

A IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA REVERSA DO ÓLEO DE COZINHA NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

THE IMPORTANCE OF REVERSE LOGISTICS OF COOKING OIL IN BIODIESEL PRODUCTION

Adriano Macri de Barros¹

Felipe Aleixo Labanca²

Egiane Carla Camillo Alexandre³

Silvio Ribeiro⁴

Rogério Pinto Alexandre⁵

RESUMO: A logística reversa, que inclui a reutilização e reciclagem de materiais descartados, torna-se crucial para o ciclo de vida dos produtos, promovendo benefícios econômicos, ambientais e de imagem corporativa. No Brasil, o rápido crescimento desse setor é impulsionado pela globalização e pelos avanços tecnológicos, visando atender às demandas de controle de custos, melhoria na qualidade e cumprimento de prazos. A gestão eficaz dos resíduos, como o óleo de cozinha usado, é essencial para práticas sustentáveis, com iniciativas de reciclagem desse óleo para produzir biodiesel, destacando-se como uma solução econômica e ambientalmente responsável. O objetivo deste estudo é verificar como a logística reversa do óleo de cozinha pode auxiliar no processo de fabricação do biodiesel, com um estudo de caso único em uma empresa deste segmento, sendo possível aprofundar o conhecimento e a compreensão sobre os desafios e a relevância dessa prática na indústria do biodiesel.

Palavras-chave: Óleo de cozinha. Meio ambiente. Biodiesel. Logística reversa.

ABSTRACT: Reverse logistics, which includes the reuse and recycling of discarded materials, is crucial to the life cycle of products, promoting economic, environmental and corporate image benefits. In Brazil, the rapid growth of this sector is driven by globalization and technological advances, aiming to meet the demands of cost control, quality improvement and deadline compliance. Effective waste management, such as used cooking oil, is essential for sustainable practices, with initiatives to recycle this oil to produce biodiesel standing out as an economically and environmentally responsible solution. The objective is to verify how reverse logistics of cooking oil can assist in the biodiesel manufacturing process, with a unique case study in a company in this segment, making it possible to deepen knowledge and understanding of the challenges and relevance of this practice in the biodiesel industry.

Keywords: Cooking oil. Environment. Biodiesel. Reverse logistics.

1 Graduado em Tecnologia em Logística na Faculdade de Tecnologia de Lins-SP. E-mail: adriano.barros@fatec.sp.gov.br.

2 Graduado em Tecnologia em Logística na Faculdade de Tecnologia de Lins-SP. E-mail: felipe.labanca@fatec.sp.gov.br.

3 Mestre, Docente do curso de Tecnologia em Logística na Faculdade de Tecnologia de Lins-SP. E-mail: egiane.alexandre@fatec.sp.gov.br.

4 Mestre, Docente do curso de Tecnologia em Logística na Faculdade de Tecnologia de Lins-SP. E-mail: silvio.ribeiro@fatec.sp.gov.br.

5 Doutor, Docente do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Faculdade de Tecnologia de Lins-SP. E-mail: rogerio.alexandre@fatec.sp.gov.br.

INTRODUÇÃO

As organizações dependem da logística para reduzir custos e maximizar o lucro por meio da otimização de processos. Todas as etapas do desenvolvimento de produtos e serviços estão incluídas, o que facilita a colaboração entre os envolvidos e aumenta a eficiência da cadeia de suprimentos. Além disso, garante a disponibilidade e qualidade dos produtos em todo o país, desempenhando um papel essencial na redução da disparidade entre produção e demanda. O rápido crescimento da logística no Brasil é resultado da globalização e dos avanços tecnológicos, que exigem controle de custos, melhoria na qualidade e cumprimento de prazos. A evolução contínua da logística visa garantir a satisfação do cliente e lidar com novos desafios, economizando dinheiro em todas as etapas da cadeia de suprimentos.

A logística reversa facilita a reutilização e reciclagem de materiais descartados, tornando-se crucial para o ciclo de vida dos produtos. Este processo não se limita apenas à entrega do produto ao cliente, mas também à sua reintegração no ciclo produtivo. As pesquisas em logística reversa estão se expandindo em todo o mundo, com muitas definições e métodos diferentes. Muitas empresas ainda não investiram neste campo, em que existem várias facetas e incorpora benefícios econômicos, ambientais, legais e de imagem corporativa. A logística reversa envolve vários fluxos de materiais desde a origem até a disposição final, o que reduz a poluição e o desperdício e facilita o ciclo de compras das empresas. Como resultado, mais produtos são devolvidos para reutilização ou reciclagem.

A gestão eficaz dos resíduos, particularmente do óleo de cozinha usado, é crucial para o desenvolvimento de práticas sustentáveis e para a preservação do meio ambiente. Iniciativas como a reciclagem desse óleo para produzir biodiesel não apenas diminuem os danos ao meio ambiente, mas também economizam recursos e reduzem custos. Este trabalho aborda sobre uma empresa que criou um programa de coleta e reciclagem de óleo de cozinha, transformando resíduos em recursos valiosos e aumentando a consciência ambiental. Além de demonstrar um compromisso com a sustentabilidade, essa iniciativa oferece uma solução econômica para lidar com o resíduo comum de forma responsável. O biodiesel, que é produzido a partir de óleos e gorduras animais, está se tornando cada vez mais importante na matriz energética do Brasil e tem sido misturado lentamente ao diesel desde 2004, refletindo a busca por fontes de energia mais sustentáveis. O aprimoramento contínuo das especificações do biodiesel garante sua qualidade e confiabilidade, protegendo os envolvidos na cadeia produtiva. Isso é feito seguindo padrões internacionais e as necessidades do mercado.

Este trabalho tem o objetivo de verificar como a logística reversa do óleo de cozinha pode auxiliar no processo de fabricação do biodiesel, sendo de grande relevância devido a seus benefícios ambientais, econômicos e sociais que proporciona. O estudo apresenta características de um estudo de caso único, qualitativo e exploratório, por meio de um questionário com perguntas semiestruturadas abertas, respondidas pelo gerente de produção do setor. Com isso, foi possível obter compreensão valiosa sobre a implementação da logística reversa nesse contexto, contribuindo para um conhecimento mais amplo do tema em questão. Os resultados foram alcançados por meio de análises detalhadas, comparando o processo prático com a teoria, estudos sobre logística reversa, gestão de resíduos e práticas de descarte na produção de biodiesel, compreendendo as utilizações e métodos na coleta e processamento de óleo de cozinha usado e compilando as informações obtidas com a revisão do material teórico, para avaliar a importância da logística reversa na produção de biodiesel.

LOGÍSTICA

O campo da logística ainda não possui um título único, diferentemente de outras áreas, como o marketing, a produção etc. Segundo Ballou (2012), a fabricação, o empacotamento, a gestão de estoques e o armazenamento são algumas das muitas facetas da logística. Quando

aplicada em organizações, seu objetivo principal é reduzir custos e maximizar lucros, sempre trabalhando para otimizar os processos.

A logística acaba envolvendo todas as atividades de movimentação e armazenagem, facilitando os fluxos dos produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o consumo final, assim como os fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, providenciando níveis de serviços adequados aos clientes a um custo razoável (Ballou, 2012, p. 15).

Como mencionado anteriormente, a logística é essencial em todos os estágios do desenvolvimento de um produto ou serviço. Ela é responsável por analisar e examinar cada segmento, com o objetivo de resolver problemas e incentivar uma colaboração eficaz entre todos os participantes do processo. Essa colaboração torna o uso de toda a cadeia mais econômico. A logística empresarial permite um estudo mais aprofundado da gestão, aumentando a lucratividade na entrega de serviços aos clientes e consumidores. O planejamento, a organização e a supervisão das operações de movimentação e armazenamento, que facilitam a circulação de produtos, contribuem para atingir esse objetivo.

Além disso, a logística é um fenômeno econômico que se espalha por todo o país, diminuindo a disparidade entre demanda e produção. Isso garante que os clientes possam obter seus produtos em qualquer lugar e momento desejados e em condições físicas adequadas. Para Ballou (2012) uma das prioridades da logística é a satisfação do cliente, pois o desempenho da empresa será melhor com um número maior de clientes satisfeitos.

Desde o início dos tempos, as mercadorias eram encontradas perto dos locais de produção. Os antepassados foram obrigados a consumir as mercadorias no local ou armazenar por um curto período de tempo até que pudessem carregar com seu próprio esforço devido à falta de sofisticação e eficácia dos métodos de transporte e armazenagem.

Atualmente, a logística vem se aperfeiçoando e dando ao comércio mundial uma melhor distribuição de mercadorias, além de armazená-las por um maior período de tempo (Ballou, 2010). De acordo com Figueiredo *et al.* (2009) "*Logistikos*", que significa cálculo e raciocínio matemáticos, é a origem da palavra logística. A logística no Brasil tem se tornado um setor de grandes dimensões, experimentando um rápido desenvolvimento nos últimos anos devido ao aprimoramento do controle de despesas, prazos de entrega e melhoria da qualidade. A logística passou por um desenvolvimento marcante devido às transformações decorrentes da globalização, mudanças na economia global e a adoção de novas tecnologias na gestão empresarial. Esses investimentos, por sua vez, resultam em um aumento dos custos para se adaptar às mudanças do mercado e também para garantir um retorno mais eficaz.

Tradicionalmente, a logística era concebida como um conjunto de atividades operacionais, coordenadas de forma fragmentada por gestores em níveis hierárquicos inferiores. À medida que a logística se espalhou por todas as empresas e se tornou mais sofisticada, o nível hierárquico dos principais executivos foi aumentando e atingindo patamares mais altos dentro das organizações. A logística ainda tem muito a melhorar, como adicionar novas funções, fazer novas análises e estudos para estar sempre à frente dos imprevistos ou, pelo menos, reduzir os efeitos de eventos fora do planejamento. Além disso, é necessário estar sempre atualizado com as novas tecnologias e mudanças (Figueiredo *et al.*, 2009).

De acordo com Novaes (2007), a logística desempenha um papel crucial no processo de disseminação da informação; quando bem equacionada, pode ajudar ou prejudicar os esforços mercadológicos. O objetivo é planejar as operações, controlar as atividades, implementar novas tecnologias e métodos, reduzir custos, melhorar a qualidade dos serviços e garantir que os prazos sejam cumpridos.

Isso ocorre porque a logística é a área da empresa que permite que os setores alcancem suas metas e garanta que os produtos sejam adquiridos no momento certo. Sem ela, essas

metas não poderiam ser alcançadas. A relação de confiança e parceria entre o consumidor e o vendedor, baseada na atenção pessoal, no profissionalismo e na honestidade do vendedor, dependerá fortemente do desempenho logístico da cadeia de suprimento no seu todo. Todos os objetivos serão alcançados com profissionais preparados e bem instruídos para estas operações.

Segundo Novaes (2007), qualquer falha nas operações logísticas, seja um desentendimento entre dois elementos da cadeia percebido pelo cliente, um atraso não justificado, ou até mesmo uma falta de cortesia por parte do motorista responsável pela entrega ou do instalador, pode prejudicar os esforços de vendas das empresas. Afinal, o principal objetivo é fornecer recursos, equipamentos e informações para a execução das atividades empresariais, buscando controlar todas as etapas logísticas de forma eficiente e econômica, desde o início até o cliente final, atendendo a todas as demandas exigidas. O propósito é garantir a disponibilidade dos produtos e serviços nos locais e momentos necessários conforme solicitado.

A importância da Logística

As atividades logísticas são empregadas para alcançar os objetivos de custo e qualidade de serviços, sendo fundamentais para coordenar e executar as tarefas logísticas que incluem, segundo Ballou (2010):

- a) Transporte: representa a maior parte dos custos logísticos - de um a dois terços - e é indispensável porque pode ocorrer sem a necessidade de transporte direto de matérias-primas ou produtos finais. Decisões sobre o momento, o método, as rotas e a otimização da capacidade do veículo fazem parte da gestão do transporte;
- b) Manutenção de estoques: os estoques servem como uma barreira entre a oferta e a demanda e são essenciais para garantir um nível aceitável de disponibilidade de produtos. Gerenciar estoques significa garantir que estejam disponíveis para os clientes e mantê-los o mais baixo possível;
- c) Processamento de pedidos: sua relevância reside no fato de ser um componente crucial no tempo necessário para entregar bens e serviços aos clientes;
- d) Manuseio de materiais: está relacionado ao armazenamento e ajuda na manutenção do estoque. A movimentação do produto no local de estocagem é o foco dessa atividade;
- e) Embalagem de proteção: tem como objetivo transportar mercadorias com economia e sem causar danos. Esse projeto de embalagem do produto ajuda a transportar o produto sem danos e com dimensões adequadas de empacotamento e armazenamento;
- f) Obtenção: o processo de escolher as fontes de suprimento, a quantidade a adquirir, a data de compra e o método pelo qual o produto é comprado;
- g) Programação de produtos: trata de distribuição, ou fluxo de saída. Além disso, menciona a quantidade total que deve ser produzida, bem como a data e o local adequados para isso;
- h) Manutenção de informação: esses dados são fundamentais para o planejamento e controle logístico. É recomendável manter um banco de dados com informações relevantes, como a localização dos clientes, volumes de vendas, padrões de entrega e níveis de estoque.

Relação entre Logística e Logística Reversa

A logística e a logística reversa estão conectadas ao longo do ciclo de vida completo de um produto, desde a produção até o descarte ou reciclagem. Enquanto a logística convencional se concentra na movimentação eficiente dos produtos do fabricante para o consumidor, a logística reversa trata do retorno desses produtos do consumidor para o fabricante, muitas vezes para reciclagem, reparo ou descarte adequado. Portanto, ambas as áreas desempenham um papel na gestão eficaz da cadeia de suprimentos e na redução do impacto ambiental.

As empresas podem planejar suas cadeias de suprimentos de modo a facilitar a devolução de produtos pelos clientes, implementar sistemas eficazes de coleta e triagem de materiais usados e colaborar com parceiros e fornecedores para maximizar a utilização de materiais recicláveis.

As visões de Ballou (2001) e Krikke (2006) mostram as diferenças entre logística direta e reversa; a primeira diferença é que, na logística reversa, os produtos são puxados na cadeia de suprimentos, enquanto na logística direta são puxados e empurrados.

Os fluxos diretos da logística são essencialmente divergentes, enquanto os fluxos reversos podem ser simultaneamente convergentes e divergentes. Esta é a segunda diferença. Em contraste, a terceira ilustra como os fluxos de retorno fluem em torno de um diagrama de processamento pré-definido, no qual os produtos descartados são convertidos em produtos secundários, componentes e materiais. Esta transformação ocorre em uma unidade de produção, que funciona como fornecedora de rede no fluxo normal.

Logística Reversa

A logística reversa consiste em reutilizar um bem antes descartado, seja ele uma embalagem, produto comercializado ou um material. Leite (2009) trata da reciclagem como um canal reverso de revalorização, em que os produtos descartados transformam-se em matérias-primas secundárias ou recicladas, que serão reincorporadas ao processo de fabricação de um novo produto.

O processo logístico não acaba na entrega do produto ao cliente; ele engloba todo o caminho da reciclagem dos objetos que não apresentam valores associados ao produto principal. Como resultado do pequeno número de empresas que investiram na logística reversa, atualmente ela é vista como uma área de baixa prioridade. Podemos dizer que estamos apenas no início. As pesquisas sobre logística reversa são recorrentes em todo o mundo, o que resulta em uma variedade de definições.

Segundo Leite (2009), a área da logística empresarial conhecida como logística reversa planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas pertinentes desde que os bens de pós-venda e pós-consumo voltem ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo por meio dos canais de distribuição reversos. Isso agrega valor de várias fontes, incluindo valor econômico, ambiental, legal, logístico e de imagem corporativa, entre outras. A logística reversa abrange uma variedade de fluxos de materiais desde o ponto de origem até o ponto em que são consumidos. O objetivo da logística reversa é coletar valor ou disposição final.

O processo é composto por etapas distintas, incluindo intermediários, locais de armazenamento, transporte e planos financeiros (Novaes, 2007). Outra definição é que a logística reversa é um subcampo da logística empresarial que planeja, opera e controla os fluxos e informações logísticas pertinentes, sejam eles pós-consumo ou pós-venda, para o ciclo de negócios por meio dos canais de distribuição reversos. Isso pode agregar valor à empresa de várias maneiras, como econômico, ambiental e de imagem corporativa (Leite, 2009). Pereira *et al.* (2012) sugerem uma outra definição de logística reversa:

Logística reversa pode ser classificada como sendo apenas uma versão contrária da logística como a conhecemos. A logística reversa utiliza os mesmos processos que um planejamento convencional. Ambos tratam de nível de serviço e estoque, armazenagem, transporte, fluxo de materiais e sistema de informação, em resumo trata-se de um novo recurso para a lucratividade (Pereira *et al.*, 2012, p.14).

Rogers *et al.* (1999) definem a logística reversa como um processo que envolve várias partes de uma empresa, como planejamento, implementação e controle da eficiência e custo efetivo de matérias-primas, estoques em processo e produtos acabados, bem como as informações relevantes do ponto de consumo para o ponto de origem com o objetivo de reduzir custos recapturando o valor ou direcionando-o para o lugar certo. Objetivos do processo de logística reversa são reduzir a poluição do meio ambiente e os desperdícios de insumos, assim como a reutilização e reciclagem de produtos.

De acordo com Leite (2009), a logística reversa pode ajudar a reduzir o tempo de ciclo de vida de vários tipos de produtos. A quantidade de produtos devolvidos nas cadeias reversas de pós-venda aumenta significativamente quando uma empresa específica reduz seu ciclo de compras.

Vantagens da Logística Reversa

A logística reversa tem vários benefícios e desvantagens que variam de acordo com as características de cada processo e para que ele é usado. A realização desse processo requer o planejamento e implementação de técnicas de controle e rastreamento de materiais durante todo seu ciclo de vida, com o objetivo de coletar ou direcionar o valor para o local adequado (Leite, 2009).

Uma outra vantagem reside na possibilidade de adquirir matéria-prima reciclada em vez de investir em matérias-primas virgens para seus processos (Guarnieri, 2014). Adiante estão algumas das vantagens e desvantagens mais comuns:

Vantagens:

- a) redução de custos: a logística reversa pode reduzir os custos de produção, distribuição e descarte de produtos ao aproveitar materiais e recursos já existentes no ciclo de produção;
- b) sustentabilidade: a logística reversa contribui para a preservação do meio ambiente ao promover a reutilização, reciclagem e descarte adequado de materiais e resíduos;
- c) satisfação do cliente: a logística reversa pode melhorar a satisfação do cliente, ao oferecer serviços de retorno e troca de produtos e ao mostrar que a empresa se preocupa com o meio ambiente e com a qualidade de seus produtos;
- d) oportunidades de negócio: a logística reversa pode gerar novas oportunidades de negócio, como a venda de produtos reutilizados ou reciclados.

Desvantagens:

- e) custos adicionais: a logística reversa pode adicionar custos ao processo de produção e distribuição, como a coleta e triagem de materiais, o transporte e o tratamento de resíduos;
- f) complexidade: a logística reversa pode ser complexa e exigir processos e infraestrutura específicos para a coleta, triagem e destinação final de materiais;
- g) controle de qualidade: a logística reversa pode envolver materiais de qualidade inferior que exigem um controle rigoroso para garantir a segurança e a qualidade dos produtos reutilizados ou reciclados;
- h) regulamentação: a logística reversa está sujeita a regulamentações locais e nacionais que podem variar de acordo com o tipo de material e destino final, exigindo investimentos e adequações específicas.

O desenvolvimento de produtos requer mais controle (Felipe, 2009). A quantidade de produtos retornáveis é maior do que a quantidade de produtos que a organização produz; produtos retornáveis gastam mais espaço em depósitos e armazéns, o que resulta em custos (Liva et al., 2003). Além disso, retornos de produtos desconhecidos ou não autorizados constituídos por uma variedade de materiais distintos que devem ser separados (Liva et al., 2003).

Logística Reversa do óleo de cozinha para a produção do biodiesel

Para participar na cadeia reversa do óleo de cozinha não há um ponto de partida definido, podendo envolver indivíduos privados (de residências), empresas (de setores industrial, comercial ou de pequenas e médias empresas) ou, de forma simplificada, todos os usuários finais, sem qualquer intermediação entre os usuários finais e os fabricantes (Corrêa et al., 2018).

O óleo de cozinha residual, quando reutilizado e reintegrado à cadeia produtiva, reduz a degradação ambiental e contribui para a redução dos custos econômicos. Além disso, ajuda a diminuir a demanda por recursos humanos, financeiros e não renováveis, como terra, água, insumos agrícolas, herbicidas, pesticidas, equipamentos agrícolas, combustíveis etc. Esses recursos são essenciais para a produção de grãos usados na fabricação de óleos vegetais em geral (Mei et al., 2011).

A empresa analisada possui um programa criado para coleta de óleos de cozinha no qual foram coletados 4,5 milhões de litros de óleo de cozinha em 2023. Com isso, em oito anos de

atividades, o projeto transformou 26 milhões de litros de óleo em biodiesel. Uma informação muito significativa é que apenas um litro de óleo de cozinha é capaz de contaminar 25 mil litros de água. Com isso, a empresa adotou um modelo de reintrodução dos resíduos como matéria-prima.

O ciclo reverso do mesmo produto pode impedir a deterioração do meio ambiente por meio de seu uso como matéria-prima na produção de biodiesel (Junior *et al.*, 2009). Com a iniciativa, mais de 650 bilhões de litros de água foram preservados, o equivalente a 260 mil piscinas olímpicas. O programa atualmente tem atividades em Lins, interior de São Paulo, e em Curitiba, capital do Paraná. Mas estima-se alcançar um total 87 municípios nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina.

De acordo com a empresa, há potencial para promover a conscientização ambiental a mais de 10 milhões de pessoas nessas regiões. A ideia é impedir que óleo usado seja descartado de maneira incorreta, como em pias ou no solo, por exemplo.

Ao todo, mais de 550 estabelecimentos comerciais já forneceram óleo para iniciativa. As coletas são feitas de forma agendada, com caminhões e carros da empresa, em bares, restaurantes, escolas e outros locais geradores de óleo. Deste modo, adverte-se que, com o descarte incorreto do óleo de cozinha, toda a população será comprometida, já que o governo terá de aplicar o dinheiro de impostos em programas de despoluição; com uma sociedade mais consciente com relação ao destino deste resíduo, esta verba poderia destinar-se a outros fins mais benéficos (Silva, 2010).

Essas coletas são semanais, quinzenais e mensais, dependendo de cada estabelecimento e também da preferência de seus proprietários. A empresa possui 3 veículos próprios que tem a capacidade de 15.000 litros, 5.800 litros e por último um de 1.800 litros sendo que todos os clientes são cadastrados no sistema e, com isso, no ato da coleta, já é emitido um comprovante. O óleo é armazenado em tambores de 50 litros que permanecem no estabelecimento até preencher a sua capacidade para, então, serem coletados.

A partir da chegada do óleo na empresa, ele passa por análises acompanhadas de auditores, nas quais é verificado se o óleo atende aos parâmetros de acidez, impureza e umidade para a produção de biodiesel. Caso o óleo coletado não obedeça aos parâmetros estabelecidos pela empresa, é feito um desconto do valor montante que o cliente irá receber. A empresa possui um laboratório próprio onde todo o material recolhido passa por análises diariamente antes de ser feita a descarga do óleo de cozinha. Depois da análise ser aprovada, o óleo é descarregado no setor próprio para isso que possui 8 baías destinadas para as descargas dos veículos.

O óleo descarregado é armazenado em tanques separados somente para o óleo de cozinha e são construídos em lugares cimentados, para que não haja contato com o solo.

Nenhuma máquina é utilizada no processo, apenas um trocador de calor é empregado para aquecer o óleo, eliminando assim a água na forma de vapor. Se ocorrer algum vazamento de óleo na empresa, as bombas responsáveis pelo seu envio aos tanques de armazenamento são desligadas e o vazamento é contido. Além disso, é feita a remoção do máximo possível do óleo derramado no chão e nas canaletas.

Além do programa que a empresa possui com a frota própria, com funcionários treinados e capacitados que coletam o óleo em bares e restaurantes, o produto também é comprado de fornecedores com capacidade de fornecimento maior que possuem veículos próprios e disponibilizam-nos para a entrega na empresa.

O óleo residual de cozinha, depois de utilizado, torna-se um resíduo indesejado e sua reciclagem como biocombustível alternativo não só retira do meio ambiente um poluente, mas também permite a geração de uma fonte alternativa de energia. Assim, duas necessidades básicas podem ser atendidas de uma só vez (Pasqualetto *et al.*, 2008).

BIODIESEL

O biodiesel, um combustível renovável, é produzido através de um processo químico conhecido como transesterificação. Neste método, os triglicerídeos presentes em óleos e gorduras animais reagem com um álcool primário, como metanol ou etanol, resultando na formação de dois produtos distintos: éster e glicerina. O éster, após ser submetido a processos de purificação para atender às especificações de qualidade, é comercializado como biodiesel, frequentemente utilizado em motores de ignição por compressão (ciclo Diesel).

Leite (2009) trata da reciclagem como um canal reverso de revalorização, no qual os produtos descartados transformam-se em matérias-primas secundárias ou recicladas, que serão reincorporadas ao processo de fabricação de um novo produto.

A sua mistura ao diesel fóssil teve início em 2004, em caráter experimental e, entre 2005 e 2007, no teor de 2%, a comercialização passou a ser voluntária. A obrigatoriedade veio no artigo 2º da Lei nº 11.097/2005, que introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira. Em janeiro de 2008, entrou em vigor a mistura legalmente obrigatória de 2% (B2), em todo o território nacional. Com o amadurecimento do mercado brasileiro, esse percentual foi sucessivamente ampliado pelo CNPE.

Em março de 2021, a mistura foi ampliada para 13% (Resolução CNPE nº 16/2018). Em maio de 2021, foi reduzida a 10% (Resoluções CNPE nº 4 e 10/2021). Em setembro, foi aumentada para 12% (Resolução CNPE nº 11/2021). Em novembro, foi reduzida para 10% novamente (Resolução CNPE nº 14 e 25/2021 e 12/2022). Em abril de 2023, a mistura de biodiesel no diesel foi ampliada de 10% para 12% (Resolução CNPE nº 3/2023). A Resolução CNPE nº 3/2023 prevê que, em abril de 2024, o percentual subirá para 13%; em 2025, atingirá 14% e; em 2026, chegará aos 15%.

O biodiesel substitui total ou parcialmente o diesel de origem fóssil em motores de caminhões, tratores, camionetas e automóveis, podendo ser usado puro ou adicionado ao óleo diesel em diversas proporções (Brandão *et al.*, 2009).

Ao longo dos anos, a especificação do biodiesel tem sido continuamente aprimorada, resultando em uma qualidade alinhada às demandas do mercado brasileiro e em conformidade com normas internacionais. Esse aprimoramento promove maior segurança e previsibilidade aos agentes econômicos envolvidos. No Brasil, a especificação do biodiesel destinado à mistura com o óleo diesel A é definida pela Resolução ANP nº 920, de 4 de abril de 2023.

Matérias primas

O biodiesel é produzido através da reação de gorduras animais ou vegetais com álcool, processo conhecido como transesterificação, um processo no qual os triglicerídeos encontrados em gorduras de fontes vegetais ou animais reagem com um álcool primário, como etanol ou metanol, em um ambiente alcalino. Isso resulta na formação de ésteres monoalquílicos, tais como ésteres de etila ou metila. É possível também obter esses ésteres a partir de ácidos graxos livres, mas nesse caso a reação é denominada esterificação, e é preferencialmente conduzida em meio ácido.

As principais fontes de matéria-prima para a produção nacional de biodiesel incluem soja, milho, girassol, amendoim, algodão, canola, mamona, babaçu, palma (dendê) e macaúba, além de outras oleaginosas encontradas no país. Dessa forma, a procura pela diversificação de fontes de triglicerídeos que sejam eficientes e contribuam para redução do custo de produção, é um fator desejável para a indústria de biodiesel (Garcez *et al.*, 2009).

O biodiesel também pode ser produzido a partir de óleos residuais e gorduras animais. A sua utilização no lugar do diesel de petróleo pode reduzir a dependência das importações de petróleo e trazer benefícios econômicos, uma vez que pode criar milhões de novos empregos, especialmente na agricultura familiar.

A inserção do biodiesel na matriz energética brasileira possibilita, além de auxílios de âmbito ambiental, a criação de empregos no que se refere à sua cadeia de produção, uma vez que agrega valor às matérias-primas, gera empregos e reduz as importações de óleo cru e óleo diesel refinado, entre outros impactos positivos (Lima *et al.*, 2015).

O mapa brasileiro atualmente avalia o desenvolvimento das cadeias produtivas de diferentes óleos vegetais em diversas regiões do país. Na região Norte, destacam-se o dendê, babaçu, soja e gordura animal. No Nordeste, encontramos produção de babaçu, soja, mamona, dendê, algodão, coco, gordura animal e óleo de peixe. Na região Sul, as principais fontes de óleo vegetal são soja, colza, girassol, algodão, gordura animal e óleo de peixe. No Sudeste, são cultivados principalmente soja, mamona, algodão, girassol, gordura animal e óleo de peixe.

Produção

O óleo de cozinha é altamente nocivo ao meio ambiente e causa obstruções na rede de esgoto, exigindo o uso de produtos químicos e tóxicos para solucionar o problema. Infelizmente, muitas pessoas ainda descartam o óleo usado em frituras na pia da cozinha, em áreas não desenvolvidas ou no lixo, sem perceber que isso resulta na contaminação ambiental.

Zhang *et al.* (2014) citam a criação de incentivos fiscais para empresas de biocombustíveis que venham a aderir a parceria com agentes recicladores ou organizações especializadas como forma de aumentar o dinamismo no mercado do óleo residual de cozinha voltado para produção do biodiesel.

O óleo pode ficar preso nas tubulações, causando entupimentos, se a estação de tratamento de esgoto não o tratar. Sem um sistema de tratamento adequado, o óleo pode se espalhar na superfície de rios e represas, contaminando aproximadamente um milhão de litros de água por cada litro de óleo descartado. Essa quantidade de água poluída equivale ao consumo de uma pessoa durante quatorze anos. Além disso, o óleo aumenta o risco de enchentes porque permanece no solo, tornando-o impermeável. O metano é um gás que causa mau cheiro e agrava o efeito estufa quando o óleo se decompõe.

Para impedir o descarte do óleo usado na rede de esgoto, surgiram várias alternativas de técnicas de reciclagem com o propósito de produzir biodiesel, derivado do óleo usado em processos de fritura.

Segundo Miguel *et al.* (2013), inicialmente ocorre o armazenamento do óleo de cozinha antes de iniciar a produção do biodiesel. A estocagem do óleo de cozinha utilizado deve ser feita em recipientes de plástico, como garrafas PET (se usado em residências) e tambores plásticos (que podem ter capacidade de 20 ou até 50 litros e são encontrados nos locais de coleta), os quais são adaptados para serem esvaziados por meio de mangueiras de sucção. Esse óleo é coletado por veículos tanque equipados com bombas de mangueira de sucção para extrair o óleo das bombonas. Os veículos seguem uma rota específica para os postos de coleta.

O óleo coletado é armazenado em tanques de maior volume de estocagem de acordo com a estratégia escolhida pela equipe. Este óleo pode ser descarregado e armazenado em tanques em local específico, cumprindo todas as leis e políticas de segurança. Alternativamente, ele pode ser descarregado e armazenado diretamente no cliente final, onde será utilizado novamente como matéria-prima. O transporte desse produto normalmente é realizado em recipientes de plástico, como garrafas PET, até os locais de coleta, utilizando caminhões-tanque para a movimentação (Miguel *et al.*, 2013).

A conversão do óleo utilizado em biodiesel tem início com a filtragem, que remove todos os resíduos remanescentes da fritura; em seguida, é eliminada toda a água presente no óleo. Dependendo do tipo de óleo, ele pode passar por um processo de purificação química para eliminar os últimos resíduos. Após essa etapa, é adicionado álcool e um catalisador ao óleo “limpo”. Colocado no reator e agitado a certas temperaturas, transforma-se em biodiesel e após o refino pode ser utilizado em motores capacitados para queimá-lo (Miguel *et al.*, 2013). Além das vantagens financeiras, o projeto pode oferecer uma série de benefícios em termos de

sustentabilidade. Inicialmente, o projeto emprega exclusivamente óleo de cozinha previamente utilizado, e sua reciclagem contribui para prevenir a poluição ambiental.

Vantagens e desvantagens do Biodiesel

O biodiesel é um tipo de biocombustível que apresenta vantagens em relação ao diesel de petróleo como a de não ser tóxico e derivado de fontes renováveis, além de apresentar emissões de maior qualidade durante a combustão. Embora o biodiesel forneça uma quantidade de energia de cerca de 10% menor que o diesel de petróleo, seu desempenho no motor é praticamente o mesmo no que diz respeito à potência e ao torque (Lôbo *et al.*, 2009).

Segundo Neto (2007), são vários os benefícios do uso do biodiesel:

- a) a queima do biodiesel gera baixos índices de poluição, não colaborando para o aquecimento global;
 - b) geração de emprego e renda no campo, diminuindo o êxodo rural;
 - c) trata-se de uma fonte de energia renovável, dependendo da plantação de grãos oleaginosos no campo;
 - d) contribui com a economia de vários países menos dependentes dos produtores de petróleo;
 - e) produzido em larga escala e com uso de tecnologias, o custo de produção pode ser mais baixo do que os derivados de petróleo;
 - f) maior facilidade no transporte e fácil armazenamento, devido ao seu menor risco de explosão.
- O biodiesel, na sua forma natural, pode ser armazenado em qualquer lugar onde o petróleo é armazenado e, pelo fato de ter maior ponto de fusão, o seu transporte é ainda mais seguro.

As desvantagens, por outro lado, de acordo com Neto (2007):

- a) se o consumo mundial for de larga escala, serão necessárias plantações em grandes áreas agrícolas. Em países que não fiscalizam adequadamente seus recursos florestais, pode-se ter um alto grau de desmatamento de florestas para dar espaço à plantação de grãos, ou seja, haverá uma diminuição das reservas florestais;
- b) com o uso de grãos para a produção do biodiesel, pode-se ter o aumento no preço dos produtos derivados deste tipo de matéria-prima ou que os utilizam em alguma fase de produção. Exemplos: leite de soja, óleos, carne, rações para animais, ovos entre outros;
- c) poucos pontos de abastecimento se comparado ao diesel regular;
- d) no inverno pode apresentar problemas com a temperatura.

Utilização

A reutilização do óleo de cozinha por meio da Logística Reversa tem gerado diversos métodos de reciclagem. Existem várias alternativas para reciclar o óleo, incluindo a fabricação de detergente, sabão em barra, revestimento, argamassa para vidros, resina para tintas, alimento para animais, além do biocombustível, entre outras finalidades.

Mei *et al.* (2011) ressaltam que esse biocombustível pode substituir integralmente ou em parte o diesel de petróleo em motores de caminhões, tratores, vans, carros e também em motores de máquinas que produzem energia.

O biodiesel é uma alternativa ou um aditivo para o diesel tradicional, feito de ingredientes biológicos em vez do petróleo. Sendo normalmente feito de óleos vegetais ou gordura animal, é atóxico e renovável através da reciclagem, é seguro e pode ser usado em motores a diesel. Apesar de ser usado em sua forma natural, normalmente é misturado ao diesel tradicional. Estas misturas são indicadas pela abreviatura Bxx, em que “xx” é a porcentagem de biodiesel na mistura. Um exemplo: o B20, ou seja, 20% de biodiesel faz parte da mistura. Já o B100 é composto de 100% de biodiesel. A reciclagem para a produção de biodiesel também auxilia na diminuição da emissão de gás carbônico responsável pelo efeito estufa. Como o biodiesel é de

origem vegetal, o carbono nele contido foi removido antes pelo processo de fotossíntese, não aumentando assim o estoque de carbono acumulado no meio ambiente, ao contrário do diesel que tem origem no petróleo retirado do subsolo, refinado e consumido pelos veículos e que libera novamente uma carga de gás carbônico (Mei *et al.*, 2011).

Armazenagem do Biodiesel

Os tanques de armazenamento devem estar secos, limpos e protegidos da luz e das altas temperaturas. Isso é feito para evitar a oxidação do combustível ou a entrada de contaminantes.

Segundo Miguel *et al.* (2013) primeiramente, é feita a armazenagem do óleo de cozinha para, então, produzir o biodiesel. Esse armazenamento pode ser realizado em tanques subterrâneos ou aéreos, mas é necessário manter a temperatura do combustível. Para reduzir a quantidade de contaminantes adicionados ao combustível, o óleo biodiesel não deve ser misturado com materiais incompatíveis, como metais e certos tipos de elastômeros.

Após a lavagem dos tanques, tubulações, bombas e filtros, o biodiesel deve ser distribuído em volume suficiente para remover os resíduos. Em seguida, todo esse volume deve ser drenado para preparar o tanque para receber o produto.

A ferrugem e outras impurezas dos tanques de armazenamento e transporte podem ser dissolvidas pelo biodiesel. Apesar do menor impacto desses contaminantes no óleo diesel, o baixo teor de biodiesel exige que os filtros sejam revisados regularmente para evitar que se obstruam. O ar pode acelerar a oxidação do combustível nos tanques de armazenamento.

A escolha desses materiais se deve por estes serem os dois mais comuns no armazenamento deste combustível (Chandran, 2020). Portanto, é fundamental manter os tanques no limite máximo permitido para reduzir a quantidade de ar em contato com o combustível como medida de prevenção. Para evitar a contaminação do biodiesel, o fundo do tanque de armazenamento deve ser drenado semanalmente para remover água, material microbiológico e outras impurezas.

Comercialização

Para produzir e comercializar biodiesel no Brasil, primeiramente é necessário obter autorização da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Combustível (ANP). Em seguida, de acordo com as disposições da Lei no 11.116/2005 e da Instrução Normativa SRF no 516/ 2005, é necessário registrar o produto junto à Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda.

O Ministério de Minas e Energia (MME) criou diretrizes específicas para a comercialização do biodiesel no Brasil. Os leilões públicos são promovidos pela Agência Nacional do Petróleo, Gases Naturais e Combustíveis. O objetivo dos leilões de biodiesel é fornecer suporte econômico à cadeia produtiva de biodiesel e contribuir para o atendimento das diretrizes do PNPB. Eles também criam condições para a gradual consolidação do setor até que este possa se inserir em mercados mais livres, competitivos e com menos risco de comprometer os objetivos estabelecidos, principalmente em relação à inclusão social e à redução das disparidades regionais.

O Sindicato do Comércio Varejista de Derivados do Petróleo (2012) afirma que os leilões de biodiesel são uma maneira de promover a venda. Como é um processo público, todos os volumes transacionados, seus fornecedores e a condição de preço são conhecidos. Além disso, os leilões não discriminam o porte do produtor de biodiesel e garantem que todos os fornecedores tenham o mesmo acesso. A participação da agricultura familiar é garantida pelos leilões. Os produtores detentores do selo combustível social devem fornecer pelo menos 80% do volume negociado nos leilões.

A partir da produção de biodiesel pelo Brasil, uma nova cadeia produtiva vem se fortalecendo, gerando e multiplicando emprego e renda, tanto na fase agrícola e nos mercados de insumos e serviços, como também nas atividades de transporte, armazenamento, mistura e comercialização do biodiesel. Além disso, vem se agregando valor às matérias-primas oleaginosas produzidas no País.

METODOLOGIA

A pesquisa científica é uma abordagem metodológica para obter e ampliar o conhecimento existente em um campo específico. Isso inclui fazer perguntas, coletar e analisar dados e confiar em princípios como revisão por pares e imparcialidade para garantir que os resultados sejam confiáveis. Para obter uma compreensão abrangente da questão em análise, a pesquisa utilizou uma abordagem qualitativa e exploratória.

Essa decisão foi tomada com o objetivo de obter uma ampla gama de informação sobre o assunto. A pesquisa qualitativa, por sua vez, envolve uma abordagem interpretativa do mundo, o que significa que seus pesquisadores estudam as coisas em seus cenários naturais, tentando entender os fenômenos em termos dos significados que as pessoas a eles conferem (Vergara, 2007). A pesquisa exploratória é uma pesquisa que tem como principal objetivo o fornecimento de critérios sobre a situação-problema enfrentada pelo pesquisador e sua compreensão (Vergara, 2007). O estudo de caso é um tipo de pesquisa que usa dados qualitativos de eventos reais para explicar, explorar ou descrever fenômenos contemporâneos em seu próprio contexto. Caracteriza-se por ser um estudo detalhado e exaustivo de um pequeno número de objetos, ou mesmo de um único, fornecendo conhecimentos profundos (Eisenhardt, 1989; Yin, 2009).

Na visão de Yin (2001), o estudo de caso é utilizado para entender processos sociais complexos, analisar desafios em situações difíceis ou avaliar modelos de sucesso. Um único caso é útil para testar teorias consolidadas em situações únicas, excepcionais ou reveladoras. Em um estudo de caso múltiplo, Yin (2001) enfatiza a necessidade de replicação em vez de uma abordagem de amostragem, que envolve a seleção estatística de um subgrupo específico de participantes. Em um estudo de caso integrado, a situação é retratada por meio de vários segmentos ou elementos, como diferentes setores empresariais ou etapas de um processo. Cada um desses elementos pode ser analisado usando critérios diferentes. Por fim, um estudo de caso holístico é empregado quando não é possível identificar partes separadas de uma situação. É fundamental definir os limites do estudo em qualquer método, embora possam ser ajustados durante a pesquisa. É um estudo de caso único porque se concentrou em uma única empresa específica que atua no setor de biodiesel.

A metodologia utilizada no estudo foi baseada em revisões de artigos científicos; além disso, o estudo de caso envolveu uma aplicação de questionário realizado com uma empresa que opera no setor de biodiesel. O gerente de produção foi entrevistado e explicou o processo que a empresa usou para implementar a logística reversa do óleo de cozinha para produzir biodiesel.

ESTUDO DE CASO

Foi elaborado um questionário com base em conhecimentos sobre o setor de biodiesel, especificamente sobre a logística reversa do óleo de cozinha. Utilizaram-se perguntas semiestruturadas e o questionário foi respondido pelo gerente de produção da empresa. Após a aplicação do questionário, as respostas obtidas revelaram informações e conhecimentos significativos sobre as práticas adotadas pela empresa na reutilização do óleo de cozinha. De acordo com as respostas obtidas após a aplicação, observou-se que a empresa reconheceu a necessidade de adotar práticas mais sustentáveis em suas operações. Diante dos desafios ambientais e da crescente demanda por energia limpa, a empresa decidiu explorar a integração da logística reversa em sua cadeia de suprimentos, com foco na reciclagem de óleo de cozinha usado para a produção de biodiesel.

As coletas são semanais, quinzenais e mensais, dependendo de cada estabelecimento e da preferência de seus proprietários. A empresa possui 3 veículos próprios que tem a capacidade de 15.000 litros, 5.800 litros e por último um de 1.800 litros, todos os clientes são cadastrados no sistema e, com isso, no ato da coleta já é emitido um comprovante. O óleo é armazenado em tambores de 50 litros que permanecem no estabelecimento até completar a sua capacidade que quando o coletor os retira do local.

A partir da chegada do óleo na empresa, o produto recolhido passa por análises, acompanhadas de auditores, nas quais é verificado se o óleo atende aos parâmetros de acidez, impureza e umidade para a produção de biodiesel. Caso o óleo coletado não obedeça aos parâmetros estabelecidos pela empresa, é feito um desconto do valor montante que o cliente irá receber. A empresa possui um laboratório próprio onde todo o material recolhido passa por análises diárias antes de ser feita a descarga do óleo; depois da análise ser aprovada, o óleo é descarregado no setor específico de matéria prima onde a empresa possui 8 baías destinadas para esse fim.

O óleo descarregado é armazenado em tanques separados somente com óleo de cozinha, e construídos em lugares cimentados para que não haja contato com o solo.

Nenhuma máquina é utilizada no processo, apenas um trocador de calor é empregado para aquecer o óleo, eliminando assim a água na forma de vapor. Se ocorrer algum vazamento de óleo na empresa, as bombas responsáveis pelo envio do óleo aos tanques de armazenamento são desligadas e o vazamento é contido. Além disso, é feita a remoção do máximo possível do produto derramado no chão e nas canaletas.

Além do programa que a empresa possui com a frota própria, com funcionários treinados e capacitados que recolhem o óleo em bares e restaurante, o produto também é comprado diretamente de fornecedores com capacidade de fornecimento maior e que já possuem veículos próprios e disponibilizam-nos para a entrega.

A empresa enfrenta o desafio de coletar óleo de cozinha usado de maneira eficiente e integrá-lo ao seu processo de produção de biodiesel. Além disso, é necessário garantir a qualidade e a segurança do produto final, cumprir as regulamentações ambientais locais e nacionais, além de promover a aceitação dos consumidores em relação ao biodiesel produzido.

No processo de produção, o óleo de cozinha usado é submetido a um processo de filtração e purificação para remover impurezas e água; dependendo da necessidade, o óleo passa por purificação química para garantir sua qualidade. Na etapa de produção, o óleo refinado é misturado com álcool e um catalisador para iniciar a reação de transesterificação, transformando-o em biodiesel.

Na questão de benefícios ambientais e econômicos, a empresa reduziu sua dependência de matérias-primas tradicionais, diminuindo os custos de produção. A reciclagem do óleo de cozinha evita a poluição do solo e da água, contribuindo para a preservação do meio ambiente. A integração da logística reversa promove a economia circular e gera empregos na indústria de reciclagem.

Com isso, a empresa tem muitos resultados positivos, obtém uma vantagem competitiva significativa ao oferecer biodiesel produzido de forma sustentável, a sua reputação é fortalecida, resultando em maior confiança do consumidor e lealdade à marca. Além disso, a eficiência operacional é melhorada, reduzindo custos e aumentando a produtividade.

A empresa de biodiesel adotou um programa eficiente de logística reversa para coletar óleo de cozinha usado e transformá-lo em biodiesel. Esse processo é organizado, com coletas regulares e análises de qualidade, resultando na preservação do meio ambiente e na redução dos custos de produção. No entanto, apesar dos benefícios, existem desafios como custos adicionais e conformidade regulatória. Essa comparação destaca tanto os benefícios quanto os obstáculos associados à realização da logística reversa nas operações empresariais.

Em resumo, a estratégia da logística reversa do óleo de cozinha traz benefícios econômicos, ambientais e sociais tangíveis para a empresa e para a comunidade em geral. Mas ainda há espaço para melhorias e adaptações contínuas para enfrentar os desafios em um ambiente em constante evolução.

CONCLUSÃO

De acordo com a proposta desse trabalho, que foi verificar como a logística reversa do óleo de cozinha pode auxiliar no processo de fabricação do biodiesel, o seu objetivo foi alcançado por

intermédio da aplicação de um questionário com perguntas semiestruturadas em uma empresa do segmento de biodiesel e respondido pelo gerente do setor.

Nesse estudo, foi comparado, por meio de análises detalhadas, o processo prático com a teoria, além de realizados estudos sobre logística reversa, gestão de resíduos e práticas de descarte na produção de biodiesel para uma melhor compreensão quanto às utilizações e métodos na coleta e processamento de óleo de cozinha usado. Compiladas as informações obtidas com a revisão do material teórico, avaliou-se a importância da logística reversa na produção de biodiesel.

Com isso, foi possível aprofundar o conhecimento e a compreensão sobre os desafios e a relevância dessa prática na indústria do biodiesel, tal como a importância da logística, logística reversa e da reutilização do óleo de cozinha na produção do biodiesel para a sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

As práticas descritas como a coleta regular, o rigoroso controle de qualidade, o armazenamento seguro, a utilização eficiente dos recursos e a busca por parcerias estratégicas refletem um esforço abrangente para garantir a eficácia e a sustentabilidade do processo de reciclagem do óleo de cozinha.

Além dos benefícios ambientais evidentes, como a redução da poluição do solo e da água, a empresa também colhe benefícios econômicos, como a redução de custos de produção e a criação de empregos na indústria de reciclagem. A reputação da empresa é fortalecida, resultando em maior confiança do consumidor e vantagem competitiva no mercado.

No entanto, identifica-se que ainda há espaço para melhorias e adaptações contínuas, especialmente em um ambiente empresarial em constante evolução. A empresa deve continuar buscando maneiras de aprimorar suas práticas, garantir a conformidade com regulamentações e promover uma maior aceitação do biodiesel produzido. Além disso, a implementação estratégica da logística reversa do óleo de cozinha traz benefícios tangíveis não apenas para a empresa, mas também para a comunidade em geral, promovendo um modelo de negócios mais sustentável e responsável. Para ser estruturada a logística reversa do óleo de cozinha, faz-se necessário o envolvimento de inúmeros atores que precisam ser preparados para essa finalidade, pois a lógica que prevalece é a da não utilização dos produtos ao final do seu ciclo de vida útil.

Como oportunidades para pesquisas futuras, sugere-se a continuidade da pesquisa em outras empresas do mesmo segmento, utilizando metodologia de estudo de caso múltiplo ao invés de estudo de caso único, com o objetivo de analisar outros estabelecimentos desse setor, cadeias que utilizam materiais concorrentes de forma a obter resultados com finalidade comparativa, levantando ações replicáveis e processos competitivos em cadeias semelhantes.

REFERÊNCIAS

- BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física**. 1.ed.reimpr.São Paulo: Atlas, 2010.
- BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física**. 2.ed.São Paulo: Atlas, 2012.
- BALLOU, Ronald. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre, Bookman, (2001).
- BRANDÃO, A. K.; ZORDAN, P. F. P.; VENDRAME, F. C.; SARRACENI, J. M.; VENDRAME, M. C. R. (2009), Biodiesel como fonte de energia renovável. Artigo apresentado no II Encontro Científico Unisaesiano, Lins, SP, 28-31 de jun. 2009. **Anais[...]**.
- CHANDRAN, D. Compatibility of diesel engine materials with biodiesel fuel. **Renewable Energy**, v. 147, p. 89-99, 2020.
- CORRÊA, L. P.; GUIMARÃES, V. N.; HERSPANHOL, L. I.; SILVA, J. V. Impacto ambiental causado pelo descarte de óleo: estudo do destino que é dado para o óleo de cozinha usado pelos moradores de um condomínio residencial em Campos dos Goytacazes- RJ. **R. bras. Planej. Desenh.**, Curitiba.

2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd>> Acesso em: 26 abr. 2024.
- EISENHARDT, K.M. Building theories form case study research. **Academy of Management Review**, vol 14, Nº 4, 532-550. New York, 1989.
- FELIPE, Lisdeise Nunes. **A Logística Reversa como Ferramenta de Melhoria nos Processos das Indústrias de Revestimentos Cerâmicos da Região de Criciúma-SC**. UNESC, 2009
- FIGUEIREDO, Kleber F.; FLEURY, Paulo F; WANKE Peter. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Distribuição Física**. 1.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2009.
- GARCEZ, C. A. G.; VIANNA, J. N. S Brazilian Biodiesel Policy: Social and environmental considerations of sustainability. **Energy**, v. 34, n. 5, p. 645-654, 2009
- GUARNIERI, Patrícia. **Vantagens com a Implementação da Logística Reversa**. 2014. Disponível em: <https://www.apoioambiental.com.br/noticia.aspx?id=MTEz>
- KRIKKE, H. (2006). **Recovery strategies and reverse logistics network design**. Institute for Business Engineering and Technology Application. Disponível em: <https://pure.uvt.nl/ws/portalfiles/portal/1307833/recovery.pdf>
- LEITE, Paulo R. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade, Distribuição física**. 2 ed. São Paulo: Pearson, 2009.
- LIVA, P.B.G. et al. Logística Reversa. In: **Gestão e Tecnologia Industrial**. IETEC, 2003.
- LIMA, Leomar Paulo et al. Opacidade da fumaça de um trator agrícola funcionando com três fontes de biodiesel como combustível. **Ciência & Tecnologia: Fatec-JB**, v. 7, n. 1, 2015.
- LÔBO, Ivon Pinheiro; FERREIRA, Sérgio Luis Costa; CRUZ, Rosenira Serpa da. **Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos**. 2009.
- MIGUEL, Antonio Carlos; FRANCO, Débora Bueno. **Logística reversa do óleo de cozinha usado**. 2013.
- MEI, Leonardo B, *et al.* **A logística reversa no retorno do óleo de cozinha usado**. 2011.
- NETO, Manoel. **Vantagens e desvantagens no uso do Biodiesel**. 2007. Disponível em: <<http://brasilbio.blogspot.com.br/2007/02/vantagens-edesvantagens-no-uso-do.html%3E>>. Acesso em: 26 abril 2024.
- NOVAES, Antonio G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. Distribuição física. 8a triagem. São Paulo: Campus, 2007.
- PASQUALETTO, A.; Barbosa, G. N. (2008), Aproveitamento do óleo residual de cozinha na produção de biodiesel. XXXI Congresso Interamericano AIDIS, Santiago, Chile, 12-15 de outubro 2008. **Anais[...]**
- ROGERS, Dale S., TIBBEN.LEMBKE, Ronald S. Going Backwards: **Reverse Logistics Trends and Practices**. Reno, University of Nevada: 1999
- SINDIPETROLEO - SINDICATO DO COMÉRCIO VAREJISTA DE DERIVADOS DO PETRÓLEO. **Manual do Biodiesel**. <http://sindipetroleo.com.br/wp-content/uploads/2012/02/Manual-do-biodiesel>. 2012.
- SILVA, I. S. F. **A logística reversa dos resíduos do óleo de cozinha no desenvolvimento sustentável**. Brasília, 2010. Trabalho Acadêmico (Administração de Empresas). Uniceub, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas.
- VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- YIN, R.K. **Case study research, design and methods** (applied social research methods). Thousand Oaks. California: Sage Publications. 2009
- YIN, R. K. **Estudo de caso - Planejamento e Método**. 2. Ed. São Paulo: Bookman, 2001.
- ZHANG, H.; Ozturk, U. A.; Zhou, D.; Qiu, Y.; Wu, Q. (2014) How to increase the recovery rate for waste cooking oil-to-biofuel conversion: A comparison of recycling modes in China and Japan, **Ecological Indicators**, Vol. 51, pp. 146-150.