividades básicas: aquisição, movimentação, armazenagem e entrega de produtos. Para que essas atividades funcionem, é imperativo que o planejamento logístico, este diretamente relacionado com o fornecimento e processos, esteja intimamente relacionado com os processos de manufatura.

Pela definição do CSCMP (Council of Logistics Management), logística faz parte do gerenciamento da cadeia de abastecimento, onde é desenvolvido o programa e controle do fluxo e armazenamento eficiente de matérias-primas, como também de produtos semiacabados e acabados (CARVALHO et al, 2007).

### **4.2 Logística reversa**

A logística reversa é a área da logística que trata do fluxo físico de produtos, embalagens ou outros materiais, desde o ponto de consumo até ao local de origem (DIAS, 2008). Lacerda (2009) relata como o processo de logística reversa gera materiais que podem ser reaproveitados quando retornam ao processo tradicional de suprimento, produção e distribuição. Esta é uma grande ferramenta na cadeia de produção porque, segundo o ponto de vista ambiental, esta é uma forma que ajuda a avaliar qual é o impacto que um produto tem sobre o meio ambiente durante o ciclo vida. Outra definição da logística reversa, a estabelece como um processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e eficácia e dos custos, dos fluxos de matérias-primas, produtos em curso, produtos acabados e informação relacionada, desde o ponto de consumo até ao ponto de origem (ROGERS et al, 1998).

O fato de abordar a questão da recuperação de produtos, embalagens, resíduos entre outros, desde o ponto de consumo até ao local de origem com o menor risco ambiental possível

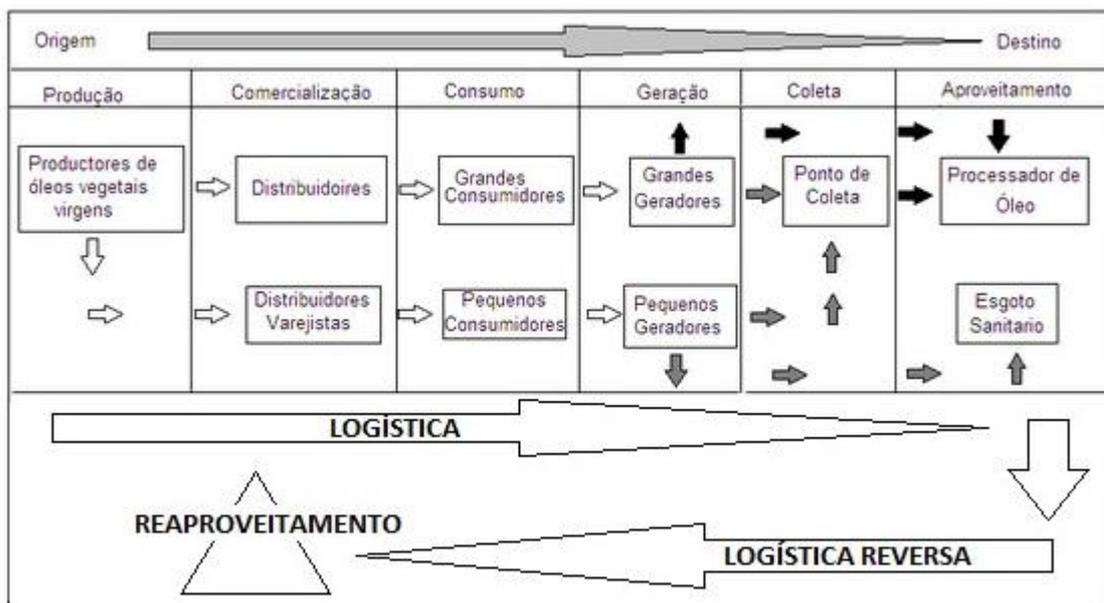
é muito oportuno, já que o desenvolvimento sustentável e as políticas ambientais são temas de relevo na atualidade.

### **Logística dos Óleos Vegetais Comestíveis Virgens Refinados**

A logística direta do óleo vegetal comestível virgem refinado termina com seu consumo. O resíduo gerado, chamado de óleo residual de fritura, é desperdiçado quando descartado, pois poderia ser utilizado como matéria-prima para a produção de biodiesel. Esse resíduo pode ser coletado, e assim, reduzir um dos resíduos urbanos que geram maior impacto ambiental.

Na fritura de alimentos são utilizados óleos vegetais, gorduras animais ou vegetais para transferir rapidamente calor para produção de alimentos. Em estabelecimentos comerciais usam-se fritadeiras elétricas com volumes de 15 a 300 litros, podendo ultrapassar os 1.000 litros nos processos industriais. Com o uso contínuo, o óleo oxida e torna-se mais viscoso e escurece, mas somente quando a oxidação compromete a qualidade do produto o óleo é trocado.

Estudos sobre a coleta e distribuição do OGR podem ajudar a minimizar os custos totais da produção de biodiesel a partir deste resíduo. Segundo BOWERSOX (2007), os custos com transporte representam 59% dos custos logísticos nos Estados Unidos. A figura 1 apresenta a logística dos óleos vegetais comestíveis virgens refinados divididas por duas etapas. A primeira representa a cadeia logística direta que termina com o consumo do óleo virgem, nos grandes e pequenos consumidores. Já a segunda etapa aborda a cadeia logística reversa, tem início com a geração do óleo residual de fritura.



**Figura 1 - Cadeia logística e logística reversa de óleos vegetais comestíveis virgens refinados**  
 Fonte: Adaptado de GUABIROBA e D’AGOSTO (2008)

Embora a atividade de coleta e reciclagem de OGR seja simples, há uma complexa cadeia de produção em seu entorno com padrões de competitividade diferentes, que poderiam comprometer a viabilidade da produção de biodiesel com este tipo de matéria-prima. No diagrama anterior é mostrado que após o consumo, a etapa da logística reversa tem início. Os grandes consumidores, que geram grandes volumes, normalmente vendem o resíduo para clientes já estabelecidos no mercado como fábricas de sabão, graxas, detergentes e outros. A coleta desse resíduo, nesse caso, é geralmente efetuada em poucos pontos na rede, pois os geradores oferecem grandes volumes. No entanto, nem todo volume dos grandes geradores é aproveitado. Uma parte ainda é desperdiçada e descartada no esgoto sanitário (GUABIROBA e D’AGOSTO, 2008).

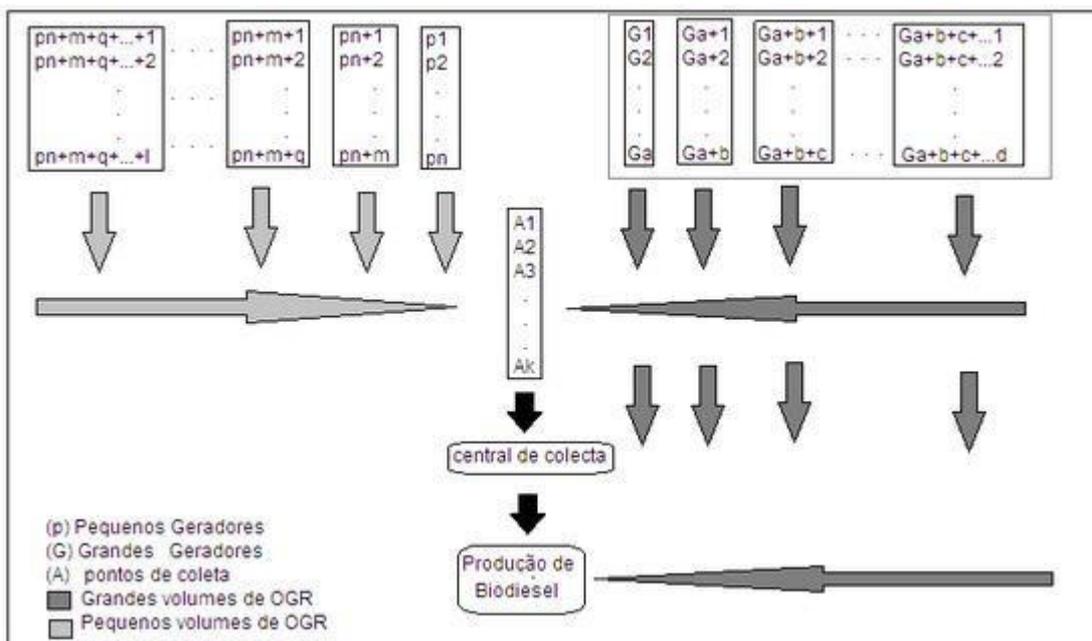
### Modelo Conceitual de Coleta de Óleo Gordura Residual

Na atualidade existem poucos modelos conceituais dedicados a padronizar a coleta de óleo de gordura residual. Os geradores podem ser classificados como: pequenos geradores e grandes geradores. Para a coleta é preciso um pequeno veículo que possibilite a retirada do OGR, dos pequenos geradores e dos grandes geradores (lanchonetes, baianas de acarajé, cozinhas industriais, etc.). Uma vez identificado os geradores é iniciado a coleta. É necessário que o OGR esteja resfriado para ser transferido em garrafas plásticas recicláveis ou tonéis e tambores de maiores tamanho até as centrais de coleta. Em seguida os materiais são

processados em pequenas unidades fabris com baixa especificidade de ativos onde os óleos são separados (NARASIMHARAO; SUSANTA; MANO, 2008).

É necessário tratamentos de filtragem e secagem para sua utilização como matéria prima na produção de biodiesel, sendo importante a realização de teste de índices de acidez para conhecer a concentração de ácidos graxos livres. O OGR normalmente possui impurezas adquiridas no processo de fritura dos alimentos (NARASIMHARAO; SUSANTA; MANO, 2008), após coleta, o primeiro passo da purificação é a filtragem, na qual, as partículas de alimentos suspensas são removidas juntamente com as demais impurezas. É estimada uma perda de um terço do volume coletado no processo de retirada de impurezas. Posteriormente é transferido para etapa de secagem, onde a umidade é ajustada em valores adequados, por fim armazenado adequadamente e encaminhado para seu destino de reaproveitamento (CLEANDIESEL, 2008; COSTA NETO, 2008).

A eficiência da coleta é fator mais importante para a redução dos custos ao longo da cadeia, decorre da capacidade de minimização dos custos de manuseio e transporte dos materiais, o que requer recipientes adequados à armazenagem e à programação das retiradas, guardando semelhança com o sistema de coleta de materiais da indústria automotiva, conhecido como milk-run (MOURA e BOTTER, 2002).



**Figura 2 - Modelo conceitual da coleta de óleo residual de fritura**  
 Fonte: Adaptado de Guabiroba e D'Agosto (2008)

O diagrama anterior contempla a combinação de duas práticas: coleta predominante em pontos de coleta e coleta predominante em grandes geradores. O principal motivo dessa

combinação é a otimização de um processo onde a tendência é o aumento de coleta e geração de OGR dentro de um futuro próximo, com objetivo de aproveitar a oferta desta matéria prima, não somente a coleta em pontos acumuladores, mas também coletar diretamente em grandes geradores. Outro motivo diz respeito à organização das centrais de coleta compostas por cooperativas criadas em comunidades carentes (GUABIROBA e D'AGOSTO, 2008).

### **Conclusão**

Na atualidade a matéria-prima predominante na produção dos biocombustíveis são os óleos virgens refinados. Para produção de óleo é necessário produzir grãos a partir de terras férteis. O que acaba criando uma competição entre a demanda para produção de biodiesel e a produção destinada a alimentos, o que inflaciona o preço final dos grãos. Partindo desta visão geral, a escolha da matéria-prima interfere de forma drástica e direta no custo final do biodiesel.

Assim, o OGR aparece como uma matéria prima interessante para a produção de biocombustíveis, devido à baixa interferência no setor alimentício, mas infelizmente possui dificuldades atreladas a sua coleta. Modelos aplicados em Japão onde prefeitura disponibiliza tanques para sua coleta é um exemplo de boa prática para que a comunidade contribua com o reaproveitamento deste resíduo. Deve ser aperfeiçoada a coleta dos grandes e pequenos geradores e aproveitar a tendência de aumento na geração de OGR, já que, a oferta desta matéria prima tende a crescer juntamente com o aumento da população.

A indústria do biodiesel é uma indústria que já está consolidada, alguns dos principais gargalos que ainda se apresentam no seu sistema produtivo são problemas de gestão de processos, por exemplo, os ocorridos na cadeia de suprimentos. Solucionar este tipo de problemas potencializa as possibilidades do biodiesel no mercado energético, o tornando mais competitivo.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao apoio financeiro da Pro-reitoria e Pesquisa e Inovação do Instituto Federal da Bahia (PRPGI-IFBA).

## Referências

- ATABANIA, A.E. B; A.S. SILITONGA A,C, IRFAN ANJUM BADRUDDINA, T.M.I. MAHLIAA, H.H. MASJUKIA, S. MEKHILEFD. A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 16, p. 2070– 2093, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.003>
- SINGHABHANDHU, Tetsuo TEZUKA. Prospective framework for collection and exploitation of waste cooking oil as feedstock for energy conversion. *Energy*, v. 35 p. 1839–1847, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.01.004>
- ARAUJO, V.; HAMACHER, S; SCAVARDA, L. Economic assessment of biodiesel production from waste frying oils. *Bioresource Technology*, v. 101, p. 4415–4422, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.101>
- BALAT, M. Potential alternatives to edible oils for biodiesel production– a review of current work. *Energy Convers Manage*, v. 52, n2, p. 1479–92, 2011.
- Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.10.011>
- BARBOSA, G. N; PASQUALETTO, A. Aproveitamento do óleo residual de fritura na produção de biodiesel. Goiânia.Universidade Católica de Goiás - Departamento de Engenharia -Engenharia Ambiental, 2006.
- BILLAUD F, GORNAY J, CONIGLIO L. Pyrolysis of secondary raw material from used frying oils. In: *Recents Progres en Geniedes Procedes*, v. 94, 2007.
- BOWERSOX, Donald J. *Logística Empresarial: o Processo de Integração da Cadeia de Suprimento*. 1edição. São Paulo: Atlas, 2007.
- CLEANDIESEL. A consciência ecológica na prática. Óleos e gorduras são definidos como substâncias insolúveis (não se misturam com água), 2008. Disponível em: <http://www.cleandiesel.com.br/>. Acesos em :04 mar. 2009.
- COSTA NETO, Pedro R.; ROSSI, Luciano F. S., ZAGONEL, Giuliano F.; RAMOS, Luciano P. Produção de bio-combustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. *Química Nova*, v.23, n.4 p. 531-537, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n4/2654.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2008.
- COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT. Disponível em: <<http://cscmp.org/>>. 2013
- CARVALHO R.B; OLIVEIRA L; JAMIL G.L. *Gestão Da Informação Aplicada À Logística: Estudo de Caso de uma Grande Agroindústria Brasileiro - VIII ENANCIB – Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação 2007*.
- DIAS, J. C. Q. - *Logística global e macrologística*. Lisboa: Edições Sílabo, 2005.

- DORADO, M., CRUZ, F., PALOMAR, J., LÓPEZ, F. An approach to the economics of two vegetable oil-based biofuels in Spain. *Renewable Energy* v. 31, p. 1231–1237, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2005.06.010>
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Bioenergy Growth Must be Carefully Managed*, 2007.
- GUABIROBA; D'AGOSTO, M. A. Uma Contribuição À Modelagem Onceitual Da Coleta De Óleo Residual De Fritura Em Áreas Urbanas Para Produção De Biodiesel. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós- Graduação e Pesquisa de Engenharia - COPPE Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.
- GUI MM, LEE KT, BHATIA S. Feasibility of edible oil vs. non-edible oil vs. waste dibble oil as biodiesel feedstock. *Energy*, v. 33, p. 1646–53, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2008.06.002>
- HOCEVAR, L. Biocombustível de óleos e gorduras residuais – a realidade do sonho. Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. 2005.
- IEA (International Energy Agency). *Biofuels for transport: an international perspective*. 2005. Disponível em: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2004/biofuels2004.pdf>
- KES MC, Tomas K. KEY. Barriers for bioenergy in Europe: economic conditions, knowhow and institutional capacity, and supply chain coordination. *Biomass and Bioenergy* v. 31, p. 443–52, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.01.008>
- KIRSTI D, JON H. Biofuel chain development in Germany: organisation, opportunities, and challenges. *Energy Policy*, v. 36, 485–489, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.08.010>
- LACERDA, L. Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. *Sargas Competencia em Logistica*. 2009.
- MARCHETTI, J., MIGUEL, V., ERRAZU, A. Techno-economic study of different alternatives for biodiesel production. *Fuel Processing Technology* v. 89, p. 740–748, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2008.01.007>
- MOURA, D. A.; BOTTER. Caracterização do Sistema de Coleta Programada de Peças, Milk Run. *RAE Eletrônica*, jan. 2002.
- NARASIMHARAO K., SUSANTA K. M, and MANO M. Spent Coffee Grounds as a Versatile Source of Green Energy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 56, n. 24, pp 11757-11760, 2008. DOI: 10.1021/jf802487s  
Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf802487s>
- NIRAJ KUMAR ; VARUN B ;SANT RAM CHAUHAN B. Performance and emission characteristics of biodiesel from different origins: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* v. 21, pp 633–658, 2013.  
Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.01.006>

- PAN, S.Y.; ZHANG, Y.; YU, Y.F.; YANG, S.Y.A. Comparative and analytical study of the organizational structure of biomass supply logistics based on transaction cost. *Logistics Technology* v, 29, n. 1, 106–118, 2010.
- PARENTE, E. J. S. Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Unigráfica, 2003.
- POZO, Hamilton. Administração de recursos materiais e patrimoniais. São Paulo, Ed. Atlas, 2008.
- ROGERS, D.S.; TIBBEN-LEMBKE R.S. Going backwards: reverse logistics trends and practices. Reno. Reverse Logistics Executive Council, 1998.
- SABESP. Programa de Reciclagem de Óleo de Fritura da Sabesp.2010
- SHARMA YC, SINGH B, UPADHYAY SN. Advancements in development and characterization of biodiesel: a review. *Fuel*, v. 87, n.12, pp 2355–73, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2008.01.014>
- SINGH SP, SINGH D. Biodiesel production through the use of different sources and characterization of oils and their esters as the substitute of diesel: a review. *Renew Sustain Energy Rev* v. 14, n. 1, pp 200–216, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.07.017>
- WU CZ, YIN XL, YUAN ZH, ZHOU ZQ, ZHUANG XS. The development of bioenergy technology in China. *Energy*, v.35, n. 11, pp. 4445–4450, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.04.006>
- YUSUF NNAN, Kamarudin SK, Yaakub Z. Overview on the current trends in biodiesel production. *Energy Convers Manage* v. 52 v.7. pp 2741–2751, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.12.004>
- ZHANG, Y.; CHEN, X.J.; JING, Y.M. Study on supply chain coordination system of biomass energy. *Logistics Technology* v.28, v3, 114-126, 2009.
- ZHANG, Y.; BAO XIANGTAIA, REN GANGA, CAI XIAOHUAA, LI JIAN B. Analysing the status, obstacles and recommendations for WCOs of restaurants as biodiesel feedstocks in China from supply chain' perspectives. *Resources, Conservation and Recycling* v. 60, p. 20– 37, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.11.014>

Submetido em: 23.12.2022

Aceito em: 24.01.2023