



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

BEATRIZ FERNANDA CROTTI

**LOGÍSTICA REVERSA DE ÓLEO VEGETAL RESIDUAL  
PARA INSERÇÃO NA CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL**

---

Londrina  
2022

BEATRIZ FERNANDA CROTTI

**LOGÍSTICA REVERSA DE ÓLEO VEGETAL RESIDUAL  
PARA INSERÇÃO NA CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, com área de concentração em Biocombustíveis, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof. Dra. Carmen Luisa Barbosa Guedes

Londrina  
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Crotti, Beatriz Fernanda.

LOGÍSTICA REVERSA DE ÓLEO VEGETAL RESIDUAL PARA INSERÇÃO NA CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL / Beatriz Fernanda Crotti. - Londrina, 2022.  
57 f. : il.

Orientador: Carmen Luisa Barbosa Guedes.

Dissertação (Mestrado em Bioenergia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, 2022.  
Inclui bibliografia.

1. Óleo de Fritura - Tese. 2. Destinação Final - Tese. 3. Óleo de Cozinha - Tese. 4. Cocção por Imersão - Tese. I. Guedes, Carmen Luisa Barbosa. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Bioenergia. III. Título.

CDU 662

BEATRIZ FERNANDA CROTTI

**LOGÍSTICA REVERSA DE ÓLEO VEGETAL RESIDUAL  
PARA INSERÇÃO NA CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL**

Exame de Qualificação apresentado à  
Universidade Estadual de Londrina, Programa  
de Pós-Graduação em Bioenergia, com área de  
concentração em Biocombustíveis.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Prof. Dra. Carmen Luisa Barbosa  
Guedes  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dra. Milena Martins Andrade  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR

---

Prof. Dra. Juliani Chico Piai Paiva  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 09 de maio de 2022.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me direcionar aos caminhos certos e me dar força para saber enfrenta-los.

Agradeço aos meus pais, Luiz e Vera e a minha irmã Laís, por todo o apoio e dedicação que me deram em relação aos meus estudos, aos meus objetivos profissionais e pessoais, por me motivarem em cada desafio, por segurarem minha mão em cada momento. Agradeço ainda às minhas tias Ana Beatriz, Roseli e Solange, e aos meus primos Paulo Henrique, Renan e Renato, por embarcarem em todas as minhas aventuras, por me colocarem para cima sempre que necessário, por me lembrarem das minhas raízes e de quem eu sou, de estarem presente e envolvidas em todos os processos e etapas da minha vida independente de qualquer distância.

Agradeço aos meus amigos e colegas do mestrado, Renan e Igor, essa amizade é fundamental para nos apoiarmos e ajudarmos a crescer juntos. Agradeço também aos meus amigos que a vida me deu e estão comigo desde a infância acompanhando varias fases da minha jornada e permanecendo ao meu lado, Emanuelle, Leandro, Maysa, Natalie e Ugo.

E por fim, mas não menos importante, agradeço imensamente a minha orientadora Carmen Guedes, por toda paciência, carinho e dedicação na hora de me orientar, de me direcionar, e contribuir por esse momento tão importante na minha vida. Foi uma verdadeira amiga ao longo desses anos.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

"This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001"

## RESUMO

CROTTI, Beatriz Fernanda. 2022. 57 f. **Logística Reversa Do Óleo Vegetal Residual Para Inserção Na Cadeia Produtiva Do Biodiesel**. Trabalho de Conclusão de Curso Pós-Graduação em Bioenergia, com área de concentração em Biocombustíveis - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

Em busca de um modelo de matriz energética com fontes mais sustentáveis, o uso do óleo vegetal residual como matéria prima para produção de biodiesel torna-se uma opção interessante, já que para sua utilização o mesmo seria reinserido na cadeia produtiva. O óleo vegetal residual tem potencial de conversão em biodiesel; a cada 100 g de óleo vegetal pode-se obter 79 % de biodiesel através do método de transesterificação com metanol. O óleo vegetal residual compõe apenas 1,55 % das matérias primas utilizadas para produção de biodiesel no Brasil. O presente estudo visa obter e analisar dados quantitativos de óleo vegetal residual que é gerado em domicílios localizados no município de São Manuel, SP, traçando uma análise socioeconômica e ambiental a respeito do consumo e descarte. Concomitantemente, foi realizada uma estimativa de enquadramento socioeconômico de cada residência. Com base na população de 41.123 habitantes do município de São Manuel, SP, 381 questionários respondidos são significativos e indicam a possibilidade de implementação de um programa de logística reversa de óleo vegetal residual gerado. Os dados analisados indicaram que, apesar da população consumir baixa quantidade de óleo vegetal, ainda há um residual de cerca de 572.049 litros de óleo vegetal residual por ano apenas pelos moradores. Um dado relevante a respeito do costume da população é referente ao reuso do óleo vegetal, que é mais reutilizado pelas famílias de classe baixa e média. Quanto à consciência ambiental da população, há um baixo índice de descarte inadequado quando comparado com outros estudos, apenas 10,9% da população realiza descarte inadequado desse resíduo, ou seja, em solo ou redes de coleta de esgoto. Não foi possível contabilizar o volume de óleo vegetal residual gerado por grandes geradores, o município conta com a Lei 3.848/2015 com metas para implementar a rastreabilidade e a coleta desse resíduo em empreendimentos, tendo as metas prorrogadas através da Lei 4.355/2020, reforçando a necessidade de um programa de logística reversa mais severo para grandes geradores. Órgãos públicos e iniciativas privadas podem utilizar essa relação para determinar um plano estratégico de educação ambiental para ampliar a coleta do óleo vegetal residual nos municípios, contribuindo para a valorização e uso desse resíduo como matéria prima para a produção de biodiesel.

**Palavras-chave:** destinação final; óleo de cozinha; óleo de fritura; cocção por imersão.

## ABSTRACT

CROTTI, Beatriz Fernanda. 2022. 57 p. **Reverse Logistics Of Waste Vegetable Oil For Insertion In The Biodiesel Production Chain.** Completion of the Postgraduate Course in Bioenergy, with a concentration in Biofuels - State University of Londrina, Londrina, 2022.

In search of an energy matrix role model with more sustainable fonts, the use of residual vegetable oil as feedstock for the production of biodiesel becomes an interesting choice, given that for it's consumption the biodiesel would be reinserted in the production chain. The residual vegetable oil has potential of conversion in biodiesel, for each 100 g of vegetable oil it's possible to gain 79 % of biodiesel through the method of transesterification with methanol. The residual vegetable oil is merely 1,55 % of the feedstock used for the production of biodiesel in Brazil. The current study aims to obtain and analyze quantitative data of residual vegetable oil that is generated in the town of São Manuel, São Paulo, tracing a socioeconomic and environmental analysis about the consumption and the dispose of the oil. Concurrently, there has been created an estimate of socioeconomic framework from each residence. Public bodies and private enterprise can resort to this relation between the vegetable oil and the biodiesel to determine a strategic plan of environmental education as a matter to amplify the collection of residual vegetable oil in each city, contributing with the value and utilization of this residue as feedstock of the biodiesel production. Based on the population of 41.123 residents of São Manuel, São Paulo, 392 answered surveys are significant and indicates a possibility to implement a reverse logistics program of generated residual vegetable oil. It wasn't possible to account the volume of residual vegetable oil generated by big generators. The town's legislation consists with Law 3.848/2015 with goals to implement the traceability and the collection of this residue in establishments, with the goals being postponed by the Law 4.355/2020, reinforcing the need of a more severe reverse logistics program for big residue generators. The analysed data indicates that, in spite of the population's low consumption of vegetable oil, there is still the residual of about 572.049 liters of residual vegetable oil per year only generated by the town's population. A relevant information about the town's behavior is referent to the reutilization of the vegetable oil, that is more evident in families of lower and middle class. As for the population's environmental awareness, the statistics are low for inappropriate dispose of the oil when compared to other studies, only 10% of the population inappropriately dipsoses of this residue, i.e., in the soil or in sewage collection networks.

**Keywords:** final destination; cooking oil; frying oil; immersion cooking.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Matérias Primas para produção de Biodiesel e suas respectivas contribuições em 2019 .....	09
<b>Figura 2</b> – Localização do município de São Manuel no estado de São Paulo.. .....	14
<b>Figura 3</b> – Instruções aos habitantes de São Manuel, SP em relação ao consumo do óleo vegetal para cocção por imersão de alimentos e destinação final .....	16
<b>Figura 4</b> – Questionário aplicado à população .....	17
<b>Figura 5</b> – Questionário para ser respondido pelos representantes dos empreendimentos.....	19
<b>Figura 6</b> – Perfil socioeconômico do município de São Manuel, SP .....	22
<b>Figura 7</b> – Descarte de óleo de fritura pela população de classe socioeconômica baixa, média e alta no município de São Manuel, SP .....	23
<b>Figura 8</b> – Reuso do óleo de fritura na cocção de alimentos por imersão pelas diferentes classes socioeconômicas da população de São Manuel, SP.....	24
<b>Figura 9</b> – Descarte do óleo de fritura por famílias de acordo com a classe socioeconômica.....	27



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Ácidos Graxos presente em óleos vegetais .....	05
<b>Quadro 2</b> – Propriedades do óleo de soja antes e após o processo de cocção.....	06
<b>Quadro 3</b> – Parâmetros do biodiesel e exigências da ANP .....	10
<b>Quadro 4</b> – Organização dos dados declarados pela população.....	18
<b>Quadro 5</b> – Cálculo do volume de óleo vegetal residual gerado pela população do município de São Manuel, SP.....	24
<b>Quadro 6</b> – Comparação da pesquisa desenvolvida em Londrina, PR, Itarumã, MG e São Manuel, SP .....	27
<b>Quadro 7</b> – Comparação da eficiência e custo do óleo diesel e do biodiesel em geradores .....	29

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>3</b>
2.1	ÓLEO VEGETAL: CONSUMO E DESCARTE .....	3
2.2	ÓLEO VEGETAL: COMPOSIÇÃO, CARACTERÍSTICAS E RECICLAGEM .....	5
2.3	BIODIESEL: DEFINIÇÃO, APLICAÇÃO E PRODUÇÃO.....	7
2.3.1	Biodiesel e o Meio Ambiente .....	11
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
3.1	OBJETIVO GERAL .....	13
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>14</b>
4.1	PANORAMA DO MUNICÍPIO .....	14
4.2	AMOSTRAGEM REPRESENTATIVA DA POPULAÇÃO DE SÃO MANUEL, SP.....	15
4.3	QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE ÓLEO VEGETAL RESIDUAL DESCARTADO POR EMPREENDIMENTOS INSTALADOS NA CIDADE.....	18
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>20</b>
5.1	ANÁLISE DOS DADOS GERADOS PELA POPULAÇÃO DE SÃO MANUEL, SP.....	20
5.2	ÓLEO VEGETAL RESIDUAL GERADO POR EMPREENDIMENTOS DO RAMO ALIMENTÍCIO .....	30
5.3	POLÍTICAS PÚBLICAS PARA DESTINAÇÃO DO ÓLEO VEGETAL RESIDUAL.....	31
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>35</b>
	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>40</b>
	APÊNDICE A: Amostragem e extrato sócio econômico da população do município de São Manuel, SP .....	40
	APÊNDICE B: Uso E Frequência De Óleo Nas Residências.....	43
	APÊNDICE C: Descarte Do Óleo De Fritura Residual .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

O estilo alimentar da população brasileira e do mundo varia conforme a cultura da sociedade e conforme a cultura se adapta aos costumes alimentares. Partindo desse ponto de visto, é possível notar uma readaptação nos padrões alimentares diante do aumento no consumo de óleos e gorduras devido a busca pelo método de cocção por imersão do alimento à altas temperaturas que proporciona rapidez no processo de preparo (TOMASI *et al.*, 2014).

O consumo desse alimento, apesar de seus benefícios, como a ingestão de ácidos graxos insaturados, vitaminas lipossolúveis e fornecerem energia, pode acarretar sérios problemas à saúde quando utilizado repetidas vezes, causando o escurecimento do óleo, aumento da viscosidade, oxidação dos ácidos graxos que liberam compostos como hidróxidos e cetonas, entre outros componentes nocivos. Ao momento em que o óleo é saturado em seu uso, ocorre a necessidade do descarte, gerando assim, um outro problema do uso exacerbado desse produto, o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado do óleo de fritura residual (CALIXTO *et al.*, 2013).

O descarte inadequado do óleo está muitas vezes ligado à sua falta de informação em relação às consequências desse ato e em relação às alternativas que podem ser dadas a esse resíduo para que ele volte para a cadeia produtiva, levando a solução mais imediata: despejo nas redes de esgoto, descarte no solo ou corpos hídricos (MOECKE *et al.*, 2012).

Quando despejado na rede de esgoto, o óleo residual se adere às paredes da tubulação diminuindo o calibre, fazendo com que aumente a pressão nos canos, chegando até mesmo à obstrução total do cano. O processo e os produtos necessários para reverter essa situação são muito elevados, encarecendo todo o sistema de tratamento de efluentes. Em corpos hídricos, o óleo residual pode ser o responsável pela diminuição do oxigênio na água, levando ao processo de eutrofização, colocando em risco a vida de várias espécies e seres vivos. No solo, além do aumento significativo da acidez, ele impermeabiliza o solo, diminuindo a

capacidade de absorver água e influencia a capacidade das plantas de absorver nutrientes (THODE FILHO *et al.* 2020).

A reciclagem do óleo de fritura residual é uma realidade e é uma maneira de agregar valor ao produto. Desde os processos mais comuns como produção de sabão e detergente, tintas, lubrificante, experimentos para o uso na construção civil agregando o resíduo em argamassa e asfalto, e o uso do óleo residual na indústria de combustíveis para produção de biodiesel (PITTA-JUNIOR *et al.* 2009; VASCONCELOS; SAIBINI, 2018; SILVA *et al.* 2019).

O biodiesel, uma proposta de substituto do diesel oriundo do petróleo, pode ter diversas fontes de matéria prima. Porém, o óleo de fritura residual é uma opção que deve ser explorada por apresentar vantagens sociais e ambientais. O uso desse resíduo na cadeia do biodiesel vem auxiliando na implantação da logística reversa desse produto (COSTA, 2011).

Atualmente, o óleo de soja é a principal matéria prima utilizada para produção de biodiesel. Entretanto, segundo as estimativas de consumo e descarte de óleo de cozinha que foi realizada em 2013 pelo Ecóleo, no Brasil, ocorre o consumo de 20 litros de óleo por pessoa por ano, totalizando 3 bilhões de litros de óleo ao ano. Sendo que em 2019, segundo a ANP, foram utilizados 6,7 bilhões de litros das mais diversas matérias primas para biodiesel, o óleo de fritura, que representa apenas 1,5% dessas matérias primas, poderia chegar a quase 50% se fosse totalmente recolhido e destinado a produção de biodiesel (FERNANDES *et al.* 2008; ECÓLEO, 2013; ANP, 2019).

Dessa forma, com o uso de uma metodologia de caráter exploratório e analítica, o presente trabalho visa analisar quanti e qualitativamente o óleo de fritura residual produzido em uma cidade do interior de São Paulo, observando o volume de material com potencial para ser coletado e destinado para produção de biodiesel; E ainda, traçar o perfil de consumo da população em relação a classe social a fim de facilitar a definição de pontos estratégicos para melhorar a coleta de óleo no município; os costumes e conscientização da população com relação aos métodos de descarte.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Óleo Vegetal: Consumo e Descarte

Os óleos vegetais ganharam espaço e força no mercado mundial de consumo de óleo para cozinha como um substituto para a gordura animal. São utilizados em processos de cocção do alimento por imersão em óleo aquecido, e diversas matérias primas podem ser utilizadas para sua produção, como soja, algodão, palma, amendoim, entre outros (NUNES, 2007).

Devido seu baixo custo de produção e volume de área de cultivo da soja, o óleo de soja é o mais produzido e consumido no Brasil, além de ser o mais utilizado como matéria prima para produção de biodiesel, também corresponde a 95% do mercado de óleos vegetais alimentícios no Brasil. De maneira global, o óleo de palma e de soja são os que lideram a oferta do mercado (ABIOVE, 2020).

Segundo Miyashiro *et al.* (2013), os destinos mais comuns do óleo vegetal residual são as fábricas de sabão, de biodiesel ou descarte em rede de esgoto. O descarte nas redes de esgoto é um hábito não saudável, que pode causar obstrução dos dutos do sistema de coleta de esgoto, além de afetar negativamente os processos de tratamento de efluentes por métodos biológicos de degradação.

Em 2013, as estimativas apontaram que foram produzidos 9 bilhões de litros de óleos vegetais no Brasil, sendo aproximadamente um terço desse volume para consumo alimentício. A Ecóleo (2013), aponta ainda que se o consumo foi de 3 bilhões de litros de óleo, o consumo per capita para aquele ano foi de 20 litros, porém o volume de óleo de cozinha residual, foi cerca de 1% do total produzido. Já no ano de 2019, foram consumidos 4,7 bilhões de litros de óleo vegetal, e apenas 108 milhões de litros foram coletados e destinados a reciclagem, e cerca de 1 bilhão de litros foram despejados no sistema de coleta de esgoto (ROCHA, 2021).

Em 2005, foi criado no Estado de São Paulo a Lei 12.407, que instituiu o Programa Estadual de Tratamento e Reciclagem de Óleo e Gorduras de Origem Vegetal ou Animal e Uso Culinário, que visa a otimização de ações governamentais e

não-governamentais para dar diretrizes para que os consumidores realizem a destinação adequada dos óleos vegetais residuais. A lei ressalta ainda, a importância econômica que a atividade pode gerar, estimulando a criação de pequenas empresas e cooperativismo. Projetos e ações contínuas sobre conscientização do descarte adequado, seus impactos ao meio ambiente, pontos de coleta e fiscalização junto a mercados, indústria de alimentos, restaurantes e outros, também foram enfatizados (SÃO PAULO, 2005).

No âmbito nacional, em 2010 foi criada a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei 12.305/2010, que dá diretrizes aos órgãos públicos, privados, e cidadãos a respeito de seus deveres como responsáveis pelo resíduo gerado em duas atividades. Além de debater ações para redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos, incentivar as cooperativas e associações responsáveis pela triagem dos materiais, a fim de alimentar um sistema de economia circular e logística reversa dos resíduos (BRASIL, 2010). Porém, o programa de logística reversa do óleo de cozinha residual teve seu pedido de inclusão na PNRS apenas em 2017, com o projeto de lei nº 75 de 2017 pelo Senado Federal (BRASIL, 2017).

O óleo vegetal residual pode gerar impacto negativo no meio ambiente através do seu descarte irregular em corpo hídrico, no solo ou em redes de esgoto. No esgoto, o óleo se mistura com matéria orgânica residual formando um aglomerado capaz de causar entupimento da tubulação, saturação da caixa de gordura, e afetar o tratamento biológico do efluente ao chegar nas estações de tratamento (PITTA-JUNIOR *et al.*, 2009).

Segundo Ecóleo (2013), o óleo é o maior poluidor de corpos hídricos do Brasil. Quando descartado em corpos hídricos, a imiscibilidade do óleo na água forma uma película na superfície que inibe as trocas gasosas do ar com a água, aumento da temperatura, contribuindo para a eutrofização do corpo, ou seja, diminuição do oxigênio na água, aumento da produção de microrganismos anaeróbios e microalgas, aumento de nutrientes e aumento da mortalidade dos animais aquáticos.

Já o descarte do óleo em solo, além da impermeabilização e possível contaminação do lençol freático, sofrerá alteração na propriedade do solo que pode variar dependendo da sua composição. Ou seja, o solo arenoso sofrerá uma queda

no pH devido a presença de cloreto de sódio no resíduo, além de elevação no teor de fósforo e conseqüentemente de  $\text{Ca}^+$  que reduzirá teor de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  e N. Já no solo argiloso, devido a sua composição, ocorre a elevação do  $\text{Ca}^{2+}$ , mas também a elevação do  $\text{Mg}^{2+}$ , P e N, e a redução do pH e do teor de Na,  $\text{Al}^{3+}$  e N (SPOSITO, 2008)

Thode Filho *et al.* (2020) declara ainda que as alterações que ocorrem no pH é o principal fator que influencia na disponibilidade dos nutrientes do solo, e que regiões tropicais de solo úmido a acidificação do solo ocorre devido as trocas catiônicas por íons  $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$ . O cátion do alumínio interfere na disponibilidade de alguns nutrientes, como o fósforo por prejudicar a sua solubilidade no solo.

## 2.2 Óleo Vegetal: composição, características e reciclagem

Os óleos e gorduras comumente utilizados para fins culinários são compostos por triacilgliceróis, ácidos graxos livres, água, esteróis e fosfolipídios. Para a produção de biodiesel, os ácidos graxos são os compostos de maior interesse a mais analisados nos óleos vegetais. No Quadro 1 está relatado alguns ácidos graxos encontrados em óleos vegetais oriundo da soja, milho, algodão, palma e girassol (RAMOS *et al.*, 2011).

Quadro 1 - Ácidos Graxos presente em óleos vegetais

Ácido Graxo		Óleo Vegetal				
		Soja	Milho	Algodão	Palma	Girassol
C12:0	Láurico	0,1	-	-	-	-
C14:0	Mirístico	0,2	0,2	0,8	0,9	0,1
C16:0	Palmítico	11	13	27,3	43,7	5,5
C16:1	Palmitoléico	0,2	-	0,8	0,1	0,1
C17:0	Heptadecanóico	-	-	-	-	-
C18:0	Estearico	4,2	2,5	2	4,5	4,7
C18:1	Oléico	21,8	30,5	18,3	39,8	19,5

C18:2	Linoléico	53,3	52,1	50,5	10,5	68,5
C18:3	Linolênico	7,5	1	-	0,3	0,1
C20:0	Araquídico	0,3	0,5	-0,3	0,2	0,3
C20:1	Gadolênico	0,2	0,2	-	-	0,1
C22:0	Behênico	0,5	-	-	-	0,9
C22:1	Erúcico	0,3	-	-	-	-
C24:0	Lignocérico	0,4	-	-	-	0,2

Fonte: Adaptado de RAMOS *et al.* (2011)

Reda e Carneiro (2007) destacam algumas alterações físico-químicas que podem ocorrer com óleos e gorduras quando submetidos à altas temperaturas em processos de cocção, sendo eles: Auto-oxidação; Polimerização térmica; Hidrólise dos triacilgliceróis (liberação de ácidos graxos), que causa aumento da acidez; Condensação de monômeros de ácidos graxos poli-insaturados; Aumento da viscosidade; Aumento do calor específico; Diminuição do número de iodo (proporcional ao número de insaturação); Tensão superficial; Potencial de saponificação; Aspecto e odor.

No Quadro 2 observa-se alguns parâmetros de propriedades do óleo de soja antes e após a fritura.

Quadro 2 - Propriedades do óleo de soja antes e após o processo de cocção.

Parâmetros	Óleo de Fritura Filtrado	Óleo de Soja Refinado
<b>Acidez (%)</b>	2,34	Máx. 0,06
<b>Umidade e voláteis (%)</b>	0,21	Máx. 0,06
<b>Densidade à 25°C (g/cm<sup>3</sup>)</b>	0,9309	0,919 a 0,925
<b>Índice de refração a 25°C</b>	1,489	1,470 a 1,476
<b>Índice de Saponificação</b>	186,02	189 a 198

Fonte: Adaptado de MOECKE *et al.* (2012).

A reciclagem do óleo vegetal residual ganhou a atenção global, principalmente de empresas. Por apoio ao desenvolvimento sustentável e em busca de remediar as consequências que o descarte inadequado dos resíduos vem



causando nos ambientes, as tecnologias para reciclagem do óleo estão ganhando espaço no mercado econômico e ambiental (MIYASHIRO *et al.* 2013).

Os métodos de reciclagem para valorizando e reaproveitamento do óleo de cozinha residual são os mais diversos, desde produção de sabão e detergente, produção de ração animal, lubrificante mecânica e tintas, até produção de combustível, como é o caso do biodiesel, que também gera glicerina em seu processo a qual poderia ser utilizada na indústria de cosméticos (PITTA JUNIOR *et al.*, 2009).

Segundo Silva *et al.* (2019), que estudaram a utilização do óleo residual como aditivo à argamassa, os seus resultados estavam dentro dos requisitos estabelecidos pela ABNT NBR 13281:2005.

Outra aplicação de reutilização de óleo vegetal residual foi apresentada por Vasconcelos e Sabaini (2018), onde o resíduo foi adicionado em asfalto e analisado a influência que gerava na viscosidade do asfalto. O método comprovou-se uma destinação adequada do óleo, que resultou em melhorias nas propriedades do asfalto.

A produção de biodiesel a partir do óleo vegetal residual é viável, e segundo Cunha (2016), atende aos parâmetros de qualidade exigidos pela ANP (Agência Nacional do Petróleo). Segundo Osaki e Batalha (2011), nos testes realizados, alcançaram uma conversão de 0,89 g de biodiesel gerado para cada 1 mL de óleo de soja residual submetido no processo de conversão. Além disso, Bumbam *et al.* (2014) realizaram testes de cromatografia gasosa com biodiesel produzido a partir de óleo vegetal residual e constatou picos indicando a presença de C16 e C18, ésteres característicos de Biodiesel.

### **2.3 Biodiesel: definição, aplicação e produção**

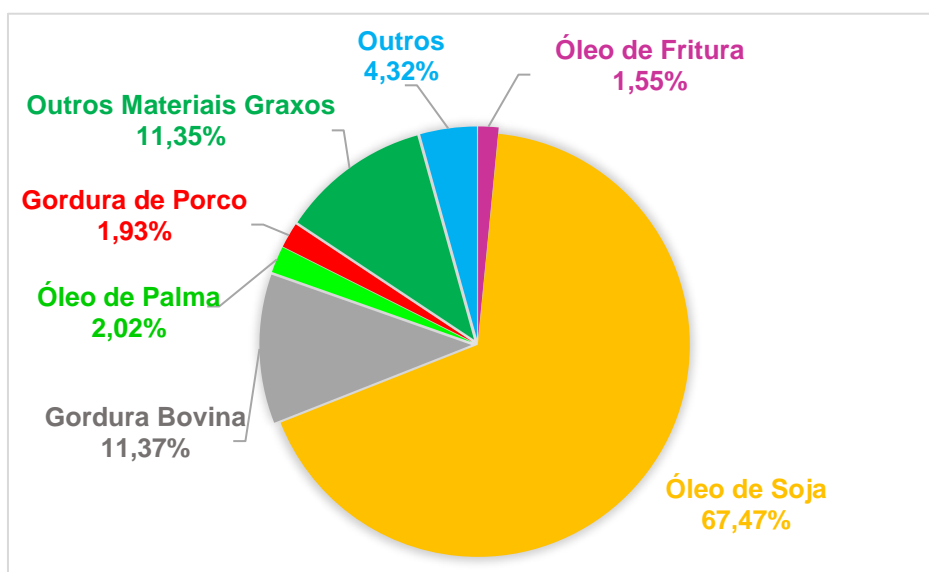
Biodiesel é um combustível renovável, de substituição do diesel, fabricado a partir de óleo vegetais e gorduras, e oferece diversas vantagens na sua produção e uso, por ser uma fonte de energia renovável, apresenta eficiência energética, reduz emissões de poluentes atmosféricos responsáveis pelo

aquecimento global. O processo de fabricação do biodiesel converte óleos e gorduras em produtos químicos chamados éster monoalquímico de cadeia longa, ou éster metílico de ácidos graxos (TYSON, 2006).

Desde a década de 1920 se estuda a possibilidade de substituir os combustíveis fósseis por combustíveis produzidos a partir de biomassa. Essa tecnologia ganhou força após o Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), criado em 1970, motivado pela crise do petróleo. Desde então, a ciência e a tecnologia vêm investindo no estudo da viabilidade da inclusão da biomassa como matéria prima para combustíveis. A intensidade das pesquisas variou ao longo desses anos conforme a valorização do petróleo, entretanto, devido às preocupações relacionadas ao impacto ambiental negativo da extração e do uso do petróleo, os biocombustíveis são foco de estudo e investimento novamente (OSAKI, BATALHA, 2011).

Diversas matérias primas podem ser utilizadas para produção de biodiesel (MIYASHIRO *et al.* 2013). Segundo a ANP, em 2019, foram produzidos aproximadamente 6 milhões de metros cúbicos de biodiesel no Brasil. A região centro-oeste foi a que mais produziu, e a região norte foi a que menos produziu biodiesel no Brasil. Na Figura 1 há as principais matérias primas para produção de biodiesel e suas respectivas contribuições em porcentagem.

Figura 1 - Matérias Primas para produção de Biodiesel e suas respectivas contribuições em 2019.



Fonte: Adaptado da ANP (2019)

Na Figura 1 se observa o óleo de soja como matéria prima principal para produção do biodiesel, sendo o óleo vegetal de fritura apenas 1,55% do total. Os demais óleos para a composição do biodiesel são: algodão, canola, amendoim, girassol, mamona, nabo e milho; e gordura de frango. Já outros materiais graxos refere-se a mistura de matérias primas em tanque de reprocessamento de subprodutos gerados na produção do biodiesel (ANP, 2021).

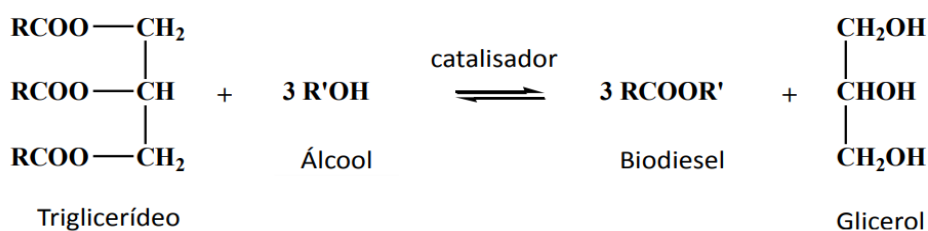
A utilização do óleo vegetal residual como matéria prima para produção de biodiesel agrega valor ao mesmo, fazendo com que este aumente sua vida útil ao voltar para a cadeia produtiva. Existem alguns critérios para garantir a qualidade do biodiesel, como por exemplo a viscosidade, que pode afetar o funcionamento das bombas injetoras de veículos (MIYASHIRO *et al.* 2013).

Para a produção do biodiesel a partir do óleo de fritura residual pelo processo de transesterificação, segue o seguinte método (FERNANDES *et al.* 2008):

1. Decantação e filtração do óleo residual;
2. Processo de secagem para remoção da umidade;
3. Processo de transesterificação com etanol ou metanol e catalisador (KOH);
4. Após o tempo de reação, é gerado dois produtos: biodiesel e glicerina. Por isso é colocado para decantação, onde os dois produtos vão se separar por densidade em duas fases;
5. Por fim o biodiesel é drenado do sistema e direcionado para um tanque com agitação;
6. Adiciona-se terra filtrante e clarificante no biodiesel;
7. Biodiesel volta a ser filtrado para remoção da terra e de outras possíveis impurezas.

A transesterificação é o principal método utilizado para produção de biodiesel devido a simplicidade de reprodução. Na transesterificação, um álcool, etanol ou metanol, é adicionado um material com altos valores de triglicérides e ácidos graxos, óleo vegetal ou gordura animal, resultando em ésteres que é o biodiesel e glicerina que é o coproduto (Figura 2)

Figura 2 – Reação de transesterificação



Fonte: GAIO, 2014.

Para a produção de biodiesel a partir do óleo de fritura pelo método de transesterificação, Cunha (2016) utilizou a Equação 1:



A partir do processo de transesterificação, Moecke *et al.* (2012) que mostrou a possibilidade de produção de biodiesel a partir do óleo gerado na cocção, chamado óleo vegetal residual, como alternativa de agregar valor ao resíduo e de conscientizar a população sobre o descarte adequado.

Com o uso de metanol e KOH como catalisador, é possível obter os dados demonstrados no Quadro 3, que compara os parâmetros do biodiesel produzido a partir do óleo vegetal residual dos estudos de Cunha (2016) que realizou dois experimentos em anos diferentes com aquele produzido por Moecke *et al.* (2012) em anos anteriores, com os parâmetros de qualidade ideais para comercialização do biodiesel.

Quadro 3 – Parâmetros do biodiesel e exigências da ANP

Parâmetros	Cunha (2016) – Teste 1	Cunha (2016) – Teste 2	Moecke et. al. (2012)	Exigências da ANP
Índice de acidez (mg KOH/g)	0,901	0,465	0,45	Máx. 0,5
Massa específica	874	883,6	894,5	850 – 900
Viscosidade cinemática (mm <sup>2</sup> /s)	4,01	3,83	5,82	3,0 - 6,0

<b>Teor de umidade (mg/kg)</b>	155	90	647,4	380
<b>Teor de ésteres (%)</b>	-	89,13	93,4	96,5
<b>Sódio + Potássio (mg/kg)</b>	-	-	1,7	Máx. 5
<b>Ponto de Fulgor</b>	-	109	-	Mín. 100

Fonte: Cunha (2016) e Moeck *et al.* (2012).

### 2.3.1 Biodiesel E O Meio Ambiente

Com a finalidade de diminuir os impactos da utilização dos combustíveis fósseis no meio ambiente, o biodiesel vem ganhando visibilidade como possível substituto do diesel. Por apresentar redução na emissão de fumaça (gases composto com black carbono), óxido de carbono, óxidos sulfúricos e hidrocarbonetos aromáticos. Além de propor fechar o ciclo de carbono, já que suas principais fontes de produção são plantas oleaginosas e ser um combustível biodegradável. Dessa forma, ele se torna mais sustentável e ambientalmente menos impactante (FERNANDES *et al.*, 2008). Além de proporcionar o aumento da vida útil do motor e gerar menor volume de gases causadores do efeito estufa, sendo: 78% menos gás carbônico, 90% menos fumaça e quase 100% a menos da emissão de óxido de enxofre (MIYASHIRO *et al.* 2013).

Se faz necessário analisar todas as etapas do processo para produção de biodiesel com o intuito de verificar os parâmetros de sustentabilidade. Durante a reação de transesterificação do óleo, a utilização de um hidróxido como catalisador é recorrente, entretanto, é necessário destacar que a dissolução desse catalisador em álcool produz uma água residual durante o processo, conforme a Equação (2):



Essa água residual é considerada tóxica, e seu tratamento ainda é pouco explorado, e o impacto ambiental é difícil de ser determinado devido a variedade de matéria que pode ter sido utilizado em sua produção, ou seja, matérias

primas variadas, reagentes e demais produtos. Entretanto, é majoritariamente encontrado resíduos de sabões de sódio e potássio, resíduos de ácidos graxos, de glicerina e álcoois. O volume de água de lavagem gerado é cerca do três vezes o volume de biodiesel produzido (DE BONI *et al.* 2007).

Quanto ao biodiesel produzido a partir do óleo de fritura residual, outra parte do processo deve ser analisada, visto que o resíduo precisa passar por um pré-tratamento. O seu uso na cozinha faz com que esse material chega as indústrias de processamento e tratamento do óleo com o pH ácido, umidade elevada e grande quantidade de material orgânico. Dessa forma, o óleo passará por uma filtragem, gerando um resíduo sólido proveniente de restos de alimentos processados, um produto com uma característica viscosa, coloração escura e odor forte, que ainda não possui uma destinação sustentável ou ambientalmente adequada que não seja o aterro sanitário. Posteriormente, passará pelo processo de remoção da umidade, gerando outro resíduo, um efluente que deve ser tratado seguindo a legislação do Conama 357/2005 (Grangeiro, 2005; Dib, 2010).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Obter e analisar dados quantitativos de óleo vegetal residual gerado em domicílios e empreendimento localizados no município de São Manuel, SP, traçando uma análise socioeconômica e ambiental a respeito do consumo e descarte.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Aplicar questionário *online* junto à população e empreendimentos do ramo alimentício para coletar dados sobre a geração do óleo de fritura no processo de cocção por imersão e destinação final;

Obter dados junto ao IBGE para estabelecer amostragem significativa da população e realizar análise socioeconômica;

Quantificar o volume de óleo vegetal residual que é gerado pela população e empreendimento do ramo alimentício;

Relacionar a condição socioeconômica da população com a quantidade de óleo residual produzido no uso e reuso de óleo vegetal resultante da cocção por imersão;

Avaliar o potencial quantitativo e a logística reversa para o aproveitamento do óleo de fritura como matéria prima na cadeia produtiva do biodiesel.

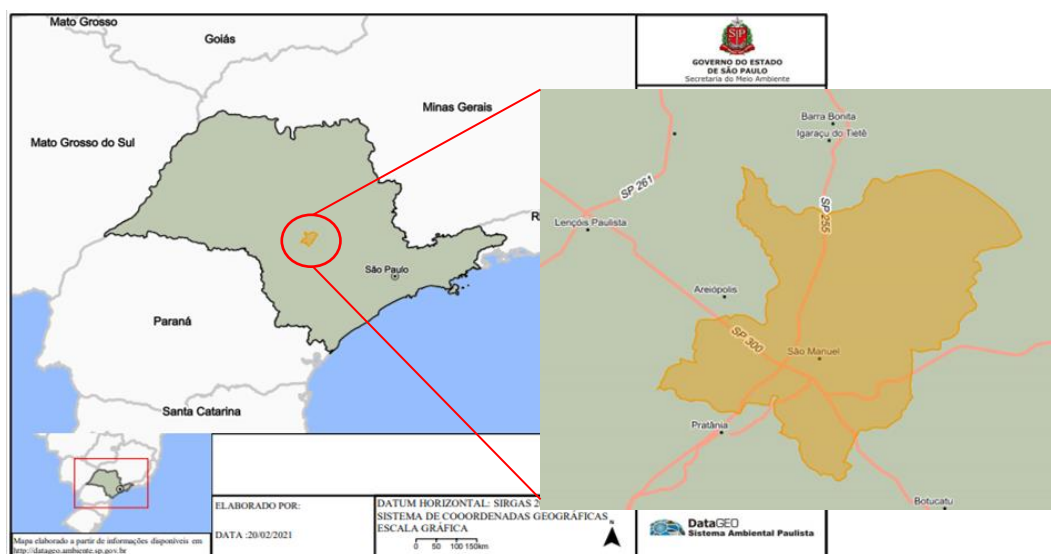
## 4 METODOLOGIA

Foi realizada uma análise bibliográfica e busca de dados junto a população do município de São Manuel, SP e empreendedores do ramo alimentício a respeito da quantidade gerada de óleo vegetal residual decorrente da cocção de alimentos por imersão e destinação final deste resíduo oleoso.

### 4.1 Panorama do Município

São Manuel é um município brasileiro do interior do estado de São Paulo, Região Sudeste do país. Localiza-se na latitude 22°44'52" sul e na longitude 48°35'01" oeste, altitude de 740 metros e área territorial de 650.734 km<sup>2</sup> (Figura 2). O município é formado pela sede da cidade ou zona urbana, zona rural e pelos distritos: Aparecida de São Manuel e Industrial (IGBE, 2021).

Figura 2 – Localização do município de São Manuel no estado de São Paulo.



Fonte: Adaptado de DataGeo (2021)



## 4.2 Amostragem Representativa da População de São Manuel, SP

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de São Manuel, SP no último censo apresentou 41.123 habitantes (2021). A população urbana está estimada em 97,6% e a população rural em 2,4%.

Para uma amostragem representativa da população de São Manuel, SP foi utilizado o cálculo desenvolvido por Triola em 2008 (Eq. 3).

$$n = \frac{N * p * q * \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{2}\right)^2}{p * q * \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{2}\right)^2 + (N-1) * (Erro)^2}, \quad (3)$$

onde:

n = unidade amostral;

N = número de habitantes na cidade de São Manuel, SP;

p = estimativa pontual para a população amostral;

q = 1-p;

erro = margem de erro;

Z ( $\alpha/2$ ) = valor crítico que corresponde ao nível de confiança desejado.

Para o cálculo foi considerado N = 41.123 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021), Z ( $\alpha/2$ ) = 1,96, erro máximo = 5% (TRIOLA, 2008). Além de buscar uma proporção de indivíduos interessados de 50%, e consequentemente 50% de indivíduos não interessados (TRIOLA, 2008). Dessa forma, a unidade amostral é de 381 indivíduos para responderem o questionário (Eq. 4)

$$n = \frac{N * p * (1-p) * \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{2}\right)^2}{p * q * \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{2}\right)^2 + (N-1) * (Erro)^2} = \frac{41.123 * 0,5 * 0,5 * (1,95)^2}{0,5 * 0,5 * (1,95)^2 + (41.123-1) * (0,05)^2} = \mathbf{381} \quad (4)$$

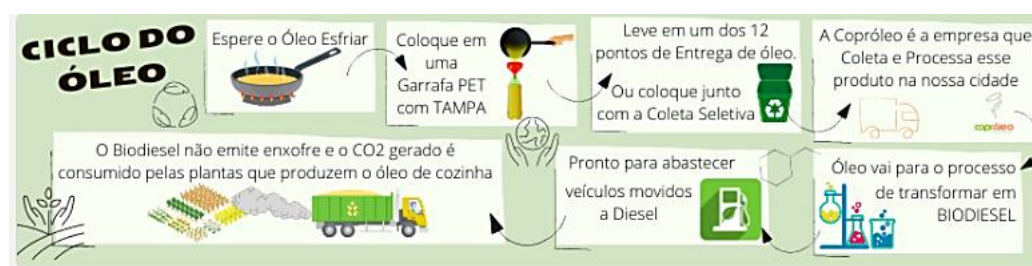
Assim, a amostragem ou quantidade mínima de famílias para responderem as questões relacionadas ao volume de óleo vegetal residual gerado e destino final deste resíduo no município de São Manuel é de aproximadamente 381

famílias. Foi realizado também uma estimativa quanto a classe social das famílias envolvidas na amostragem.

Em decorrência da pandemia, a pesquisa foi divulgada por 3 rádios municipais; em redes sociais; e contou com o apoio também da prefeitura do município de São Manuel para divulgação. Foi também solicitada a divulgação em organizações sem fins lucrativos que atendem a população em diferentes bairros do município.

A coleta de dados foi realizada de forma remota utilizando um questionário online contendo uma breve explicação sobre o ciclo de vida do óleo vegetal e a logística reversa do mesmo com a finalidade também de conscientizar à população sobre o descarte do óleo de fritura e a destinação final (Figura 3)

Figura 3 – Instruções aos habitantes de São Manuel, SP em relação ao consumo do óleo vegetal para cocção por imersão de alimentos e destinação final





Fonte: Próprio autor (2021).

O link da pesquisa foi divulgado em redes sociais através de grupos que virtuais que reúne a população, sendo um deles denominado como “Classificados – São Manuel” e outro “Por uma São Manuel melhor” um grupo voltado para divulgação de informações a respeito do município e interação dos moradores. Outra forma de alcançar a população foi com o apoio de três rádios municipais que também divulgaram o link de como contribuir com a pesquisa em suas páginas de redes sociais, além do apoio de membros da prefeitura na divulgação também através de redes sociais para alcançar o número contribuição necessária para a amostragem. Foi solicitado, ainda, em instituições do município para encaminhar o link às pessoas atendidas por cada uma delas, dessa forma, uma organização sem fins lucrativos que atende a população do bairro Santa Mônica, uma associação de catadores que atende majoritariamente pessoas do bairro São Geraldo, uma organização sem fins lucrativos que atende população do Centro.

O questionário foi aplicado à população com o auxílio do aplicativo denominado gerenciamento de pesquisa *Google Forms*, (Figura 4). As respostas foram estruturadas no formato de múltipla escolha.

Figura 4 – Questionário aplicado à população

<p><b>1. Qual bairro de São Manuel você mora?</b></p> <p><b>2. Qual a renda per capita na sua casa:</b></p> <p><input type="checkbox"/> até 0,5 salário mínimo por pessoa</p> <p><input type="checkbox"/> de 0,5 – 1 salários mínimo por pessoa</p> <p><input type="checkbox"/> de 2 à 4 salários mínimo por pessoa</p> <p><input type="checkbox"/> mais de 5 salários mínimo por pessoa</p> <p><b>3. Quantas pessoas moram na sua casa com você?</b></p> <p><b>4. Quantas vezes por semana vocês fazem fritura na sua casa?</b></p> <p><input type="checkbox"/> nunca/raramente</p> <p><input type="checkbox"/> 1 vez por semana</p> <p><input type="checkbox"/> 2 vezes por semana</p> <p><input type="checkbox"/> 3 vezes por semana</p> <p><input type="checkbox"/> 4 vezes por semana</p> <p><input type="checkbox"/> 5 vezes por semana</p> <p><input type="checkbox"/> 6 vezes por semana</p> <p><input type="checkbox"/> Todos os dias</p> <p><b>5. Quantas garrafas de óleo você usa na semana?</b></p> <p><input type="checkbox"/> Menos de 1 garrafa por semana</p> <p><input type="checkbox"/> de 1 a 2 garrafas por semana</p> <p><input type="checkbox"/> de 2 a 3 garrafas por semana</p> <p><input type="checkbox"/> mais de 3 garrafas por semana</p> <p><b>6. Como você descarta o óleo de fritura?</b></p> <p><input type="checkbox"/> Coloco em garrafas e levo a um ponto de entrega</p> <p><input type="checkbox"/> Coloco em garrafas e envio com a Coleta Seletiva</p> <p><input type="checkbox"/> Coloco junto com o lixo úmido</p> <p><input type="checkbox"/> Faço sabão</p> <p><input type="checkbox"/> Forneço para alguém que produz sabão</p> <p><input type="checkbox"/> Despejo na pia da cozinha</p> <p><input type="checkbox"/> Despejo no solo</p>	 
--	---

Fonte: Próprio autor (2021)

No questionário, considera-se a garrafa de óleo comercializada com capacidade de 900 mL de óleo. Com a finalidade de organizar e aprimorar as análises, tornando a interpretação mais intuitiva, os dados coletados foram organizado (Quadro 4), sendo a divisão de classes sociais organizadas a partir do salário mínimo recebido por pessoa na residência (MENEZES, 2020).

Quadro 4 – Organização dos dados declarados pela população

<b>Classes Sociais</b>	<b>Declarado</b>
Baixa	até 0,5 salários mínimo por pessoa
	de 0,5 a 1 salário mínimo por pessoa
Média	de 2 a 4 salários mínimo por pessoa
Alta	mais de 5 salários mínimo por pessoa
<b>Intensidade de Consumo do Óleo</b>	<b>Declarado</b>
Baixo	Menos de 1 garrafa de óleo por semana
Médio	De 1 a 2 garrafas de óleo por semana
	De 2 a 3 garrafas de óleo por semana
Alto	mais de 3 garrafas de óleo por semana
<b>Frequência do Uso do Método de Fritura por Imersão</b>	<b>Declarado</b>
Pouco uso do método	Nunca / Raramente
	1 vez por semana
	2 vezes por semana
Uso recorrente do método	3 vezes por semana
	4 vezes por semana
	5 vezes por semana
	6 vezes por semana
	Todos os dias
<b>Descarte do Óleo Vegetal Residual</b>	<b>Declarado</b>
Descarte Adequado	Coloco em garrafas e envio com a Coleta Seletiva
	Coloco em garrafas e entrego em PEV
	Coloco em garrafas e a empresa especializada passa coletando
Descarte Inadequado	Encaminho com a coleta de Lixo Úmido (Aterro Sanitário)
	Despejo no Solo
	Despejo na Pia
Produção de Sabão	Faço sabão
	Forneço para alguém que produz sabão

Fonte: Próprio autor (2022); Menezes (2020).

### 4.3 Quantificação Do Volume De Óleo Vegetal Residual Descartado Por Empreendimentos Instalados Na Cidade

O volume de óleo vegetal residual gerado no município por restaurantes, lanchonetes, indústria e comércio. O acesso aos empreendimentos que declaravam a realização e manipulação de alimentos foi solicitado na prefeitura do município em

forma de ofício. O questionário (Figura 5) foi distribuído através dos meios de comunicação social dos estabelecimentos.

Figura 5 – Questionário para ser respondido pelos representantes dos empreendimentos

<p><b>1. Seu empreendimento realiza qual atividade:</b></p> <p>( ) Lanchonete</p> <p>( ) Restaurante</p> <p>( ) Padaria</p> <p>( ) Outro</p> <p><b>2. Quantas refeições/lanches/salgados/porções em média seu empreendimento prepara por DIA? (Considere o cento do salgadinho de festa como 1 porção; Porção de batata frita, mandioca, peixe, entre outros)</b></p> <p><b>3. A Fritura por Imersão em óleo quente é um dos principais métodos de cocção em seu estabelecimento?</b></p> <p><b>4. Quantos litros de óleo (mais ou menos) você utiliza por SEMANA em seu estabelecimento?</b></p> <p><b>5. Como o seu estabelecimento descarta esse óleo?</b></p>
---

Fonte: Próprio autor (2021)

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Após os dados coletados sobre o uso de óleo vegetal, reuso de óleo de fritura, descarte de resíduos e destinação final através de formulários online em decorrência da pandemia, junto à população e aos empresários do ramo alimentício do município de São Manuel, SP, os mesmos foram analisados e os resultados apresentados e discutidos.

### **5.1 Análise dos Dados Gerados pela População de São Manuel, SP**

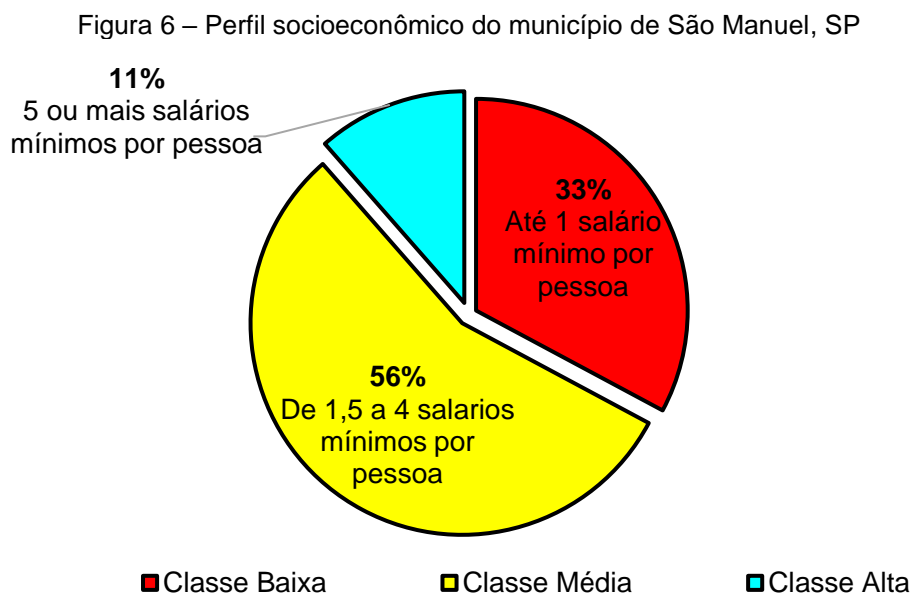
De forma anônima foram retornados 391 formulários por parte das famílias residentes em São Manoel, SP, distribuídas em 57 bairros do município.

No início do estudo, buscando caracterizar e traçar um perfil sócio econômico da população de São Manuel, SP através de registros oficiais na Prefeitura Municipal, se chegou à conclusão que os dados encontrados não seriam suficientes para atingir todos os objetivos desta pesquisa.

Assim, segundo Ferrante, Vertuan e Toledo (1976) para traçar um perfil socioeconômico de uma cidade é necessário considerar diversos fatores, como local de habitação, nível ocupacional, nível de instrução, rendimento mensal familiar, características da moradia, tipo de residência e o conforto doméstico. Entretanto, o foco da pesquisa compreender os costumes da população diante do consumo de óleo vegetal e descarte do óleo de fritura para se verificar o potencial de geração e a logística reversa para agregar valor ao resíduo, buscando transforma-lo em matéria prima e contribuir para atingir as metas do desenvolvimento sustentável na cadeia produtiva do Biodiesel.

Na Figura 6, observa-se que pela amostragem, aproximadamente 56%, mais da metade da população de São Manuel, SP pode ser classificada como classe média. Em cada residência vivem de 3 a 4 pessoas. Apenas 11% da população tem renda por pessoa de cinco ou mais salários mínimos, residindo 2 ou 3 pessoas na

mesma casa, sendo classificados na faixa de classe alta. A população que recebe por pessoa até um salário mínimo foi classificada como classe baixa e representa 33% da população.



Fonte: Próprio autor (2021).

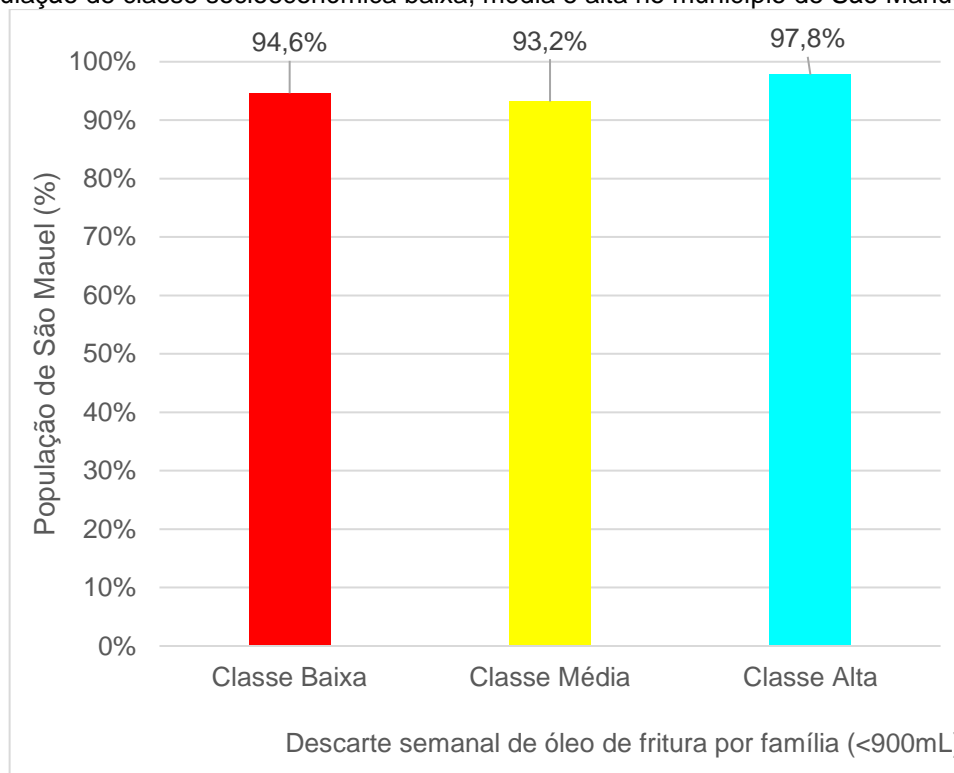
Os dados mostrados na Figura 6 são semelhantes aqueles dados encontrados pelo levantamento do IBGE em 2021 com a população de São Manuel, SP.

De acordo com os cálculos, a partir das 392 respostas enviadas pelas famílias residentes em São Manoel, SP, pouco mais de 90% tem baixo consumo de óleo vegetal quando se trata de cocção por imersão de alimentos, ou seja, quando se trata de fritura, a grande maioria gera 1 garrafa (900mL) ou menos de óleo de fritura por semana para descarte. Menos de 1% das famílias geram 3 garrafas ou pouco mais do óleo de fritura, o que representa em volume 270mL por semana, e aproximadamente 1L de óleo de fritura tem sido descartado mensalmente por cada família.

O óleo vegetal comumente utilizado para cocção de alimentos é negativamente impactante à saúde humana, dessa forma, Cruz (2018), observou que 80% da população brasileira passou a buscar uma alimentação mais saudável de 2010 a 2018.

Foi feita uma correlação entre o consumo de óleo vegetal pela população comparando as classes socioeconômicas baixa, média e alta no município de São Manuel, SP (Figura 7).

Figura 7 – Descarte de volume igual ou inferior a uma garrafa de óleo de fritura por semana pela população de classe socioeconômica baixa, média e alta no município de São Manuel, SP



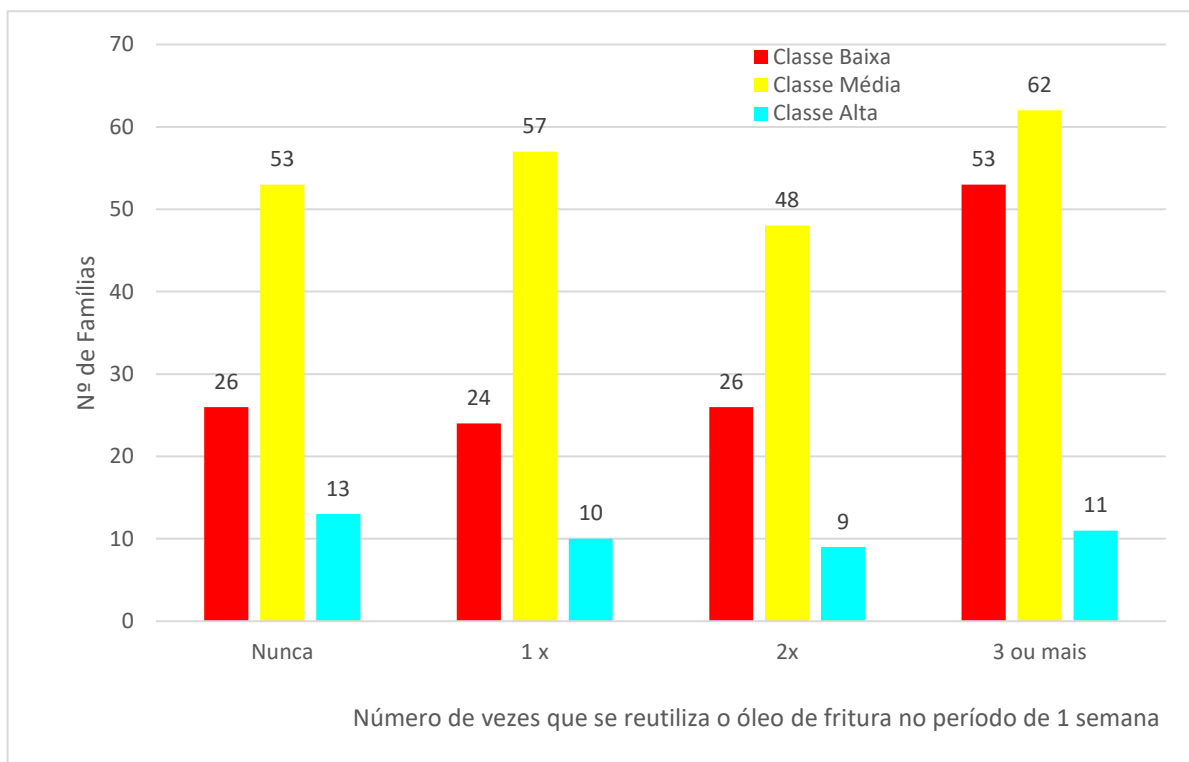
Fonte: Próprio autor (2022).

Observando o gráfico na Figura 7, de modo geral não houve diferença aparente na quantidade de óleo de fritura gerado semanalmente pela população das classes socioeconômicas baixa, média ou alta.

Por outro lado, quando se analisa a quantidade de vezes que se reutiliza o óleo de fritura, ou seja, que se pratica o método de cocção por imersão dos alimentos, a classe baixa apresentou maior adesão ao processo de reuso do óleo de fritura por até 4 vezes ou mais (Figura 8).



Figura 8 – Reuso do óleo de fritura na cocção de alimentos por imersão pelas diferentes classes socioeconômicas da população de São Manuel, SP



Fonte: Próprio autor (2021).

Ainda na Figura 8 observou-se que a classe média é aquela mais adepta à cocção por imersão de alimentos. São 62 famílias que declararam realizar fritura de alimentos por imersão três vezes por semana ou mais. A classe média é a classe mais adepta do método de cocção por imersão em óleo quente em números absolutos, ou seja, 62 famílias declaram que realizam fritura três vezes por semana ou mais, porém isso representa 28 % das famílias de classe média. Ao avaliarmos o comportamento das outras classes sociais frente a esse costume, concluímos que 13 famílias da classe alta declaram realizar fritura no mínimo três vezes por semana, e esse número representa 29 % das famílias de classe alta. Já a classe baixa, possui 53 famílias adepta da prática nessa mesma frequência, representando 40 % das famílias de classe baixa.

Ao avaliarmos o comportamento das famílias da classe alta constata-se que o reuso do óleo de fritura é uma prática menos comum entre as famílias. Já a classe baixa, igualmente a classe média, possui o hábito frequente de reuso do óleo de fritura por 3 ou mais vezes por semana.

No Quadro 5 está o cálculo de consumo de óleo vegetal per capita de acordo com as informações declaradas pela população, ou seja, pelo número de moradores em cada residência

Quadro 5 – Cálculo do volume de óleo vegetal residual gerado pela população do município de São Manuel, SP

	<b>Número de residências amostradas</b>	<b>Média de moradores por domicílio</b>	<b>Total de moradores inclusos indiretamente na pesquisa</b>	<b>Consumo per capita de óleo vegetal (L) por semana</b>	<b>Volume total por bairro gerado por semana</b>
CLASSE BAIXA	128	3,6	308	0,25	115,2
CLASSE MÉDIA	219	3,3	724	0,27	197,1
CLASSE ALTA	43	3,2	138	0,28	38,7
Total	392	3,4	1318	0,267	352,8

Fonte: Próprio Autor (2022)

A partir do Quadro 5 encontramos a média de 0,267 Lde óleo vegetal residual consumido por pessoa por semana, considerando o mesmo volume de descarte, e uma população de 41.123 (IBGE, 2021), o município tem potencial de geração de 10.979 Lde óleo vegetal residual por semana e 572.049 L/ano.

Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis em 2021, o quantitativo de 77.727 m<sup>3</sup> de óleo de fritura entrou como matéria prima na produção de biodiesel no Brasil. A partir desta pesquisa, foi detectado que em São Manuel, SP é gerado 11 m<sup>3</sup> bruto de óleo de fritura por semana, ou seja, sem passar pela filtragem e retirada da umidade. Na Equação 7 foi calculado o volume em m<sup>3</sup> de óleo vegetal residual gerado ao longo de um ano na cidade de São Manuel:

$$\text{Volume Anual de Óleo Residual} = 52,14 \times 11 \text{ m}^3 \quad (7)$$

Logo, foi obtido uma média de 572 m<sup>3</sup> ao ano de óleo vegetal residual no município (considerando 1000 L = 1 m<sup>3</sup>). Esse número representa 0,014% de todo

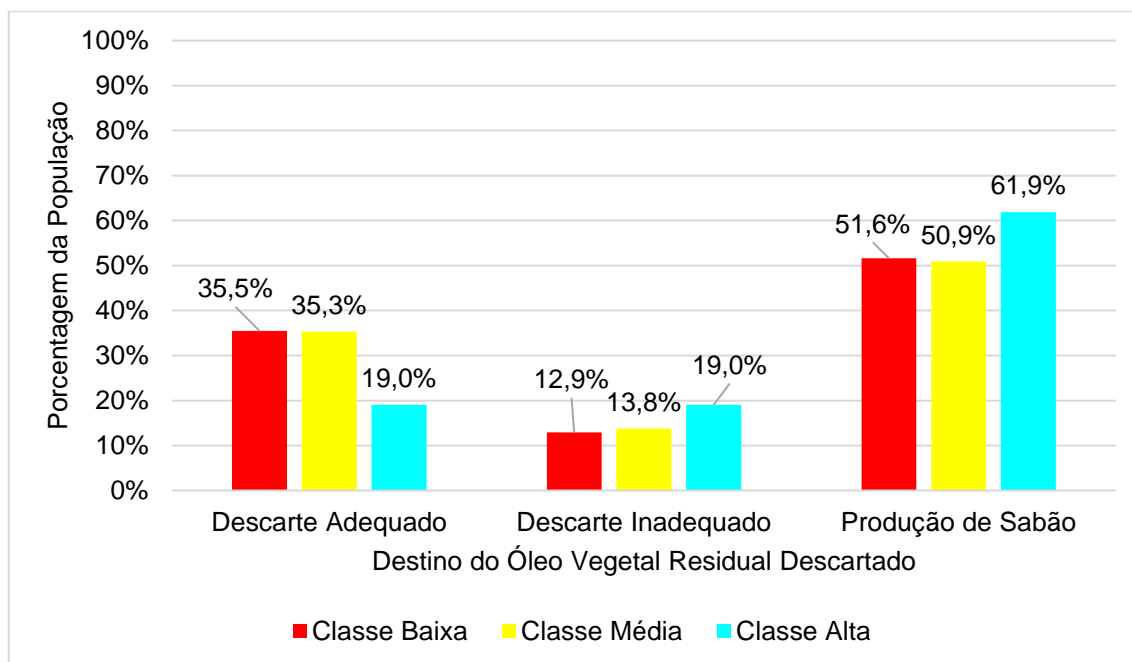
o volume de óleo vegetal residual utilizado no Brasil como matéria prima para a produção de biodiesel no ano de 2021. Por São Manuel, SP ser um município pequeno e pouco populoso, e com costumes de baixo consumo de óleo vegetal, ainda apresenta potencial de contribuição para aumentar a participação do óleo de fritura como matéria prima para o Biodiesel. Essa é uma perspectiva genérica, sem a participação de grandes geradores, porém nos estimula a rastrear o volume de óleo residual em esfera nacional, podendo esse dado se tornar mais significativo.

Uma vez que o óleo de fritura é coletado, este pode ser destinado a diversas outras atividades industriais e comerciais. Os moradores que participaram ativamente desta pesquisa indicaram que o óleo residual separado em garrafas pode ser destinado a diversas atividades, como por exemplo, na produção de sabão e para acender na churrasqueira.

Ao analisar os dados coletados do formulário aplicado na população, foi possível traçar uma relação de classe socioeconômica, frequência de consumo e geração de óleo, chegando ao resultado de que o volume de óleo vegetal consumido não tem interferência de classes sociais. Em contrapartida, Bacoli, Nunes e Milan (2018) encontraram que as famílias de classe baixa foram as que apresentaram menor consumo de óleo de fritura, além de ter constatado que 56% dos entrevistados da cidade de Itarumã, MG, apresentaram consumo médio de óleo vegetal, de 1 a 3 litros de óleo na casa por mês. Já em relação ao descarte, 52,6% dos participantes declararam que destinam o óleo vegetal residual à produção de sabão, além de um alto índice de descarte inadequado: 15,7% na pia da cozinha e 15,7% no solo. A pesquisa ainda destacou que 26% da população não tem conhecimento dos impactos negativos que o descarte incorreto do óleo pode acarretar, e apenas 21% sabiam que o município possui coleta seletiva de óleo vegetal residual, porém após as informações, 75% se declaram dispostos a disponibilizar seu óleo de fritura para a reciclagem.

Na Figura 9 analisamos o comportamento da população são-manuelense quanto ao descarte do óleo de fritura, relacionando-o com a classe socioeconômica.

Figura 9 – Descarte do óleo de fritura por famílias de acordo com a classe socioeconômica



Fonte: Próprio autor (2021)

Na Figura 9 fica nítido que a maior parte da população destina o óleo de fritura para produção de sabão. O segundo destino mais escolhido são a coleta seletiva do município e o ponto de entrega voluntária, sendo esses, posicionados no município através de uma empresa especializada na coleta e tratamento de óleo usado. Com relação aos descartes inadequados, o costume de descartar na pia ainda é recorrente apesar de errôneo, porém é um indicativo de onde deve-se melhorar a conscientização da população, seguido também do descarte diretamente no solo, e em ambos os casos, as famílias de classe alta são as que mais praticam o descarte irregular. Vale destacar que grande parte das residências de classe alta estão presentes em fazendas, sítios e chácaras. Entre os outros destinos declarados pela população, estão a reutilização do óleo para acender churrasqueira e entrega do óleo para qualquer pessoa que passa nos domicílios solicitando sem serem identificados por alguma empresa especializada. Essa relação é fundamental para analisar o comportamento da população e aonde deve-se destinar as campanhas de conscientização, assim como o linguajar e estratégias para atingir de maneira eficiente àqueles que precisam melhorar a forma como descartam seus resíduos, utilizando

assim como ferramenta de educação ambiental e de melhoria para diminuição do impacto ambiental no município.

Branco (2018) conseguiu quantificar o óleo gerado pela população. Dos 533 entrevistados, foi declarada a geração de 360L de óleo de fritura por mês no município de Londrina, PR. Em sua pesquisa, destaca que quanto menor a condição financeira do domicílio, maior o volume de óleos e gorduras consumido no preparo dos alimentos, sendo o bairro de maior vulnerabilidade socioeconômica o que realmente mais apresentou volume de óleo de fritura residual. Os dados apontaram ainda, que 57% da população entrevistada apresenta um destino adequado ao resíduo, ou seja, pontos de entrega voluntária, coleta seletiva ou produção de sabão, e 43% descarta indevidamente o resíduo, ou seja, junto ao lixo orgânico, no solo ou em redes de esgoto. Já em São Manuel, essa porcentagem foi bem menor, apenas 10,9% da população faz descarte inadequado desse resíduo, ou seja, despejando em solo ou pia. No Quadro 6 está uma comparação da pesquisa em relação ao consumo e descarte de óleo vegetal da população de Londrina, PR, Itarumã, MG e São Manuel, SP.

Quadro 6 – comparação da pesquisa desenvolvida em Londrina, PR, Itarumã, MG e São Manuel, SP

Londrina, PR (BRANCO, 2018)	Itarumã, MG (BACOLI, NUNES E MILAN, 2018)	São Manuel, SP
Classe socioeconômica baixa apresentou menor consumo de óleo vegetal	Classe socioeconômica baixa apresentou maior consumo de óleo vegetal	Volume de óleo vegetal residual consumido é igual para todas as classes socioeconômicas
56% da população consome de 1 a 3 L de óleo vegetal por mês	A população gera 360 L/mês de óleo vegetal residual	A reutilização do óleo vegetal na cocção de alimentos é maior na classe socioeconômica baixa
52,6 % da população destina o óleo vegetal residual para produção de sabão	57 % da população destina o óleo vegetal residual de maneira adequada (coleta seletiva ou produção de sabão)	83,7 % da população destina o óleo vegetal residual de maneira adequada (coleta seletiva ou produção de sabão)
31,4 % da população fazem descarte inadequado do óleo vegetal (solo e pia)	43 % da população faz descarte inadequado do óleo vegetal residual (solo e pia)	10,9 % da população faz descarte inadequado do óleo vegetal residual

Fonte: Próprio autor (2022)

O óleo vegetal residual gerado no município e identificado através dessa pesquisa é significativo, e apesar de ter seu maior destino hoje para produção de sabão, ele pode ser direcionado à indústria do biodiesel. Para que isso aconteça, é necessário trabalhar em campanhas de conscientização para garantir que a população tenha acesso a esse conhecimento e passe a contribuir com a separação e com a destinação desse produto para coleta seletiva ou empresas especializadas. A divulgação da tecnologia de reciclagem de óleo vegetal em biodiesel é fundamental para manter a população informada e compreender que a viabilidade desse processo depende do envolvimento e da colaboração de cada morador. Destacando que ao contribuírem com a destinação correta desse resíduo, estarão alimentando a matriz energética brasileira, ao aumentarem o volume de óleo vegetal residual que chega nas industriais de biodiesel, e apoiando o desenvolvimento do município através de processo sustentáveis voltados para a economia circular e valorização de resíduos.

Sobre essa reutilização do óleo proveniente de resíduo de fritura, ao direcionar o óleo vegetal residual para a cadeia de produção de biodiesel, é possível reduzir em 88% o volume desses resíduos, ou seja, 88% do volume de óleo vegetal residual tem ésteres com potencial energético, 10% é glicerina e 2% matéria sólida residuais (Cunha, 2016). A utilização do biodiesel também apresenta vantagens econômicas, Castelanelli et al. (2007) também comparou três modelos de motor gerador de energia e seus respectivos consumos em relação a óleo diesel. Os três apresentaram maior eficiência quando alimentados com biodiesel, além de menor custo (Quadro 7) e ainda diminuição de 42,3% de CO<sub>2</sub> e de 12,97% de NO<sub>x</sub>, contribuindo na mitigação de mudanças climáticas.

Quadro 7 – Comparação da eficiência e custo do óleo diesel e do biodiesel em geradores

<b>Geradores</b>	<b>Consumo de Óleo Diesel</b>	<b>Custo com a fonte Diesel</b>	<b>Consumo de Biodiesel</b>	<b>Custo com a fonte Biodiesel</b>
<b>Gerador 1</b>	2,4 litros/hora	R\$ 3.214,08	2,52 litros/hora	R\$ 919,90
<b>Gerador 2</b>	2,6 litros/hora	R\$ 3.481,92	2,73 litros/hora	R\$ 997,54
<b>Gerador 3</b>	3,2 litros/hora	R\$ 4.298,83	3,59 litros/hora	R\$ 1.310,49

Fonte: Adaptado de Castenalli *et al.* (2007)

A destinação desse resíduo para a produção de biodiesel ainda é incipiente no Brasil, tendo potencial de crescer e transformar diversas áreas com essa atividade (ANP, 2019). Um dos principais pontos para corroborar o uso desse resíduo como uma matéria prima para o biodiesel está no valor de sua obtenção, que é muito inferior, logo mais vantajoso, que os valores de demais matérias primas possíveis, tendo, portanto, efeitos sociais, econômicos e ambientais (CHISTOFF, 2006).

Referente a qualidade do óleo vegetal residual para produção de biodiesel, é importante destacar que após submetido a altas temperaturas por longo período, o óleo sofre degradação hidrolítica e oxidativa. Devido a isso, o uso do óleo vegetal residual precisa ser submetido a pré-tratamentos para que possa ser submetido ao processo de transesterificação, como filtragem, remoção de partículas sólidas, neutralização, aquecimento, secagem utilizando sulfato de magnésio, entre outros. Ainda assim, essa decomposição do óleo pode prejudicar a qualidade e o rendimento, além da formação de compostos indesejáveis. Além dos pré-tratamentos, o catalisador escolhido para a conversão do óleo vegetal em biodiesel pode auxiliar na qualidade do biodiesel produzido e na taxa de conversão (GAIO, 2014).

Vale destacar que para coletar, tratar, armazenar e trabalhar esse resíduo deve haver logística para esse processo, sendo destinado locais corretos para armazenar, que esbarram também na conscientização sobre o tema (APOLINÁRIO *et al.*, 2012; CAMARGO, CARVALHO, 2014).

A pesquisa foi fundamental para compreender que no município, objeto de estudo, o volume de óleo vegetal consumido não tem interferência da classe social, porém, a classe social baixa faz uso do método de cocção por imersão em óleo quente mais vezes durante a semana do que as classes média e alta. Ainda assim, é possível que esse valor seja diferente da realidade pois muitos moradores não mensuram de fato o quanto consomem de óleo o que pode ser melhor verificado com acompanhamento e coletas semanais. Sem invalidar a pesquisa, o presente estudo já indica que há potencial de coleta e geração de biodiesel com o resíduo gerado, é viável traçar medidas para investimento em programas de conscientização e de logística reversa para intensificar a coleta e o volume desses resíduos obtidos.

## **5.2 Óleo Vegetal Residual Gerado Por Empreendimentos Do Ramo Alimentício**

Para identificar os empreendimentos comerciais no ramo alimentício no município, foi solicitado na prefeitura de São Manuel, via ofício, formalmente protocolada, requisitando a identificação desses empreendimentos para que pudesse ser calculado a amostragem de respostas necessárias para confiabilidade do estudo. Após acesso negado às informações, foi tentado um contato direto com o maior número de estabelecimentos de diversas formas, porém, os próprios proprietários se negaram a responder. Mesmo com a divulgação da pesquisa e explicação a respeito da importância e de quais dados estavam sendo solicitados, ela não foi bem aceita no município. Uma hipótese pertinente é referente aos estabelecimentos se sentirem desconfiados e com medo de divulgar informações internas e serem autuados pela vigilância sanitária ou ambiental. No município grandes geradores precisam realizar plano de gerenciamento de resíduos e protocolar junto aos órgãos responsáveis, entretanto, ainda não há um controle eficiente para emissão desses documentos. Devido a isso, a prefeitura criou a Lei 3.848/2015 para dar diretrizes a respeito da gestão dos resíduos nos municípios e estipular metas para conseguir coletar todo o óleo residual gerado, e em 2020, através da Lei 4.355 essas metas foram prorrogadas, indicando que não conseguiram atender a todas as demandas impostas na Lei 3.848/2015. Segundo a Lei Estadual 997/76, atualizada pelo Decreto 46.397/2002, estabelecimentos que não exercem processos industriais em suas dependências, escritórios e pontos comerciais são dispensados da sistemática de licenciamento.

A rastreabilidade desse material pode contribuir para a prevenção de contaminação ambiental, como também para auxiliar a agregar valor, incluí-lo cada vez mais na matéria prima para produção de biodiesel, contribuindo para fortalecer o método de economia circular, e conscientizar a população acerca das possibilidades e utilidades dos resíduos. A obrigatoriedade de rastrear, quantificar e existir a destinação correta do óleo de fritura é fundamental, tanto na esfera federal quanto municipal, pois apenas assim as pessoas terão conhecimento do impacto negativo e que são responsáveis pelos problemas que o descarte inadequado pode gerar.



Portanto, ressalta-se a importância de uma legislação para regularizar a logística reverse desse tipo de resíduo.

### **5.3 Políticas Públicas Para Destinação do Óleo Vegetal Residual**

A partir desta pesquisa, conforme participação da população e a ausência de participação de grandes geradores, as políticas públicas foram por nós especuladas. Ainda que não haja uma legislação que dê direcionamentos específicos para tornar obrigatória a logística reversa do óleo de fritura, que não é debatido no Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS e também não está incluso no marco legal do saneamento básico. Ambas as leis defendem o encerramento de lixões, a busca por destinação adequada de resíduos, sejam eles líquidos ou sólidos e principalmente o investimento em modelos mais sustentáveis de manejo de resíduos. A PNRS defendia o encerramento dos lixões até 2020, com o novo marco legal do saneamento básico, esse prazo foi prolongado para 2021 para cidades metropolitanas e 2024 para municípios com menos de 50 mil habitantes. Além de defenderem a coleta seletiva, economia circular e reciclagem de resíduos. As leis ainda precisam ser ajustadas e reforçadas, pois, ainda que cobrem responsabilidade sobre os resíduos gerados, tanto da população, quanto de órgãos públicos e empresas privadas, ainda há lacunas que impedem uma aplicação eficiente das leis já existentes, como a falta de diretrizes a respeito do descarte do óleo vegetal residual.

A Lei municipal nº 3.848/2015 propôs um plano de metas e prazos para coleta de 100% de todo óleo vegetal gerado até 2018, porém, o município não alcançou a sua meta, dessa forma a Lei nº 4.355 de 09 de dezembro de 2020 surge para prorrogar o prazo para revisão e aperfeiçoamento das metas impostas e da reelaboração do Plano Municipal de Resíduos Sólidos de São Manuel, SP. Ainda do ponto de vista jurídico, a política pública possui uma lacuna, devido à Lei nº 3.848/2015 trazer propostas de rastrear o resíduo apenas para grandes geradores, sem incluir os moradores do município. Além de não trazer uma proposta de como a coleta total desse resíduo será alcançada e como será rastreado esse material e qual será o seu destino, deixando também de propor e reforçar a obrigatoriedade da

implantação de um plano de gerenciamento de resíduos aos grandes geradores. A resistência dos geradores e a falta de dados quantitativos concretos sobre o volume desse resíduo reforça a falha de aderência dos municípios na logística reversa desse produto.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo foi desenvolvido através da aplicação do questionário de análise dos costumes da população frente ao consumo e descarte do óleo vegetal residual. O questionário foi divulgado em redes sociais e contou com o apoio da população na divulgação da pesquisa. Os munícipes declararam a renda per capita em seu domicílio, bem como o volume de óleo vegetal consumido, o uso de método de cocção por imersão em óleo quente, e como descartam esse material posteriormente.

Foi possível concluir que na cidade de São Manuel, SP, há consumo de óleo vegetal para gerar resíduo com potencial para ser destinado à produção de biodiesel. Dentre os participantes munícipes da pesquisa, obteve-se como conclusão que o número de vezes que o óleo vegetal residual é reutilizado é maior em residências nos bairros de renda per capita menor, ou seja, classes socioeconômicas de menor poder aquisitivo, mas com relação ao uso quantitativo de óleo vegetal na cocção por imersão do alimento não houve diferença significativa entre as classes socioeconômicas relacionadas. Todas as classes socioeconômicas da população no município de São Manuel, SP descartam no máximo uma garrafa com 900mL de óleo de fritura por semana, os quais são devidamente reciclados e encaminhados para fazer sabão ou são descartados indevidamente no solo ou nas águas.

O destino principal escolhido para o óleo de fritura pelas famílias do município de São Manuel, SP é a produção de sabão, e em segundo e terceiro lugar são os pontos de entrega voluntária disponibilizados por empresa especializada e a coleta seletiva, respectivamente. Sendo assim, satisfatório o método de descarte da população de maneira geral. Entretanto, ainda é persistente a população que realiza o descarte inadequado desse resíduo, cerca de 10,9% despejam o óleo de fritura em tubulações da rede de esgotos ou diretamente no solo, o que merece atenção para que seja possível diminuir o impacto ambiental gerado por esse tipo de prática. Ainda diante dessa análise foi possível identificar que a maior parte dos descartes incorretos desse resíduo ocorrem pela população de classe alta, e é recorrente em chácaras e área rural.

Entretanto, o município consta com uma coleta seletiva de resíduos sólidos e uma empresa de coleta e tratamento de óleo vegetal residual, ou seja, há uma estrutura no município para uma coleta e destinação adequada desse material, que encaminhe o produto para indústrias de biodiesel. Dessa forma, o município consta apenas com a necessidade de fortalecer a logística reversa e as empresas e entidades que realizam esse trabalho de coleta do óleo vegetal, através do investimento em políticas públicas que dê diretrizes a respeito da forma correta de destinação e responsabilize os geradores pelo resíduo produzido.

Esse resultado pode ser diferente do real, pois é possível que essas famílias não tenham a real dimensão de seu consumo semanal. Ainda assim, foi observado, frente às respostas ao questionário aplicado, o município pode gerar até 11 mil litros de óleo vegetal residual semanalmente, considerando um consumo de 0,267mL de óleo por pessoa, e uma população de 41.123 habitantes, resultando em 572.049litros de óleo vegetal residual por ano.

## 7 REFERÊNCIAS

ANP. **Biodiesel**. 2019 Disponível em:

<<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel>>. Acesso em: 1 nov. 2021 / 10 de janeiro de 2022.

APOLINÁRIO, F. D. B.; PEREIRA, G. DE F.; FERREIRA, J. P. **Biodiesel e Alternativas para utilização da glicerina resultante do processo de produção de biodiesel**. Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense, v. 2, n. 1, p. 141–146, 2012.

BÁCOLI, Márcia Regina Siqueira; NUNES, Pamyly Crystyana Alves; MILAN, Willyan Wilson. **ÓLEO DE COZINHA RESIDUAL: análise na cidade de Iturama/mg da destinação, impactos ambientais e viabilidade empresarial**. Organizações e Sociedade, [S.L.], v. 7, n. 8, p. 80, 18 dez. 2018. Faculdade Aldete Maria Alves.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 75, de 29 de março de 2017. Altera a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para incluir óleos e gorduras de uso culinário como produtos do sistema de logística reversa**. [S. l.], 29 mar. 2017. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=5206553&ts=1593905703670&disposition=inline>. Acesso em: 1 maio 2021.

BRASIL. **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, 2 ago. 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm). Acesso em: 1 maio 2021.

BUMBA, M. A. C.; OI, R. K.; YAMAMURA, H. **PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE FRITURA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL**. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. 19 a 22 de outubro de 2014. Florianópolis, SC.

CALIXTO, C. F. S., *et al.* **Avaliação da Quantidade de Óleo de Soja em Refeições Oferecidas em um Restaurante Universitário.** Demetra: Alimentação, Nutrição e Saúde. V. 8, n. 1, p. 53-61. Belo Horizonte, MG. 2013.

CAMARGO, R. P. L.; CARVALHO, C. R. R. **Estudos de Viabilidade Econômica da Utilização dos Óleos e Gorduras Residuais para Produção de Biodiesel no Brasil.** Revista Processos Químicos, v. 8, n. 15, p. 39–48, 2014.

CASA CIVIL. **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, 2 ago. 2010. Disponível em:  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm).

CASTELLANELLI, C. A. *et al.* **Análise ambiental e econômica do biodiesel obtido por meio do óleo de fritura usado em praças de pedágio.** Revista Ibero Americana de Estratégia, v. 6, n. 2, p. 165–173, 2007.

CHRISTOFF, P. **Produção de biodiesel a partir Do Óleo Residual De Fritura.** Curitiba: Instituto de Tecnologia do Paraná, 2006.

COSTA, F. P. **Viabilidade da Utilização de Óleo de Fritura Para Fabricação de Biodiesel e Demais Produtos.** VII Congresso de Excelência em Gestão. ISSN: 1984-9354. Rio de Janeiro, RJ. 12 e 13 de agosto de 2011.

CRUZ, F. **Pesquisa mostra que 80% dos brasileiros buscam alimentação saudável.** Agência Brasil. 23 de maio de 2018, São Paulo. Acesso em: 04 de dezembro de 2021. Disponível em:  
<<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2018-05/pesquisa-mostra-que-80-dos-brasileiros-buscam-alimentacao-saudavel>>

CUNHA, A. C. D. **ESTUDO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO RESIDUAL DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UNILAB.** Monografia para

Bacharel em Engenharia de Energias. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Acarape, CE, 2016.

DataGeo – **Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo** – Base Territorial Ambiental Unificada. Disponível em:

<<https://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>

DE BONI, L.A.B., GOLDANI, E., MILCHAREK, C.D. SANTOS, F. A. DOS.

Tratamento Físico-Químico da Água de Lavagem Proveniente da Purificação do Biodiesel. **Periódico Tchê Química**. Vol. 4 – N. 7 – JAN/2007. Porto Alegre – RS. Brasil.

ECÓLEO. **No Brasil consome-se cerca de 19 litros per capita de óleo por ano.** (Abiove). Disponível em: Acesso em: jan 2013.

FERNANDES, R. K. M. *et al.* **Biodiesel A Partir De Óleo Residual De Fritura: Alternativa Energética E Desenvolvimento Sócio-Ambiental.** XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A Integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, RJ, de 13 a 16 de outubro de 2008.

FERRANTE, V. L. B.; VERTUAN, V.; TOLEDO, B. E. C. **Um modelo de análise sócio-econômica: construção e resultados obtidos.** Revista Saúde Pública, Araraquara, SP, v. 10, n. 1. P. 177-190, jun. 1976. Acesso em: 04 de dezembro de 2021. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rsp/a/Xbp9MqVqJL93WrWf6CTT6zD/?format=pdf&lang=pt>>

GRANGEIRO, Rosa Virgínea Tavares. **Caracterização da água de lavagem proveniente da purificação do biodiesel.** 2009. 53 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2009. Disponível em: [http://www.ccen.ufpb.br/ppgq/contents/documentos/teses-e-dissertacoes/dissertacoes/2009/Dissertacao\\_Rosa\\_V\\_T\\_Grangeiro.pdf](http://www.ccen.ufpb.br/ppgq/contents/documentos/teses-e-dissertacoes/dissertacoes/2009/Dissertacao_Rosa_V_T_Grangeiro.pdf). Acesso em: 19 fev. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), **Senso Cidades**.

Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-manuel/panorama>>

Acesso em: 12 de janeiro de 2020.

MENEZES, Pedro. Classe Social. **Toda Matéria**, [S. l.], 2020. Sociologia, p. 1-1.

Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/classe-social/>. Acesso em: 22 maio 2022.

MOECKE, Elisa Helena Siegel *et al.* **PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE FRITURA USADO E O EMPODERAMENTO DA COMUNIDADE**. Revista Gestão Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 33-40, set. 2012.

OSAKI, M; BATALHA, M. O. **PRODUÇÃO DE BIODIESEL E ÓLEO VEGETAL NO BRASIL: REALIDADE E DESAFIO**. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 13, n. 2, p. 227-242, 2011

Painel Dinâmico – **Produtores de Biodiesel**. Dados do Sistema de Movimentação de Produtores (SIMP) da ANP. Consultado em 11 de abril de 2021.

PITTA JUNIOR, O. S. R.; NOGUEIRA NETO, M. S.; SACOMANO, J. B.; LIMA, A. **Reciclagem do óleo de cozinha usado: uma contribuição para aumentar a produtividade do processo**. Key elements for a sustainable world: Energy, water and climate change. 2ns International Workshop – Advances in Cleaner Production. São Paulo, Brasil , maio 2009.

RAMOS, L. P.; SILVA, F. R.; MANGRICH, A. S. **Tecnologias de Produção de Biodiesel**. Revista Virtual Química, v. 3, n. 5, p. 385-405, 2011.

ROCHA, Alda do Amaral. O material jornalístico produzido pelo Estadão é protegido por lei. As regras têm como objetivo proteger o investimento feito pelo Estadão na qualidade constante de seu jornalismo. Para compartilhar este conteúdo, utilize o link: <https://economia.estadao.com.br/blogs/coluna-do->



broad/brasil-joga-cerca-de-1-bilhao-de-litros-de-oleo-de-cozinha-no-ralo-a-cada-ano/. **Estadão**, [S. l.], 16 set. 2021. Economia & Negócios, p. 1-1. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/blogs/coluna-do-broad/brasil-joga-cerca-de-1-bilhao-de-litros-de-oleo-de-cozinha-no-ralo-a-cada-ano/>. Acesso em: 22 maio 2022.

SÃO PAULO. ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL. **Lei nº 12.407, de 21 de setembro de 2005. Institui Programa Estadual de Tratamento e Reciclagem de Óleo e Gorduras de Origem Vegetal ou Animal e Uso Culinário.** Programa estadual de tratamento e reciclagem de óleo e gorduras de origem vegetal ou animal e uso culinário, Palácio dos Bandeirantes: Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo, 21 set. 2005. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2005/lei-12047-21.09.2005.html>. Acesso em: 1 maio 2021.

SILVA, A. J. R. *et al.* **Viabilidade Técnica do Uso de Óleo de Cozinha Como Aditivo em Argamassa.** Revista Principia. Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, nº 45, pag. 40-48. João Pessoa, 2019.

SPOSITO G.. **The Chemistry of Soils.** 2 ed. New York: Oxford University Press, 2008. Acesso em: 13 de fevereiro de 2022. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=XCJnDAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=SPOSITO+G..+The+Chemistry+of+Soils.+2+ed.+New+York:+Oxford+University+Press,+2008&ots=iHp2d4G22C&sig=zgQCom04SVBgpTUOuyKU1bRUr6o#v=onepage&q&f=false>

THODE FILHO, Sérgio; et al. **Efeitos associados ao descarte inadequado do óleo vegetal residual nas propriedades físico-químicas do solo.** Natural Resources, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 25-37, 12 ago. 2020. Companhia Brasileira de Produção Científica. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2237-9290.2020.003.0004>.

TOMASI, K. *et al.* **Perfil de Consumo e Descarte de Óleo Comestível no Município de Ijuí-RS.** Revista Contexto e Saúde. Editora Unijuí, v.14, n.27, p. 54-64. Ijuí, RS. Jul/Dez de 2014.

TRIOLA, M. F. **Estimativas e Tamanhos Amostrais. Introdução a Estatística.** 10 ed. Rio de Janeiro: Ltc. 1997, cap. 6.

TYSON, Karin Shaine. **Biodiesel Handling and Use Guidelines.** 3ª. ed. rev. Michigan: Energy Efficient and Renewable Energy, Setembro 2006. 61 p. DOI 102006-2358. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=iK6SMnhASr0C&oi=fnd&pg=PA1&dq=biodiesel+definitions&ots=Wr\\_w2D7bkg&sig=ZOaZ27Z-Bukc9iulZzU6dtJB2RU#v=onepage&q=biodiesel%20definitions&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=iK6SMnhASr0C&oi=fnd&pg=PA1&dq=biodiesel+definitions&ots=Wr_w2D7bkg&sig=ZOaZ27Z-Bukc9iulZzU6dtJB2RU#v=onepage&q=biodiesel%20definitions&f=false). Acesso em: 22 maio 2022.

VASCONCELOS, M. C.; SABAINI, M. S. **Avaliação da Viscosidade do Asfalto Modificado Com Resíduo de Óleo de Cozinha.** 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET. Infraestruturas Ligantes e Misturas Asfálticas II. Pag. 1554-1565. Gramado, RS. 04 a 07 de novembro de 2018.

## APÊNDICES

APÊNDICE A: Amostragem e extrato sócio econômico da população do município de São Manuel, SP

Bairro de São Manuel, SP	Número de residências amostradas	Faixa salarial per capita (salário mínimo = R\$1.100,00 em 2021)				Média de moradores por domicílio	Salário médio por domicílio
		até 0,5	0,5 a 1	2 a 4	5 ou +		
Jardim Açai	5	0	1	4	0	2,4	R\$ 6.120,00
Distrito de Aparecida	17	2	7	6	2	2,93	R\$ 5.816,90
Bairro da Igualdade	1	0	0	0	1	3	R\$ 15.000,00
Jardim Bela Vista	15	1	5	7	2	3,33	R\$ 7.770,00
Jardim Bom Pastor	21	2	4	14	1	3,42	R\$ 8.224,28
Canepelle	1	0	0	1	0	4	R\$ 8.000,00
Res. Catâneo Ângelo	1	0	1	0	0	5	R\$ 3.750,00
COHAB 1	21	1	7	12	1	2,52	R\$ 5.580,00
COHAB 2	17	3	7	7	0	3,29	R\$ 5.225,29
COHAB 3	18	3	5	9	1	3,27	R\$ 6.630,83
COHAB 5	7	6	0	1	0	4,14	R\$ 2.661,43
CECAP	2	0	0	2	0	4,5	R\$ 13.500,00
CENTRO	53	2	8	34	9	3,16	R\$ 9.152,07
Chácara Aliança	1	0	0	1	0	5	R\$ 15.000,00
Chácara Saltinho	5	0	0	3	2	4	R\$ 15.200,00
Chácara Santo Antônio	1	0	1	0	0	3	R\$ 2.250,00
Conquista	4	0	1	3	0	2,75	R\$ 6.703,12
Hélio Aguiar	3	0	0	2	1	3,67	R\$ 13.456,70
Jardim Dinkell I e II	24	0	4	15	5	3,04	R\$ 9.246,70
Distrito Industrial I	1	0	0	1	0	3	R\$ 9.000,00
Jardim Alvorada	16	2	2	11	1	3,06	R\$ 7.650,00
Jardim Brasil	2	0	0	2	0	2,5	R\$ 7.500,00
Jardim Brasília	7	0	2	3	2	3,14	R\$ 9.195,70
Jardim De Vicente	1	0	0	1	0	3	R\$ 9.000,00
Jardim Eldorado	1	0	0	1	0	4	R\$ 12.000,00
Jardim Estoril	2	0	0	1	1	2,5	R\$ 10.000,00
Jardim Mazei	2	0	1	1	0	3	R\$ 5.625,00
Jardim Melita	10	0	1	8	1	3	R\$ 8.925,00
Jardim Ouro Verde	7	1	2	5	0	3,85	R\$ 9.350,00

Jardim Pinheiro	2	0	0	2	0	3	R\$ 9.000,00
Jardim Planalto	5	0	0	3	2	3,6	R\$ 13.680,00
Jardim Progresso	6	1	3	2	0	3,66	R\$ 5.185,00
Jardim São José	1	0	0	1	0	4	R\$ 12.000,00
José Maria Zanotelli	3	0	1	2	0	3,66	R\$ 8.235,00
Residencial Juliani	1	0	0	1	0	2	R\$ 6.000,00
Nova Conquista	9	0	4	5	0	3,11	R\$ 6.220,00
Parque Recreio	6	1	0	4	1	3	R\$ 8.625,00
Parque Santo Antonio	2	0	0	2	0	2	R\$ 6.000,00
Recanto Ouro Verde	7	0	1	6	0	3,57	R\$ 9.562,50
Resid. Irmãos Inocente	3	0	0	3	0	2,75	R\$ 8.250,00
Resid. chácara São João	2	0	0	0	2	3	R\$ 15.000,00
Residencial Eldorado	4	0	1	1	2	3,5	R\$ 12.031,25
Residencial Sant'Ana	2	0	0	1	1	3	R\$ 12.000,00
San Marino	4	0	2	2	0	4,66	R\$ 8.737,50
Jardim Santa Helena	3	0	1	2	0	5	R\$ 11.250,00
Jardim Santa Mônica	11	3	7	1	0	3,8	R\$ 3.109,09
Vila Santa Terezinha	4	0	1	3	0	3,75	R\$ 9.140,63
Vila São Geraldo	11	1	5	4	1	3,72	R\$ 7.101,82
Vila São Luiz	3	0	0	0	3	2,66	R\$ 13.300,00
Vila Ayres	3	0	1	2	0	4,33	R\$ 9.742,50
Vila Consolata	2	0	2	0	0	4	R\$ 3.000,00
Vila Industrial	10	1	4	4	1	3,5	R\$ 7.087,50
Vila Ipiranga	7	1	2	4	0	3,16	R\$ 6.207,14
Vila Kennedy	5	0	0	4	1	2,6	R\$ 8.840,00
Vila Rica	4	0	3	1	0	3	R\$ 3.937,50
Jardim Vista Alegre	4	0	0	3	1	3,75	R\$ 13.125,00
Zona rural	2	0	1	0	0	3	R\$ 1.125,00

## APÊNDICE B: Uso E Frequência De Óleo Nas Residências

<b>Bairros de São Manuel, SP</b>	<b>Número de residências amostradas</b>	<b>Média de frequência de frituras semanais</b>	<b>Moda de garrafas utilizadas semanalmente</b>	<b>Média do volume de óleo descartado semanalmente</b>
--------------------------------------	---	---	---	--

Jardim Açaí	5	1,4 vezes	< 1	< 1
Distrito de Aparecida	17	2,4 vezes	< 1	< 1
Bairro da Igualdade	1	2 vezes	< 1	< 1
Jardim Bela Vista	15	1,13 vezes	< 1	< 1
Jardim Bom Pastor	21	2,33 vezes	< 1	< 1
Canepelle	1	1 vez	< 1	< 1
Res. Catâneo Ângelo	1	2 vezes	< 1	< 1
COHAB 1	21	0,5 vezes	< 1	< 1
COHAB 2	17	7 vezes	1 a 2	< 1
COHAB 3	18	2 vezes	1 a 2	2
COHAB 5	7	1,49 vezes	< 1	< 1
CECAP	2	nunca ou raramente	< 1	< 1
CENTRO	53	1,8 vezes	< 1	< 1
Chácara Aliança	1	nunca ou raramente	1 a 2	1 a 2
Chácara Saltinho	5	nunca ou raramente	< 1	< 1
Chácara Santo Antônio	1	2,36 vezes	< 1	< 1
Conquista	4	2,25 vezes	< 1	< 1
Hélio Aguiar	3	3 vezes	< 1	< 1
Jardim Dinkell I e II	24	2,125 vezes	< 1	< 1
Distrito Industrial I	1	3 vezes	< 1	< 1
Jardim Alvorada	16	1 vez	< 1	< 1
Jardim Brasil	2	3 vezes	< 1	< 1
Jardim Brasília	7	2 vezes	< 1	< 1
Jardim De Vicente	1	3 vezes	< 1	< 1
Jardim Eldorado	1	1,875 vezes	< 1	< 1
Jardim Estoril	2	5 vezes	1 a 2	< 1
Jardim Mazei	2	1,42 vezes	< 1	< 1
Jardim Melita	10	2 vezes	< 1	< 1
Jardim Ouro Verde	7	2 vezes	1 a 2	1 a 2
Jardim Pinheiro	2	0,5 vezes	< 1	< 1
Jardim Planalto	5	3,5 vezes	1 a 2	< 1

Jardim Progresso	6	1,3 vezes	< 1	< 1
Jardim São José	1	2,42 vezes	< 1	< 1
José Maria Zanotelli	3	nunca ou raramente	< 1	< 1
Residencial Juliani	1	1,2 vezes	< 1	< 1
Nova Conquista	9	2,66 vezes	1 a 2	< 1
Parque Recreio	6	3 vezes	< 1	< 1
Parque Santo Antonio	2	2 vezes	< 1	< 1
Recanto Ouro Verde	7	2,33 vezes	< 1	< 1
Resid. Irmãos Inocente	3	7 vezes	< 1	< 1
Resid. chácara São João	2	1,22 vezes	< 1	< 1
Residencial Eldorado	4	1,33 vezes	< 1	< 1
Residencial Sant'Ana	2	0,66 vezes	< 1	< 1
San Marino	4	7 vezes	> 3	> 3
Jardim Santa Helena	3	1,14 vezes	< 1	< 1
Jardim Santa Mônica	11	3 vezes	< 1	< 1
Vila Santa Terezinha	4	1 vez	< 1	< 1
Vila São Geraldo	11	1 vez	< 1	< 1
Vila São Luiz	3	0,25 vezes	< 1	< 1
Vila Ayres	3	nunca ou raramente	< 1	< 1
Vila Consolata	2	1,5 vezes	< 1	< 1
Vila Industrial	10	2,66 vezes	< 1	< 1
Vila Ipiranga	7	3 vezes	< 1	< 1
Vila Kennedy	5	1,7 vezes	< 1	< 1
Vila Rica	4	3,25 vezes	< 1	< 1
Jardim Vista Alegre	4	2,9 vezes	< 1	< 1
Zona rural	2	4,33 vezes	1 a 2	< 1

APÊNDICE C: Descarte Do Óleo De Fritura Residual

Bairro de São Manuel	Quant. de respostas	Média Classe Social	Descarte Correto (Coleta Seletiva, Empresa)	Produção de Sabão	Descarte Incorreto (Pia, solo, aterro)	Outros
Jardim Açai	5	Média	2	2	1	0
Distrito de Aparecida	17	Média	3	9	3	2
Bairro da Igualdade	1	Alta	0	0	0	1
Jardim Bela Vista	15	Média	7	6	2	0
Jardim Bom Pastor	21	Média	10	8	2	1
Canepelle	1	Média	0	1	0	0
Res. Catâneo Ângelo	1	Baixa	0	1	0	0
COHAB 1	21	Média	5	12	2	2
COHAB 2	17	Baixa	5	10	1	1
COHAB 3	18	Média	5	12	0	1
COHAB 5	7	Baixa	0	7	0	0
CECAP	2	Média	0	2	0	0
CENTRO	53	Média	18	23	12	0
Chácara Aliança	1	Média	0	1	0	0
Chácara Saltinho	5	Alta	3	0	1	1
Chácara Santo Antônio	1	Baixa	1	0	0	0
Conquista	4	Média	0	2	2	0
Hélio Aguiar	3	Alta	0	2	1	0
Jardim Dinkell I e II	24	Alta	12	6	3	3
Distrito Industrial I	1	Média	1	0	0	0
Jardim Alvorada	16	Média	4	10	1	1
Jardim Brasil	2	Média	0	1	1	0
Jardim Brasília	7	Média	3	4	0	0
Jardim De Vicente	1	Média	0	1	0	0



Jardim Eldorado	1	Média	0	1	0	0
Jardim Estoril	2	Alta	1	1	0	0
Jardim Mazei	2	Baixa	0	2	0	0
Jardim Melita	10	Média	6	4	0	0
Jardim Ouro Verde	7	Baixo	3	4	0	0
Jardim Pinheiro	2	Média	2	0	0	0
Jardim Planalto	5	Alta	1	4	0	0
Jardim Progresso	6	Baixo	1	4	1	0
Jardim São José	1	Média	0	0	1	0
José Maria Zanotelli	3	Média	0	3	0	0
Residencial Juliani	1	Média	0	1	0	0
Nova Conquista	9	Média	3	4	2	0
Parque Recreio	6	Média	1	5	0	0
Parque Santo Antonio	2	Média	2	0	0	0
Recanto Ouro Verde	7	Média	3	4	0	0
Resid. Irmãos Inocente	3	Média	0	3	0	0
Resid. chácara São João	2	Alta	0	2	0	0
Residencial Eldorado	4	Alto	3	1	0	0
Residencial Sant'Ana	2	Alta	0	2	0	0
San Marino	4	Média	2	2	0	0
Jardim Santa Helena	3	Média	2	0	1	0
Jardim Santa Mônica	11	Baixa	1	10	0	0
Vila Santa Terezinha	4	Baixa	3	0	1	0
Vila São Geraldo	11	Baixa	7	4	0	0
Vila São Luiz	3	Alta	0	3	0	0
Vila Ayres	3	Média	0	3	0	0
Vila Consolata	2	Baixa	0	1	1	0

Vila Industrial	10	Baixa	5	2	3	0
Vila Ipiranga	7	Média	4	3	0	0
Vila Kennedy	5	Média	1	2	1	1
Vila Rica	4	Baixa	2	2	0	0
Jardim Vista Alegre	4	Alta	1	3	0	0
Zona rural	2	Baixa	1	1	0	0