

## A CADEIA REVERSA DO ÓLEO RESIDUAL DE COZINHA PARA PRODUÇÃO DO BIODIESEL PELA PERSPECTIVA DE EMPRESAS COLETORAS

**Ilton Curty Leal Junior**

[iltoncurty@id.uff.br](mailto:iltoncurty@id.uff.br)

Universidade Federal Fluminense –  
UFF, Niterói, RJ, Brasil.

**Vitória Palmeira Maia**

[vtoriapalmeiramaia@live.com](mailto:vtoriapalmeiramaia@live.com)

Universidade Federal Fluminense –  
UFF, Niterói, RJ, Brasil.

**Ricardo Cesar da Silva  
Guabiroba**

[ricardocesar@id.uff.br](mailto:ricardocesar@id.uff.br)

Universidade Federal Fluminense –  
UFF, Niterói, RJ, Brasil.

**Ualison Rébula de Oliveira**

[ualisonrebula@id.uff.br](mailto:ualisonrebula@id.uff.br)

Universidade Federal Fluminense –  
UFF, Niterói, RJ, Brasil.

### RESUMO

**Destaques:** (1) No Brasil, é obrigatória a adição de biodiesel puro (B100) ao óleo diesel. (2) O óleo residual de cozinha é uma das possíveis matérias-primas para o B100. (3) Os custos e riscos não controlados das atividades de coleta tornam o óleo residual de cozinha menos competitivo. (4) Ações podem ser implementadas para melhoria da competitividade do óleo residual. **Objetivo:** Identificar e comparar os custos e riscos de duas modalidades da cadeia reversa do óleo residual de cozinha, conhecidas como coleta porta a porta, e utilização de ponto de coleta. **Metodologia:** Por meio de entrevistas e pesquisa documental, foram levantados dados referentes ao ano de 2020 de duas organizações coletoras de óleo residual de cozinha no município de Volta Redonda-RJ. Após o levantamento de dados, foi possível mapear as etapas da cadeia reversa das duas empresas e comparar os resultados obtidos referentes aos custos e riscos nas duas modalidades. Foi utilizada a metodologia do *Supply Chain Risk Management* – SCRM para apoio na análise dos dados. Por fim, foram propostas ações para melhoria dos resultados com base levantamento bibliográfico. **Resultados:** Os resultados mostram que a etapa da cadeia reversa mais arriscada e de maior custo é a de transporte e coleta para ambas as modalidades, se comparada às demais etapas analisadas, identificando-se maior necessidade de implantação de ações de melhoria. Ainda foi possível verificar que, para algumas etapas, simples ações de controle podem impactar nos riscos e custos identificados. **Limitações da investigação:** Foi considerada na análise apenas uma parte da cadeia reversa do óleo residual de cozinha de uma dada região geográfica e considerando apenas duas empresas. A outra limitação foi a coleta de dados restrita ao ano de 2020 e entrevistas realizadas com uma amostra não probabilística. Assim, os resultados obtidos neste estudo não podem ser generalizados. **Implicações práticas:** Considerando o estudo realizado, é possível estabelecer um fluxo de trabalho das organizações pesquisadas de forma a auxiliar seus gestores na análise e mensuração dos seus riscos e custos. Os resultados também podem auxiliar as empresas coletoras de óleo residual de cozinha na implantação de ações que, potencialmente, podem contribuir para a melhoria do desempenho das operações. **Originalidade/valor:** A pesquisa realizada contribui para a área de operações, pois levanta os principais riscos e faixas de custos por etapa das cadeias reversas estudadas, com base na realidade de pequenas e médias empresas de uma região, considerando as limitações de recursos de capital financeiro e humano das organizações atuantes no segmento. Além disso, a pesquisa aponta caminhos para essas organizações que têm atuação relevante do ponto de vista econômico, ambiental e social.

**Palavras-chave:** Cadeia reversa; Óleo residual de cozinha; Análise de riscos; SCRM.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, a ANP, (2019), foram produzidos o equivalente a 161.774.593 m<sup>3</sup> de petróleo e 5.901.104 m<sup>3</sup> de biocombustível no Brasil. Em 2008, a mistura de biodiesel puro (B100) ao óleo diesel passou a ser obrigatória e a partir de setembro de 2019, essa mistura passou a ser de 11% em volume, conforme estipulado pela Lei 13.263/2016, alterando seu consumo, que cresceu 25,7% (BEN, 2019).

No caso dos biocombustíveis, a cadeia de suprimentos desempenha um papel significativo por conectar diferentes partes do processo, estabelecer um fluxo entre regiões geograficamente dispersas e por geralmente possuir um custo significativo (Santos e Ribeiro, 2013).

Para Trkman e McCormack (2009), uma cadeia de suprimentos que seja resiliente e potencialmente adaptável às mudanças advindas de meios externos, como alteração da dinâmica entre negócios e questões ambientais, pode atribuir vantagem competitiva à organização que a possuir. Uma cadeia de suprimentos com tais características é indispensável para garantir o fluxo das operações realizadas por ela e, conseqüentemente, um bom desempenho.

Uma cadeia de suprimentos mal gerenciada, em termos de riscos, pode levar a perdas e encarecimento de processos de forma recorrente ou isolada, devido a riscos com grau considerável de previsibilidade, mas não controlados (Hunt *et al.*, 2010).

Nesse contexto, a análise das etapas de preparação, transporte, coleta e armazenagem do óleo residual de cozinha, juntamente com o levantamento dos riscos, custos e sugestões de ações para controle deles, pode ser economicamente útil para organizações que estão presentes na área e justificam a exploração científica do tema. Diante do apresentado, o presente estudo se ampara nas seguintes perguntas para representação do problema de pesquisa: (1) Dado o considerável crescimento do consumo de biodiesel, como contribuir para melhoria da cadeia reversa do óleo residual de cozinha enquanto matéria-prima, considerando os riscos e custos associados? (2) Quais etapas representam maior risco e custo no processo de logística reversa do óleo residual de cozinha?

Para responder às perguntas do problema de pesquisa, foi estabelecido como objetivo principal identificar e comparar os custos e riscos de duas modalidades da cadeia reversa do óleo residual de cozinha: porta a porta (em que o coletor vai até o gerador) e utilização de ponto de coleta (em que o gerador se desloca até um ponto de coleta pré-determinado). Para isso, foram analisadas as etapas da cadeia reversa do óleo residual de cozinha executadas por duas empresas

coletoras de pequeno e médio porte, com atuação na cidade de Volta Redonda-RJ. Como objetivos específicos do presente estudo, têm-se: (1) levantar estudos sobre as cadeias de suprimentos sob o ponto de vista de riscos e custos; (2) sugerir ações que possam contribuir para a melhoria do desempenho da cadeia reversa do óleo residual de cozinha.

Para aprimorar a forma de gestão de risco na cadeia de suprimentos no caso do óleo residual, a pesquisa está embasada no *Supply Chain Risk Management - SCRM* em quatro etapas para identificar, avaliar, mitigar e controlar os possíveis riscos presentes na cadeia (Rangel *et al.*, 2014). Tal pesquisa se justifica pela importância do tema para as organizações e para a sociedade e porque visa apresentar contribuição para a cadeia reversa de resíduos, incluindo a proposta de ações visando à redução e/ou mitigação de riscos presentes e, conseqüentemente, seus custos. Esse estudo contribui para o aumento do potencial competitivo do óleo residual de cozinha como matéria-prima para produção de biocombustível.

Como delimitação da pesquisa, leva-se em consideração apenas as operações de preparação, transporte, coleta e armazenagem dentro de todo o processo de produção do biodiesel. Além disso, a pesquisa se limitou à média de custos e riscos levantados especificamente da região sul fluminense.

A partir desta introdução apresentada, este estudo está organizado da seguinte forma: na Seção 2, são apresentados os conceitos e os estudos que serviram de base para a elaboração da presente pesquisa; na Seção 3, apresentam-se os procedimentos para a realização da pesquisa e, em seguida, na Seção 4, realiza-se a aplicação, análise e discussão dos resultados; Na Seção 5, são feitas as considerações finais e, por fim, é apresentada a lista de referências utilizadas no trabalho.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, foi realizado o levantamento bibliográfico sobre o óleo residual de cozinha para produção do biodiesel, avaliação de cadeia de suprimentos reversa e *Supply Chain Risk Management*.

### Óleo residual de cozinha

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

Conforme divulgado pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) em 2019, o litro do óleo diesel saía da refinaria por R\$1,98, em média, e o B100 do produtor saía por R\$3,80, ou seja, quase o dobro. Essa diferença significativa impacta diretamente na competitividade dos produtos no mercado.

O biodiesel é uma denominação genérica para combustíveis derivados de fontes renováveis, tais como óleos vegetais (soja, milho, dendê, mamona, palma *etc.*) e gordura animal (sebo bovino, gordura de frango) (Holanda, 2004). De acordo com a ANP (2019), o óleo de soja representa a principal matéria-prima para a produção de biodiesel no Brasil (68,33% do total). Em segundo lugar, estão outros, como óleo de palma, óleo de amendoim, óleo de nabo-forageiro, óleo de girassol, óleo de mamona, óleo de sésamo, óleo de cozinha usado e outros materiais graxos (16,48%); e em terceiro lugar, há a gordura bovina (14,06%).

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). De acordo com Costa Neto *et al.* (2000), no aspecto econômico, o biodiesel se torna competitivo, pois complementa todas as novas tecnologias do diesel com desempenho similar e sem a exigência da instalação de uma infraestrutura ou política de treinamento.

Em relação à produção de biodiesel, é importante ainda que se leve em consideração algumas questões, como a necessidade de algumas adaptações tecnológicas e de medidas que diminuam os custos de produção. Segundo especialistas, para diminuir esses custos, a utilização de óleo residual de cozinha foi apontada como uma das alternativas, já que este resíduo, comumente, é descartado. No entanto, existem custos para a coleta e a redução da acidez desse óleo para que seja transformado em biodiesel (Costa Neto *et al.*, 2000).

O óleo residual de cozinha é proveniente do consumo de óleos vegetais comestíveis virgens refinados. Após esse consumo, são, basicamente, dois os possíveis destinos para esse material: (1) esgoto sanitário, causando a poluição da água e onerando seu tratamento e (2) processadores que transformam o resíduo em um novo produto. Nesse contexto, o desejável seria encaminhar o resíduo para os processadores, como fábricas de biodiesel. Para isso, é necessário coletar o óleo residual de cozinha (Guabiroba e D'Agosto, 2011).

Após o uso, o material é coletado e filtrado para que se possa retirar possíveis resíduos sólidos e, em seguida, armazenado em recipientes que não permitam o derramamento. Posteriormente, ele é direcionado para ecopontos, cooperativas de reciclagem ou empresas especializadas, que re-

cebem o produto e fazem seu beneficiamento, separando o óleo vegetal da glicerina. Nesse contexto, o óleo é comumente vendido para a produção de biodiesel, e a glicerina (subproduto do processo de produção de biodiesel) é usada para fabricação de sabão ou farinha para ração animal (ECO-LEO, 2016).

No entanto, o óleo de cozinha residual é encontrado comumente disperso em áreas urbanas, o que pode tornar o custo de coleta alto a ponto de tornar inviável a produção de biodiesel, principalmente quando essa operação é feita de modo desorganizado e sem planejamento. Para isso, é necessário verificar se o custo dessa coleta em área urbana torna-o mais caro que o óleo vegetal virgem para produção de biodiesel (Guabiroba e D'Agosto, 2011).

### Supply Chain Risk Management

Para melhor entendimento do tema, foi criado o Quadro 1, com base em pesquisa bibliográfica, que mostra uma compilação de estudos referentes à Cadeia de Suprimentos e/ou *Supply Chain Risk Management* – SCRM. Eles foram classificados e analisados pelos casos que apresentam aplicação prática, por material transportado, métodos utilizados para análise, sua classificação quanto ao tipo de logística utilizada – seja ela direta ou reversa – e, caso houvesse, identificação de ação de melhoria ou aprimoramento da cadeia estudada.

Sobre as questões metodológicas para a análise das cadeias abordadas, observa-se que os estudos utilizam revisão de literatura. Em alguns casos, os estudos utilizam técnicas relacionadas especificamente à cadeia de suprimentos como SCM em Seuring e Gold (2012) e Dias *et al.* (2020) e SCRM em Dias *et al.* (2019). Pouriani *et al.* (2019) propõem uma rede de gerenciamento de resíduos sólidos a partir da iniciativa pública como solução para o destino de resíduos sólidos, enquanto os demais trabalhos se concentram em aspectos de melhorias de redes já existentes e/ou levantamento bibliográfico.

Observa-se também que Dias *et al.* (2020) focam na identificação de riscos e ações de resposta comumente utilizadas em uma cadeia de suprimentos de uma indústria automobilística brasileira, tendo como peça central do estudo o uso de uma ferramenta de gestão de cadeia (SCRM) enquanto autores como Carvalho *et al.* (2013), apesar de também realizarem o estudo de uma cadeia logística, se valem de uma análise de estudo de caso sem uma ferramenta específica.

É perceptível também que, dentre os artigos analisados e selecionados durante o levantamento bibliográfico, entrevistas semiestruturadas são amplamente utilizadas na construção dos estudos, como em Soto-Silva *et al.* (2016), tendo

**Quadro 1.** Ações de melhoria e métodos

<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Objetivo</b>	<b>País de Estudo</b>	<b>Mate- rial</b>	<b>Método</b>	<b>Logís- tica Reversa</b>	<b>Logís- tica Direta</b>	<b>Ações de Melhorias Identificadas</b>
Dias_et al_.	2020	Analisar como uma montadora de veículos identifica e gerencia os fatores de risco relacionados a sua cadeia de suprimento	Brasil	Automotivo	Método AHP e criação de uma matriz hierárquica		X	N/A
Dias_et al_.	2019	Identificar os riscos que um porto pode oferecer às organizações em sua cadeia e como eles são conduzidos por seus gestores	Brasil	N/A	SCRM	X		Estabelecimento de um elo entre os terminais e os clientes juntamente com as empresas envolvidas, tendo como agente principal de interação os administradores portuários, a fim de reduzir os riscos ao longo de toda cadeia
Pouriani_et al_.	2019	Propor uma rede municipal de gerenciamento de resíduos sólidos, a fim de minimizar diferentes custos	Iran	Papel, Plástico e Metal	Modelo matemático de dois níveis		X	Definição de localização e estabelecimento das estações de coleta de resíduos sólidos e alocação de resíduos para outros centros
Almeida_et al_.	2017	Propor um canal reverso específico aos resíduos da produção da polpa do açaí	Brasil	Caroço de açaí	Análise qualitativa	X		Canal reverso envolvendo etapas de coleta, triagem, tratamento e eliminação com padronização do processo de análise na etapa de triagem
Dubey_et al_.	2017	Argumentar pelo uso da Modelagem Estrutural Interpretativa Total (TISM) os métodos alternativos de pesquisa e estruturas na construção de abordagens e técnicas robustas que considerem a dinâmica do ambiente de SCM ao invés de abordagens dedutivas ou indutivas	Índia	Diversos	SCRM e Total Interpretive Structural Modeling (TISM)		X	Utilização da TISM no desenvolvimento do quadro teórico da cadeia de suprimentos, auxiliando na descrição da dinâmica das operações e SCRM para melhor gestão prática, economia de custos e competitividade
Lopes_et al_.	2016	Apresenta um estudo comparativo de cenários, considerando diferentes características da cadeia de suprimentos do bioetanol, com foco no impacto da escolha modal e no uso de energia renovável em seu desempenho ambiental	Brasil	Bioetanol	LCA (Life Cycle Analysis) e uma aplicação parcial do LCI (Life Cycle Inventory)		X	Utilização de uma configuração que consome mais energia renovável

Miller _et al_.	2016	Sugerir um novo tipo de ferramenta para análise de trânsito que possa ser usada nos contextos de planejamento e/ou tomada de decisão e pesquisa	Canadá	N/A	Public Transit Sustainable Mobility Analysis Tool (PTSMAT) Simulação de Monte Carlo - SMC		X	Utilizar a nova ferramenta proposta para nortear os processos de tomada de decisão e planejamento
Soto-Silva _et al_.	2016	Determinar o estado da arte atual em modelos de pesquisa operacional aplicados à nova cadeia de suprimento de frutas frescas	Diversos	Frutas frescas	Análise qualitativa		X	Uso de ferramentas e recursos tecnológicos para tomada de decisão sobre a cadeia
Guabi-roba _et al_.	2014	Propõem um método baseado no conceito de ecoeficiência para seleção de um consórcio público inter-regional responsável por implementar e operar a coleta seletiva de resíduos porta a porta	Brasil	Lixo doméstico reciclável	Média ponderada calculada através da agregação entre a Medida de Desempenho Financeiro - MPF e a Medida de Desempenho Ambiental - EPM		X	Particionamento da região de estudos em grupos e análise das opções por meio de critérios financeiros e de medida de desempenho ambiental
Luna _et al_.	2014	Analisar o processo de logística reversa de vasilhames de um fabricante de bebidas alcoólicas	Brasil	Vasilhames de bebidas alcoólicas	Análise qualitativa		X	Adoção de sistema informatizado de gestão e diversificação de fontes fornecedoras
Zhang _et al_.	2014	Construir um modelo dinâmico entre empresas de biocombustíveis e recicladores para comparar os modos de reciclagem e as decisões sobre taxas de reciclagem da conversão de resíduos de óleo de cozinha em biocombustível	China e Japão	Óleo residual de cozinha	Análise qualitativa		X	Recomenda-se que sejam fornecidas vantagens fiscais para empresas que aderirem a dinâmica, aumentando, consequentemente, as taxas de participação no mercado
Carvalho _et al_.	2013	Mapear e analisar as transações ao longo da cadeia de suprimentos da alface	Brasil	Alface	Análise qualitativa		X	Investir em capacitações que melhorem e contribuam não apenas para que haja agregação de valor ao produto, mas que também promovam a melhoria na gestão e coordenação da cadeia de suprimentos

Seuring e Gold	2012	Mostrar a importância das revisões de literatura no SCM	Diversos	N/A	Análise qualitativa		X	N/A
Guabiroba e D'Agosto	2011	Verificar se o custo de coleta em área urbana torna o óleo residual de cozinha mais caro que o óleo vegetal virgem para a produção de biodiesel	Brasil	Óleo residual de cozinha	Simulação por Software		X	Utilização de um software para roteirização de veículo
Pires <i>et al.</i>	2010	Verificar, empiricamente, as implicações que a configuração da cadeia de suprimentos exerce sobre elementos da sua gestão, como tipos de relacionamentos, processos logísticos, planejamento de produtos, gestão da produção e medição de desempenho	Brasil	Indústria automobilística	Análise qualitativa		X	Investimento em inovações e monitoramento de elos estratégicos da cadeia de suprimentos

Fonte: Os próprios autores

como papel principal aproximar da melhor forma possível a pesquisa à realidade prática vivenciada por profissionais que exercem atividades pertinentes ao tema. O método utilizado por Dias *et al.* (2020) em seu estudo sobre análise de risco em cadeias de suprimentos apresenta o desenvolvimento de uma matriz de risco por meio da classificação de pontos de riscos levantados pela aplicação de questionários e entrevistas.

Para as ações de melhorias identificadas nos estudos discriminados no Quadro 1, destacam-se ações voltadas para o estabelecimento de rotas de forma estratégica como forma de redução de custos, sendo observadas em Pouriani *et al.* (2019) e Guabiroba e D'Agosto (2011). Em Carvalho *et al.* (2013), o investimento em capacitação de agentes e ferramentas tecnológicas são citados como forma de promoção de melhoria nas atividades de operação e de gerenciamento da cadeia.

As alternativas de ações identificadas são voltadas para a criação de elos de comunicação entre as partes interessadas, como observado em Dias *et al.* (2019) e em Almeida *et al.* (2017). Sendo o único trabalho analisado que propõe uma ação de melhoria partindo de uma iniciativa pública, 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.

Aspectos como padronização de análise e monitoramento estão presentes nas ações de melhorias identificadas em

Almeida *et al.* (2017) e Luna *et al.* (2014), respectivamente.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização desta pesquisa, foram estabelecidas as etapas e subetapas do Quadro 2.

É importante frisar que, para este estudo, foram consideradas duas modalidades de coleta de óleo residual de cozinha, a fim de proporcionar uma análise comparativa e, conseqüentemente, seus pontos de riscos e custos. Essa escolha foi pautada nas observações sobre modelos de coleta analisados nos trabalhos de Guabiroba e D'Agosto (2011) e Pouriani *et al.* (2019).

Os modelos analisados foram o porta a porta, em que o agente coletor se desloca até o agente gerador, e o modelo ponto de coleta, onde o agente gerador possui pontos pré-determinados para o descarte do resíduo a ser coletado pelo agente coletor.

Para a parte inicial deste trabalho, foram feitas pesquisas bibliográficas e documentais. Foi realizada uma busca bibliográfica de artigos relevantes utilizando a base de dados Web of Science™, filtrada por assunto (considerando o título, resumo e palavras-chave). Essa pesquisa bibliográfica (Etapa 1) contribuiu para a ampliação do conhecimento e definição de conceitos sobre: (1) cadeia de suprimentos, (2) método de gerenciamento de risco, utilizando a ferramenta SCRUM e (3) proposta de ações relacionadas à redução ou extinção dos custos e/ou riscos na cadeia de suprimentos.

**Quadro 2.** Etapas e subetapas dos procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa

Eta- pa	Descrição	Subetapas	Saídas da etapa
1	Levantamento de conceitos	1.1 Pesquisa bibliográfica 1.2 Pesquisa documental	Conceitos e métodos necessários para desenvolver a pesquisa, texto de introdução e definição de processos metodológicos (Tabela 1)
2	Definição de métricas para classificação das etapas e riscos	2.1 Definição de métricas e métodos de mensuração 2.2 Definição de classificação por faixa de pontuação (SCRM - Avaliação)	Matriz de prioridade em pontos de riscos atacáveis (Tabela 1) e tabela de classificação por pontuação de risco (Tabela 2)
3	Levantamento de dados	3.1 Entrevistas e aplicação de questionários (SCRM - Identificação)	Definição de etapas, faixas de custos, identificação e classificação dos riscos (Tabelas 3 e 4)
4	Organização dos dados levantados	4.1 Desenho do Layout 4.2 Distribuição das etapas das cadeias, conforme os dados levantados	Tabelas das cadeias de suprimentos estruturadas e dívidas de acordo com a modalidade de coleta (Tabelas 3 e 4)
5	Sugerir ações	5.1 Propor ações que reduzam ou inibam os riscos identificados (SCRM - Mitigação e controle)	Ações sugeridas nas tabelas de etapas analisadas da cadeia de suprimentos de acordo com seus respectivos modelos (Tabelas 3 e 4)
6	Análise dos resultados	6.1 Comparação por modelo de coleta e resultados	Textos de análise comparativa entre modelos e conclusão

Fonte: Os próprios autores

Para construção do Quadro 1 do referencial teórico (Subetapa 1.1 e 1.2), foram reunidos trabalhos de pesquisa que abordassem a temática de cadeia logística e utilizassem ferramentas de análise de riscos ou custos e/ou fornecessem propostas de ações de melhoria com potencial replicabilidade para cadeia reversa do óleo residual de cozinha.

Seguindo para a Etapa 2, foram desenvolvidas as formas de mensuração e classificação para os riscos, baseadas no método de análise adotado por Dias *et al.* (2020), em que são relacionadas pontuações de 1 a 5 para duas variáveis, e suas respectivas interações geram uma pontuação final, que é relacionada a uma classificação.

Para a análise, foram determinadas duas variáveis a serem mensuradas: (1) a primeira é a probabilidade de ocorrência de cada risco por meio da atribuição de uma pontuação de 1 a 5, sendo: 5 = cotidiano; 4 = muito frequente; 3 = frequente; 2 = pouco frequente; e 1 = nunca aconteceu; (2) a segunda variável determinada foi o impacto gerado para a cadeia caso aquele risco ocorra, por meio da atribuição de uma pontuação, sendo: 5 = crítico; 4 = alto; 3 = moderado; 2 = baixo; e 1 = insignificante.

Conforme desenvolvido por Dias *et al.* (2020), a interação entre as pontuações de duas variáveis analisadas resulta em uma matriz, gerando uma pontuação final para um determinado risco e sua consequente classificação. A combinação das pontuações de probabilidade e impacto deram origem à matriz de pontos de risco a serem priorizados, sendo uma forma de fácil visualização e norteador gestores sobre quais pontos devem ser priorizados ou postergados em caso de limitações de recursos financeiros e/ou de horas disponíveis. O resultado dessa interação no presente estudo está apresentado em forma de matriz na Tabela 1.

**Tabela 1.** Matriz de prioridade em pontos de risco atacáveis

Frequência / Impacto	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Fonte: Elaborado a partir de Dias *et al.* (2020)

A partir da construção da matriz, é possível classificar cada risco encontrado de acordo com a pontuação obtida, conforme apresenta a Tabela 2.

**Tabela 2.** Classificação dos riscos

Classificação	Pontuação
Risco Extremo	15 a 25
Risco Elevado	8 a 12
Risco Moderado	3 a 6
Risco Baixo	1 a 2

Fonte: Elaborado a partir de Dias *et al.* (2020)

Foram entrevistados dois gestores responsáveis pela área operacional de duas empresas coletoras do óleo residual de cozinha, com atuação na cidade de Volta Redonda-RJ. Durante as entrevistas, os gestores identificaram as etapas executadas por suas organizações dentro da cadeia de suprimentos do óleo residual de cozinha, sendo cada etapa desenhada de acordo com peculiaridades do processo observadas em cada modelo. Posteriormente, os respondentes determinaram faixas de custos em percentual para cada etapa definida. As três etapas propostas foram detalhadas a partir da realidade das organizações estudadas e de fatores influentes na estruturação de seus canais reversos (Subetapa 3.1).

Posteriormente, iniciou-se a aplicação do SCRUM de 4 fases, segundo a definição de Rangel *et al.* (2014), conforme apresentado na Figura 1.

Além da classificação dos riscos individualmente, a fim de agregar para discussão estabelecida na seção de análise comparativa, foram estabelecidas classificações gerais para cada uma das etapas, sendo resultado da interação entre as pontuações obtidas pelos riscos, produzindo um resultado numérico, em que quanto maior o resultado obtido, mais arriscada a etapa é considerada, construindo, assim, uma hierarquia de risco entre as etapas.

Para tal classificação, foi realizada a soma das pontuações individuais de cada risco em suas respectivas etapas, sendo, assim, gerada uma pontuação geral, conforme exemplificado na Equação 1.

$$C_r = \sum_{i=1}^n (x_i + y_i) \quad (1) \quad (1)$$

Em que:

$C_r$ : classificação de risco;

$X$ : probabilidade do risco, determinado por sua pontuação estabelecida de acordo com os critérios da matriz de prioridade em pontos de risco (Tabela 1);

$Y$ : impacto, também estabelecido de acordo com a pontuação atribuída na Tabela 1.

Para a organização dos dados (Etapa 4), as informações e dados levantados por meio do levantamento bibliográfico, entrevistas e questionários são esquematizados conforme apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Por meio da sugestão de ações de mitigação e controle (Etapa 5), as quais são propostas alternativas que visam reduzir ou extinguir os riscos identificados, foram aplicadas as duas últimas fases do SCRUM de acordo com Rangel *et al.* (2014). Conforme pontuado em Hallikas (2004), essas etapas dependem diretamente das etapas anteriores do SCRUM.

Para as propostas de ações de melhoria, foram utilizadas como base as questões e/ou sugestões de melhoria citadas como potenciais em trabalhos anteriores, sendo levantados no referencial teórico (Quadro 1) por meio de pesquisas bibliográficas, conforme a Subetapa 1.1.

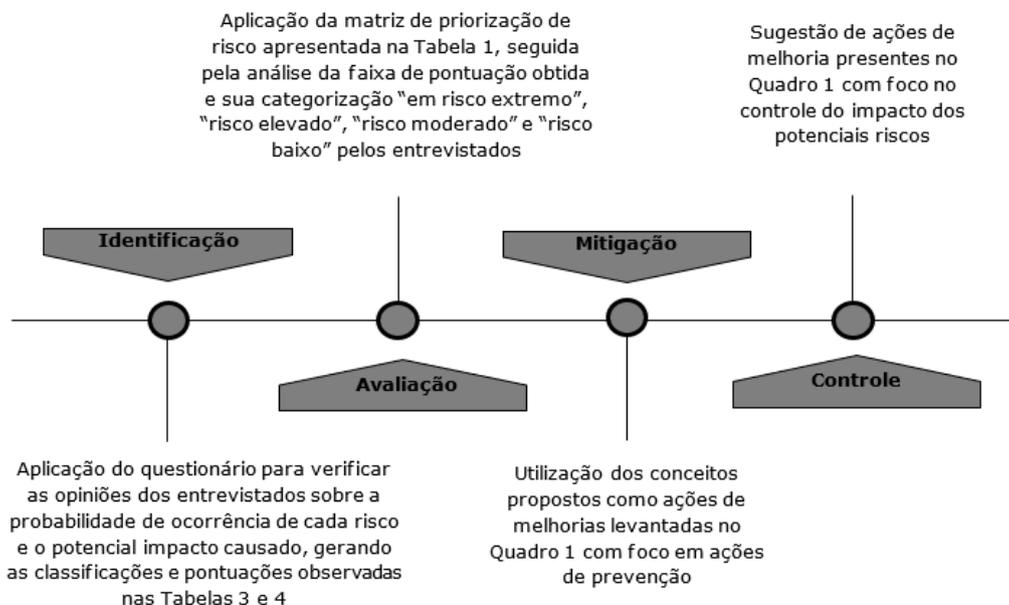


Figura 1. Etapas da aplicação do estudo

Fonte: Os próprios autores

Por fim, a Etapa 6 é destinada à análise comparativa entre as modalidades de coleta analisadas no presente estudo, considerando as informações levantadas e limitações de pesquisa.

#### 4. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO E ANÁLISE COMPARATIVA

Nesta seção, apresentam-se as informações levantadas durante a pesquisa e, posteriormente, sua análise de forma comparativa, a fim de compreender qual modalidade apresenta maior risco, peso em relação ao custo total e quais etapas são determinantes para essa constatação, considerando o percentual de custo por etapa e suas respectivas classificações quanto ao grau de risco apresentado.

Após o entendimento dos conceitos, foi estabelecido um questionário semiestruturado que buscava compreender as etapas, peculiaridades e processos contemplados nas atividades desempenhadas dentro da cadeia reversa do material pelas organizações, além dos riscos potenciais observados e/ou vivenciados pelos gestores e responsáveis. O questionário foi respondido por um gerente de operações e um gerente geral de diferentes organizações que atuam diretamente na cadeia reversa do óleo residual de cozinha para destinação da geração de novos produtos como biodiesel. O tempo de experiência na função varia de 4 a 9 anos.

Os resultados encontrados pela pesquisa realizada estão organizados em duas tabelas, sendo a primeira referente ao

modelo de coleta porta a porta (Tabela 3) e a segunda, ao ponto de coleta (Tabela 4).

Na Tabela 3, é apresentada a estrutura e descrição das etapas da logística reversa do óleo residual de cozinha, adotando a modalidade de coleta porta a porta utilizada pela organização A, em que a unidade coletora se desloca de acordo com a demanda da unidade geradora. Nessa modalidade, a coleta tem como foco o resíduo doméstico gerado por residências familiares.

Conforme levantado nas entrevistas e descrito na Tabela 3, o processo de definição de rota, na etapa de preparação, se vale do histórico volumétrico e chamados como critérios determinantes. Apesar de relevantes, quando isoladamente considerados, os critérios utilizados perdem a eficiência justamente por não considerarem outras variáveis que podem ser cruciais para a melhoria de desempenho e diminuição dos potenciais custos, como a distância percorrida e a interseção entre rotas.

Observa-se que a etapa de transporte e coleta corresponde ao percentual mais significativo em relação ao custo total atribuído a essa modalidade, evidenciando a relevância dessa etapa na cadeia e, conseqüentemente, a necessidade de ações de mitigação e controle para redução de custos no processo logístico de modo geral. Tal observação foi constatada também por Demirbas (2009) em seus estudos.

No que se refere à etapa de armazenamento, o processo de tratamento é incorporado à fase como uma espécie de

**Tabela 3.** Cadeia de suprimentos do óleo residual de cozinha – modelo de coleta porta a porta

	Preparação	Coleta e transporte	Armazenamento
<b>Descrição do processo</b>	Definição da rota, tendo como critério os bairros que apresentaram, anteriormente, maior volumetria e/ou caso exista algum chamado formal de no mínimo dois moradores	Processo de coleta do resíduo nos pontos geradores, comportando também o transporte do material até a sede da unidade coletora. Um veículo percorre uma rota padrão com aviso sonoro e os moradores entregam seus resíduos em garrafas pet	Processo que sucede a coleta, compreendendo o condicionamento do resíduo na sede da unidade coletora. Se necessário, é aplicado um tratamento utilizando processo de filtragem e decantação por aquecimento ou gravidade
<b>Faixa de Custo (%)</b>	12% a 17%	60% a 65%	18% a 23%
<b>Pontos de Risco</b>	(a) Não atendimento de chamado (b) Rota desatualizada (c) Perda do histórico de volumetria	(d) Acidente de percurso (e) Baixa volumetria (f) Recipientes com vazamentos e/ou contaminados	(g) Vazamento do resíduo (h) Contaminação do resíduo por outros materiais (i) Perda do resíduo por baixa qualidade
<b>Classificação dos Riscos</b>	(a) Probabilidade: 2; Impacto: 1; Risco baixo (b) Probabilidade: 4; Impacto: 5; Risco extremo (c) Probabilidade: 2; Impacto: 4 ; Risco elevado	(d) Probabilidade: 2; Impacto: 5; Risco elevado (e) Probabilidade: 4; Impacto: 5; Risco extremo (f) Probabilidade: 4; Impacto: 4; Risco extremo	(g) Probabilidade: 3; Impacto: 2; Risco moderado (h) Probabilidade: 3; Impacto: 4; Risco moderado (i) Probabilidade: 4; Impacto: 4; Risco extremo
<b>Pontuação por Etapa</b>	30	46	34
<b>Ações Sugeridas</b>	(a) Criação do canal exclusivo para chamados (b) Roteirização multicritérios e simulado (c) Digitalização e reorganização de informações	(d) Boas práticas no trânsito e circulação programada para horários de menor movimento (e) Estabelecimentos de pontos de coleta (f) Utilização de recipientes próprios nos pontos de coleta	(g) Vistoria periódica nos recipientes armazenadores (h) Manutenção periódica dos recipientes armazenadores (i) Padronização da análise visual do resíduo no ponto gerador

Fonte: Os próprios autores

garantidor da integridade do material coletado. Em alguns casos, é possível recuperar o resíduo contaminado por outros materiais, como água e detritos.

Quanto aos riscos identificados nessa modalidade de coleta, foram levantados pelos entrevistados 3 itens para cada etapa. Nota-se que a etapa de preparação possui a menor representatividade da cadeia e apresenta risco de classificação variado, tendo destaque o risco da rota desatualizada, que foi avaliada como risco extremo por sua alta probabilidade de ocorrência e alto impacto na cadeia. A importância da roteirização eficiente para um custo final sustentável à atividade foi evidenciada em Guabiroba e D'Agosto (2011).

Para a estruturação da cadeia, seguindo a modalidade ponto de coleta, foi construída a Tabela 4.

A etapa de preparação adotada nessa modalidade contempla, além do cadastro, o recolhimento e emissão de documentação, juntamente com alguns processos burocráticos devido à parceria com empresas que demandam a entrega de certificações de descarte. Essa peculiaridade impacta na demanda por pessoal mais qualificado e, consequentemente, nos custos da etapa.

Quanto aos riscos levantados na etapa de coleta e transporte, foi identificado o risco de roubo de carga e/ou recipiente. Tal risco é citado somente na modalidade ponto de coleta, oferecendo risco classificado como elevado, enquanto o acidente de percurso encontra-se presente em ambas as modalidades.

Partindo para uma análise comparativa dos resultados encontrados nas duas modalidades, nota-se pontos de similaridade e de divergências significativas devido a particularidades observadas.

Em termos de processos, é possível observar maior semelhança na etapa de armazenagem, considerando que ambas as modalidades seguem protocolos semelhantes, salvo uma leve variação na representatividade dos percentuais de custo, que pode ser atribuída à terceirização da análise laboratorial do resíduo coletado na modalidade coleta porta a porta. Devido à similaridade do processo, os riscos e classificações são os mesmos. A etapa de preparação se distingue em relação à adoção de processos distintos, como roteirização de acordo com cronograma de coleta e cadastramento prévio de parceiros na etapa de preparação, sendo possível fazer um paralelo entre a adoção desse processo e o aumento da representativa, em termos de custo dessa etapa, em relação à mesma etapa na modalidade porta a porta, em que esse processo não é incorporado.

Considerando o percentual de representatividade em termos de custos, é possível identificar, tanto na modalidade porta a porta quanto no ponto de coleta, a etapa de coleta e transporte sendo a mais representativa dentre as três analisadas, mesmo adotando processos semelhantes em relação à etapa anterior e modalidade de coleta praticada. Conforme observado em um estudo anterior por Santos e Ribeiro (2013), o transporte é a etapa primordial dentro do processo logístico, pois, além de possuir custos mais elevados, é o responsável por interligar diferentes espaços geográficos e atender demandas inter-regionais.

**Tabela 4.** Cadeia de suprimentos do óleo residual de cozinha no modelo de ponto de coleta

	<b>Preparação</b>	<b>Coleta e transporte</b>	<b>Armazenamento</b>
<b>Descrição do processo</b>	Processo de cadastramento do novo parceiro, emissão de certificado de destinação de resíduos, levantamento de dados para coleta como local, e disponibilização de tanque de armazenagem no ponto gerador, estimativa de volume de resíduo gerado por período e por fim definição de calendário de coleta baseado na agenda já existente	Processo de coleta do resíduo no ponto gerador em data pré estabelecida, comportando também o transporte do material até a sede da unidade coletora	Processo que sucede a coleta, compreendendo o condicionamento do resíduo na sede da unidade coletora, se necessário é aplicado um tratamento utilizando processo de filtragem e decantação por aquecimento ou gravidade.
<b>Faixa de Custo (%)</b>	25% a 30%	45% a 50%	15% a 20%
<b>Pontos de Risco</b>	(a) Baixa qualificação de pessoal (b) Falta de documentação (c) Falha no canal de atendimento	(d) Acidente no percurso (e) Ausência de resíduo no momento da coleta (f) Roubo do resíduo e recipiente	(g) Vazamento do resíduo (h) Contaminação do resíduo por outros matérias (i) Reprovação nas análises laboratoriais
<b>Classificação dos Riscos</b>	(a) Probabilidade: 2; Impacto: 5; Risco elevado (b) Probabilidade: 2; Impacto: 4; Risco elevado (c) Probabilidade: 2; Impacto: 4; Risco moderado	(d) Probabilidade: 2; Impacto: 5; Risco elevado (e) Probabilidade: 4; Impacto: 5; Risco extremo (f) Probabilidade: 3; Impacto: 4; Risco elevado	(g) Probabilidade: 2; Impacto: 5; Risco elevado (h) Probabilidade: 2; Impacto: 3; Risco moderado (i) Probabilidade: 2; Impacto: 5; Risco elevado
<b>Pontuação das Etapas</b>	18	42	26
<b>Ações Sugeridas</b>	(a) Treinamento padrão de pessoal (b) Checklist de acompanhamento (c) Criação de canal oficial para parceiros	(d) Boas práticas no trânsito e circulação programada para horários de menor movimento (e) e (f) Cronograma de contato próximo as datas de coleta	(g) Vistoria periódica nos recipientes armazenadores (h) Manutenção periódica dos recipientes armazenadores (i) Padronização da análise visual do resíduo no ponto gerador

Quanto aos pontos de riscos identificados pelos entrevistados, é intuitivo associá-los aos processos definidos como pertinentes à cada etapa analisada, sendo riscos diretamente ligados aos aspectos técnicos de cada modalidade. Tendo como exemplo da afirmação anterior, o roubo do recipiente é um risco identificado na cadeia ponto de coleta, por nesse modelo ser utilizado recipiente próprio para o transporte, enquanto na cadeia porta a porta, o recipiente usado para transporte tem origem em terceiros.

Nota-se uma maior concentração de riscos classificados como extremos e/ou elevados na etapa de coleta e transporte. Isto ocorre tanto na modalidade porta a porta quanto no ponto de coleta, com pontuações 46 e 42, respectivamente. Essa observação está potencialmente interligada ao fato de a etapa também apresentar os maiores percentuais de custos.

Na pontuação de risco geral obtida em cada etapa, ambas as modalidades apresentam a mesma sequência de posições, sendo a etapa de coleta e transporte a mais arriscada, alcançando a pontuação mais alta, seguida da etapa armazenamento e a etapa de preparação, considerada a menos arriscada, tendo pontuado 18 e 30 para modalidade porta a porta e ponto de coleta, respectivamente.

Para as propostas de ações de melhoria, foram adaptadas sugestões e questões abordadas em trabalhos anteriores, conforme apresentado no Quadro 1. Dentre elas tem-se a circulação programada e a roteirização para o modelo de coleta porta a porta, conforme citado em Guabiroba e D'Agosto (2011), além do investimento em treinamentos e qualificação abordados em Carvalho *et al.* (2013).

Por meio da classificação dos riscos levantados durante a pesquisa, pode-se identificar quais apresentam maior necessidade de mitigação e controle. Ao estabelecermos prioridades para o desenvolvimento de possíveis projetos de melhoria, consegue-se nortear os gestores quanto ao processo de tomada de decisão, pois eles foram orientados para ações que apresentam viabilidade, benefícios práticos, redução de custos e, conseqüentemente, são capazes de contribuir, em parte, para a competitividade do óleo residual de cozinha como matéria-prima para a fabricação do biodiesel.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do estudo, com a aplicação da ferramenta SCRM e método de análise adotado, foi atingido o objetivo geral do estudo de identificar e comparar os custos e riscos de duas modalidades de cadeia reversa do óleo residual de cozinha. Foi também possível identificar os pontos que representam os maiores riscos e custos para cada etapa da referida cadeia. A partir da compreensão dos conceitos e levantamento de literatura sobre o tema, foi possível atingir os objetivos

específicos 1 e 2, sendo esse último relacionado ao estabelecimento de propostas de ações de melhoria visando a mitigação e controle dos riscos.

Assim, de maneira geral, os objetivos do estudo foram alcançados, sendo possível analisar as etapas da cadeia reversa do óleo residual de cozinha contempladas pelas organizações coletoras, identificar pontos de risco e propor ações de controle e mitigação por meio da aplicação do SCRM, que é uma técnica de gerenciamento de risco em cadeias e pode ser aplicada tanto em cadeias diretas quanto reversas.

Os resultados da pesquisa indicaram as etapas contempladas na cadeia reversa do óleo residual de cozinha, suas respectivas faixas de percentual de custo e riscos, além de classificação de cada risco de acordo com a análise de sua probabilidade de ocorrência e impacto gerado, concluindo que a etapa mais arriscada, dentre as analisadas, é a de coleta e transporte, conforme sinalizada por Guabiroba e D'Agosto (2011) e Santos e Ribeiro (2013). É necessário ressaltar que essa conclusão é para o caso em estudo. No caso do custo de transporte, este pode representar uma porcentagem menor em relação às outras etapas de preparação e de armazenamento. Tal custo pode ser menor se utilizado modo de transporte não motorizado e se o ponto de processamento do óleo residual de cozinha for localizado próximo aos locais geradores.

Como contribuição teórica para a área, levantaram-se trabalhos relacionados ao tema, apontando os principais riscos e custos por etapa e as possíveis formas de análise. Como contribuição prática, o estudo sugere ações de melhoria abordadas em estudos anteriores, considerando as limitações de recursos de capital financeiro e humano das organizações atuantes no segmento.

Em termos de limitação deste estudo, a análise baseou-se na entrevista com somente dois respondentes, cujas perspectivas são pautadas em vivências individuais e, portanto, sujeita à sua opinião quanto aos critérios de risco apresentados. Também há limitação geográfica, com enfoque na região sul do estado do Rio de Janeiro, limitação em relação aos custos analisados e o foco ser somente nas etapas da cadeia logística reversa do óleo residual de cozinha executadas pelas organizações coletoras e não na cadeia como um todo, fornecendo, assim, propostas de ações de melhorias e levantamento de riscos limitados a esse universo.

Como oportunidades para pesquisas futuras, uma vez que o óleo residual de cozinha é uma dentre outras possibilidades de matéria-prima para a produção biodiesel, propõe-se a análise das demais cadeias dos materiais concorrentes de forma a obter resultados com finalidade comparativa. Também se propõe o levantamento de ações replicáveis de cadeias mais competitivas na cadeia do óleo residual de

cozinha. Outra possibilidade identificada é analisar a cadeia após implementação das ações de melhoria propostas por meio do uso de simulação e/ou aplicação prática, estabelecendo, assim, um paralelo entre ações eficientes na prática e na teoria.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, A. V. C.; Melo, I. M.; Pinheiro, I. S.; Freitas, J. F.; Melo, A. C. S. (2017), "Appreciation of acai core of a pulp producer from Ananindeua/PA: proposal of reverse channel structure oriented by NPSW and reverse logistics", *Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, [s.l.], vol. 12, No. 4, pp. 59-83, disponível em: <http://dx.doi.org/10.15675/gepros.v12i3.1668> (acesso em 05 dez. 2019).
- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2019), *Dados estatísticos 2019*, disponível em: <http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos> (acesso em 05 dez. 2019).
- BEN - Balanço Energético Nacional (2019), *Relatório Executivo*, disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-470/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%20BEN%202019%20Ano%20Base%202018.pdf> (acesso em 10 fev. 2021)
- 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 Unisalesiano*, Lins, SP, 28-31 de jun. 2009.
- Brandenburg, M.; Govindan, K.; Sarkis, J.; Seuring, S. (2019), "Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions", *European Journal of Operational Research*, vol. 233, Issue 2, pp. 299-312, disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037722171300787X> (acesso em 05 dez. 2019).
- Carvalho, K. L.; Costa, R. P.; Souza, R. C. (2013), "Gestão estratégica dos relacionamentos na cadeia de suprimentos da alfaca", *Production*, [s.l.], vol. 24, No. 2, pp. 271-282, disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132013005000031> (acesso em 15 jan. 2020).
- Castellanelli, C. A. (2008), *Estudo da viabilidade de produção do biodiesel, obtido através do óleo de cozinha usado, na cidade de Santa Maria – RS*, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- Costa Neto, P. R.; Rossi, L. F. S.; Zagonel, G. F.; Ramos, L. Z. P. (2000), "Produção de Biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em cozinhas". *Quím.*, vol. 23, No. 4, pp. 531-537. ISSN 0100-4042.
- Demirbas, A. (2009), "Biodiesel from waste cooking oil via base-catalytic and supercritical methanol transesterification", *Energy Conversion and Management*, vol. 50, pp. 923-927.
- Dias, G. C.; Cesar, A. S.; Oliveira, U. R. (2017), "Supply Chain Risk Management (SCRM): uma revisão sistemática de literatura", *Revista Brasileira de Administração Científica*, vol.8, No.2, pp. 190-207.
- Dias, G. C.; Hernandez, C. T.; Oliveira, U. R. (2020), "Supply chain risk management and risk ranking in the automotive industry", *Gestão & Produção*, 27(1), e3800, disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-530X3800-20> (acesso em 3 abr. 2021).
- Dias, G. C.; Leal Junior, I. C.; Oliveira, U. R. (2019), "Supply chain risk management at seaport container terminals", *Gestão e Produção*, São Carlos, vol. 26, No. 3, e 4900, Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2019000300218&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2019000300218&lng=en&nrm=iso) (acesso em 3 abr. 2021).
- R.; Gunasekaran A.; Shibin, K. T. (2017), "Explaining sustainable supply chain performance using a total interpretive structural modeling approach" *Sustainable Production and Consumption*, vol. 12, pp. 104-118, Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352550917300210?casa\\_token=Bne65ttNAvEAAAAA:DDpWmiRv0Gpc1gpD8k\\_HBRqo4My6kXvy8SGQcYTZ-Ddt1HfrXF3xZclHRRUieoPP8k-cl4Z0JKQ](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352550917300210?casa_token=Bne65ttNAvEAAAAA:DDpWmiRv0Gpc1gpD8k_HBRqo4My6kXvy8SGQcYTZ-Ddt1HfrXF3xZclHRRUieoPP8k-cl4Z0JKQ) (acesso em 20 jul. 2019).
- ECOLEO – Associação Brasileira para Sensibilização, Coleta e Reciclagem de Resíduos de Óleo Comestível (2016), *Cartilha da Associação Brasileira para Sensibilização, Coleta e Reciclagem de Óleo Comestível (ECOLEO)*. Disponível em: <http://ecoleo.org.br/> (acesso em 14 nov. 2016).
- Guabiroba, R. C. S.; D'Agosto, M. A. (2011), "O impacto do custo de coleta do óleo residual de cozinha disperso em áreas urbanas no custo total de produção de biodiesel – Estudo De Caso", *Transportes*, [S. l.], vol. 19, No. 1, pp. 59-67, Disponível em: <https://revistatransportes.org.br/anpet/article/view/372> (acesso em 20 jul. 2019).
- Guabiroba, R. C. S.; D'Agosto M. A.; Leal Junior, I. C.; Silva, M. A. V. (2014), "Eco-efficiency as an auxiliary measure for the definition of interregional public consortia responsible for the collection of recyclable domestic waste", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 68, pp. 36-45
- Hallilkaas, J. (2004), "Risk management processes in supplier networks". *International Journal of Production Economics*, vol.90, pp.47-58.
- Holanda, A. (2004), "Biodiesel e inclusão social", *Série cadernos de altos estudos Câmara dos Deputados*. Coordenação de Publicações, Brasília, DF, No. 1, 200 p., Disponível em <https://www2.camara.leg.br/a-camara/estruturaadm/altosestudos/pdf/biodiesel-e-inclusao-social/biodiesel-e-inclusao-social> (acesso em acesso em 20 jul. 2019)
- Hunt, G. T. M.; Craighead, C. W.; & Ketchen, D. J. (2010), "Risk uncertainty and supply chain decisions: a real options perspective", *Decision Sciences*, Vol. 41, No. 3, pp. 435-458, Disponível

- em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5915.2010.00276.x> (acesso em 05 dez. 2019).
- Jin, H.; Liu, S.; Liu, C.; Udawatta, N. (2019), "Optimizing the concession period of PPP projects for fair allocation of financial risk", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 26 No. 10, pp. 2347-2363, Disponível em <https://doi.org/10.1108/ECAM-05-2018-0201> (acesso em 15 jan. 2021).
- Lopes, J. M.; Leal Junior, I. C.; Guimaraes, V. A. (2016), "Impact of modal choice in energy consumption and carbon dioxide emissions: analysis of brazilian bioethanol supply chain", *Brazilian Journal of Operations and Production Management*, vol. 13, pp. 138-148.
- Luna, R. A.; Sousa Filho, J. M. Viana, F. L. E. (2014), "Análise da gestão de logística reversa de vasilhames de vidro em uma empresa de bebidas alcoólicas", *GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Vol. 9, No 4, pp. 77-89. 2014.
- Miller, P.; De Barros, A. G.; Kattan, L.; Wirasinghe, S. C. (2016), "Analyzing the sustainability performance of public transit", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 44, pp. 177-198.
- 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.
- Pereira, H.N.; Luna, M. M. M.; Nunes, I. M. L.; Fook, A. V. L. (2017), "As atividades da logística reversa e a cadeia de suprimentos do papel para embalagem", *XVI ENGEMA - Encontro internacional sobre gestão empresarial e meio ambiente*, São Paulo, SP, 1-3 de dezembro 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/317545539\\_Encontro\\_Internacional\\_sobre\\_Gestao\\_Empresarial\\_e\\_Meio\\_Ambiente\\_2014](https://www.researchgate.net/publication/317545539_Encontro_Internacional_sobre_Gestao_Empresarial_e_Meio_Ambiente_2014).
- Pires, S. R. I.; Sacomano Neto, M. (2010), "Características estruturais, relacionais e gerenciais na cadeia de suprimentos de um condomínio industrial na indústria automobilística", *Production*, Vol. 20, No. 2, pp.172-185, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132010005000032>.
- Pouriani, S.; Asadi-Gangraj, E.; Paydar, M.M. (2019), "A robust bi-level optimization modelling approach for municipal solid waste management; a real case study of Iran", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 240, pp. 118-125, Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118125> (acesso em 02 jan. 2021).
- Predojevic, Z. J. (2008), "The production of biodiesel from waste frying oils: A comparison of different purification steps", *Fuel*, vol. 87, pp. 3522-3528.
- Rangel, D. A.; Oliveira, T. K.; Leite, M. S. A. (2014) "Supply chain risk classification: discussion and proposal", *International Journal of Production Research*, pp.1-20.
- Santos, A. S.; Ribeiro, S. K. (2013), "The use of sustainability indicators in urban passenger transport during the decision-making process: the case of Rio de Janeiro, Brazil", *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Vol.5, pp.251-260.
- Seuring S.; Gold S. (2012), "Conducting content-analysis based literature reviews in supply chain management", *Supply Chain Management: An International Journal* vol. 17, No. 5, pp. 544-555.
- Soto-Silva, W. E.; Nadal-Roig, E.; González-Araya, M. C.; Pla-Aragones, L. M. (2016), "Operational research models applied to the fresh fruit supply chain", *European Journal of Operational Research*, Vol. 251, No. 2, pp. 345-355.
- Trkman, P., & McCormack, K. (2019), "Supply chain risk in turbulent environments: A conceptual model for managing supply chain network risk", *International Journal of Production Economics*, Vol. 119, No. 2, pp. 247-258, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.03.002>, (acesso em 02 jan. 2021).
- 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.

**Recebido:** 17 jun. 2021.

**Aprovado:** 5 jul. 2021.

**DOI:** 10.20985/1980-5160.2021.v16n2.1732

**Como citar:** Leal Junior, I.C., Maia, V.P., Guabiroba, R.C.S., Oliveira, U.R. (2021). A cadeia reversa do óleo residual de cozinha para produção do biodiesel pela perspectiva de empresas coletoras. Revista S&G 16, 2. <https://revistasg.emnuvens.com.br/sg/article/view/1732>