

ETEC PEDRO FERREIRA ALVES

Ensino Médio Integrado ao Técnico em Logística

Gustavo Henrique Catini da Silva

Larissa de Moraes Santos

Livia Maximiano da Silva

Livia Mantovani Rufino

Maria Luiza Barbosa Fracasso

Milena Victória Pelegrini

**LOGÍSTICA REVERSA: O REAPROVEITAMENTO DO ÓLEO DE
COZINHA USADO PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM MOGI
MIRIM E MOGI GUAÇU**

MOGI MIRIM-SP

2025

Gustavo Henrique Catini da Silva

Larissa de Moraes Santos

Livia Maximiano da Silva

Livia Mantovani Rufino

Maria Luiza Barbosa Fracasso

Milena Victória Pelegrini

**LOGÍSTICA REVERSA: O REAPROVEITAMENTO DO ÓLEO DE COZINHA
USADO PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM MOGI MIRIM E MOGI
GUAÇU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Teórico em Logística da ETEC Pedro Ferreira Alves, orientado pelos Profs. José Vicente e Christiano como requisito parcial para obtenção de título de Técnico em Logística.

MOGI MIRIM-SP

2025

RESUMO

A logística reversa do óleo residual de cozinha usado representa uma alternativa sustentável para o reaproveitamento desse resíduo. Este trabalho enfatiza sua conversão em biodiesel, analisa o processo de coleta e destinação do óleo, destaca os benefícios ambientais e sociais, além de evidenciar os principais desafios para a implementação das práticas da logística reversa.

Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, em conjunto com um estudo de caso com a cooperativa “Copper 3 R’s” e uma visita técnica no Instituto de Tecnologia de Mauá. Os resultados mostram que a reutilização do óleo contribui para a redução da poluição, a geração de energia limpa e o fortalecimento da economia circular. No entanto, a concorrência desleal de microempresários e o baixo volume coletado limitam a efetividade dessas práticas.

Assim, a implementação eficiente da logística reversa do óleo de cozinha usado exige maior visibilidade sobre questões de sustentabilidade, apoio institucional e conscientização da população sobre sua importância ambiental.

Palavras-chave: logística reversa. óleo de cozinha. biodiesel. sustentabilidade. economia circular.

ABSTRACT

The reverse logistics of used residual cooking oil represents a sustainable alternative for the reuse of this waste. This work emphasizes its conversion into biodiesel, analyzes the process of collecting and disposing of the oil, highlights the environmental and social benefits, and highlights the main challenges for the implementation of reverse logistics practices.

For this, a bibliographic research was carried out, together with a case study the cooperative "Copper 3 R's" and a technical visit to the Mauá Institute of Technology. The results show that the reuse of oil contributes to the reduction of pollution, the generation of clean energy and the strengthening of the circular economy. However, the unfair competition of microentrepreneurs and the low volume collected limit the effectiveness of these practices.

Thus, the efficient implementation of reverse logistics for used cooking oil requires greater visibility on sustainability issues, institutional support, and public awareness of its environmental importance.

Keywords: reverse logistics. cooking oil. biodiesel. sustainability. circular economy.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO DE LEITURA	7
2.1 LOGÍSTICA REVERSA	7
2.2 DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA NO BRASIL	9
2.3 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	10
2.4 5 R ´S	12
2.5 ÓLEO VEGETAL E SUA DESTINAÇÃO COMO ÓLEO DE COZINHA	14
2.6 IMPACTOS AMBIENTAIS.....	16
2.7 BIODIESEL.....	18
2.8 ECONOMIA CIRCULAR, GERAÇÃO DE EMPREGOS E OS BENEFÍCIOS SOCIOAMBIENTAIS RELACIONADOS À TRANSFORMAÇÃO DO ÓLEO DE COZINHA USADO EM BIODIESEL	19
3 VISITA TÉCNICA INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA: PRODUÇÃO	21
4 METODOLOGIA.....	26
5 ESTUDO DE CASO NA EMPRESA “Copper 3R ´s”	27
6 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

No início da Idade Contemporânea, a revolução industrial intensificou o uso de recursos naturais e a produção de resíduos em uma escala antes jamais vista, devido a um supercrescimento populacional, e consequentemente, o aumento de produtos e resíduos descartados incorretamente após o seu uso na natureza. A partir do século XX, ocorreu um avanço significativo na relação entre o homem e o meio ambiente, que originou na quebra dos paradigmas, de uma sociedade que, no passado negligenciava os danos que viriam à longo prazo afetando o ecossistema global. Em resposta a essa realidade, surgiram soluções como o reaproveitamento, a fim de contribuir e promover a conscientização dos seres humanos. No entanto, a adoção dessa prática sustentável ainda não possui sua devida relevância.

De acordo com a lei PNRS 12.305/10 (BRASIL, 2010) logística reversa é o 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. O ato de reaproveitar materiais é uma estratégia que faz parte da logística reversa, ou seja, tratando-se do fluxo inverso: Da fase de consumo de volta à produção. De maneira análoga a logística tradicional, que tem como foco movimentar os produtos ao longo da cadeia de suprimentos até o consumidor final.

Um dos principais agentes relacionados à poluição do meio ambiente é o óleo de cozinha pós-consumo, que, quando despejado em um local impróprio, contribui para a contaminação da água, do solo, da fauna e do ar, emitindo gás metano na atmosfera, colaborando para o aquecimento global. Segundo dados da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP, 2024) estima-se que 1 litro de óleo residual pode contaminar cerca de 25 mil litros de água, e no Brasil, todo mês 100 milhões de litros de óleo são descartados no ralo de forma irregular.

Dentro desse contexto alarmante, é evidente a necessidade de estimular a sustentabilidade ambiental e repensar em práticas cotidianas para descartar corretamente qualquer resíduo. Uma das opções com grande potencial é o reaproveitamento do óleo de cozinha usado para a produção de biodiesel, uma

energia renovável que se apresenta como uma alternativa mais limpa e menos poluente quando comparada aos combustíveis fósseis.

Por isso, o trabalho tem como objetivo analisar o processo de logística reversa do óleo de cozinha usado, a sua conversão em biodiesel e os benefícios que ele oferece para a construção de uma sociedade mais consciente e responsável com o meio ambiente. Além de investigar a percepção da população das cidades de Mogi Mirim e Mogi Guaçu, referente ao descarte desse resíduo. Portanto, a pergunta que norteia esse estudo é: “Como a logística reversa pode ser otimizada para ampliar o reaproveitamento do óleo de cozinha na produção de biodiesel?”.

2 REVISÃO DE LEITURA

2.1 LOGÍSTICA REVERSA

Segundo orientações do professor João Henrique obtidas por meio da aula técnica da disciplina de Logística (ETEC Pedro Ferreira Alves, 2022) a logística é o processo de planejar, executar e controlar o fluxo e armazenagem de forma eficiente e eficaz em termos de tempo, qualidade e custos em matérias primas, materiais em transformação e produtos acabados, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender as exigências do consumidor.

Por outro lado, a Logística Reversa (LR) segue o sentido contrário, desde o ponto de consumo até o ponto de origem. Esse conceito tem se tornado cada vez mais relevante no cenário atual em que vivemos, onde as questões ambientais, sociais e econômicas estão diretamente relacionadas ao consumo excessivo de recursos naturais e ao descarte inadequado de resíduos.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pelo Art. 3 da Lei nº 12.305/2010, logística reversa é definida como:

“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)

Logo, em outras palavras, é atribuído responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e o Poder Público, para que assim todos colaborem coletivamente, assegurando que ocorra o retorno dos resíduos sólidos, como produtos, materiais e embalagens do consumidor de volta à cadeia produtiva ou à destinação correta.

Seguindo ainda a lógica da Lei nº 12.305/2010 (PNRS), em específico o Art. 33, os consumidores têm o dever de descartar de modo correto os materiais, por meio de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) ou sistemas municipais de coleta seletiva. Os varejistas e comerciantes devem facilitar esse descarte, oferecendo locais adequados para que os consumidores devolvam os produtos e os fabricantes e distribuidores, por sua vez, são responsáveis por estruturar os sistemas de

logística reversa e garantir que os materiais retornem ao ciclo produtivo ou recebam um destino apropriado.

Nessa perspectiva, a LR surge como uma solução que pode ajudar as empresas a lidarem com a realidade dos produtos que são diariamente rejeitados, pós-consumo ou no fim de sua vida útil, contribuindo para a diminuição do desperdício e da poluição. Por isso, a classificamos em dois tipos: Logística pós-venda e a pós-consumo.

A pós-venda foca no retorno de produtos novos ou pouco utilizados que por algum motivo precisam voltar para empresa. Alguma das situações que podem levar isso a acontecer são os defeitos de fabricação, troca por insatisfação, erros no pedido e entre outros. Paulo Roberto Leite (2009) define essa categoria como:

“Logística reversa de pós-venda é a área específica de atuação da logística reversa que se ocupa do planejamento, da operação e do controle do fluxo físico e das informações logísticas correspondentes de bens de pós-venda, sem uso ou com pouco uso, que por diferentes motivos retornam pelos elos da cadeia de distribuição direta.” (Leite, 2009, p. 18)

A Logística Reversa de pós-consumo, trata do retorno do produto após sua vida útil, ou quando o consumidor já não tem mais utilidade para ele. O objetivo principal é reciclar, reaproveitar partes ou fazer o descarte correto. A vantagem econômica da logística reversa de pós-consumo, segundo Leite (2003), reside no aproveitamento de matéria-prima secundária, reduzindo custos industriais e promovendo a economia de recursos naturais.

Portanto, as empresas que gerenciarem de forma eficaz a logística reversa, irão investir em práticas sustentáveis que podem trazer benefícios econômicos, não apenas fortalecendo a sua imagem perante as exigências de maior proteção do meio ambiente, mas como também contribuindo para o futuro das próximas gerações, alinhando-se às crescentes demandas por inovação e sustentabilidade do mercado atual.

2.2 DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA NO BRASIL

O consumismo acelerado presente reforça a ideia de que os produtos têm sua vida útil cada vez menor, o que chamamos de obsolescência programada. Muitas empresas que no passado não se importavam com o descarte que seus produtos teriam, hoje se voltam para a área da LR, seja por pressão da legislação e de seus consumidores ou por uma melhora significativa no marketing empresarial.

Entretanto, a implementação da logística reversa no Brasil enfrenta diversos desafios, tanto estruturais, quanto operacionais, que dificultam as organizações de aplicá-las na prática com eficiência. Podemos citar como um problema os altos custos operacionais, já que o transporte de retorno, a manutenção de centros de coleta e a estruturação de sistemas de triagem demandam investimentos superiores aos da logística tradicional.

Além disso, a deficiência da infraestrutura adequada de transportes e armazenamento no país, é um dos principais desafios, pois há regiões, em especial as rurais, distantes ou inacessíveis, que não possuem centros de coletas ou de reciclagens necessários, o que torna ainda mais difícil de fazer os resíduos voltarem para a sua cadeia produtiva, e conseqüentemente, aumenta o custo operacional para implementar a LR.

“Verificou-se que 60% da população pesquisada reconhece que o descarte inadequado dos celulares gera problemas ambientais, entretanto, apenas 35% reconhecem que o descarte inadequado gera também problemas à saúde humana ... evidenciando a necessidade de se conscientizar os consumidores quanto aos riscos, e principalmente, oferecer aos consumidores posto de coletas para estes equipamentos” (Silva Gonçalves e Bachmann, 2016).

Leite (2009), aponta que a logística reversa só funciona bem quando há cooperação entre todos na cadeia produtiva, do produtor ao consumidor. Apesar de todos esses impasses, no futuro, a logística reversa, possivelmente, vai além da obrigação, transformando-se numa estratégia-chave, que é fundamental para empresas responsáveis.

2.3 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

O que move o ser humano é a ambição. Porém, com os avanços tecnológicos, o desejo de consumir e o tédio de possuir agravam o aumento da produção e do descarte de resíduos. Seguindo essa lógica, na década de 1970 surgiu a preocupação com a sustentabilidade ambiental, logo quando o mundo começou a viver da troca rápida de bens, e muitos produtos acabavam se tornando inúteis, mesmo que ainda funcionassem. Contudo, apenas no ano de 1987 a Comissão Brundtland, Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU, criou o conceito de desenvolvimento sustentável.

O objetivo da sustentabilidade é apresentar práticas que ajudem a população e as empresas a manterem o seu desenvolvimento sem comprometer os recursos naturais. A plataforma Atitudes Sustentáveis (2012) mostra como esse termo foi proposto para que a sociedade o adotasse:

“Sustentabilidade é um termo que foi criado para definir um conjunto de ações relacionadas umas com as outras e atividades humanas que visam suprir as atuais necessidades sem prejudicar as próximas gerações, ou seja, a sustentabilidade está diretamente ligada ao desenvolvimento econômico, social, ambiental e cultural para que se possam evitar contínuas agressões ao meio ambiente, fazendo com que seja feita a utilização inteligente dos recursos naturais para que se garanta um desenvolvimento sustentável.” (ATITUDES SUSTENTÁVEIS, 2012)

Entre todos os resíduos, o óleo de cozinha saturado é um dos mais negligenciados: Por ser líquido e aparentemente inofensivo para o meio ambiente, ele com frequência é descartado diretamente em pias, ralos ou nos solos. Por isso, reciclar e reutilizar resíduos se tornou uma das maneiras de colaborar positivamente com o mundo.

A relação entre o homem e a natureza necessita ser orientada por princípios éticos desde a formação do indivíduo, em especial por meio da educação, para que assim, seja possível moldar os comportamentos dos cidadãos, tornando-os conscientes de que as suas escolhas trazem consequências que afetam a qualidade de vida coletiva. Segundo a Constituição Brasileira de 1988, foi instituído pela Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que é responsabilidade do Poder Público promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino, além de conscientizar a população sobre a preservação do ecossistema (BRASIL, 2016), ou

seja, trata-se de uma lei que, embora esteja regulamentada, nem sempre é cumprida na prática.

2.4 5 R'S

Baseando-se que a educação ambiental é essencial para tornar o presente e o futuro mais sustentável, devemos nos atentar com as práticas que adotamos ao longo da vida. De acordo com o Programa Das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2024), a extração dos recursos naturais triplicou nas últimas cinco décadas, podendo aumentar 60% até em 2060.

Como método de reduzir e possuir mais controle desses e outros danos de poluição, uma política de ações foi criada com o objetivo de mudar o comportamento humano e propor um estilo de vida mais consciente quando relacionado ao meio ambiente, sendo conhecida como a prática das 5 R's da sustentabilidade: Reduzir, Reutilizar, Reciclar, Recusar e Repensar.

O princípio dos 5 R's está vinculado ao livro “Desperdício Zero”, escrito por Bea Johnson em 2016. Ela é conhecida por ser pioneira do movimento, propondo mudanças sustentáveis e mostrando que é possível viver bem consumindo menos, segue a lógica de raciocínio da autora (JOHNSON, 2016):

1. R - Reduzir

Poupar e economizar nossos recursos naturais, diminuir a criação de lixões e aterros sanitários, desperdiçar menos bens materiais e matérias primas são hábitos que irão nos ajudar a eliminar itens desnecessários e ao mesmo tempo nos atentar aos impactos que as compras futuras terão.

2. R - Reutilizar

Utilizar novamente produtos que seriam descartados, prologando seu ciclo de vida e reaproveitar embalagens ao invés de jogá-las fora irá diminuir significamente a geração de resíduos no mundo todo.

3. R - Reciclar

Ao reaproveitar um produto e transformá-lo em matéria prima de novo, criando produtos novos com as mesmas características que o anterior, ou totalmente novo, apenas com os materiais reciclados ajuda a reduzir a quantidade de lixo.

4. R - Recusar

O que não precisamos, deverá ser recusado, essa etapa irá controlar o consumo, tendo somente a aquisição de bens necessários. Ao recusarmos produtos que prejudicam nossa saúde, bem-estar e o meio ambiente, contribuiremos para um mundo mais limpo.

5. R - Repensar

Todos os seres humanos devem refletir sobre as práticas e como elas vão afetar o ecossistema e o coletivo. As empresas também se enquadram nisso, tendo que se atentar aos processos socioambientais de seus produtos. Ainda é reforçado que devemos pensar novamente, repensar e refletir se precisamos e necessitamos comprar algo novo ou se estamos apenas seguindo as práticas do consumismo.

Com isso em mente, essas cinco práticas são interligadas e, quando implementadas de forma eficaz, podem levar a uma significativa redução do impacto ambiental e à promoção de um desenvolvimento mais sustentável. A adoção dos 5 R's é, portanto, uma responsabilidade compartilhada que envolve governos, empresas e cidadãos.

Conforme destacado por Castro Silva (2015), a reciclagem de óleos residuais para biodiesel representa uma solução ambientalmente adequada, ao mesmo tempo em que reduz custos com matéria-prima. A incorporação dos 5 R's na cadeia do biodiesel, portanto, não apenas reduz os impactos ambientais, mas também fortalece o caráter socioeconômico do setor ao promover o uso racional de recursos, a reutilização de subprodutos e a reciclagem de resíduos, cria-se um sistema produtivo alinhado aos princípios da economia circular e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 7 (energia limpa e acessível) e o ODS 12 (consumo e produção responsáveis).

2.5 ÓLEO VEGETAL E SUA DESTINAÇÃO COMO ÓLEO DE COZINHA

Segundo o canal “Tudo sobre saúde” (2023, 0min42s):

“O óleo vegetal é uma gordura que tem sua extração feita através de plantas formadas por triglicerídeo, que é uma substância retirada das sementes. Além disso, o óleo vegetal pode ter suas gorduras extraídas de outras partes da planta, como galhos, folhas e raízes que podem ser utilizados para conseguir o óleo, porém a extração em maior parte é adquirida das sementes mesmo.”

O fato é que no mundo, temos diversos tipos de sementes que podem ser fonte da produção de diferentes óleos de cozinha, podendo ser de: Canola, milho, girassol, algodão, oliva e muitas outras. Contudo, no país o farelo da soja segue sendo o insumo mais relevante, por conter um alto nível de proteína e qualidade. (CORECON, 2011)

Embora o grão de soja possua uma porcentagem de óleo menor que a de outros grãos, como por exemplo, girassol e canola, o seu tempo de cultivo e produção é mais acessível, sendo o óleo de soja o mais utilizado mundialmente para alimentação. (IPEA, 2021)

A soja é explorada a mais de 5 mil anos, primeiramente sendo cultivada no norte da China, expandindo-se depois no século XI a.C para o sul da China, sudeste da Ásia, Coréia e Japão. Ela é reconhecida como uma das plantas mais antigas do planeta, porém, sua importância comercial global iniciou-se há muito tempo depois, a partir da segunda década do século XX, no contexto histórico da Primeira Guerra Mundial, quando o Estados Unidos decidiu explorá-la industrialmente (primeiro como forrageira, que são plantas para alimentação animal e, posteriormente, como um grão). (EMBRAPA, 2004)

No Brasil, mais especificamente na Bahia, em 1877, durante o reinado de Dom Pedro II, a primeira Escola de Agronomia do Brasil foi oficialmente inaugurada e diversos estudos estavam sendo iniciados na instituição, dentre eles, o da soja, cujo primeiro registro de pesquisa da soja no país foi feito pelo professor Gustavo D’Ultra, em 1882. (EMPRAPA SOJA, 2016).

Segundo Embrapa (2014, 2021)

“A soja é uma das principais culturas do Brasil e constitui a principal matéria-prima para produção de óleo vegetal, sendo amplamente cultivada em diferentes regiões do país”

No uso doméstico, o óleo vegetal é utilizado como óleo de cozinha, para frituras em geral (Figura 1), na fabricação de alimentos como maionese e margarina (Figura 2), tempero para salada, gorduras vegetais, entre outros.



Figura 1. Carne de porco frita em estacas

Fonte: Ivabalk – Pixabay, sob licença gratuita (2016)



Figura 2. Margarina com faca

Fonte: ds_30 - Pixabay, sob licença gratuita (2020).

2.6 IMPACTOS AMBIENTAIS

O artigo 225 da Constituição de 1988 diz que:

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

Dessa maneira, torna-se claro que a responsabilidade de cuidar e proteger o meio ambiente não é apenas do Poder Público, mas também de toda a população. Os resíduos, em conjunto com os impactos causados pelo descarte incorreto na natureza, despertam uma preocupação entre todos os cidadãos. O aumento do debate da sustentabilidade, da necessidade de maior conscientização e de eventos como a COP30 (Conferência das Partes, 30ª edição), para avaliar a situação das mudanças climáticas, indicam essa mudança.

Com a crescente taxa de natalidade das pessoas e dos consumos feitos por elas, esses problemas tendem a piorar, pelo fato do descarte ser um dos principais responsáveis pelos danos causados ao planeta. Visto que, o óleo residual pós consumo é considerado como um resíduo poluente, gerado diariamente nas casas, restaurantes e estabelecimentos em todos os países. Por sua vez, ele acaba sendo despejado diretamente nas águas, como em rios e riachos ou diretamente nas pias e vasos sanitários, o que faz esse resíduo ir parar nos sistemas de esgoto, acarretando danos nos canos e trazendo como consequência o encarecimento dos processos de tratamento de água, além de poluir toda a flora e a fauna aquática que entra em contato com esse líquido poluído pelo óleo de cozinha. (Castellanelli et. Al, 2007)

A destinação correta desse resíduo evita multas, reduz custos de manutenção, melhora a imagem da empresa, contribui para a preservação ambiental e a economia circular. No Brasil, a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais estima que cerca de 9 bilhões de litros de óleo vegetal são produzidos por ano no país, porém, apenas 2,5% têm a sua destinação correta. (ABIOVE, 2022). Além desse dado, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) trazem informações referentes aos municípios brasileiros, onde cerca de 39,7% não possuem

saneamento básico em seus respectivos lares. Isso em outras palavras significa que muitas famílias vivem sem acesso à água potável, à coleta de lixo doméstico e o tratamento de esgoto.

Devido a isso, o descarte de não somente o óleo de cozinha usado, mas de todos os tipos de resíduos, são descartados em locais impróprios. Diante desses dados, surge a reflexão: Se as políticas públicas não forem efetivas em diminuir esses números, como a população irá se desenvolver e avançar em relação à conscientização ambiental, aprendendo sobre o descarte correto, e consequentemente, o que é o certo e o que é errado?

2.7 BIODIESEL

Torna-se evidente que a demanda de energia vem crescendo significativamente por consequência do crescimento populacional e da chegada de novas tecnologias, mostrando que ela é primordial para os seres humanos conseguirem se desenvolver, devido estar ligada diretamente desde a função básica que é manter os corpos humanos em funcionamento, até a sua utilização em equipamentos elétricos e para promover a locomoção das pessoas.

Contudo, o uso de combustíveis fósseis, que nada mais é do que uma fonte de energia não renovável, é um dos principais causadores de poluentes na atmosfera, agravando problemas ambientais e climáticos. No entanto, a preferência por esse recurso vem dos custos iniciais mais baixos para a instalação e da ausência de desenvolvimento das tecnologias de energias renováveis. O petróleo pode ser considerado como um exemplo disso, ele continua a ser extremamente usado mundialmente, apesar dos desafios ambientais que geram.

De acordo com o site Wordometer (2025), é indicado que restam aproximadamente 38 anos para o fim do petróleo, com base nas reservas atualmente conhecidas e no consumo global. Essa contagem regressiva reflete o seu uso intensivo e crescente. É dentro desse contexto que as fontes de energias renováveis entram em ação, ganhando um destaque diferencial, devido sua disponibilidade e por ser uma solução eficaz para a sustentabilidade, geração de empregos, redução de impactos ambientais e o fortalecimento da economia circular. Dito isso, o biodiesel cada dia que se passa vem ganhando força para substituir os dieséis fósseis, derivados do petróleo e utilizados como combustíveis.

O biodiesel é um biocombustível produzido a partir de óleos e/ou gorduras, de origem vegetal ou animal (ANDRADE; GALVÃO, 2014). As matérias primas utilizadas em sua produção podem ser tradicionais, como por exemplo, os óleos comestíveis e não comestíveis, gorduras animais, restos de frango, óleo de algas, óleos e gorduras residuais, óleo de peixe usado e entre outros. (AMBAT; SRIVASTAVA; SILLANPÄÄ, 2018).

A partir disso, o óleo de cozinha saturado, resíduo foco deste trabalho, possui um enorme potencial de reaproveitamento para transformação em biodiesel. Isso se deve ao fato da matéria prima do mesmo ser de origem vegetal, a mesma característica presente no óleo de cozinha.

2.8 ECONOMIA CIRCULAR, GERAÇÃO DE EMPREGOS E OS BENEFÍCIOS SOCIOAMBIENTAIS RELACIONADOS À TRANSFORMAÇÃO DO ÓLEO DE COZINHA USADO EM BIODIESEL

A sustentabilidade, em conjunto com a logística reversa, está se tornando um dos pilares centrais para transformar resíduos que precisam ser descartados em novos produtos. No cenário ambiental atual, é perceptível impasses relacionados ao modo que a sociedade descarta o óleo de cozinha pós-consumo, tanto como o impacto que é causado no meio ambiente, quanto pelo desperdício de um insumo que pode ser reaproveitado.

Dentro desse cenário, a economia circular surge como uma proposta inovadora e sustentável, que busca separar o desenvolvimento econômico da exploração intensiva de recursos. Segundo a Ellen MacArthur Foundation (2015), esse conceito fundamenta-se em três princípios centrais: eliminar resíduos e poluição desde o design inicial, manter produtos e materiais em uso pelo maior tempo possível e regenerar sistemas naturais, ou seja, é proposto que os produtos sejam concebidos considerando sua durabilidade, possibilidade de reparo, capacidade de reutilização e reciclagem, de modo a reduzir impactos ambientais e prolongar o ciclo de vida dos materiais.

Além da dimensão ambiental, a economia circular também traz benefícios sociais e econômicos. De acordo com Stahel (2016), ao incentivar a manutenção, o reuso e a remanufatura, esse modelo gera novas oportunidades de trabalho, fortalece cadeias produtivas locais e promove maior eficiência na utilização de recursos (TNX, BRASIL, 2025). Portanto, há iniciativas de projetos, como por exemplo, o “Projeto Óleo Legal” criado por Rodrigo Martins de Almeida, que atua tanto na cidade de Mogi Guaçu, quanto na cidade de Mogi Mirim, com a finalidade de recolher o óleo usado, que seria descartado no ralo, lixo ou locais impróprios e destiná-lo à venda para empresas que o utilizam como matéria-prima para produzir biodiesel.

Um exemplo marcante dessas conquistas sociais é o funcionamento das cooperativas de catadores de materiais recicláveis, que é formada muitas vezes por pessoas marginalizadas, especialmente antigos catadores ou moradores de rua. Essas cooperativas representam uma alternativa real de trabalho para aqueles que não têm acesso a empregos formais, organizando-se de forma autônoma e

contando com apoio e parcerias de órgãos públicos, como prefeituras, programas de coleta e incentivos. Nesse contexto, uma iniciativa foi criada, denominada como Cataki, aplicativo lançado em 2017, conectando catadores a pessoas que geram resíduos, promovendo inclusão socioproductiva e remuneração justa.

Assim, conclui-se que, a transformação do óleo de cozinha usado em biodiesel demonstra como a economia circular pode gerar impactos positivos dentro de uma sociedade. Logo, ao reaproveitar um resíduo altamente perigoso para o meio ambiente, reduz-se a poluição e promove-se a conscientização da população que será incentivada a separar esses e outros resíduos corretamente. Essa cadeia produtiva em específico gera empregos e oportunidades de renda extra, especialmente em comunidades locais.

Por fim, os benefícios socioambientais são claros: Melhora na educação ambiental dos indivíduos, redução de impactos como descarte do óleo residual em 0, menor emissão de gases poluentes porque o biodiesel produz menos CO² (dióxido de carbono) e partículas comparado ao diesel fóssil, diminui lixo domésticos e industriais e evitando entupimentos nas tubulações de esgoto e contaminações das águas, prevenindo doenças.

3 VISITA TÉCNICA INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA: PRODUÇÃO

Com o objetivo de construir e formar uma base de conhecimento legal e técnica, relacionada ao modo como funciona a produção para criar o biodiesel a partir do óleo de cozinha usado, foram buscados locais especializados na realização dessa transformação, visto que houve uma enorme dificuldade em obter resultados quando o assunto tratado era a produção desse biocombustível em instituições e empresas de Mogi Mirim e Mogi Guaçu. Logo, a instituição encontrada foi a Faculdade Instituto Mauá de Tecnologia, localizada em São Caetano do Sul (SP), a cerca de 170 km de distância das cidades mencionadas neste trabalho.

Segundo a professora e doutora Giovanna Lovato, que nos acompanhou durante todos os processos, o biodiesel é produzido a partir de uma reação química chamada de transesterificação. Essa reação acontece quando um óleo ou gordura reagem com um álcool, se transformando em moléculas menores. Essa reação acontece através da junção do metanol, mais conhecido como álcool metílico (figura 1) e um catalisador básico (NaOH), que no caso é uma substância conhecida como hidróxido de sódio ou soda cáustica (figura 2).

Porém, antes da produção de biodiesel se iniciar, o óleo de cozinha deve passar por etapas essenciais, denominadas como pré-tratamento para que de fato seja possível realizar a transformação. Esse pré tratamento é composto pela etapa de filtragem e em seguida a secagem.



FIGURA 1. Álcool metanol sendo despejado dentro de um béquer de 4 litros.

Fonte: Maria Luiza Barbosa Fracasso (2025)



FIGURA 2. Hidróxido de sódio sendo pesado em balança

Fonte: Maria Luiza Barbosa Fracasso (2025)

Para fazer uma pequena receita de 14 litros de óleo, foi necessário utilizar de um cálculo básico, com o intuito de identificar a quantidade necessária de cada substância. Segue abaixo:

Para cada garrafa que contém 1,5 L de óleo, é necessário:

- 318 ml de álcool metanol
- 8,33 g de NaOH

Se foi utilizado 14 L de óleo no total, precisamos:

- Primeiro, descobrir quantas garrafas de 1,5 L cabem em 14 L:
- $14/1,5 = 9,33$
- Ou seja, foi utilizado 9 garrafas cheias + $1/3$ de garrafa.

Agora multiplicar a quantidade de reagentes por esse número de garrafas:

- Álcool metano: $318 \times 9,33 \approx 2,968$ L
- NaOH: $8,33 \times 9,33 \approx 77,75$ g

Conta para tirar a prova:

- $318/1,5 \times 14 = 2.968$

As medidas devem ser exatas, não podendo estar a menos ou ultrapassando, o processo é exotérmico, ou seja, irá ocorrer uma liberação de calor

ao misturar esses dois reagentes, por isso, a orientação é que se utilize equipamento de proteção individual (EPI), realizando a operação sob capela química, com o béquer parcialmente tampado com papel alumínio ou plástico filme para minimizar a exposição ao vapor de metanol. (Figura 3)



Figura 3. Papel filme selando o béquer

Fonte: Maria Luiza Barbosa Fracasso (2025)

Com um agitador magnético em barra (“peixinho”), dentro do béquer de 4 litros já fechado, que está sob agitador magnético, deve-se misturar a quantidade do cálculo final de álcool metanol com o hidróxido de sódio, assim formando uma mistura chamada metilato de sódio (Figura 4).



Figura 4. Peixinho agitando sob agitador magnético e misturando 2 reagentes

Fonte: Maria Luiza Barbosa Fracasso (2025)

Após isso, o óleo de cozinha usado deverá ser transferido para um reator industrial (figura 5), para que ele se aqueça atingindo aproximadamente 55°C, com

uma agitação constante de 600 rpm (rotações por minuto). Quando ele atingir a temperatura desejada, o metilato de sódio será adicionado cuidadosamente no reator (Figura 6), mantendo a agitação de 600 rpm e a reação a 55°C por 60 minutos.



Figura 5 – Reator industrial

Fonte: Maria Luiza Barbosa Fracasso (2025)



Figura 6 – Adicionando metilato de sódio no reator

Fonte: Maria Luiza Barbosa Fracasso (2025)

Por fim, a última etapa é a separação das fases, que ocorre quando desligamos o reator e passamos a mistura para um béquer grande, deixando-o descansar por cerca de 30-60 minutos, e será nesse período que a decantação irá acontecer, separando o biodiesel (combustível) da glicerina (subproduto) que se soltou do óleo de cozinha durante a transformação (Figura 7 e 8).



Figura 7 – Mistura após sair do reator, sem repouso

Fonte: Maria Luiza Barbosa Fracasso (2025)



Figura 8 – Mistura após descanso, onde a parte debaixo mais escura é a glicerina e a parte superior é o biodiesel pronto para uso

Fonte: Maria Luiza Barbosa Fracasso (2025)

4 METODOLOGIA

O método adotado neste trabalho é um estudo de caso na empresa “Copper 3 R’s”, fundamentando-se em uma revisão bibliográfica e em uma visita técnica experimental. Primeiramente, foi realizada uma pesquisa teórica em livros, revistas, leis brasileiras e artigos científicos de autores confiáveis na área da logística reversa, dos 5’Rs e do biodiesel. Conforme a revisão foi sendo feita, tornou-se possível compreender o tema.

Em seguida, foi feita uma visita para ganho maior de conhecimento na prática sobre produção de biodiesel a partir do óleo de cozinha usado, na Faculdade Instituto Mauá de Tecnologia, em São Caetano do Sul (SP).

5 ESTUDO DE CASO NA EMPRESA “COPPER 3R’S”

No site BiodieselBr, de acordo com Márcio Barela, coordenador de sustentabilidade da empresa Cargill (2023) é muito mais fácil, simples e prático para as pessoas descartarem o óleo de cozinha usado na pia do que procurarem pontos de coleta ou armazenarem adequadamente esse resíduo dentro de garrafas pets para entregarem aos coletores que passam nas ruas. Por isso, torna-se claro que para a logística reversa do óleo de cozinha pós-consumo acontecer, é necessário primeiro conscientizar o consumidor.

Mogi Guaçu é um município localizado no interior de São Paulo, e a sua área territorial é de aproximadamente 812,753 m² (IBGE, 2024) com a população estimada em 153.658 de habitantes (IBGE, 2022). Este estudo de caso foi desenvolvido com o auxílio da cooperativa "Copper 3 R's", localizada na cidade de Mogi Guaçu, com a finalidade de buscar compreender os processos de logística reversa do óleo de cozinha usado.

No desenvolvimento do projeto foi aplicado um estudo de caso com a cooperativa "Copper 3 R's", localizada na cidade de Mogi Guaçu, que conta com 71 associados. As informações foram obtidas a partir de uma entrevista direta com a educadora ambiental Maria Beatriz Vedovella Bimbatí, que compartilhou dados relevantes sobre o valor agregado significativo desse resíduo, afinal dentro da cadeia de reciclagem seu preço é superior aos demais resíduos sólidos, sendo assim, atualmente custando R\$4,50 por litro. Isso o torna um material de interesse econômico considerável, deste modo fazendo com que microempresários se apropriem da atividade que historicamente é dos catadores.

Diante disso, outro desafio recorrente é a limitação de volume recolhido, devido a falta de conscientização populacional onde muitas das vezes não há conhecimento sobre os pontos de coleta da região. Logo, trimestralmente é coletado apenas de 2 a 3 tambores de 200 litros, com a sua destinação produtiva sendo para biocombustível e sabão caseiro.

No entanto, ainda há grandes desafios para a ampliação da logística reversa, pois as pessoas ignoram que o óleo, apesar da sua textura e consistência, é um resíduo sólido e de difícil manuseio, e ainda sim os condomínios e os moradores

enviam para a cooperativa muitas embalagens que não tem reciclabilidade, dificultando o serviço.

Portanto, ao concluir esse estudo, se tornou evidente que a concorrência desleal, a falta de valorização do trabalho dos catadores, a baixa quantidade de óleo usado coletado, a escassez de mão de obra e, principalmente, a ausência de conscientização da população são os maiores desafios para conseguir garantir que o óleo residual pós-consumo tenha uma destinação ambientalmente correta e sustentável.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo geral analisar o processo sustentável do óleo residual por meio da logística reversa, destacando seu potencial de transformação em biodiesel como alternativa viável aos combustíveis fósseis. Além disso, buscou-se avaliar a eficiência desta prática diante deste cenário preocupante de descarte inadequado do óleo de cozinha usado, bem como, conscientizar a sociedade sobre os benefícios ambientais e econômicos do reaproveitamento deste resíduo.

A análise dos impactos evidenciou a extrema importância de compreender que a preservação ambiental não é apenas responsabilidade do poder público, mas também de todos os cidadãos. Essa corresponsabilidade torna-se ainda mais relevante diante de resíduos altamente poluentes, como o óleo residual, que, quando descartado de forma indevida, contribui para a contaminação das águas e ocasiona problemas como o entupimento de sistemas de esgoto.

A destinação correta desse resíduo, por sua vez, promove benefícios econômicos e sociais, uma vez que, a redução da poluição reflete diretamente na melhoria da qualidade de vida da população. A correta destinação do óleo residual possibilita sua transformação em produtos que impactam positivamente o meio ambiente, como o biodiesel. Esse biocombustível contribui para a redução da poluição atmosférica, apresenta maior segurança em relação ao diesel fóssil, gera empregos ao longo de sua cadeia produtiva e oferece diversos outros benefícios de ordem social, econômica e ambiental.

Com base no estudo para que o óleo de cozinha residual seja menos poluente, propõe-se a implementação de um programa permanente de coleta seletiva, coordenado pelo poder público em parceria com cooperativas de reciclagem, empresas privadas e instituições de ensino. Tal iniciativa deve incluir a instalação de pontos de coleta em locais de grande circulação, como supermercados, escolas e restaurantes, além da promoção de campanhas educativas e oficinas voltadas à conscientização da população sobre os riscos do descarte inadequado, principalmente em instituições de ensino, pois elas são a base para a formação a conscientização ambiental dos indivíduos. Essa medida não só diminuirá os impactos ambientais, como também impulsionará o

fortalecimento da cadeia produtiva do biodiesel, estimulando práticas sustentáveis e a economia circular.

REFERÊNCIAS

ABIOVE, **Associação Brasileira Das Indústrias De Óleos Vegetais**. Balanço Oferta/Demanda Complexo Soja Brasil. 2022. Disponível em: <https://abiove.org.br/estatisticas/>>. Acesso em: 18 jun. 2025

AMBAT, Indu; SRIVASTAVA, Varsha; SILLANPÄÄ, Mika. **Recent advancement in biodiesel production methodologies using various feedstock: A review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 90, p. 356-369, jul. 2018. Acesso em: 22 mai. 2025

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. 14 jul. 2025

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Acesso em: 04 mai. 2025

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 28 abr. 1999. Acesso em: 02 mai. 2025

CASTELLANELLI, Carlo; MELLO, Carolina Iuva; RUPPENTHAL, Janis Elisa HOFFMANN, Ronaldo. **Óleos comestíveis: o rótulo das embalagens como ferramenta informativa**. In: I Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí. 2007. <http://www.ensus.com.br/1poster/%D3leos%20Comest%EDveis%20-%200%20R%F3tulo%20das%20Embalagens%20como%20Ferramenta%20I.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2025

CASTRO, F. S.; SILVA, G. F. **Produção de biodiesel a partir de óleo residual: uma alternativa sustentável**. Revista Virtual de Química, v. 7, n. 3, p. 882–891, 2015. Acesso em: 20 ago. 2025

EMBRAPA. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1004061/o-agronegocio-da-soja-nos-contextos-mundial-e-brasileiro>. Acesso em: 15 ago. 2025

EMBRAPA. **Estudo prospectivo de óleos vegetais**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2021. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1134892/estudo-prospectivo-de-oleos-vegetais>. Acesso em: 15 ago. 2025

EMBRAPA SOJA, 2016 **LivroEmbrapaSojadesenvolvimentoBROL.pdf** (EMBRAPA SOJA, 2016). Acesso em: 15 ago. 2025

GALVÃO, ANDRADE, Isadora Lucena; GALVÃO, Viviane. **Rede de Colaboração científica das principais oleaginosas envolvidas na produção do biodiesel no Brasil**. Diálogos e Ciências, n. 34, p. 24-27, 2014. Acesso em: 21 ago. 2025

GRUPO MUDA; **Os desafios da Logística reversa no Brasil** - Grupo Muda | Ambipar. Acesso em: 10 jul. 2025

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2017**: Abastecimento de água e esgotamento sanitário. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/45f7422705c07ef3409d076fd95bd516.pdf. Acesso em: 01 set. 2025

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB)**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html>. Acesso em: 01 set. 2025

IPEA – **INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA**. Soja: estudo sobre a dinâmica da cadeia produtiva brasileira. Brasília: Ipea, 2021. Acesso em: 01 set. 2025

JOHNSON, Bea. **Desperdício Zero: Simplifique sua vida reduzindo o desperdício em casa**. 2. ed. Lisboa: Editorial Presença, 2016. Acesso em: 06 jun. 2025

LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, (2009). Acesso em: 04 jun. 2025

LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, (2003). Acesso em: 04 jun. 2025

PNUMA – **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. Relatório sobre a extração global de recursos naturais. Nairobi: ONU Meio Ambiente, 2024. Acesso em: 25 jul. 2025

SABESP. Água e óleo não se misturam [folheto]. Out. 2024. Disponível em: <https://www.sabesp.com.br/assets/images/folhetos/sabesp-agua-oleo-nao-se-misturam.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2025.

SARAIVA, O. F.; LEITE, R. M. V. B. de C. (Orgs.). **Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja 2004**. Londrina. Acesso em: 09 jul. 2025

SILVA, L. A.; GONÇALVES, A. M.; BACHMANN, R. K. **Logística reversa do lixo tecnológico: um estudo sobre o comportamento dos consumidores de aparelhos móveis**. Revista GEPROS – Gestão da Produção. Acesso em: 10 set. 2025.

TNX BRASIL. **A economia circular vai revolucionar as empresas, os países e criar riqueza através dos resíduos**. Disponível em: <https://tnxbrasil.com.br/a-economia-circular-vai-revolucionar-as-empresas/>. Acesso em: 26 out. 2025.

YOUTUBE. **Reportagem sobre sustentabilidade e meio ambiente**. Disponível em: <https://youtu.be/w2l5RYfGOKo?si=Bm7WeEd32m4-g5yE> Acesso em: 26 out. 2025.