EXACTA Engenharia de Produção eISSN 1983-9308

Check for updates

REVISÃO SISTEMÁTICA DA LOGÍSTICA REVERSA DO ÓLEO VEGETAL RESIDUAL PARA A FABRICAÇÃO DE BIODIESEL

SYSTEMATIC REVIEW OF REVERSE LOGISTICS OF WASTE VEGETABLE OIL FOR BIODIESEL MANUFACTURING

Versão do autor aceita publicada online: 03 ago. 2022
Publicado online: 12 ago. 2022

Como citar esse artigo - American Psychological Association (APA): Oliveira, C. M. R., Andrade, P. C. de. A., & Santos, M. S. F. (2022). Revisão sistemática da logística reversa do óleo vegetal residual para a fabricação de biodiesel. *Exacta*. DOI: https://doi.org/10.5585/exactaep.2022.21662.

Clarissa Maria Rodrigues de Oliveira
clamarirodrigues@hotmail.com
http://orcid.org/0000-0002-6021-601X
Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Graduanda no Curso de Engenharia de Produção

Paula Cristina de Amorim Andrade
paulaamorimandrade@gmail.com
http://orcid.org/0000-0003-2828-0123
Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Graduanda no Curso de Engenharia de Produção

Maria Socorro Ferreira dos Santos
socorroferreira@ufpi.edu.br
http://orcid.org/0000-0002-9020-7130
Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (2003), Graduação em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Estadual da Paraíba (2003), Mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2005) e Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (2013). Professora da Universidade Federal do Piauí no Curso de Engenharia de Produção. Atuo na área de Engenharia Ambiental, Sustentabilidade, Cadeia de suprimentos

Resumo: O intenso aumento da geração de resíduos sólido associado as práticas inadequadas de descartes corroboram com a necessidade do desenvolvimento de alternativas para o reaproveitamento de materiais de maneira a mitigar, sobretudo, os danos ao meio ambiente. Dentre esses materiais, destaca-se o óleo vegetal residual (OVR), o qual possui um elevado potencial poluidor e é amplamente utilizado em estabelecimentos comerciais e usuários domésticos. Nesse sentido, o presente estudo apresenta a avaliação da cadeia reversa do OVR destinado à fabricação de biodiesel mediante a realização de uma revisão sistemática na literatura. Dessa maneira, foi

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

possível investigar e levantar informações acerca dos fatores relativos à articulação e instituição dessa cadeia, bem como contribuir para mitigar as lacunas nas discussões científicas presente na literatura sobre a temática estudada.
Palavras-chaves: Logística Reversa. Óleo Vegetal Residual. Biodiesel. Reaproveitamento de Resíduos. Revisão Bibliográfica.

Abstract: The intense increase in the generation of waste associated with disposal practices corroborates the need to develop alternatives for the reuse of solid materials in the environment. Among these materials, vegetable residual oil (OVR) stands out, which has a polluting potential and is used in commercial establishments and employees? In this sense, the present study presents a review of the reverse chain of the OVR destined to the manufacture of biodiesel by carrying out a systematic review of the literature. In this way, it is possible to investigate and provide information on the factors related to the articulation and institution of this chain, as well as to mitigate the gaps in the discussions presented in the literature on a relevant issue.
Keywords: Reverse Logistics. Residual Vegetable Oil. Biodiesel. Reuse of Waste. Literature review.

ARTIGO ACEITO

Introdução

Conforme o atual estilo de vida de consumo exacerbado de bens, a geração de resíduos sólidos pelo ser humano decorrente desse fato é uma preocupação social no que se refere ao meio ambiente, devido ao seu potencial poluidor, dentre eles tem aqueles que representam maiores impactos, em decorrência do grau de toxidade. Diante disso, faz-se necessário alternativas que subtraiam ou amenizem impactos ambientais, como políticas de descarte adequada, reciclagem, reutilização e reaproveitamento.

Um desses resíduos é o óleo vegetal residual (OVR), o qual apresenta aptidão contaminadora quando descartado incorretamente, isto é, no lixo urbano, em pias, ralos, solo ou aquíferos, uma vez que permite o entupimento de canos, dificulta o escoamento do esgoto, acarretando em enchentes e gastos com saneamento urbano, além disso, quando rejeitado em rios, lagos e esgoto, o óleo de cozinha, por ter propriedades de insolubilidade em água e ser menos denso que a mesma, pois forma uma camada na superfície aquosa que impossibilita a troca de gases entre o meio aquático e o atmosférico, provocando a morte de vidas marinhas (ZUCATTO; WELLE; SILVA,

(cc) BY-NC-SA

2013).

Diante do exposto, a logística reversa do OVR é uma opção para a minimização do problema, visto que esta permite o desenvolvimento econômico, uma vez que reutiliza um resíduo em uma nova estrutura de produção, agregando valor a este que seria descartado, possibilitando, conforme Brunhara, Colares-Santos e Jardim Neto (2017) a fabricação de produtos como: sabão, detergentes, tintas, ração animal, biocombustível, glicerina, lubrificantes para carros e máquinas agrícolas e outros. Ademais, possui impacto social, devido a geração de empregos necessários para a realização desse processo e vantagens ambientais, pois evita o descarte incorreto do óleo de cozinha usado.

A fabricação de biodiesel por intermédio do OVR merece destaque devido o substancial benefício ofertado por esse produto, ou seja, além de evitar o descarte impróprio do resíduo em questão, o biocombustível gerado é uma fonte de energia renovável e substitui o diesel, combustível fóssil poluidor, portanto, essa troca acarreta vantagens ao meio ambiente por reduzir a emissão de gases do efeito estufa (RODRIGUES et al., 2019).

Dessa forma, o presente artigo apresenta como objetivo realizar uma revisão sistemática sobre a reciclagem do óleo vegetal residual para a produção de biodiesel, possibilitando, assim, levantar informações sobre como é articulada a cadeia de reciclagem do resíduo estudado, além de identificar os impactos do processo logístico analisado.

Portanto, a realização dessa revisão sistemática mostra-se relevante, uma vez que permite conhecer a literatura existente sobre o tema abordado, de forma a combinar resultados de diferentes estudos com uma análise crítica, averiguando a atualidade do assunto, o histórico, adversidades, particularidades e o que falta ser pesquisado, contribuindo efetivamente com a evolução e melhora das pesquisas, agregando novos conhecimentos à área.

Referencial Teórico

Goh et al. (2020) apontam que o descarte incorreto do óleo de cozinha é um problema mundial e muito significativo, uma vez que se estima que 500.000 toneladas por ano de OVR não são beneficiadas. Esse fato emerge da falta de políticas de incentivos e subsídios para aumentar as taxas de recuperação desse material, assim como a escassez de estratégias para fiscalização e a necessidade de desenvolvimento de uma cadeia

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

logística que seja assertiva no quantitativo de pontos de coleta, na sua infraestrutura e localização.

Nesse mesmo estudo, os autores constataram que países como China, Japão, os Estados Unidos e Austrália já implementam modelos para reciclagem e coleta desse resíduo a partir dos quais conseguem reduzir custos da manutenção e tratamento de esgotos e obter lucros por meio da transformação em biocombustíveis com valor econômico agregado.

Dessa forma, a logística reversa é uma alternativa para solução do problema, uma vez que conforme Mimouni e Abouabdellah (2016) o termo logística reversa trata do gerenciamento de devoluções e dos processos de recuperação de produtos, mas se refere às atividades logísticas de uma organização aplicadas ao sentido contrário das práticas adotadas regularmente na cadeia de suprimentos na organização.

Diante disso, diversos estudos indicam o óleo vegetal residual como uma fonte promissora para obtenção de variados produtos, dentre eles os estudos de Maotsela, Danha e Muzenda (2019), de Sarno, Luliano e Cirillo (2019) e Li et al. (2020) e nos quais este óleo é utilizado para obtenção de sabão, bio-lubrificante e resinas, respectivamente. Outrossim, a composição físico-química do OVR possibilita seu emprego para fins energéticos mediante produção de biocombustíveis como o Biodiesel (LIU; YANG; SHU, 2021; TSOUTSOS et al., 2016).

Nessa mesma perspectiva, de acordo com os estudos de Vieira, Nadaleti e Sarto (2020) mediante a expansão ao longo dos anos da produção de biodiesel torna-se cada vez mais necessária a introdução de novas matérias primas na sua cadeia, a fim de reduzir dependência do uso do óleo da soja e aumentar a competitividade desse biocombustível, diante disso, o aproveitamento do óleo vegetal usado é uma alternativa promissora, uma vez que contribui para minimização da poluição provocada pelos descartes incorretos, além de apresentar benefícios econômicos e sociais.

Com isso, a logística reversa do óleo de cozinha para a utilização na fabricação de biodiesel mostra-se relevante ao passo que permite a não poluição do meio ambiente pelos descartes indevidos de óleo no meio ambiente e a sua aplicação na produção de uma fonte alternativa de energia, o biodiesel, que promove a redução da dependência de combustíveis fósseis e as emissões de gases poluentes atmosféricos. Oliveira et al. (2014) elenca benefícios ambientais, econômicos e sociais provenientes da utilização do OVR para fabricar biodiesel, assim, em relação ao meio ambiente inclui-se a destinação

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

adequada do resíduo, evitando contaminação do solo e água, a não ocupação de áreas de plantio, a melhora da qualidade do ar e da saúde da população em razão da redução do uso de combustíveis fósseis, já no que tange a economia, destaca-se a redução dos custos com limpeza e manutenção da rede de esgoto, além da minimização dos custos na obtenção da matéria-prima, por fim, quanto às vantagens sociais, evidencia-se a geração de emprego e renda tanto com a coleta como com o beneficiamento do biodiesel.

Dessa forma, Rodrigues et al. (2019) afirmam que por meio do método de logística reversa do óleo, é possível obter o resíduo de lanchonetes, restaurantes e de residências domiciliares, e assim, utilizá-lo como matéria prima para produção de outros produtos, permitindo a redução da poluição ambiental, o desenvolvimento sustentável, e a minimização da necessidade de aquisição de outras matérias primas para a fabricação desses produtos, ainda, quando utilizado para adquirir biodiesel, há a promoção de ganho financeiro, redução da quantidade de CO_2 liberada na atmosfera e contribuir para a não poluição da água.

Metodologia

Conforme Prodanov e Freitas (2013) a pesquisa de caráter básico contribui para a geração de conhecimentos úteis para o desenvolvimento da ciência, sem aplicação prática prevista inicialmente, por meio do estudo de verdades e interesses universais. Logo, a presente pesquisa é caracterizada como básica, visto que a partir da exploração do tema objetiva a evolução do conhecimento acerca da logística reversa do óleo vegetal residual para fabricação do biodiesel.

Além disso, é classificada como exploratória e analítica na medida em que busca analisar a cadeia reversa do óleo residual de cozinha utilizado para produção do biodiesel mediante uma investigação por intermédio do levantamento de dados da avaliação sistemática na literatura. Visto que, segundo Menezes et al. (2019) uma pesquisa configura-se como exploratória quando é apresentada uma compreensão ou aprimoramento de um determinado assunto cujos resultados propiciam o desenvolvimento de novas pesquisas com novas abordagens e conforme Fontana (2018) as pesquisas analíticas têm a finalidade de formular teorias e desenvolver novas perspectivas para confrontar com aquelas já existentes, permitindo um avanço no

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

conhecimento.

Ainda, é classificada como qualitativa, pois objetiva entender e explicar os fenômenos pertinentes ao emprego da logística reversa do óleo de cozinha residual para fabricar biodiesel, analisando particularidades e comportamentos dos processos, mas também, configurando-se como quantitativa pois são mensuradas as contribuições científicas ao longo dos anos com o objetivo de avaliar a temática desenvolvida, desse modo é possível realizar análises acerca das tendências e lacunas existentes na literatura.

Diante disso, como método de desenvolvimento dessa pesquisa, a primeira etapa consiste no delineamento do planejamento de realização da revisão sistemática, isto é, definição de condições do protocolo, o que inclui o estabelecimento do objetivo da revisão sistemática, as questões a serem respondidas, os tipos de estudos analisados, as palavras chaves pesquisadas, bases de dados, idiomas, ano de publicação e os critérios de inclusão e exclusão das pesquisas obtidas, de forma que as definições destes pontos sejam coerentes com a finalidade da pesquisa.

Galvão e Ricarte (2020) afirmam que a revisão sistemática é um método de avaliação do estado da arte sobre algum tema, determinando critérios específicos de um caminho lógico para a apuração de um conjunto de estudos mais relevantes para o contexto pesquisado, apresentando as bases e estratégias de buscas consultadas, assim como os procedimentos para a seleção, exclusão e análise dos estudos.

Assim, como critérios iniciais para a seleção dos estudos, as bases utilizadas para realização das buscas foram: Capes Periódicos, Science Direct, Scopus e Web of Science, pois todas apresentam trabalhos relacionados a área de Engenharia e Sustentabilidade, além disso, optando-se por selecionar apenas artigos, pois são meio de comunicação científica e apresentam embasamento técnico pela aplicação de um método, logo manifestam confiabilidade e credibilidade, ademais os idiomas escolhidos para os estudos foram inglês e português, com anos de publicação livre.

Já a segunda etapa tratou da execução da revisão sistemática, no qual as palavras-chaves de buscas são pesquisadas nas bases de dados selecionadas e os resultados são filtrados conforme as definições de protocolo, assim, a categorização das bibliografias foi realizada mediante a utilização de um software destinado ao desenvolvimento de revisão sistemáticas chamado StArt (State of the Art Through Systematic Reviews) elaborado pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LAPES) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR).

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

Por fim, a última etapa refere-se à sumarização dos dados, de forma a gerar figuras que auxiliam na análise dos resultados obtidos, reunindo pesquisas semelhantes, avaliadas de maneira crítica, que possibilite compreender a evolução das pesquisas em relação aos métodos de reciclagem do OVR para produzir biodiesel.

Resultados

Após a escolha das bases de buscas e a delimitação dos meios de filtragem de resultados já citados na metodologia, determinou-se as palavras chaves formadoras nas combinações de busca, a saber: reverse flow, reverse logistic, reverse chain, industrial symbiosis, cooking oil, frying oil, residual vegetable oil, fluxo reverso, logística reversa, cadeia reversa, simbiose industrial, óleo de cozinha, óleo de fritura, óleo vegetal residual, biodiesel. Essas palavras chaves foram combinadas, de forma a realizar buscas que permitissem filtrar apenas trabalhos mais próximos ao que é desejado estudar.

As pesquisas foram compreendidas entre agosto de 2021 e setembro 2021, sendo revisadas em novembro de 2021 para atualização e composição do banco de dados final. As combinações de palavras-chaves nas buscas utilizadas e os resultados obtidos com as pesquisas são apresentados na Tabela 1. Ressalta-se que a busca foi feita a partir da plataforma de acesso da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) via Portal Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), através da Universidade Federal do Piauí.

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

Tabela 1: Resultados por strings de buscas e bases de buscas

Combinações de palavras-chaves	Bases de Busca			
	Science Direct	Capes Periódicos	Web of Science	Scopus
"Reverse flow" and "cooking oil" and "biodiesel"	20	4	1	18
"Reverse flow" and "frying oil" and "biodiesel"	5	1	0	10
"Reverse flow" and "residual vegetable oil" and "biodiesel"	0	0	0	1
"Reverse logistic" and "cooking oil" and "biodiesel"	2	16	0	75
"Reverse logistic" and "frying oil" and "biodiesel"	1	3	0	29
"Reverse logistic" and "residual vegetable oil" and "biodiesel	0	0	0	0
"industrial symbiosis" and "cooking oil" and "biodiesel"	24	9	0	41
"industrial symbiosis" and "frying oil" and "biodiesel"	3	1	0	8
"industrial symbiosis" and "residual vegetable oil" and "biodiesel"	0	0	0	0
"reverse chain" and "cooking oil" and "biodiesel"	4	1	0	7
"reverse chain" and "frying oil" and "biodiesel"	1	0	0	5
"reverse chain" and "residual vegetable oil" and "biodiesel"	0	0	0	0
"Fluxo reverso" and "óleo de cozinha" and "biodiesel"	0	1	0	0
"Fluxo reverso" and "óleo de fritura" and "biodiesel"	0	1	0	0
"Fluxo reverso" and "óleo vegetal residual" and "biodiesel"	0	0	0	0
"Logística reversa" and "óleo de cozinha" and "biodiesel"	0	4	0	7
"Logística reversa" and "óleo de fritura" and "biodiesel"	0	3	0	4
"Logística reversa" and "óleo vegetal residual" and "biodiesel"	0	0	0	
"simbiose industrial" and "óleo de cozinha" and "biodiesel"	0	0	0	0
"simbiose industrial" and "óleo de fritura" and "biodiesel"	0	0	0	0
"simbiose industrial" and "óleo vegetal residual" and "biodiesel"	0	0	0	0
"cadeia reversa" and "óleo de cozinha" e "biodiesel"	0	2	0	3
"cadeia reversa" and "óleo de fritura" and "biodiesel"	0	2	0	1
"cadeia reversa" and "óleo vegetal residual" and "biodiesel"	0	0	0	1
TOTAL	60	48	1	210
	18,8%	15,0%	0,3%	65,8%

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

Conforme a Tabela 1 é possível verificar que se obteve um total de 319 artigos encontrados com as combinações das palavras chaves utilizadas, sendo que os resultados obtidos pela base Scopus representam mais da metade (65,8%) dos artigos obtidos que podem apresentar algum tipo de relação com o que pretende-se avaliar sobre o tema, seguido da Science Direct (18,8%) e da Capes Periódicos (15,0%), por fim, a base com menor resultados é a Web of Science, o qual apresenta uma resposta de apenas 0,3% do total.

Ainda, de acordo com a Tabela 1, verifica-se que as combinações de palavras-chaves no idioma inglês foram responsáveis pela maioria dos resultados obtidos, representando um total de 90,91%, sendo que as combinações em português correspondem a 9,1%, logo, as combinações de palavras-chaves de maior expressividade foram “"reverse logistic" and "cooking oil" and "biodiesel"”, com um total de 93 artigos, seguida da combinação “"industrial symbiosis" and "cooking oil" and "biodiesel", com 74 artigos e “"reverse flow" and "cooking oil" and "biodiesel" com 43 artigos.

Assim, entende-se que a temática é de interesse mundial, por outro lado, nota-se que o baixo percentual de trabalhos escritos em português indica lacunas existentes de contribuições e discussões científicas com o idioma, em razão disso, tem-se na literatura oportunidade do desenvolvimento de trabalhos que fortaleçam e amplifiquem o aprimoramento teórico acerca do aproveitamento do OVR para fabricação de biodiesel.

Subsequentemente, os resultados expostos foram submetidos aos demais critérios de Exclusão e Inclusão conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1: Critérios de inclusão e exclusão

CRITÉRIOS	
INCLUSÃO	**EXCLUSÃO**
(I) É sobre o tema	(E) Não é sobre o tema
	(E) Pela leitura do título e resumo
(I) Pela leitura do título e resumo	(E) leitura na íntegra
	(E) Não identifica a estrutura e coordenação do reaproveitamento do OVR
(I) leitura na íntegra (I) Identifica a estrutura e coordenação do reaproveitamento do OVR	(E) Alta restrição das análises do reaproveitamento para obtenção de outros produtos (além do biodiesel)
(I) Identifica a estrutura e coordenação do reaproveitamento do OVR	(E) Artigos altamente restritos à aspectos das rotas de produção do biodiesel a partir do OVR

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

Assim, com base nos critérios de Inclusão e Exclusão apresentados no Quadro 1, foi realizada a triagem dos resultados e foi possível identificar uma redução no quantitativo de artigos científicos para compor o estudo, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Triagem dos artigos pelos critérios de Inclusão e Exclusão

RESULTADO	Science Direct	Capes Periódicos	Web of Science	Scopus
Elegíveis	1	4	0	34
Não elegíveis	38	18	1	108
Duplicados	21	26	0	68
Total	60	48	1	210
Percentual de aprovação	3%	10%	0%	87%

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Dos 319 artigos encontrados, pelas combinações de palavras-chaves, 165 estudos (52%) foram considerados não elegíveis, de acordo com os critérios de exclusão, 39 artigos (12%) foram considerados elegíveis pois se enquadravam nos critérios da pesquisa, leitura e análise crítica para serem avaliados na segunda triagem, que consistia na leitura do texto por inteiro, além disso, 68 (21%) artigos, configuram como trabalhos duplicados, os quais foram publicados em periódicos que se encontram inseridos em mais de uma base de dados, como verificado na Tabela 2.

Ainda, de acordo com a Tabela 2, nota-se que do total de artigos aprovados na primeira triagem, 89% (34) são da base Scopus, a Capes Periódico representa 10% (4), a Science com 3% (1) e a Web of Science com nenhum artigo artigos que se enquadravam nos critérios da pesquisa, leitura e análise crítica.

Assim, após a realização dessa avaliação, 39 artigos foram aprovados para a fase de extração, no qual estes passaram por um processo de nova triagem, o qual constituiu na leitura dos artigos na íntegra, aplicando novamente os critérios de inclusão e exclusão, expostos no Quadro 1, portanto, desse valor, um total de 26 artigos foram classificados como elegíveis para a realização da revisão sistemática, 10 publicações foram consideradas não elegíveis e 2 artigos estavam duplicados.

Dentre os trabalhos selecionados, o Quadro 2 exibe os títulos, autores, ano e as revistas os quais os artigos foram publicados.

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

Quadro 2 - Artigos Elegíveis

TÍTULO	AUTORES	ANO	REVISTA
Multiobjective Optimization of Sustainable WCO for Biodiesel Supply Chain Network Design	Nana Geng, Yixiang Sun.	2021	Discrete Dynamics in Nature and Societyb
Effects of supply chain practices, integration and closed-loop supply chain activities on cost-containment of biodiesel	Suhaiza Zailani, Mohammad Iranmanesh, Behzad Foroughi, Kwangyong Kim, Sunghyup Sean Hyun.	2019	Review of Managerial Science
Used-cooking-oil biodiesel: Life cycle assessment and comparison with first- and third-generation biofuel	Spyros Foteinis, Efthalia Chatzisymeon, Alexandros Litinas, Theocharis Tsoutsos.	2020	Renewable Energy
Optimal subsidy and recycling mode of waste cooking oil under asymmetric information	Rui Yang, Wansheng Tang e Jianxiong Zhang.	2021	Journal of the Operational Research Society
Circular bioeconomy in action: Collection and recycling of domestic used cooking oil through a social, reverse logistics system	Michael I. Loizides, Xenia I. Loizidou, Demetra L. Orthodoxou, Demetra Petsa.	2019	Recycling
Contract design in reverse recycling supply chain with waste cooking oil under asymmetric cost information	Rui Yang Wansheng Tang Rui Dai Jianxiong Zhang.	2018	Journal of Cleaner Production
Understanding the interaction among the barriers of biodiesel production from waste cooking oil in India- an interpretive structural modeling approach	A. Avinash, P. Sasikumar, A. Murugesan.	2018	Renewable Energy
An integrated data envelopment analysisemthematical programming approach to strategic biodiesel supply chain network design problem	Pray Babazadeh, Jafar Razmi, Masoud Rabbani, Mir Saman Pishvaee.	2017	Journal of Cleaner Production
Waste frying oil in the Municipal District of Kampfumo, Maputo city: a reverse logistics network	Nilza Izabel Matavel, Gisele de Lorena Diniz Chaves, Glaydston Mattosbrook.	2017	International Journal of Environmental Studies
Optimal design and planning of biodiesel supply chain considering non-edible feedstock	Pray Babazadeh	2016	Renewable and Sustainable Energy Reviews
Biodiesel production from waste cooking oil for use as fuel in artisanal fishing boats: Integrating environmental, economic and social aspects	Moecke EHS, Feller R, Santos HAd, Machado MdM, ALV Vats, DutraARdA, Santos LLV, Soares SR	2016	Journal of Cleaner Production
Perspectives of residual frying oil: An economic, legal and socio-environmental approach [Perspectivas do óleo residual de fritura: Uma abordagem economica, jurídica e socioambiental]	Mariana Matos Oliveira; Max filipe Silva Gonçalves.	2016	Espacios
How to increase the recovery rate for waste cooking oil-to-biofuel conversion: A comparison of recycling modes in China and Japan	Huiming Zhang, U. Aytun Ozturk, Dequn Zhou, Yueming Qiu, Qing Wu.	2015	Ecological Indicators

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

TÍTULO	AUTORES	ANO	REVISTA
Biodiesel produced by waste cooking oil: Review of recycling modes in China, the US and Japan	Huiming Zhang, U. Aytun Ozturk, Qunwei Wang, Zengyao Zhao.	2014	Renewable and Sustainable Energy Reviews
A voluntary delivery point in reverse supply chain for waste cooking oil: An action plan for participation of a public-school in the state of Rio de Janeiro, Brazil	Luana dos Santos Ferreira, Aldara da Silva César, Marco Antonio Conejero, Ricardo César da Silva Guabiroba.	2018	Recycling
Reverse chain of cooking oil: Coordination, structure and relational aspects [Cadena inversa del aceite de cocina: Coordenación, estructura y aspectos relacionales	Luis Carlos Zucatto, Iara Welle, Tania Nunes da Silva.	2013	Revista de Administração de Empresas
M3-IS-LCA: A Methodology for Multi-level Life Cycle Environmental Performance Evaluation of Industrial Symbiosis Networks	Piya Kerdlap, Jonathan Sze Choong Low, Daren Zong Loong Tan, Zhiquan Yeo, Seeram Ramakrishna.	2020	Resources, Conservation and Recycling
Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications	Andrea Genovese, Adolf A. Acquaye, Alejandro Figueroa, S. C. Lenny Koh.	2017	Omega
Analysis of the costs and logistics of biodiesel production from used cooking oil in the metropolitan region of Campinas (Brazil)	Amanda Carvalho Miranda, Silvério Catureba da Silva Filho, Elias Basile Tambourgi, José Carlos CurveloSantana, Rosangela Maria Vanalle, Flávio Guerhardt.	2018	Renewable and Sustainable Energy Reviews
Value chain analysis of waste cooking oil for biodiesel production: Study case of one oil collection company in Rio de Janeiro - Braz	Ricardo César da Silva Guabiroba, Roberta Meireles da Silva, Aldara da Silva César, Marcelino Aurélio Vieira da Silva.	2017	Journal of Cleaner Production
Perspective of Residual Cooking Oil (ORC) in Brazil and its dimensions in Reverse Logistics [Perspectiva do Óleo Residual de Cozinha (ORC) no Brasil e suas dimensões na Logística Reversa]	Gonçalves, M.F.S.; Chaves, G.L.D.	2014	Espacios
The reverse logistics cooking oil for biodiesel production: Case study (A logí-stica reversa do óleo de cozinha para produção de biodiesel: Estudo de caso)	Alexandre Formigoni, Caio Flávio Stettiner, Enio Fernandes Rodrigues, Ivan Pérsio de Arruda Campos, João Roberto Maiellaro.	2014	Espacios
The potential of waste cooking oil as supply for the Brazilian biodiesel chain	Aldara da Silva César, Dayana Elizabeth Werderits, Gabriela Leal de Oliveira Saraiva, Ricardo César da Silva Guabiroba.	2017	Renewable and Sustainable Energy Reviews

ARTIGO ACEITO

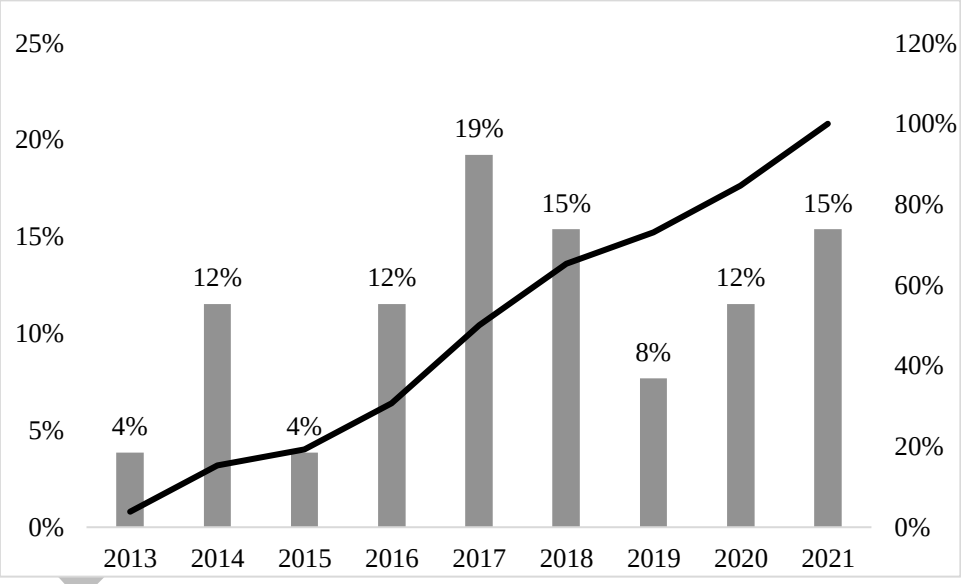
(cc) BY-NC-SA

TÍTULO	AUTORES	ANO	REVISTA
A comprehensive review of biodiesel production from waste cooking oil and its use as fuel in compression ignition engines: 3rd generation cleaner feedstock	Digambar Singh, Dilip Sharma, S.L. Soni, Chandrapal Singh Inda, Sumit Sharma, Pushpendra Kumar Sharma, Amit Jhalani.	2021	Journal of Cleaner Production
Implications of government subsidies for waste cooking oil considering asymmetric information	Rui Yang, Wansheng Tang, Jianxiong Zhang.	2020	Kybernetes
Cooking oils and fat waste collection infrastructure planning: a regional-level outline	Josef Matušinec, Dušan Hrabec, Radovan Šomplák, Vlastimír Nevrlý eYury Redutskiy.	2021	Tecnologias Limpas e Política Ambiental

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A análise do Quadro 2 permite verificar: o título dos artigos, os autores, as revistas e os anos de publicação dos artigos. Ao observar os anos de publicação dos artigos, constata-se que o tema pesquisado no presente trabalho se configura como atual, como mostra a Figura 1.

Figura 1: Ano de publicação



Elaborado pelos autores (2021).

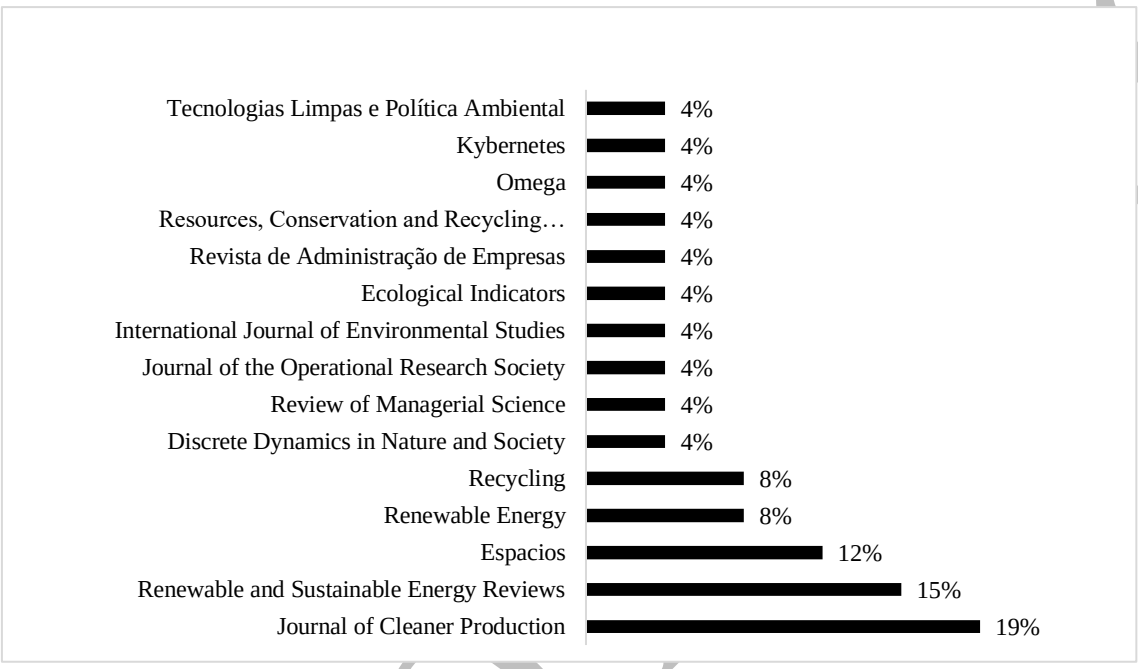
De acordo com a Figura 1, há uma tendência de aumento durante os anos no número de publicações relacionados ao tema, nos anos de 2013 a 2021, sendo que cerca de 69 % dos artigos concentram-se nos anos de 2017 a 2021, com destaque para 2017, com um total de 5, correspondente a 19%.

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

Ademais, algumas revistas se destacam quanto a quantidade de artigos publicados selecionados nessa revisão como apresenta a Figura 2.

Figura 2 – Percentagens de artigos publicados nas revistas científicas sobre o tema da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

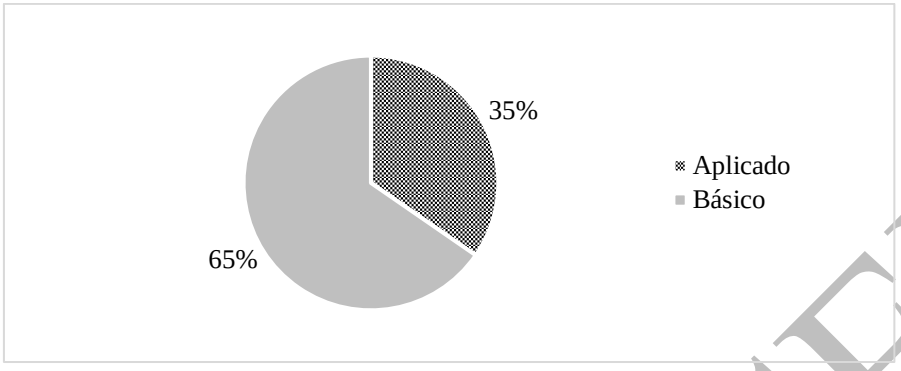
Como mostra a Figura 2, a revista Journal of Cleaner Production apresentou 19% das publicações dessa revisão. O Journal of Cleaner Production (2021) é um jornal internacional transdisciplinar, o qual apresenta o foco em pesquisas voltadas a produção mais limpa, meio ambiente e sustentabilidade. A Renewable and Sustainable Energy Reviews (2021) tem o objetivo de expor pesquisas relacionadas a energias renováveis e sustentáveis, e apresentou 15% das publicações desta pesquisa, e a Espacios (2021) é um periódico que foca nas áreas de gestão, tecnologia, além de estudos sociais de ciências, tecnologias e educação evidenciou 12% nas publicações apresentadas.
Logo, nota-se a relação sobre o tema pesquisado nesse estudo com fatores sustentáveis, tecnológicos e de fomento a energia renovável, além da abrangência destas com publicações em revistas internacionais.
Em prosseguimento, analisou-se a metodologia científica aplicada aos artigos selecionados com a intensão de investigar as formas utilizadas para identificar, explicar e discutir o fenômeno pesquisado de modo a promover a compreensão do tema,

ARTIGO

(cc) BY-NC-SA

conforme a natureza, objetivo, procedimento e abordagem dos mesmos. Diante disso, a Figura 3 exibe a natureza dos artigos selecionados.

Figura 3 - Natureza dos artigos

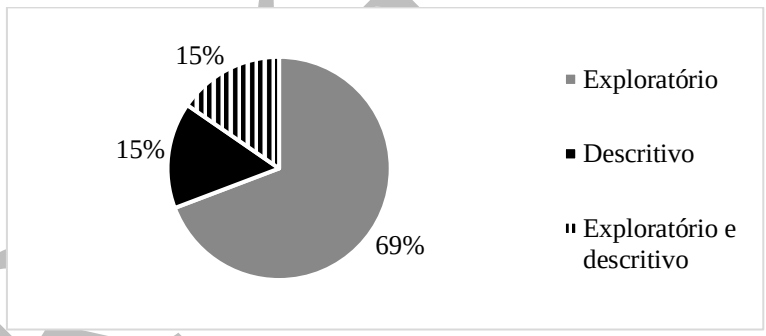


Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

É possível verificar, a partir da Figura 3, que 65% dos artigos aprovados apresentam caráter básico, portanto, permite-se inferir que a maioria dos estudos tem o objetivo de gerar conhecimento, mas sem aplicação prática prevista, assim, entende-se que estas pesquisas buscam por estipular verdades.

A Figura 4 mostra o objetivo dos trabalhos selecionados.

Figura 4: Objetivo dos artigos



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A partir da Figura 4, nota-se que 69% dos artigos são exploratórios e descritivos, uma vez que apresentam a finalidade de obter maior familiaridade com tema, além de descreverem um contexto, proporcionando o estabelecimento de uma situação-problema e suas relações com variáveis. Como evidencia a Figura 4, é possível assimilar que em razão do tema abordado configurar como recente, havendo uma baixa discussão, há a

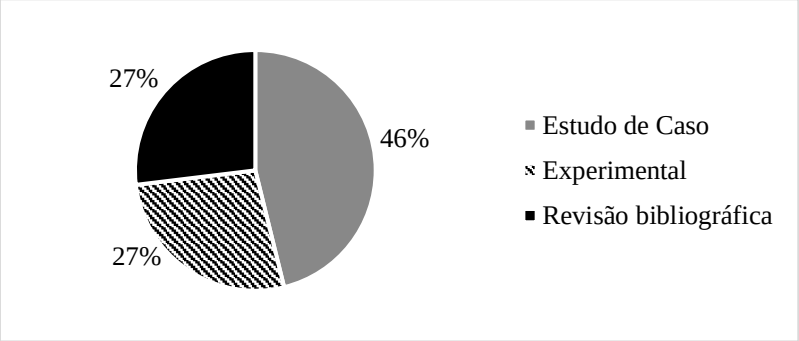
ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

necessidade de obtenção de maior conhecimento e exploração por meio de pesquisas básicas, portanto, estudos de aplicação na prática ainda são dificultados, nesse mesmo sentido, as pesquisas exploratórias e descritivas têm foco semelhante.

A Figura 5 revela o procedimento aplicado nos artigos.

Figura 5: Procedimento dos artigos



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A partir da Figura 5, analisa-se que 46% dos artigos são estudos de caso, no qual isso possivelmente associa-se ao fato destes apresentarem maioria exploratório, como já explanado, logo, a aplicação desse procedimento auxilia no entendimento do funcionamento dos processos pesquisados por meio do levantamento de dados sobre um fenômeno específico, permitindo maior exploração do tema.

Assim, a prevalência de estudos de casos analisados mostra que a logística reversa do OVR para obter biodiesel é aplicada na prática, necessitando investigar os fenômenos relacionados, formulando situações-problemas e apurando soluções e melhorias para os processos. Além disso, percebe-se, também, a exposição de 27% dos artigos como experimentais, corroborando com a ideia de investigação de problemáticas por meio de simulações, modelagens ou experimentos com a finalidades de propor melhorias e avanços para o assunto abordado.

Por fim, quanto a abordagem, observa-se que 50% das pesquisas aprovadas são qualitativas e 50% são quantitativas e qualitativas, prevalecendo que todos os estudos buscam interpretar e analisar os fatores pertinentes a logística reversa aplicada ao OVR para produzir biodiesel de forma a apresentar significados para dados que não são avaliados quantitativamente.

Em continuidade, foi realizada a análise crítica dos 26 artigos selecionados nesta revisão sistemática, onde deseja-se definir sobre o estado atual de conhecimento em relação à

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

reciclagem do óleo vegetal residual com o objetivo de fabricar biodiesel, dessa forma, as indagações realizadas referem-se a estrutura e coordenação da logística reversa do OVR para produzir o biocombustível, dificuldades e empecilhos desse processo, o panorama energético de utilização do biodiesel proveniente do óleo residual no âmbito nacional e internacional, além do destino de subprodutos do processo.

Logo, quanto às perspectivas de utilização do biodiesel no panorama energético, Zhang et al. (2014) comentam sobre a relevância de incentivar o uso de OVR na produção de energia, visto que este resíduo é de suma importância para a fabricação de biodiesel, um combustível que representa o desenvolvimento de energia limpa e de sustentabilidade, utilizado com destaque na indústria de transporte.

Singh et al. (2021) consideram que o alto volume descartado inadequadamente é um problema em escala mundial, visto que aproximadamente cerca de 30% do volume produzido per capita é gerado como resíduo após o processo de fritura por indústrias alimentícias, restaurantes e residências. Esses resíduos ao serem utilizados para produção do biodiesel reduzem os custos de produtivos e minimizam as cargas de matérias nas estações de tratamento.

Para tal aplicação, Singh et al. (2021) discutem que a produção de biodiesel a partir do OVR é viabilizada mediante uma etapa de pré-tratamento, necessária para reduzir o teor de água e adequar parâmetros operacionais como a densidade e viscosidade do resíduo coletado. Dentre os principais métodos, os autores enfatizam que a transesterificação por duas etapas proporciona maior reação de conversão e menores custos produtivos, na primeira etapa desse processo corresponde a uma esterificação a fim de reduzir o alto grau de ácidos graxos, por conseguinte, o produto obtido é transesterficado com catalisador básico. Ainda, a purificação do OVR tem a finalidade de aprimorar a qualidade do resíduo para atender às especificações do biodiesel (FOTEINIS et al., 2020).

A pesquisa de Foteinis et al. (2020) avalia-se o desempenho ambiental do biodiesel de óleo saturado por meio do ciclo de vida do resíduo, constatam que o biodiesel de OVR é fundamental no processo de descarbonificação da Europa no setor de transporte, contribuindo com o melhor abastecimento de combustíveis renováveis e de energia.

Além disso, Babazadeh et al. (2017) afirmam que no Irã, o OVR é uma das matérias primas mais promissoras para a produção de biodiesel, também, devido ao país apresentar uma grande quantidade de diesel e gasolina exportados da Europa, a

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

fabricação de biodiesel é de extrema relevância, auxiliando na segurança energética, na crise rural e no desenvolvimento sustentável.

Referente a cadeia reversa, verificando os elos envolvidos e os papeis desempenhados, na formulação de um problema de modelagem de uma rede otimizada de utilização do OVR para produção de biodiesel na pesquisa de Gonçalves e Chaves (2014) são considerados alguns elos como participantes da cadeia de abastecimento, os centros de fornecimento da matéria-prima, os centros de coleta e pré-processamento do óleo, as biorrefinarias, os centros de distribuição e centros de clientes.

Similarmente, Ferreira et al. (2018) elencam que há três principais elos envolvidos na cadeia reversa do OVR, a saber: geradores, os agentes intermediários e os destinadores. Em termos gerais, os resíduos residenciais são essencialmente descartados no esgoto e uma pequena parcela é destinada para a fabricação de produtos com valor agregado. Por outro lado, os pontos de coleta, cooperativas e algumas instituições intermediárias acondicionam e tratam os resíduos de estabelecimentos que apresentam maior volume de resíduos, tais quais restaurantes e lanchonetes. Os autores destacam que a influência da conscientização da comunidade para o estabelecimento da cadeia reversa do OVR, nesse sentido, incluir escolas como ponto de entrega voluntária é uma estratégia potencial para reduzir os descartes incorretos e consolidar a cadeia reversa dos resíduos de óleo vegetal residual.

Em relação ao funcionamento da cadeia de recuperação e destinação adequada do OVR, verifica-se que Matavel, Chaves e Ribeiro (2016) projetam uma modelo de estudo de logística reversa desse resíduo para a fabricação do biocombustível, no qual é abordado uma estrutura operacional que consta com o fornecimento de óleo por pequenos geradores, que depositam o volume em instalações de armazenamento, encaminhando para estabelecimentos de limpeza e purificação do resíduo antes de direcionar para a indústria de processamento de biodiesel, já no caso de grandes geradores, o OVR é orientado diretamente para instalações de tratamento e após para a biorrefinaria.

Zhang et al. (2014) também esclarecem sobre dois modos de reciclagem de óleo saturado para a conversão em biodiesel, a saber, no primeiro, as empresa de biodiesel são responsáveis por investir, operar e gerenciar a cadeia reversa, dessa forma, não há recicladoras, uma vez que as organizações de biodiesel empregam fornecedores de reciclagem encarregados por realizar a coleta, por outro lado, no segundo método, as empresas de biodiesel e as recicladoras são entidades separadas, havendo a terceirização

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

da operação de reciclagem, sendo este último o modo mais usado na China, Japão e EUA.

Kerdlap et al. (2020) elencaram que a cadeia reversa do OVR apresenta nítidos benefícios associados à redução dos impactos negativos dos processos de produção tradicionais, uma vez que há a revalorização dos resíduos por meio do aproveitamento contínuo dos fluxos de materiais, mitigando assim os danos ambientais e potencializando o desenvolvimento econômico. Esses autores constataram que a implantação de cadeias reversas para OVR engloba significativos ganhos ambientais evidenciados pela redução no total de emissões de carbono.

Contudo, Kerdlap et al. (2020) comentam que apesar da alta disponibilidade do OVR, os altos custos de fabricação na cadeia reversa do óleo vegetal residual atuam como uma restrição expressiva para o estabelecimento de cadeias de abastecimento circulares. Nesse sentido, os autores destacam o papel da atuação governamental no desenvolvimento de iniciativas que fomentem os sistemas de produção autossustentáveis por intermédio de ações como a aplicação de políticas de incentivos fiscais para empresas que atuam na cadeia reversa desse resíduo e a criação de parques ecoindustriais para realizar a transformação e tratamento dos materiais coletados.

Nesse mesmo sentido, Moecke et al. (2016) explana que o alto custo do óleo é atribuído a indisponibilidade de terras agrícolas suficientes para o cultivo das sementes oleaginosas destinada para a produção de biodiesel ao invés do uso alimentício, dessa forma, para Babazadeh (2016), a utilização de OVR para sintetizar biodiesel contribui com a maior viabilidade de produção, ocasionada pela utilização de uma matéria prima de menor custo e com a melhoria do abastecimento alimentar, visto que evita a destinação de oleaginosas comestíveis para fins energéticos, logo, representa uma economia de cerca de 21,6%.

Ademais, para Oliveira e Gonçalves (2016), de benefícios econômicos, evidencia-se a redução de custos com tratamento de efluentes, além disso, os autores comentam que o aspecto político é outro fator que impulsiona a cadeia, como é o caso de políticas que fomentam a adesão do biodiesel a matriz de energia no Brasil, ainda, os mesmos autores citam casos de sucesso da participação do governo estadual e municipal no Brasil para o incentivo da rede de recuperação do OVR, a saber, programas do estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, no qual percebe-se a implantação de sistemas de coleta, apesar disso, há situações em que a fiscalização é ineficaz, dificultando a

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

garantia de cumprimento legal das políticas.

Ainda, identifica-se uma carência de leis que estimulam a coleta de OVR destinado ao biocombustível e à fabricação do mesmo, visto que a legislação obriga a implementação da logística reversa pela PNRS (BRASIL, 2010), mas trata os resíduos de maneira genérica, outrossim, em relação ao OVR, não se proporciona condições favoráveis para o beneficiamento desse resíduo.

De maneira análoga, César et al. (2017) discutem que a PNRS apresenta lacunas quanto ao estabelecimento de iniciativas de inclusão de agentes na cadeia de logística reversa no âmbito urbano, em especial, no que tange ao papel dos catadores informais. Dessa maneira, elenca que para a efetividade da legislação, deve-se existir mais estímulos para a formação de catadores, ampliando assim a captação de resíduos e os benefícios relacionados à inclusão social e geração de renda, e por conseguinte, a ampliação do ciclo de vida de resíduos.

Babazadeh (2016) explana que a viabilidade comercial do biocombustível depende da determinação adequada da estrutura ideal da cadeia de abastecimento, desde a obtenção de matéria prima até os consumidores finais de biodiesel. Dessa forma, estabelecer modelos de programação linear que simulam uma rede de abastecimento do biodiesel constituem como uma maneira de estruturar um plano de gerenciamento da cadeia de suprimento que auxilie na otimização de decisões estratégicas, objetivando reduzir custos e intensificar a lucratividade (GENG; SUN, 2021).

GENG e SUN (2021) comentam sobre barreiras para a produção de biodiesel a partir do OVR, como é o caso de Avinash, Sasikumar e Murugesan (2018), o qual, por intermédio de uma revisão bibliográfica, identificam que a falta de centros de coleta é uma fator que dificulta a reciclagem do resíduo para a produção do biocombustível, além do abastecimento irregular e em grandes quantidades deste nas biorrefinarias, as distâncias entre os pontos de coleta e as plantas de fabricação, falta de espaço de armazenamento, obstáculos na utilização do óleo nos processos de transformação devido qualidade inferior do mesmo, a escolha de uma tecnologia de transformação eficiente, assim como a falta de conhecimento, de incentivos governamentais e políticas de implementação de uma produção rentável de biodiesel.

Ainda, Avinash, Sasikumar e Murugesan (2018) verificaram a relação entre algumas adversidades comentadas anteriormente, como é o caso de problemas estruturais de distâncias, instalações inadequadas, baixa tecnologia de processamento e a

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

inconsistência na quantidade dos fornecimentos que são influenciados diretamente pela falta de incentivos governamentais e de políticas, assim, estes representam o principal impulsionador para o desenvolvimento eficaz da transformação do OVR em biodiesel em grande escala.

Além disso, para Matavel, Chaves e Ribeiro (2016), a disponibilidade do OVR para a indústria de biodiesel é limitada em decorrência da falta de uma rede de logística reversa eficiente. De modo semelhante, Loizides et al. (2019) afirmam que há uma lacuna entre fornecimento e demanda de OVR na Europa, no qual a capacidade de captura do mercado é superior ao coletado internamente, diante disso, a recuperação do resíduo doméstico consiste em um artifício para solucionar o problema.

No entanto, o OVR de fonte doméstica é pouco explorado em razão das adversidades de implantação da logística reversa para a obtenção de pequenas quantidades do resíduo proveniente de um grande número de famílias individuais, logo, em boa parte dos países da Europa, nenhum óleo de origem doméstica é coletado (LOIZIDES et al., 2019).

Visto isso, melhorar a taxa de recuperação do OVR é fundamental para tornar a cadeia de abastecimento de biocombustível convertido eficiente (ZHANG et al., 2014).

Portanto, barreiras técnicas e práticas, o que inclui as atividades de coleta, processamento, técnicas de transformação, apoio político e conhecimento populacional são fatores que dificultam a implementação da logística de recuperação do OVR.

Babazadeh (2016) comenta que em uma rede da cadeia de abastecimento de biocombustível, as estratégias devem ser planejadas com o objetivo de melhorar o desempenho e integrar os processos de forma a auxiliar na viabilidade comercial do biocombustível, como é o caso da determinação de capacidades, localizações, fluxos de materiais, quantidades de produção, estoques e outros.

Dessa forma, diante da análise realizada da revisão sistemática sobre o tema pesquisado, verifica-se que a maioria das perguntas realizadas no início dessa sessão foi respondida, com exceção da última, o qual trata sobre explicações pertinentes aos destinos apresentados para os subprodutos obtidos na cadeia reversa para a produção de biodiesel, como é o caso da glicerina, gerada na reação de conversão do OVR em biocombustível e a borra adquirida no processo de filtragem do resíduo, no qual o óleo saturado é separado da fração descartável, que consiste em restos de alimentos e corpos estranhos.

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

Conclusões

O presente trabalho apresentou por escopo analisar a logística reversa do óleo residual de cozinha destinado para a fabricação de biodiesel, de forma a realizar uma revisão sistemática com a intenção de compreender os principais artigos pertinentes ao tema. Diante disso, foi possível constatar que o tema pesquisado é atual, uma vez que, dentre os artigos selecionados para a análise, 50% destes apresentam publicação nos anos de 2018 a 2021, ademais, trata-se de um assunto de interesse mundial, evidenciado pela quantidade (85%) de artigos na língua inglesa e pelas publicações em revistas internacionais, por outro lado, também é possível inferir que há a necessidade do desenvolvimento de pesquisa sobre o tema na língua portuguesa, diante disso, infere-se que o presente trabalho contribui com o desenvolvimento do tema no contexto brasileiro.

Quanto às questões metodológicas percebeu-se que a maioria dos artigos selecionados são caracterizados como básicos, exploratórios e descritivos, além de consistirem em estudos de casos com destaque para abordagem qualitativas, explicados pelo fato de tratar-se do estudo de um tema atual e pouco explorado, necessitando de maior familiaridade com o assunto, permitindo maior exploração e detalhamento dos fenômenos estudados.

Visto isso, esse artigo apresenta contribuição com a ampliação da pesquisa científica sobre a logística reversa aplicada ao OVR para a utilização na obtenção de biodiesel, visto que há uma baixa discussão referente ao tema, principalmente no que se refere a explanação e investigação das lacunas identificadas, ademais, auxilia na conscientização populacional acerca dos malefícios ocasionados pelo OVR e correto descarte do mesmo, apresentando uma solução eficiente para a mitigação do problema.

Por fim, para trabalhos futuros, sugere-se que sejam realizadas pesquisas de modo a promover a compreensão mais aprofundada de todos os processos, elos envolvidos, finalidades, atividades desenvolvidas pelo órgão responsável e planejamentos realizados por meio da investigação com outras fontes, como o estudo de caso e entrevistas aplicadas aos elos participantes dos processos de recuperação do OVR para fabricar biodiesel.

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

Referências

AVINASH, A.; SASIKUMAR, P.; MURUGESAN, A. (2018) Understanding the interaction among the barriers of biodiesel production from waste cooking oil in India - An interpretive structuralmodeling approach. **Renewable Energy**, Vol. 127, Pages 678-684 doi: 10.1016/j.renene.2018.04.079

BABAZADEH, R. (2016) Optimal design and planning of biodiesel supply chain considering nonedible feedstock. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 75, 1089–1100. doi:10.1016/j.rser.2016.11.088

BRASIL. (2010) Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Brasília,** DF. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>; Acesso em: Out, 2021.

BRUNHARA, J. P. C.; COLARES-SANTOS, L.; NETO, A. C. J. (2017) Logística reversa do óleo de fritura usado. **V Simpósio Nacional de Gerenciamento de Cidades, 3ª Semana de Arquitetura e urbanismo da UNIVAG**, Várzea Grande - MT.

CÉSAR, A. da Silva, Werderits, D. E., de Oliveira Saraiva, G. L; Guabiroba, R. da Silva. (2017) The potential of waste cooking oil as supply for the Brazilian biodiesel chain. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.72, 246-253. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.240

FERREIRA, L. S.; CÉSAR, A. S.; CONEJERO, M. A.; GUABIROBA, R. C. S. A. (2028) Voluntary Delivery Point in Reverse Supply Chain for Waste Cooking Oil: An Action Plan for articipation of a Public-School in the State of Rio De Janeiro, Brazil. **Recycling**, 3, 48. DOI:10.3390/recycling3040048

FONTANA, Felipe. (2018) Metodologia da pesquisa e do trabalho científico. Organizado por Thiago Mazucato. Penápolis: **FUNEPE.**

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

FOTEINIS, S.; CHATZISYMEON, E.; LITINAS, A.; TSOUTSOS, T. (2020) Used-cooking-oil biodiesel: Life cycle assessment and comparison with first- and third-generation biofuel. **Renewable Energy**. DOI:10.1016/j.renene.2020.02.022

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. (2020) Revisão Sistemática da Literatura: Conceituação, Produção e Publicação. **LOGEION: Filosofia da informação**, Rio de Janeiro, v. 6 n. 1, p.57-73. https://doi.org/10.21728/logeion.2019v6n1.p57-73

GONÇALVES, Max Filipe Silva; CHAVES, Gisele de Lorena Diniz. (2014) Perspectiva do Óleo Residual de Cozinha (ORC) no Brasil e suas dimensões na Logística Reversa. **Revista ESPACIOS**, Vol. 35, Nº 8.

GENG, N.; SUN, Y. (2021) Multiobjective Optimization of Sustainable WCO for Biodiesel Supply Chain Network Design. **Discrete Dynamics in Nature and Society**. DOI: https://doi.org/10.1155/2021/6640358

GOH, Brandon Han Hoe et al. (2020) Progress in utilisation of waste cooking oil for sustainable biodiesel and biojet fuel production. **Energy Conversion and Management,** v. 223, p. 113296. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.113296

KERDLAP, Piya et al. (2020) M3-IS-LCA: a methodology for multi-level life cycle environmental performance evaluation of industrial symbiosis networks. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 161, p. 104963. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104963

JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION. (2021) About the journal. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-cleaner-production/about/aims-and-scope>. Acesso em: Out/2021.

LI, Ran et al. (2020) Characteristics of bioepoxy based on waste cooking oil and lignin and its effects on asphalt binder. **Construction and Building Materials**, v. 251, p. 118926. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118926

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

LIU, Y.; YANG, X.; ZHU, Z. (2021) Economic evaluation and production process simulation of biodiesel production from waste cooking oil. **Current Research in Green and Sustainable Chemistry**, p. 100091. https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100091

LOIZIDES, M.; LOIZIDOU, X.; ORTHODOXOU, D.; PETSA, D. (2019) Circular Bioeconomy in Action: Collection and Recycling of Domestic Used Cooking Oil through a Social, Reverse Logistics System. **Recycling**, 4(2), 16. DOI:10.3390/recycling4020016

MAOTSELA, Tlamelo; DANHA, Gwiranai; MUZENDA, Edison. (2019) Utilization of Waste Cooking Oil and Tallow for Production of Toilet "Bath" Soap. **Procedia Manufacturing**, v. 35, p. 541-545. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.07.008

MATAVEL, N. I.; CHAVES, G. L. D.; RIBEIRO, G. M. (2016) Waste frying oil in the Municipal District of Kampfumo, Maputo city: a reverse logistics network. **International Journal of Environmental Studies**, 74(2), 240–252. DOI:10.1080/00207233.2016.1254960

Menezes, Afonso Henrique Novae; DUARTE, Francisco Ricardo; CARVALHO, Luis Osete Ribeiro; SOUZA, Tito Eugênio Santos. (2019) Metodologia científica: teoria e aplicação na educação a distância [**recurso eletrônico**]. Universidade Federal do Vale do São Francisco: Petrolina.

MIMOUNI, F.; ABOUABDELLAH, A. (2016) Proposition of a modeling and an analysis methodology of integrated reverse logistics chain in the direct chain. **Journal of Industrial Engineering and Management**. Vol 9, No 2, 359-373. http://dx.doi.org/10.3926/jiem.1720

MOECKE, E. H. S.; FELLER, R.; SANTOS, H. A.; MACHADO, M. M.; CUBAS, A. L. V.; DUTRA, A. R. A.; SANTOS, L. L. V.; SOARES, S. R. (2016) Biodiesel production from waste cooking oil for use as fuel in artisanal fishing boats: Integrating

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

environmental, economic and social aspects. **Journal of Cleaner Production**, 135, 679–688. DOI:10.1016/j.jclepro.2016.05.167

OLIVEIRA; M. M.; GONÇALVES, M. F. S. (2016) Perspectivas do óleo residual de fritura: uma abordagem economica, jurídica e socioambiental. **Revista Espacios**. Vol. 37, Nº 25, Pag 17. https://www.revistaespacios.com/a16v37n25/16372517.html

OLIVEIRA, R. B.; RUIZ, M. S.; GABRIEL, M. L. D. S.; STRUFFALDI, A. (2014) Sustentabilidade Ambiental e Logística Reversa: Análise das Redes de Reciclagem de Óleo de Cozinha na Região Metropolitana de São Paulo. **Revista ADM.MADE**, Rio de Janeiro, v.18, n.2, p.115-132. Disponível em: < http://periodicos.estacio.br/index.php/admmade/article/viewFile/683/523>

PRODANOV, C. C.; FREITAS E.C. (2013). Metodologia do trabalho científico [**recurso eletrônico**]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2 ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale.

RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS. (2021) Elsevier. Disponível em: < https://www.journals.elsevier.com/renewable-and-sustainable-energy-reviews >. Acesso em: Out/2021.

REVISTA ESPACIOS. (2021) Enfoque y Alcance. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/info.html >. Acesso em: Out/2021.

RODRIGUES, G. O.; PEREIRA, A.; SIMONETTO, E. O.; TREVISAN, M.; BARCELOS, D. V. (2019) Um modelo computacional para análise da produção de biodiesel, a partir do óleo de cozinha, e uso na coleta de resíduos sólidos urbanos. GEPROS. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 15, nº 1, p. 189-209. DOI: 10.15675/gepros.v14i1.2102

SARNO, Maria; IULIANO, Mariagrazia; CIRILLO, Claudia. (2019) Optimized procedure for the preparation of an enzymatic nanocatalyst to produce a bio-lubricant from waste cooking oil. **Chemical Engineering Journal**, v. 377, p. 120273.

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA

https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.10.210

SINGH, Digambar et al. (2021) A comprehensive review of biodiesel production from waste cooking oil and its use as fuel in compression ignition engines: 3rd generation cleaner feedstock. **Journal of Cleaner Production**, p. 127299. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127299

TSOUTSOS, T. D. et al. (2016) The Used Cooking Oil-to-biodiesel chain in Europe assessment of best practices and environmental performance. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 54, p. 74-83. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.039

VIEIRA, B., Nadaleti, W. C., & Sarto, E. (2020). The effect of the addition of castor oil to residual soybean oil to obtain biodiesel in Brazil: energy matrix diversification. **Renewable Energy**. doi:10.1016/j.renene.2020.10.056

ZHANG, H.; OZTURK, U. A.; WANG, Q.; ZHAO, Z. (2014) Biodiesel produced by waste cooking oil: Review of recycling modes in China, the US and Japan. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 38, 677–685. DOI:10.1016/j.rser.2014.07.042

ZUCATTO, L. C.; WELLE, I.; SILVA, T. N. DA. (2013) Cadeia reversa do óleo de cozinha: coordenação, estrutura e aspectos relacionais. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, v. 53, n. 5, p. 442-453. https://doi.org/10.1590/S0034-75902013000500003

ARTIGO ACEITO

(cc) BY-NC-SA