

# CATAFORTE

Fortalecimento do Associativismo e Cooperativismo  
dos Catadores de Materiais Recicláveis

**Negócios Sustentáveis em Redes Solidárias**

Pesquisa em Beneficiamento de Óleos  
e Gorduras Residuais (OGR)

REGIONAL III  
Rede CATAUNIDOS



Secretaria Nacional de  
Economia Solidária

Ministério do  
Trabalho e Emprego



## Sumário

1. Introdução .....	4
1.1. A Rede CATAUNIDOS.....	4
2. Justificativa e Objetivo.....	5
3. Contextualização - Produção atual na Rede .....	7
4. Rotas para reaproveitamento dos OGR.....	8
4.1. Resinas para fabricação de tintas e vernizes.....	9
4.2. Sabões .....	9
4.3. Farinha básica para ração animal .....	10
4.4. Biodiesel.....	11
4.4.1. Produção do Biodiesel.....	15
4.4.2. Preparação da matéria prima e equipamentos .....	19
4.4.3. Subprodutos e Resíduos .....	21
4.5. Classificação do Resíduo e Licenciamento Ambiental – Pré-Beneficiamento do OGR e Produção de Biodiesel .....	22
5. Equipamentos dos EES .....	26
6. Outra possibilidade para as Redes – Produção do Biodiesel (B100).....	28
7. Exemplos práticos.....	33
7.1. Rede de Catadores/as de Resíduos Sólidos Recicláveis do Estado do Ceará.....	33
7.2. ACARESTI - SANTA TEREZINHA DE ITAIPU/PR.....	34
7.3. Recóleo – MG .....	34
7.4. PROVE – RJ .....	35
7.5. INSTITUTO TRIÂNGULO – SANTO ANDRÉ/SP .....	36

7.6. ECÓLEO – SÃO PAULO/SP.....	37
7.7. PERPETÓLEO - CURITIBA/PR.....	38
7.8. UTFPR – MEDIANEIRA/PR.....	38
8. Entraves da Cadeia, Oportunidade para os Catadores.....	39
9. Mercado consumidor de OGR.....	40
10. Referências Bibliográficas.....	41
ANEXO I.....	44
ANEXO II.....	45

## **1. Introdução**

O presente produto foi executado no âmbito da Consultoria de Beneficiamento de Óleos e Gorduras Residuais (OGR) do projeto CATAFORTE III - Negócios Sustentáveis em Redes Solidárias, tendo como contexto de investigação as Redes da Regional III. O relatório aqui apresentado em específico refere-se à Rede CATAUNIDOS. Ele tem como objetivo a sistematização de uma revisão bibliográfica sobre o beneficiamento de OGR (Óleos e Gorduras Residuais) e de pesquisas de campo realizadas para subsidiar o Plano de Negócios Sustentáveis da Rede CATAUNIDOS, contemplada no Projeto Cataforte III.

### **1.1. A Rede CATAUNIDOS**

A Rede Cataunidos começou enquanto uma articulação em meados de 2001, a partir de encontros e reuniões de cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis de Minas Gerais, que foram promovidos pela Pastoral de Rua e o INSEA, que prestaram assessoria técnica a esse empreendimentos desde seu início. A CATAUNIDOS foi legalizada formalmente em 2006, com 09 empreendimentos da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Mais tarde, em 2011, 24 empreendimentos entraram na Rede, e depois, em 2014, mais 01 empreendimento, somando então os atuais 34 empreendimentos da Rede, distribuídos em 33 municípios. Atualmente a Rede se divide em três núcleos, sendo eles: RMBH, Centro-Oeste e Estrada Real. A Rede se encontra em uma abrangência geográfica que concentra muitas das maiores cidades mineiras. Aproximadamente 60% do montante total de resíduos do estado de Minas Gerais são gerados nessa área (CATAUNIDOS, 2017). Por conseguinte, podemos inferir que também é essa a proporção da geração de OGR.

O Plano de Negócios Sustentáveis da CATAUNIDOS teve seu foco no pré-beneficiamento do OGR, ou seja, basicamente filtragem e desumidificação do OGR para posterior comercialização. Nele se trabalhou com uma produção

estimada em pouco mais de 400 mil litros de OGR processados por mês (CATAUNIDOS, 2017)

## 2. Justificativa e Objetivo

Os óleos e gorduras são lipídios formados pela união de três ácidos graxos (ácidos carboxílicos de cadeia longa) e uma molécula de glicerol (glicerina), como apresentado na Figura 1, e podem ter origem vegetal, animal ou microbiana. Assim, a molécula de um triglicerídeo tem três grupos ésteres, como apresentado na Figura 2.

Figura 1 - Formação de um lipídeo a partir dos ácidos graxos e glicerol

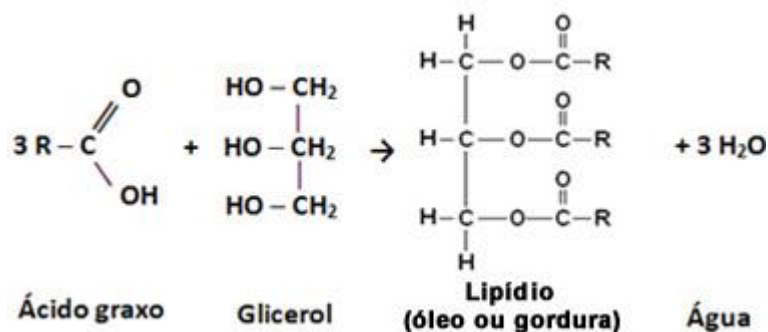
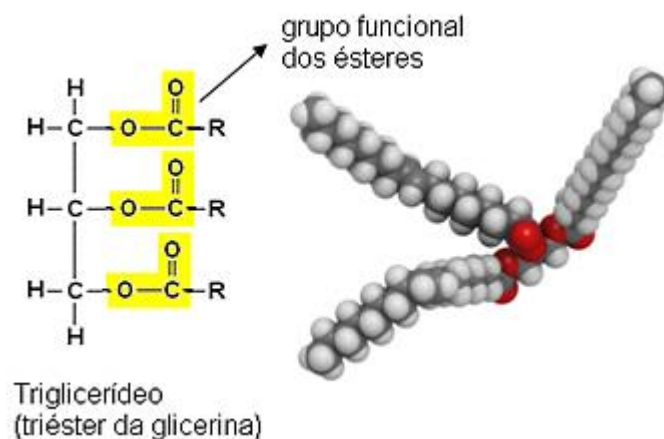


Figura 2 - Grupo funcional dos ésteres no triglicerídeo



A diferença entre óleos e gorduras é que os óleos são líquidos à temperatura ambiente (e geralmente têm origem vegetal) e gorduras são sólidas (e em geral tem origem animal), sendo formadas pelo processo de hidrogenação de óleos vegetais. São insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos.

O Brasil produz 3 bilhões de litros de óleo comestível por ano, sendo que 90% da produção utiliza soja (VELOSO, 2012), e tem consumo *per capita* em torno de 20 litros/ano. A reutilização deste óleo torna-se mais difícil a cada reaquecimento no processo para fritura, pois ocorrem alterações químicas e físicas, como escurecimento, aumento na viscosidade, diminuição do ponto de fumaça, formação de espuma, etc (VELOSO, 2012).

De acordo com a Resolução CONAMA 430/2011, os óleos vegetais e gorduras animais não podem ser lançados nas águas em concentração superior a 50 mg/L. Se jogado pelo ralo da pia, esse óleo provoca o entupimento das tubulações nas redes de esgoto, aumentando em até 45% os seus custos de tratamento (VELOSO, 2012). Um litro de óleo de cozinha que vai para o corpo hídrico, contamina 25 mil litros de água (OLIVEIRA et al, 2014). O óleo é de difícil decomposição e fica sobre a superfície aquática gerando uma barreira que cria dificuldades à entrada de luz e bloqueia a oxigenação da água.

A PNRS instituiu a logística reversa como instrumento de articulação do fluxo de retorno de vários resíduos pós-consumo aos fabricantes, porém não está incluído neste elenco o óleo de cozinha usado. A maior parte do óleo vegetal residual oriundo do consumo humano é destinado a fabricação de sabões e, em menor volume, à produção de biodiesel. Porém, grande parte do OGR ainda tem destinação inadequada, como rede de esgotamento, aterros sanitários e lixões. O presente documento pretende fornecer subsídios para que as Redes pensem projetos em que elas sejam prestadoras de soluções para esse tipo de resíduo, e que consigam ganhos econômicos a partir desse trabalho.

### **3. Contextualização - Produção atual na Rede**

A produção de OGR beneficiado ou mesmo pré-beneficiado nas Redes de Minas Gerais é quase nula. Os EES recebem OGRs de forma não sistemática em seus galpões e costumam usar esse material ou para comercialização com pequenas empresas (pré)beneficiadoras ou para produção caseira de sabão; ex.: muitas catadoras levam o OGR para casa e o transformam em sabão para utilização própria.

Não existem dados sistematizados sobre a quantidade que os EES recebem de OGR. Não existe também programa de coleta seletiva especializada no recolhimento de OGRs em nenhum dos municípios que sediam os EES que fazem parte das Redes em questão; ou mesmo, não foi identificada a execução de nenhuma mobilização específica para o fim do recolhimento desse tipo de resíduo nos programas de coleta seletiva existentes nesses municípios. Essas constatações confirmam o fato de que o OGR é um tipo de resíduo cuja solução sistêmica ainda não é vislumbrada pela maioria dos municípios. É de conhecimento, porém, que existem indivíduos que encaminham o óleo de cozinha usado para os EES através da coleta seletiva de recicláveis secos, armazenando o mesmo em embalagens plásticas (geralmente garrafas PET ou embalagens de maionese).

Diante da falta de maiores informações sistematizadas, as bases de serviço das Redes de MG (CATAUNIDOS e INSEA) realizaram um trabalho de estimativa dos valores da quantidade potencial a ser coletada caso campanhas de sensibilização sejam adotadas nos municípios da abrangência das Redes. Essas estimativas foram calculadas com base na experiência do Ceará. Para a CATAUNIDOS, essa estimativa fica em torno de 400 mil litros de OGR mensais.

Segundo dados da Associação Brasileira para Sensibilização, Coleta e Reciclagem de Resíduos de Óleo Comestível – ECÓLEO (ECÓLEO, 2015), no Brasil são produzidos 9 bilhões de litros de óleo vegetal por ano, sendo que desse montante, 1/3 (3 bilhões/ano) é relativo a óleos comestíveis. Desse total de óleo produzido e utilizado, uma grande parte se transformará em Óleos e Gorduras

Residuais (OGR), sendo que desse montante 200 milhões de litros mensais são destinados de forma inadequada, contaminando rios e lagos e comprometendo o meio ambiente. Apenas 6 milhões de litros por mês são aproveitados, ou seja, menos de 1% do total produzido.

Considerando que o consumo per capita de óleos no Brasil é de 20 litros/ano (ECÓLEO, 2015), podemos estimar que no estado de Minas Gerais são consumidos cerca de 35 milhões de toneladas mensais<sup>1</sup>, e que boa parte desse volume acaba se transmutando em OGR, uma vez que o nível de evaporação e absorção do óleo nos alimentos é baixo.

#### **4. Rotas para reaproveitamento dos OGR**

Após a coleta dos Óleos e Gorduras Residuais, esses resíduos podem ser utilizados na produção de:

- Resinas para serem utilizadas na fabricação de tintas e vernizes;
- Produtos para motores;
- Glicerina;
- Detergentes;
- Amaciantes de roupa;
- Massa para vidraçaria;
- Sabões;
- Ração animal;
- Biodiesel.

A seguir, será feita uma breve descrição sobre a produção de resinas para fabricação de tintas e vernizes, produção de sabões, ração animal. Focaremos a descrição e detalhamento da produção de biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais, por ser aparentemente o processo mais viável para produção autônoma das Redes.

---

<sup>1</sup> Considerando uma população no estado de 20.997.560 habitantes, segundo estimativa do IBGE em 2016. Fonte: [www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=mg](http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=mg), acesso em 11/07/2017.



#### 4.1. Resinas para fabricação de tintas e vernizes

A resina alquídica (composto formado basicamente por óleos vegetais, poliácidos e poliálcoois) é o principal componente de tintas e vernizes. Sua síntese se dá com a poliesterificação de um poliálcool com um poliácido. Entretanto, o produto dessa esterificação é, em geral, quebradiço, comprometendo a qualidade do revestimento.

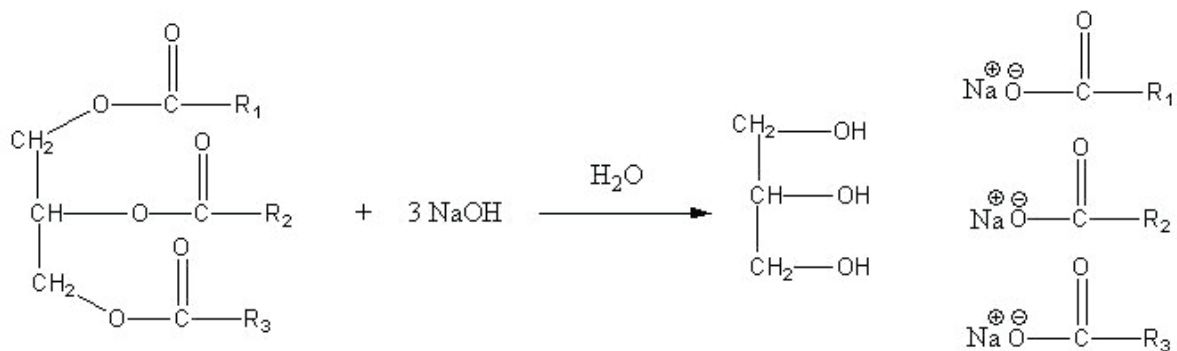
Segundo SANTANA; OLIVEIRA; FERNANDES (2011), para aumentar sua elasticidade e diminuir o tempo de secagem e de cura, adicionam-se agentes aditivos como ácidos graxos insaturados ou monoacilgliceróis. No entanto, a compra de ácidos graxos não é vantajosa economicamente e é comum efetuar a cisão dos triacilgliceróis de óleos vegetais com moléculas de poliálcoois através de reação de alcoólise, dando origem a um produto que reage na poliesterificação da resina tão bem quanto as moléculas de monoacilgliceróis industriais.

Assim, a tinta pode ser produzida a partir da mistura da resina alquídica, solvente, pigmentos e aditivo secante e dispersante. O verniz pode ser produzido através da mistura de resina alquídica, solvente e aditivo secante.

#### 4.2. Sabões

A reação de obtenção de sabão é chamada de saponificação ou hidrólise dos glicerídeos, como apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Reação de saponificação



É necessário que haja um químico responsável pelo procedimento, para que o uso de substâncias químicas, como o hidróxido de sódio, seja feito dentro das dosagens permitidas. É também necessário que essa entidade esteja formalmente legalizada e com todas as licenças ambientais.

A fabricação do sabão a partir do óleo residual é feita em algumas etapas, como apresentado na Figura 4.

**Figura 4 - Etapas na fabricação do sabão**

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>
1. Filtragem, Decantação e Armazenamento:	Quando o óleo chega à usina, ocorre a primeira filtragem, feita com uma peneira. Posteriormente, o óleo passa por um processo de decantação – processo no qual o óleo é deixado em tanques para que haja a separação de qualquer sujeira que possa existir. Após a decantação, o óleo já livre de impurezas, fica armazenado em reservatórios.
2. Mistura /Aquecimento:	Depois de armazenado no reservatório, o passo seguinte é transferir este óleo para um tacho, no qual é aquecido a 60° C. Após ser aquecido, o óleo passa por processos até formar a pasta base do sabão.
3. Secagem:	A pasta preparada no processo anterior fica reservada para secar.
4. Corte /Frisagem:	Após seca, a pasta é filetada para ganhar a forma e tamanho de pedras de sabão.
5. Embalagem / Estoque:	Para finalizar o processo, as pedras são embaladas e ficam no estoque, aguardando sua correta destinação.

### **4.3. Farinha básica para ração animal**

Óleos e gorduras são fontes de ácidos essenciais e de vitaminas para o organismo animal. O alto valor energético das gorduras, fornecendo 2,25 vezes mais energia que os carboidratos e as proteínas, constitui o principal atrativo para seu uso nas rações, pois irá aumentar a eficiência alimentar de maneira notável, tanto para aves quanto para suínos.

A utilização de óleo residual diretamente na alimentação animal não tem seus efeitos totalmente esclarecidos, mas existem pesquisas que apontam que não há alteração na qualidade da ração, já que, após processo de fritura, os níveis

de peróxido e acidez em ácido oléico continuam de acordo com os índices recomendados pela ANVISA para óleo de soja.

Existem pesquisas que apontam que, dependendo da acidez apresentada pelo óleo a ser utilizado para a fabricação da ração, há risco de câncer.

#### **4.4. Biodiesel**

Existe um antigo histórico de utilização de óleos em motores à combustão. A utilização de óleos vegetais ainda puros remontam o próprio início da operação de motores Diesel, no final do século XIX; essa utilização original no entanto foi rapidamente abandonada, por razões de natureza econômica, como o maior custo e a menor disponibilidade em comparação aos recém-desenvolvidos derivados de petróleo, que ainda conferiam um significativo aumento de rendimento dos motores (DA COSTA; OLIVEIRA; HENRIQUES, 2003).

A queima de combustíveis fósseis (óleo diesel e gasolina, oriundos do petróleo) gera material particulado, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos, óxidos de enxofre, monóxido de carbono, etc. que causam problemas ambientais, como chuva ácida e intensificação do efeito estufa, e são nocivos à saúde humana. Outro grande questionamento que tomou lugar mundialmente diz respeito à estabilidade e à disponibilidade da principal fonte energética, o petróleo, após crises e guerras devido a esse bem, o que acabou por fazer retomar debates em torno de alternativa para diminuir a dependência ou mesmo substituir os combustíveis derivados dessa matéria-prima (DA COSTA; OLIVEIRA; HENRIQUES, 2003).

Por fim, é sabido que o Brasil tem uma grande dependência energética: em 2006, cerca de 40% do total de energia total do Brasil era importada, bem como 85% do petróleo. De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2015 (MME, 2015) o óleo diesel é a maior fonte energética empregada no setor de transportes; o Brasil no ano de 2015 consumiu  $49.935 \times 10^3$  tep (tonelada equivalente de

petróleo<sup>2</sup>) de óleo diesel, superando em quantidade todas as outras fontes de energia. É possível a partir desses números dimensionar a importância da inserção e difusão de combustíveis alternativos, como o biodiesel, no mercado consumidor brasileiro (DANTAS; FILHO; MENDES, 2016). Assim, a utilização de fontes alternativas de energia, como biocombustíveis, é uma das grandes prioridades atuais.

Os biocombustíveis são derivados de biomassa renovável que podem substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de petróleo e gás natural em motores à combustão ou em outro tipo de geração de energia. Os dois principais biocombustíveis líquidos usados no Brasil são o etanol obtido a partir de cana-de-açúcar e, em escala crescente, o biodiesel, que é produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais, podendo ser *in natura* ou residuais. Do ponto de vista ambiental, podem-se destacar características que colocam o biodiesel em vantagem em relação aos seus concorrentes derivados de petróleo, como a degradabilidade, ausência de toxicidade, redução da emissão de poluentes e sua origem renovável (DANTAS; FILHO; MENDES, 2016).

A lei federal nº 11.097, publicada em 13 de janeiro de 2005 define o biodiesel como sendo um “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”. A matéria-prima mais abundante para a produção de biodiesel no Brasil é o óleo de soja, porém medidas governamentais têm incentivado o uso de outras matérias-primas como a mamona e palma nas regiões semi-áridas nordestinas. Não obstante, o elevado preço dos óleos vegetais tem tornado o biodiesel não-competitivo economicamente frente ao diesel de petróleo, sendo necessários programas e incentivos do governo (DIB, 2010). Em um estudo de 2005, Pires et al. realizaram análise econômica da

---

<sup>2</sup> A tonelada equivalente de petróleo (tep) é uma unidade de energia definida como o calor libertado na combustão de uma tonelada de petróleo cru, aproximadamente 42 gigajoules. Como o valor calórico do petróleo cru depende de sua exata composição química, que admite bastante variação, o valor exato da tep deve ser definido por convenção.

produção de biodiesel a partir de três diferentes matérias-primas (óleos de mamona, dendê e OGR) e uma das conclusões foi que o preço do biodiesel a partir dos óleos de mamona e dendê eram inferiores aos preços de então de mercado dos óleos brutos desses materiais, o que acabava tornando não atrativo o emprego desses óleos na produção de biodiesel (PIRES et al., 2005).

Diante do grande potencial produtivo, o Governo Federal intensificou as discussões sobre a produção e uso do biodiesel e muitas estratégias foram traçadas, dentre elas a criação, em 2002, do Programa Brasileiro de Desenvolvimento do Biodiesel, o PROBIODIESEL (RODRIGUES, et al., 2013).

Segundo a Portaria MCT nº 702, o programa tem intuito de promover o desenvolvimento científico e tecnológico de biodiesel, a partir de ésteres etílicos de óleos vegetais puros e/ou residuais. Para sua viabilização, o Ministério da Ciência e Tecnologia coordena uma rede de pesquisa e desenvolvimento tecnológico para avaliar a viabilidade técnica, sócio-ambiental e econômica do mercado brasileiro de biodiesel, visando a sua utilização no País (BRASIL, 2002).

Em 2004, o Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), objetivando estimular a produção do combustível por várias fontes oleaginosas e garantindo inclusão social, proteção ao meio ambiente e preços competitivos. O PNPB visa contribuir para o sucesso do Programa Federal de Biodiesel aprovado em 2004 que autoriza, desde 2005, a comercialização de biodiesel misturado ao diesel fóssil. Em 2008, a mistura de 2% de biodiesel ao diesel convencional tornou-se obrigatória e em julho de 2009, este percentual passou para 3%, sendo que o aumento para 5%, que era previsto para 2013, foi antecipado pelo governo federal e em 2010 já se encontrava no mercado nacional (DIB, 2010). No fim de 2016 esse percentual era de 7% (B7); porém em março de 2016 foi sancionado o aumento para 8%, 9% e 10% em até doze, vinte e quatro e trinta e seis meses após a data de promulgação desta lei, respectivamente (DANTAS; FILHO; MENDES, 2016).

A ANP (Agência Nacional do Petróleo Gás e Biocombustível), órgão do Ministério de Minas e Energia (MME), deve fiscalizar as atividades relacionadas à

produção, importação, exportação, armazenagem, estocagem, distribuição, revenda e comercialização.

Segundo dados publicados no Boletim Mensal de Biodiesel da ANP, em janeiro de 2012, haviam 65 plantas produtoras de biodiesel autorizadas pela ANP para operação no País, correspondendo a uma capacidade total autorizada de 18.997,95 m<sup>3</sup>/dia. Destas 65 plantas, 61 possuem autorização para comercialização do biodiesel produzido, correspondendo a 18.050,25 m<sup>3</sup>/dia de capacidade autorizada para comercialização. Há ainda 10 novas plantas de biodiesel autorizadas para construção e 7 plantas de biodiesel autorizadas para ampliação de capacidade. Com a finalização das obras e posterior autorização para operação, a capacidade total autorizada poderá ser aumentada em 4.627,79 m<sup>3</sup>/dia (RODRIGUES, et al., 2013). Em fins do ano de 2016, o Brasil era o segundo maior produtor e consumidor mundial de biodiesel, tendo produzido 3,9 bilhões de litros deste biocombustível em 2015; dentre esse montante, mais de 80% da matéria prima para produção é oriunda da soja, principalmente em unidades produtoras localizadas na região norte do país (DANTAS; FILHO; MENDES, 2016).

Os motores alimentados com o combustível híbrido têm, aproximadamente, o mesmo desempenho de quando são movidos a diesel de petróleo puro. Quando a adição do biodiesel é da ordem de 2% a 5% (B2 e B5), observa-se uma melhoria no funcionamento das máquinas devido ao aumento da lubricidade. Porém, quando essa fração de biodiesel aumenta (B50, por exemplo) é notada uma pequena queda na potência. Isso ocorre porque alguns elementos químicos que contribuem com o poder calorífico do diesel fóssil não estão presentes no biodiesel e para compensar a perda de energia, é notada a necessidade de um ligeiro aumento de consumo (DIB, 2010).

Segundo DANTAS; FILHO; MENDES (2016), apesar de apresentar inúmeras potencialidades, a produção de biodiesel em larga escala a partir de óleos *in natura* e sua ampla difusão no setor energético enfrenta desafios por obstáculos econômicos, que são refletidos no preço final deste combustível no

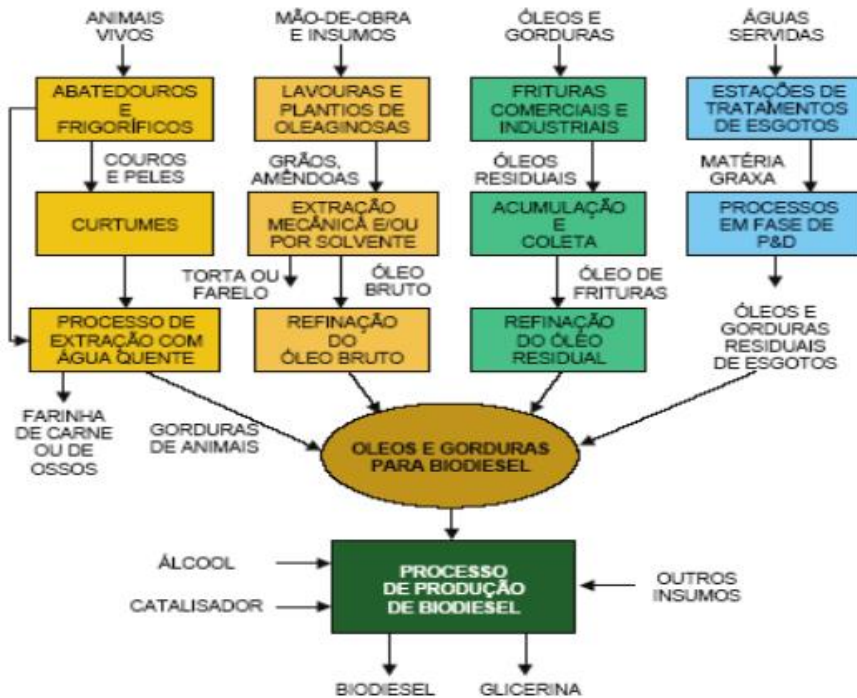
mercado. Isso se deve principalmente ao elevado custo de produção desses tipos de biodiesel, especialmente no que se refere ao custo de aquisição de matéria prima, que corresponde entre 70-85% do custo total de produção (ZHANG et al., 2003; MENG et al., 2008; HASS et al., 2006 apud DANTAS; FILHO; MENDES, 2016).

Fontes alternativas têm sido estudadas e tem se mostrado com forte potencial de viabilização, e uma das mais importantes são os Óleos e Gorduras Residuais (OGR), proveniente do consumo doméstico e Industrial. O fato de o óleo ser considerado um resíduo, além das vantagens de cunho ambiental, caracterizada pelo destino adequada deste rejeito, são alguns dos benefícios da utilização desta matéria prima, que traz consigo também uma grande possibilidade de diminuição do custo final de produção, tornando o produto mais competitivo (DANTAS; FILHO; MENDES, 2016). Os EES de catadores se localizam em ponto potencialmente favorável na cadeia de recuperação e trabalho com o OGR, devido à sua capilaridade de coleta nas cidades. Dessa maneira, o processamento de OGR e a produção de biodiesel a partir desse material se apresentam como um interessante negócio em potencial para os catadores e suas organizações.

#### **4.4.1. Produção do Biodiesel**

Desde o início do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel no ano de 2005, o óleo de soja é a principal matéria prima para produção de biodiesel. Em setembro de 2011, o óleo de soja respondeu por 71,13% do biodiesel, seguido pela gordura bovina (18,66%), óleo de algodão (4,69%) e demais fontes (5,52%) (RODRIGUES, et al., 2013). Mas as matérias primas para a produção do biodiesel podem ser diversificadas como apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Cadeias produtivas do biodiesel. Fonte: DIB, 2010.



A redução do custo da matéria-prima utilizada na produção de biodiesel torna-se essencial para que o biodiesel seja competitivo economicamente com o diesel. Assim, matérias-primas baratas como óleos e gorduras residuais têm atraído a atenção de produtores de biodiesel (DIB, 2010).

O biodiesel tem se tornado um dos mais importantes biocombustíveis, não apenas devido à produção oriunda de diversas oleaginosas, mas principalmente pela análise da possibilidade de reaproveitamento de gordura animal (sebo) ou óleos residuais para obtenção do óleo combustível, transformando o que seria resíduo descartável em fonte de energia (DIB, 2010).

Existem três principais vantagens decorrentes da utilização de óleos residuais de fritura como matéria-prima para produção de biodiesel: A primeira, de cunho tecnológico, caracteriza-se pela dispensa do processo de extração do óleo; a segunda, de cunho econômico, caracteriza-se pelo custo da matéria-prima, pois por se tratar de um resíduo o óleo residual de fritura tem seu preço de mercado



estabelecido; e a terceira, de cunho ambiental, caracteriza-se pela destinação adequada de um resíduo que, em geral, é descartado inadequadamente impactando o solo e o lençol freático e, conseqüentemente, a biota desses sistemas (DIB, 2010). No caso dos catadores, o aspecto socioeconômico é ainda mais relevante, por dois motivos: o primeiro, de cunho econômico é o acesso ao OGR, principalmente àquele gerado nos domicílios, que pode de maneira relativamente simples ser coletado junto nos programas de coleta seletiva municipais; o segundo, de cunho social, diz respeito à diversificação estratégica da produção das associações e cooperativas de catadores, em um contexto em que as mesmas precisam cada vez mais pensar alternativas para promover uma hibridação de recursos para garantir sua sustentabilidade sócio financeira.

As possíveis fontes dos óleos e gorduras residuais são (DIB, 2010):

- As lanchonetes e as cozinhas industriais, comerciais e domésticas, onde são praticadas as frituras de alimentos;
- As indústrias nas quais processam frituras de produtos alimentícios, como amêndoas, tubérculos, salgadinhos, batata-frita congelada e várias outras modalidades de petiscos;
- Os esgotos municipais onde a nata sobrenadante é rica em matéria graxa, que torna possível a extração de óleos e gorduras;
- Águas residuais de processos de certas indústrias alimentícias, como as indústrias de pescados, de couro, etc.

O biodiesel é definido como um mono-alquil éster de ácidos graxos e pode ser obtido de quatro formas clássicas a partir de triglicerídeos: uso direto de óleos vegetais, microemulsões, craqueamento térmico (pirólise) ou transesterificação, sendo a última técnica a mais utilizada (RODRIGUES, et al., 2013).

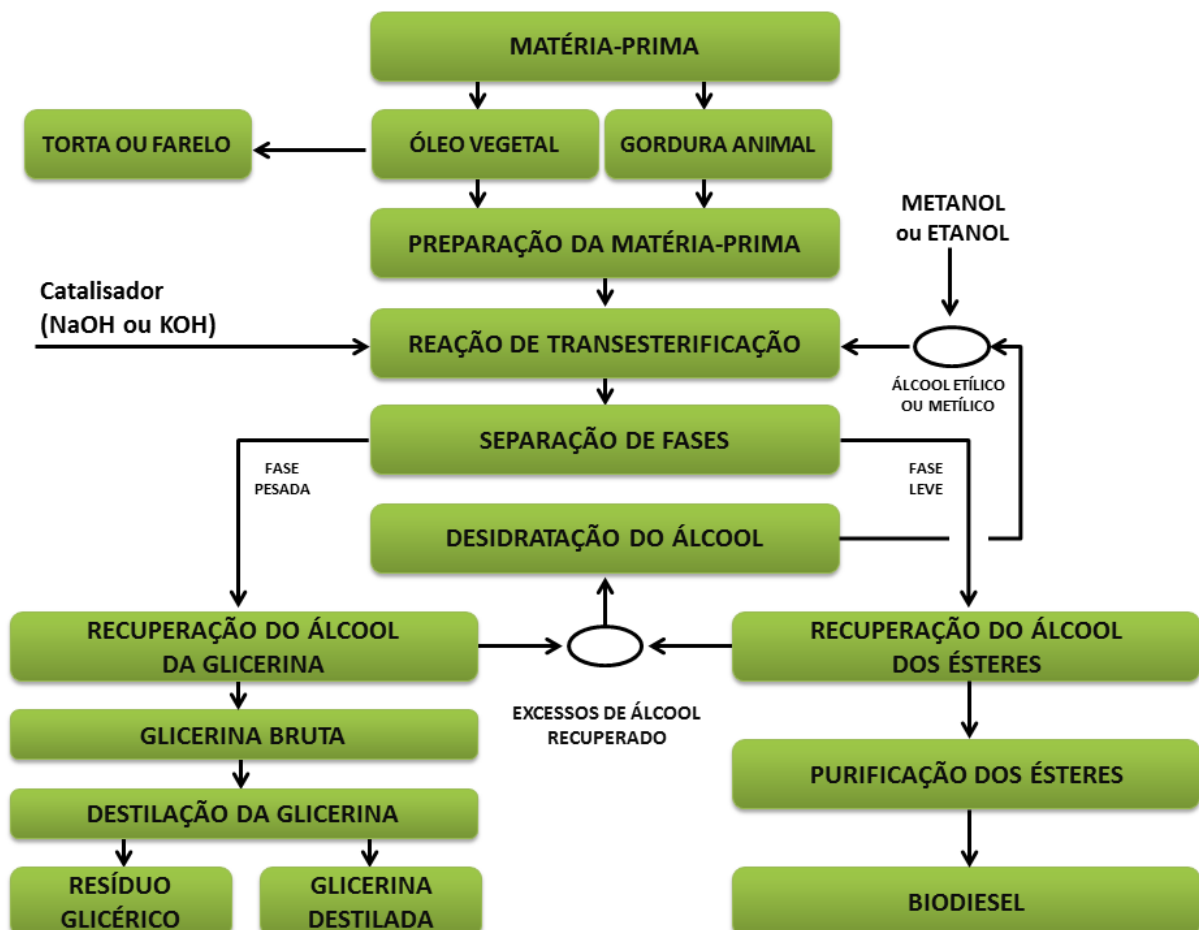
Existem três processos de produção do biodiesel a partir de triglicerídeos (DIB, 2010):

- Craqueamento: consiste na quebra da molécula do glicerol formando ésteres, que é realizada sob altas temperaturas (acima de 350 °C);

- Esterificação: é a reação de um ácido com um álcool para obtenção de um éster; o biodiesel será formado a partir da reação do álcool com os ácidos graxos livres;
- Transesterificação: consiste em um processo para redução da viscosidade dos triacilgliceróis, onde suas cadeias de ácidos graxos são separadas do glicerol quando misturados com um álcool.

A forma mais comum de produzir biodiesel é através da transesterificação, em que o óleo vegetal reage com um álcool (metanol ou etanol) na presença de um catalisador (podendo ser ácido, básico ou enzimático). O resultado dessa reação é um éster monoalquilado (biodiesel) e o seu principal subproduto é a glicerina (RODRIGUES, et al., 2013). Essa reação tem uma taxa de conversão de 80% do óleo para biodiesel. Detalharemos mais a frente os custos envolvidos quando se adota esse processo (transesterificação alcalina homogênea) em uma planta de pequeno porte.

Figura 6 - Esquema de produção de biodiesel pelo processo de transesterificação.



#### **4.4.2. Preparação da matéria prima e equipamentos**

O óleo de fritura traz consigo muitas impurezas e, para minimizar esse problema, é aconselhável que este passe por um beneficiamento.

Para o beneficiamento do óleo e para a produção do biodiesel são necessários alguns equipamentos:

##### **Beneficiamento do Óleo**

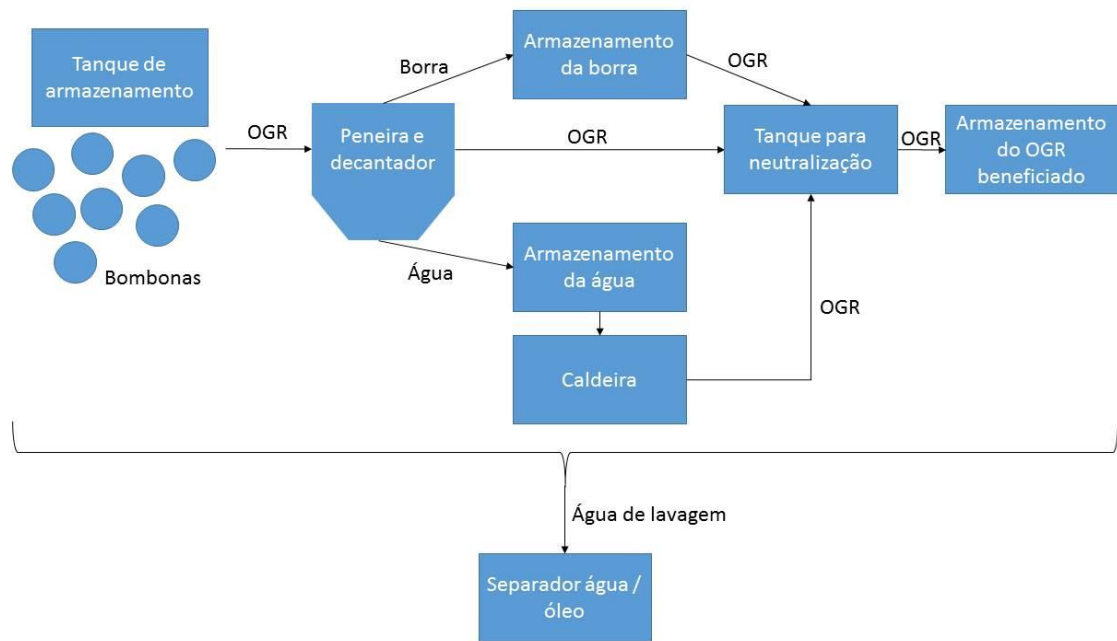
- Tanque (ou bombonas) para armazenamento do óleo não beneficiado;
- Filtro ou peneira para retirar os materiais grosseiros do óleo (borra);
- Local para armazenamento da borra em sacos ou bombonas (com captação do óleo que escorre, no caso de sacos permeáveis);
- Desumidificador ou separador por densidade para retirada da água do óleo bruto;
- Se necessário, tanque para neutralização para reduzir acidez, através de uma lavagem com hidróxido de sódio;
- Tanque para armazenamento do óleo beneficiado;

##### **Produção do Biodiesel**

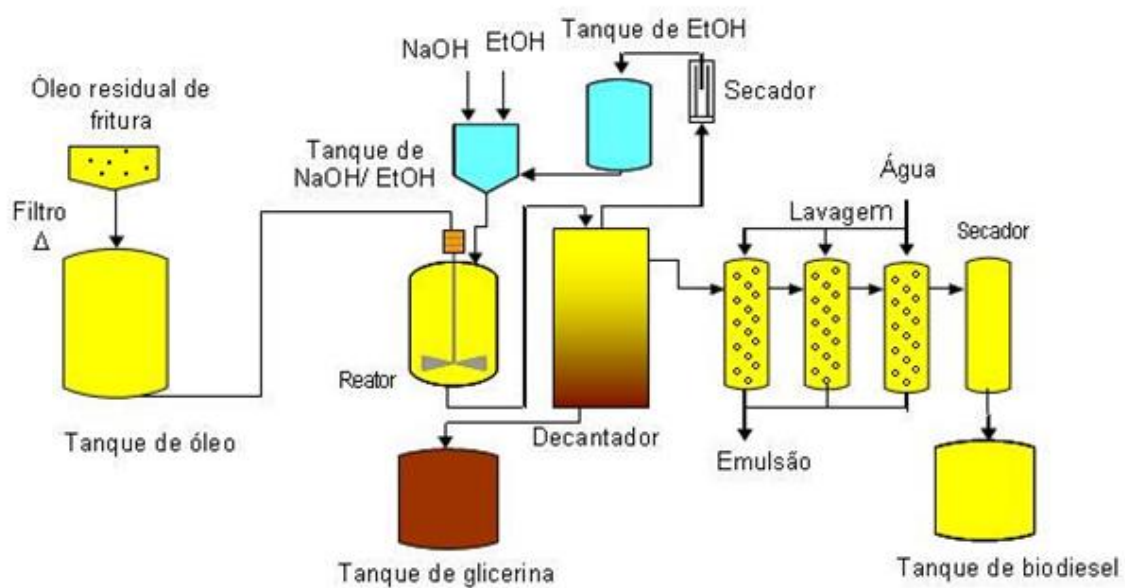
- Tanque para armazenamento do óleo beneficiado;
- Tanque para armazenamento do catalisador e do álcool.
- Reator para produção do biodiesel;
- Decantador para separação da glicerina;
- Tanque de armazenamento da glicerina;
- Equipamentos de lavagem (seca ou úmida) do biodiesel para eliminar sabões e álcool;
- Secador/desidratador do álcool;
- Tanque para armazenamento do álcool;
- Tanque para armazenamento do biodiesel.

O processo de pré-beneficiamento do OGR (um dos possíveis) está detalhado na Figura 7. O processo de produção do biodiesel com os equipamentos necessários estão apresentados de maneira simplificada na Figura 8.

**Figura 7 - Esquema de pré-beneficiamento do OGR (etapa inicial da produção de biodiesel)**



**Figura 8 - Esquema de produção de biodiesel pelo processo de transesterificação**



#### **4.4.3. Subprodutos e Resíduos**

##### **Borra**

A borra, produto da filtração ou decantação do OGR, tem aspecto pastoso, coloração entre amarelo escuro e preto e pH ácido (OLIVEIRA et al).

Em visita de campo realizada em uma organização sediada em Belo Horizonte, estima-se que sejam produzidas de 3 a 6% de borra por litro de óleo peneirado, o que varia de acordo com os estabelecimentos fornecedores. Diariamente são coletados nessa experiência visitada entre 6 e 7 mil litros de óleo, que geram aproximadamente 225 litros de borra. A borra é armazenada em sacos permeáveis que ficam em uma caçamba. Com o tempo, parte do óleo da borra drena para fora do saco e esse óleo é coletado e retornado para a peneira, o valor de óleo drenado não é estimado.

Como ainda não existem normas e recomendações para seu descarte, ela comumente é descartada irregularmente, mas, por ser um resíduo oleoso, não deve ser descartado em lixões ou na rede pública de esgoto (OLIVEIRA et al), devendo ser disposta em aterro especial, incinerada ou compostada.

Uma alternativa ambientalmente correta para tratamento da borra que tem sido estudada é sua utilização na compostagem de resíduos orgânicos, para produção de adubo orgânico. Ao ser compostada, a borra deve ser misturada no blend que é comumente utilizado para compostagem aeróbica de orgânicos, com 70% de resíduos secos e 30% de materiais frescos, em volume. Por conter altos teores de acidez e sal, sua adição na compostagem não deve ultrapassar 20% do volume do material fresco, ou seja, 6% do total a ser compostado (OLIVEIRA et al.). Nesse processo, deve existir um cuidado para que não haja contaminação do solo.

Mesmo com esse controle acima citado das proporções de materiais utilizados, como o sal presente na borra de OGR tende a permanecer no composto, é necessário que se façam testes nas plantações que virem a receber o

composto orgânico, com doses graduais, a fim de evitar danos à cultura adubada e ao solo.

### **Água de desumidificação do óleo**

Na Recóleo, estima-se que a cada 1200L de óleo, são retiradas 300L de água. A água da desumidificação do óleo é levada para a caldeira para evaporação. O óleo restante retorna para a armazenagem, para ser vendido.

### **Água de lavagem**

Na Recóleo, a água de lavagem do chão e equipamentos de armazenagem e transporte do óleo é coletada pelas canaletas e direcionada para a caixa de gordura. Para que essa água seja lançada na rede de esgoto, é necessário o PRECENDE.

### **Purificação da glicerina**

Parte da glicerina, entre outras impurezas, tais como excessos do solvente, catalisador, metanol, tri-, di- e monogliceróis, precisam de um processo extra de remoção do biodiesel. A presença desses contaminantes no combustível pode provocar graves problemas, tais como deterioração do motor, dificuldade na armazenagem, entupimento dos filtros, entre outras.

Dentre os processos de purificação mais usados nessa etapa final na síntese do biodiesel, pode-se destacar a lavagem por via úmida e a lavagem por via seca. A lavagem por via úmida é a mais tradicional, mas gera efluentes aquosos em grandes volumes, enquanto que o uso de adsorventes industriais usados na lavagem por via seca, tais como resinas de troca iônica e absorventes a base de silicatos ou óxidos, apresenta alto custo.

## **4.5. Classificação do Resíduo e Licenciamento Ambiental – Pré-Beneficiamento do OGR e Produção de Biodiesel**

A classificação dos diferentes resíduos segue uma norma regulamentadora, a NBR 10.004/04. Os resíduos são separados segundo a seguinte classificação, de acordo com essa norma (ABNT, 2004):

- **Classe I – Resíduos Perigosos:** são aqueles que possuem características que podem colocar em risco quem os manipula. Pode ainda ser prejudicial ao meio ambiente, afetando de forma fauna e flora do lugar, quando descartado de forma incorreta. Esses resíduos precisam de procedimentos mais cuidadosos em seu armazenamento, traslado, tratamento e destinação final. Os resíduos são considerados perigosos quando apresentam uma ou mais das seguintes características, nos níveis estipulados pela norma: inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, reatividade e/ou patogenicidade;
- **Classe II A - Resíduos não Perigosos e não Inertes:** são resíduos que não apresentam as características de periculosidade dos resíduos Classe I e não possuem tendência de reagirem quimicamente de forma brusca. Apesar disso, não são isentos de oferecer perigos aos seres vivos e meio ambiente. Por apresentarem características como biodegradabilidade, solubilidade, entre outras, também necessitam cautela em sua lida. Aqui se enquadram a maioria dos resíduos do lixo doméstico quando coletados de forma indiferenciada;
- **Classe II B – Resíduos não Perigosos Inertes:** não apresentam quaisquer características de periculosidade observadas nos resíduos de Classe I, e se mostram indiferentes ao contato com água e em temperaturas médias dos espaços em que são gerados. Aqui se enquadram a maioria dos recicláveis secos.

O óleo de cozinha, e de forma mais abrangente, os OGRs são considerados resíduos Classe II B pela NBR 10.004/04, sendo seu código nessa norma o A099 (ABNT, 2004).

A questão do licenciamento ambiental no Brasil é regulada, de modo geral, pelos Estados. Alguns municípios possuem algumas normativas próprias, quando essas são mais restritivas que aquelas colocadas a nível estadual.

No estado de Minas Gerais, a norma que estabelece as regras para o licenciamento ambiental é a Deliberação Normativa nº 74, de 2004 (DN 74/04).

Essa DN “estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização e de licenciamento ambiental, e dá outras providências” (MINAS GERAIS, 2004).

A produção de biodiesel não é uma atividade listada na DN 74/04, o que significa que não existe uma classificação específica a ser observada para esse processo. Como o que aqui estamos propondo é a produção do biodiesel a partir do OGR, a atividade em que se enquadra o processo pesquisado é a **F-05-07-1 Reciclagem ou regeneração de outros resíduos classe 2 (não-perigosos) não especificados**. Para essa atividade, temos as seguintes classificações:

- **Potencial poluidor/degradador**
  - Ar: Médio (M);
  - Água: Médio (M);
  - Solo: Médio (M);
  - **Geral: Médio (M).**
- **Porte**
  - Capacidade instalada  $\leq 5$  t/dia: Pequeno (P)
  - Capacidade instalada  $\geq 30$  t/dia: Grande (G)
  - Os demais: Médio (M)

Os empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente são enquadrados pela DN 74/04 em seis classes que estão relacionadas com o seu potencial poluidor e seu porte (1, 2, 3, 4, 5 e 6). No estado de Minas Gerais, os empreendimentos classificados como 3, 4, 5 e 6 devem obrigatoriamente possuir licenças ambientais, quais sejam: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). A complexidade do processo de obtenção de cada licença varia, e é maior quanto maior for a classe do empreendimento.

Os empreendimentos classificados nos níveis 1 e 2 são dispensados de licença, mas são “sujeitos obrigatoriamente à Autorização Ambiental de



Funcionamento (AAF), pelo órgão estadual competente, mediante cadastro iniciado pelo requerente junto à Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SUPRAM competente, acompanhado de Termo de Responsabilidade, assinado pelo titular do empreendimento e de Anotação de Responsabilidade Técnica ou equivalente do profissional responsável” (MINAS GERAIS, 2004).

A tabela abaixo contém os resultados (classe do empreendimento) dos diferentes cruzamentos do potencial poluidor do empreendimento e seu porte:

**Tabela 1 - Classe do empreendimento em relação a seu potencial poluidor e porte**

		Potencial poluidor/degradador geral da atividade		
		P	M	G
Porte do Empreendimento	P	1	1	3
	M	2	3	5
	G	4	5	6

Fonte: MINAS GERAIS (2004)

Cruzando os dados da tabela acima com a atividade em que o pré-beneficiamento do OGR (sem ou com a produção do produto final, no caso, o biodiesel), podemos notar que, a depender de seu porte, as plantas serão de Classe 2, 3 ou 5:

- Plantas com capacidade de processamento menor ou igual a 5 t/dia serão **Classe 2;**
- Plantas com capacidade de processamento entre 5 e 30 t/dia serão **Classe 3;**
- Plantas com capacidade de processamento acima de 30 t/dia serão **Classe 5.**

É interessante destacar que, com a estratégia de Rede, é possível descentralizar as plantas de tratamento e trabalhar com plantas de menor capacidade, e, dessa maneira, depender menos de processos burocráticos para o funcionamento das mesmas.

Nas Redes de Minas Gerais em questão, por exemplo, nenhum dos Planos de Negócio preliminares até agora apresentados previam plantas com capacidade

de processamento superior a 5 t/dia (CATAUNIDOS, 2017; INSEA, 2017a; INSEA, 2017b; INSEA, 2017c), o que faz com que todas se enquadrem na Classe 2, ou seja, empreendimento considerados de impacto ambiental não significativo. Do ponto de vista ambiental isso também é interessante, uma vez que os riscos são menores e mais controláveis.

## 5. Equipamentos dos EES

As Associações/Cooperativas ainda não possuem equipamentos para o recebimento ou processamento do OGR. Na maior parte das vezes ou armazenam o OGR em tambores improvisados ou os próprios compradores deixam suas bombonas no galpão e as recolhem.

Está sendo apresentada uma relação de equipamentos necessários para o pré-beneficiamento do OGR no plano de negócios da Redes em questão, que é o pré-beneficiamento do OGR para venda para plantas de produção de biodiesel. Tal relação está apresentada abaixo, bem como o custo de investimento estimado para cada um dos equipamentos listados<sup>3</sup>:

**Tabela 2 - Listagem e Quantitativo de Equipamentos e Recursos para Plantas de Pré-Beneficiamento do OGR nas Redes.**

REDE	QUANTIDADE EQUIPAMENTOS				
	Bombonas de 1.000 litros	Equipamento de Filtragem	Veículo com adaptação	Obras e armazenamento	Instalação de PEVs
<b>CATAUNIDOS</b>	<b>107</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>16</b>

Fonte: CATAUNIDOS (2017).

O custo unitário da bombona de 1.000 litros é de R\$1.000,00<sup>4</sup>; o do equipamento de filtragem é de R\$20.000,00<sup>5</sup>; das obras para instalação da planta

<sup>3</sup> Cabe destacar que, até o momento da entrega desse relatório (19/07/2017), os Planos de Negócio Sustentáveis da Rede CATAUNIDOS não estava em sua versão definitiva.

<sup>4</sup> Fonte: <https://www.maxxilub.com.br/reservatorio-ibc-para-combustiveis-1000-litros-com-inmetro-usado?parceiro=9597&qclid=Cj0KCQjwhrzLBRC3ARIsAPmhsnXeuQOAsHUi5ON53nqHpMrXQAVj>

e armazenamento do OGR é de R\$40.000,00<sup>6</sup>. O custo unitário para cada veículo (caminhão) já com as adaptações necessárias para o transporte de OGR das bases para os núcleo de filtragem é de R\$150.000,00; em relação aos Pontos de Entrega Voluntária (PEV) de OGR a serem instalados nos municípios, estimou-se um custo unitário de R\$1.000,00. Os valores unitários foram acrescidos de margens de segurança, para compensar possíveis variações devido a fatores de mercado.

O Custo de Investimento para implantação dessas plantas e obtenção dos recursos logísticos está listado nas tabelas a seguir:

**Tabela 3 - Capital de Investimento (CAPEX) para as Plantas de Pré-Beneficiamento de OGR**

CAPITAL DE INVESTIMENTO – CAPEX						
REDE	Bombonas de 1.000 litros	Equipamento de Filtragem	Veículo com adaptação	Obras e armazenamento	Instalação de PEVs	TOTAL REDE
<b>CATAUNIDOS</b>	<b>R\$107.000,00</b>	<b>R\$120.000,00</b>	<b>R\$300.000,00</b>	<b>R\$240.000,00</b>	<b>R\$16.000,00</b>	<b>R\$ 783.000,00</b>

Fonte: CATAUNIDOS (2017).

Nessa proposta apresentada pelas Redes de Minas Gerais foi modelada e precificada toda a logística do recolhimento do OGR nas bases e concentração nos pontos de pré-beneficiamento, que são as plantas de filtragem, bem como a própria operação dessas plantas nas bases escolhidas para sediá-las. Além disso foi simulada e precificada também a logística para envio do OGR pré-beneficiado para planta de biodiesel em Montes Claros -MG.

Para captação do OGR nas bases, o que se pensou foi a divulgação e sensibilização da própria população do município para separação do resíduo,

---

[DgnnJyOYO6g64OZFFMoqfTkZRvUaAnpoEALw\\_wcB](#). Acréscimo de 20,5% de margem de segurança.

<sup>5</sup> Orçamento incluído no ANEXO I. Acréscimo de R\$8.000 em relação ao orçamento para prever equipamentos necessários não incluídos no orçamento e flutuações de mercado.

<sup>6</sup> Estimativa informada pela empresa que apresentou a proposta do ANEXO I, via e-mail.

armazenamento em recipientes como garrafas PET e encaminhamento junto à própria coleta seletiva implantada. Além disso, em alguns municípios se pensou a instalação de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), para que a população que ainda não tenha acesso à coleta seletiva porta-a-porta possa destinar seu OGR separado.

A partir da experiência do Núcleo Alter-Nativas de Produção da Escola de Engenharia da UFMG com análise de PEVs, é possível recomendar que seja adotada a tática de “PEV assistido”, que consiste na presença de um catador trabalhando diretamente no PEV, desempenhando as funções de recebimento da população, mobilização da mesma para a separação do OGR e dos recicláveis, organização dos materiais no PEV e eventualmente até pré-triagem. Os PEVs assistidos se mostraram mais eficientes que aqueles não assistidos em análises feitas, tanto em relação à quantidade de material captado quanto à qualidade desse material. Sendo assistido, o PEV poderia inclusive servir para recebimento de outros recicláveis também, apesar de que é recomendado que o carro chefe desses PEVs sejam mesmo o OGR, para enfatizar o programa de coleta desse tipo de resíduo.

## **6. Outra possibilidade para as Redes – Produção do Biodiesel (B100)**

As possibilidades para transformação e revalorização do OGR são variadas conforme já foi explorado anteriormente neste relatório. Aqui focaremos no detalhamento de uma das possibilidades, apresentando detalhamento geral dos investimentos e custos necessários para a implementação e operação de uma planta de Biodiesel para produção de B100. As informações aqui apresentadas foram obtidas a partir de revisão de diferentes literaturas sobre o assunto, principalmente de (DANTAS; FILHO; MENDES, 2016).

O processo escolhido para ser investigado em relação aos custos é a transesterificação alcalina homogênea usando metanol como agente de transesterificação (rota metílica). Essa tecnologia foi escolhida por ser a mais

econômica dentre as possíveis. Apesar disso, a utilização do metanol como agente apresenta algumas desvantagens muito significativas, que deverão ser observadas caso se opte mesmo por essa utilização. Dentre as desvantagens podemos citar: sua produção geralmente se dá a partir de produtos fósseis; é bastante tóxico; maior risco de incêndio; maior controle da distribuição, inclusive pela Polícia Federal, uma vez que é matéria prima para processamento de drogas ilícitas; a capacidade de produção de metanol no Brasil é pequena em relação à do etanol (INNOCENTINI, 2017). Apesar disso, não é tão problemática essas considerações, uma vez que, na prática, grande parte do Biodiesel produzido no Brasil ainda utiliza a rota metílica.

A análise aqui é relatada a partir de uma situação de produção em batelada de biodiesel a partir do óleo residual, sendo 250 kg/tonelada em uma planta com **capacidade de produção de 1.000 litros de biodiesel por dia**. Nessa produção **está incluída a purificação do OGR (filtragem e desumidificação)**.

Os custos associados à produção a partir da transesterificação alcalina homogênea com rota metílica podem ser relacionados aos seguintes itens de custo:

#### **Custo de Investimento - CAPEX**

- Capital Fixo de Investimento (CFI): compra de equipamentos, instalações, terrenos, construção, etc;
- Capital de Giro (CG): gastos necessários para operar a planta, no caso, por um período de 30 dias.

#### **Custos Operacionais – OPEX**

- Custos Fixos: não variam de acordo com a taxa de produção;
  - Facilidades
    - Manutenção de equipamentos;
    - Depreciação;
    - Seguros;
    - Impostos locais;
    - Despesas de Fábrica.

- Custos Variáveis: se alteram na medida em que a taxa de produção varia<sup>7</sup>. Podemos listar:
  - Reagentes:
    - OGR;
    - Álcool;
    - Hidróxido de sódio;
  - Consumíveis:
    - Resina adsorvente de impurezas do biodiesel;
    - Filtro para purificação do OGR
  - Pessoal:
    - Dois catadores operadores por turno, três turnos por dia;
    - Um coordenador técnico (da área de Química, para ser o RT)
  - Utilidades:
    - Água de resfriamento;
    - Vapor de baixa pressão;
    - Eletricidade.

A tabela abaixo resume os custos levantados por DANTAS; FILHO; MENDES (2016) para essa planta de biodiesel a que estamos nesse item nos referindo. Fizemos algumas modificações no que concerne principalmente a parte de pessoal, devido à característica diferente de organização e gestão do trabalho nas Redes. Os valores abaixo estão apresentados em dólar estadunidense (US\$). A cotação do dólar utilizada é a cotação da referência acima citada (1 US\$= R\$3,68 - 2015).

**Tabela 4 - Custos de Investimento (CAPEX) - Planta de Biodiesel**

<b>CUSTOS DE INVESTIMENTO - CAPEX</b>					
<b>ITEM</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>UNIDADE (U)</b>	<b>CUSTO UNITÁRIO (\$/U)</b>	<b>VIDA ÚTIL OU PERÍODO</b>	<b>CUSTO TOTAL (\$)</b>
Capital Fixo de Investimento (CFI)	CFI	-	-	15 anos	\$ 173.000,00
Capital de Giro	Capital Rotativo	-	-	30 dias	\$ 18.598,00
<b>TOTAL CAPEX</b>					<b>\$ 191.598,00</b>

<sup>7</sup> Inclui aquisição de materiais, consumíveis e gastos com operadores e utilidades.

**Tabela 5 - Custos de Operação (CAPEX) - Planta de Biodiesel**

<b>CUSTOS DE OPERAÇÃO - OPEX</b>					
<b>ITEM</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>UNIDADE (U)</b>	<b>CUSTO UNITÁRIO (\$/U)</b>	<b>VIDA ÚTIL OU PERÍODO</b>	<b>CUSTO TOTAL (\$)</b>
Álcool (metanol)	Reagentes	kg	\$ 0,28	1 ano	\$ 31.526,00
Hidróxido de Sódio	Reagentes	kg	\$ 0,71	1 ano	
OGR	Reagentes	kg	\$ -	1 ano	
Filtro de purificação	Consumíveis	unidade	\$ 54,35	200 bateladas	\$ 36.871,00
Resina de adsorção	Consumíveis	kg	\$ 3,76	75 bateladas	
Catadores operadores (2 op 3 turn)	Pessoal	hora	\$ 3,27	6 oper x 8 hrs x 1 ano	\$ 24.456,18
Coordenador técnico	Pessoal	hora	\$ 6,53	1 coord x 8 hrs x 1 ano	\$ 16.304,12
Água de resfriamento	Utilidades	t	\$ 0,29	1 ano	\$ 3.858,00
Vapor de baixa pressão	Utilidades	t	\$ 18,15	1 ano	
Eletricidade	Utilidades	kWh	\$ 0,08	1 ano (7.779 kWh)	
Manutenção de equipamentos	Facilidades	%	\$ 173.000,00	5% do CFI	\$ 8.650,00
Depreciação	Facilidades	%	\$ 173.000,00	1,5% do CFI	\$ 2.574,07
Seguro	Facilidades	%	\$ 173.000,00	1% do CFI	\$ 1.730,00
Impostos locais	Facilidades	%	\$ 173.000,00	2% do CFI	\$ 3.460,00
Despesas de fábrica	Facilidades	%	\$ 173.000,00	5% do CFI	\$ 8.650,00
<b>TOTAL OPEX (ANUAL)</b>					<b>\$ 138.079,37</b>

Nas condições apresentadas, o custo para produção do biodiesel ficou em \$0,44/litro<sup>8</sup>. Transformando em real com a cotação atual (1 US\$ = R\$3,34 - Jun/2017) significa R\$1,48/litro. Considerando que no último leilão da ANP<sup>9</sup> o

<sup>8</sup> Memória de cálculo: produção de 312.000 litros de biodiesel por ano (1.000 litros por dia durante 312 dias no ano) com custo operacional de \$138.079,37, o que resulta num custo unitário de \$0,44/litro. Esse é o custo que paga todas as despesas que a Rede teria, sendo que o saldo entre o preço de venda e o custo unitário poderá ser repassado às bases. Importante ressaltar que não está incluído aqui o custo de investimento, apenas custo operacional.

<sup>9</sup> 55º Leilão de Biodiesel da ANP, ocorrido no início do mês de Junho de 2017.

preço médio de venda foi de R\$2,255/litro e o preço máximo de referência médio foi de R\$2,827/litro<sup>10</sup>, no caso médio teríamos um saldo de R\$0,78/litro e no caso mais otimista teríamos um saldo de R\$1,34/litro, que poderiam ser repassados às bases, com retenção ou não pelas Redes de percentual para reinvestimento. Além do resultado comercial direto, parte do combustível gerado poderia ser empregado no abastecimento da própria frota de veículos das Redes. O Diesel hoje está com um valor médio de R\$2,94/litro<sup>11</sup>. Ao utilizar o biodiesel de produção própria, as Redes economizariam R\$1,46/litro, ou seja, o combustível sairia quase que pela metade do preço, garantindo maior autonomia e viabilidade para se pensar inclusive outras operações logísticas em Rede.

Para a produção da CATAUNIDOS, seria necessário cerca de 15 plantas dessa utilizada na simulação, ou seja, 15 plantas de 1.000 litros, ou uma distribuição equivalente, ou seja, menor quantidade de plantas maiores. Para efeitos de estimativa, segue os as informações a partir de uma simulação de custos para a Rede CATAUNIDOS:

**Tabela 6 - Simulação de Custos para Produção de Biodiesel - Rede CATAUNIDOS**

ITEM	REAL (R\$)	DESCRIÇÃO
<b>CAPEX TOTAL</b>	R\$ 9.599.059,80	Custo de investimento total
<b>OPEX ANUAL</b>	R\$ 6.887.580,46	Custo operacional anual
<b>OPEX MENSAL</b>	R\$ 573.965,04	Custo operacional mensal
<b>CUSTO DE PRODUÇÃO</b>	R\$ 1,47	Custo de produção do litro de biodiesel
<b>SOBRA OTIMISTA</b>	R\$ 1,36	Sobra em caso de venda no preço máximo de referência do 55º Leilão da ANP
<b>SOBRA MÉDIA</b>	R\$ 0,78	Sobra em caso de venda no preço médio do 55º Leilão da ANP
<b>ECONOMIA DIESEL</b>	R\$ 1,47	Economia em cada litro de combustível pela utilização de próprio (Ref preço diesel.: R\$2,94/l, Jul-2017)

<sup>10</sup> Preços retirados do 55º Leilão de Biodiesel da ANP que ocorreu em Junho de 2017 e que negociou 760,3 milhões de litros de biodiesel. Fonte: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/noticias/3809-55-leilao-de-biodiesel-da-anp-negocia-760-3-milhoes-de-litros>.

<sup>11</sup> Consulta no site <http://www.precodoscombustiveis.com.br> no dia 22/06/2017.



Anexo a esse relatório (ANEXO II) se encontra uma “Planilha de Simulação de Custos para Produção de OGR”. É possível nessa planilha simular, como demonstrado, os custos de investimento e de operação de uma planta a partir de uma realidade de produção específica. As instruções para o preenchimento da planilha se encontram nela própria.

## **7. Exemplos práticos**

A seguir serão apresentados exemplos de uma empresa e diversas cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis que fazem a coleta e beneficiamento do OGR para posterior venda.

### **7.1. Rede de Catadores/as de Resíduos Sólidos Recicláveis do Estado do Ceará**

A Rede de Catadores/as de Resíduos Sólidos Recicláveis do Estado do Ceará é uma associação de associações de catadores e foi fundada em 2007, com o intuito de comercializar conjuntamente os materiais recicláveis, dentre outros objetivos. Em 2010, a Rede celebrou um convênio com a Petrobras Biocombustíveis. O objetivo era desenvolver ações em conjunto com associações para a coleta de Óleos e Gorduras Residuais (OGR), em especial, o óleo de fritura, que seria destinado à produção de biodiesel na Usina de Quixadá. A comercialização em conjunto do OGR proveniente das bases da Rede para a Petrobras é feita até o momento, com resultados bastante expressivos.

A Rede do Ceará trabalha com prospecção e abordagem de geradores. Esses geradores recebem um selo socioambiental, que certifica que o parceiro está contribuindo para a viabilização da operação do OGR pelos catadores junto à Petrobras Biocombustíveis e que o seu óleo está sendo corretamente tratado. A operação com o OGR promoveu melhoria da renda dos catadores, tanto aqueles diretamente envolvidos no pré-beneficiamento quanto aqueles das bases, uma vez que o OGR passou a ser mais uma fonte a contribuir com a receita dos empreendimentos.

## **7.2. ACARESTI - SANTA TEREZINHA DE ITAIPU/PR**

A Associação de Catadores de Resíduos Recicláveis e Reaproveitáveis de Santa Terezinha de Itaipu (Acaresti) recebeu equipamentos, máquinas e um caminhão para melhorar a coleta de óleo e de materiais recicláveis na cidade.

Com a cooperação técnica e financeira da Prefeitura Municipal, a coleta seletiva do município se tornou referência, o que levou autoridades e técnicos de outros estados e até comitivas estrangeiras a conhecerem o tratamento de resíduos sólidos.

Darlei Sousa, coordenador técnico do centro de triagem da associação, explicou que a coleta seletiva tradicional conta com adesão de 75% da população. Com os novos equipamentos, será possível recolher o óleo de fritura em diversos pontos da cidade. “No início do projeto, esperamos recolher cerca de dois mil litros por mês. Até o fim do ano, com campanhas educativas, esperamos atingir 3,5 mil litros, o que corresponde a 50% do óleo de fritura consumido pela população”.

O sucesso do projeto de coleta seletiva se deve a participação da população, mobilizada por ações educativas. Do óleo coletado, parte será transformada em sabão e o restante poderá ser transformado em biodiesel pela indústria local.

O projeto de coleta de óleo irá gerar mais renda para os participantes da associação. Com o reaproveitamento do óleo e fabricação de sabão, espera-se aumentar em 25% a renda dos 40 catadores que integram a Acaresti.

A Acaresti, entidade criada em 2004, foi reconhecida em 2015 na 3ª edição do Prêmio Cidade Pró Catador, elaborado pela Secretaria de Governo da Presidência da República, como uma das quatro melhores iniciativas municipais de implementação de políticas de inclusão social e econômica de catadores.

## **7.3. Recóleo – MG**

A Recóleo foi fundada em 2004 e tem sede em Belo Horizonte, realizando coleta dos OGR na região metropolitana.

O volume do óleo coletado é permutado por produtos de limpeza (vassouras, rodo, pano de chão, pano de prato, pá de lixo metálica, etc.), uma medida necessária para incentivar o armazenamento pelos responsáveis dos estabelecimentos conveniados. Em caso de grandes volumes de óleo (> 1000 litros), outras medidas de permuta são estudadas caso a caso.

Depois de transportado para a Recóleo, o óleo é peneirado e colocado nas caixas de decantação, onde permanecerá por menos de 24 horas. Após esta etapa será feita uma sangria, onde será retirada a água. O óleo é bombeado e armazenado até a venda.

A coleta do óleo em cada estabelecimento é realizada por veículos de pequeno e médio porte que facilitam o trânsito e estacionamento na cidade, simplificando também o acesso ao compartimento de cargas. Já o transporte do óleo processado é feito pelos caminhões da empresa diretamente ao consumidor final da matéria prima.

Todo o óleo é vendido para indústrias de biodiesel.

#### **7.4. PROVE – RJ**

O Programa de Reaproveitamento do Óleo Vegetal (PROVE) foi criado em 2008 e consiste em coletar o óleo cozinha usado por meio de cooperativas populares, e realizar a venda desse óleo para a Refinaria de Manguinhos, onde ele é transformado em biodiesel.

Além do aspecto ambiental, o PROVE incentiva a criação de cooperativas de coleta seletiva de resíduos sólidos (no caso, focando no óleo de cozinha) e a geração de trabalho e renda para os catadores organizados.

As cooperativas foram organizadas em rede e trabalham em conjunto para a coleta e a venda do óleo usado. Essa parceria eliminou a disputa pelo óleo, que tinha implicações negativas no preço da venda.

No ano de 2010, a coordenação do programa contabilizou 5 milhões de litros de óleo recolhidos pelas 40 cooperativas filiadas ao programa, em vários municípios do Rio de Janeiro. Em Duque de Caxias, duas cooperativas contribuem

com cerca de 250 mil litros por mês. Só no 1º semestre de 2011, foram recolhidos 2,7 milhões de litros de óleo de cozinha usado.

## **7.5. INSTITUTO TRIÂNGULO – SANTO ANDRÉ/SP**

No Instituto Triângulo (IT) - OSCIP do município paulista de Santo André, que atua desde 2012 na coleta e no encaminhamento de óleo usado de cozinha para reciclagem - o óleo de cozinha usado é coletado junto aos grandes geradores (restaurantes, bares, lanchonetes, pastelarias, entre outros), consumidores em geral (pequenos geradores) e em PEV's.

Atualmente, a coleta gira em torno de 60 toneladas do resíduo por mês.

Após a coleta, o resíduo é encaminhado para o instituto, onde 30% é transformado em sabão (na Usina Verde) e 70% destina-se à produção de biodiesel.

Passo-a-passo no processo de fabricação do sabão ecológico:

### **1. Filtragem, Decantação e Armazenamento:**

Quando o óleo chega à usina, ocorre a primeira filtragem, feita com uma peneira. Posteriormente, o óleo passa por um processo de decantação – processo no qual o óleo é deixado em tanques para que haja a separação de qualquer sujeira existente. Após a decantação, o óleo, já livre de impurezas, fica armazenado em reservatórios.

### **2. Mistura/Aquecimento:**

Depois de armazenado no reservatório, o passo seguinte é transferir este óleo para um tacho, o qual, é aquecido a 60° C. Após ser aquecido, o óleo passa por processos até formar a pasta base do sabão.

### **3. Secagem:**

A pasta preparada no processo anterior fica reservada para secar;

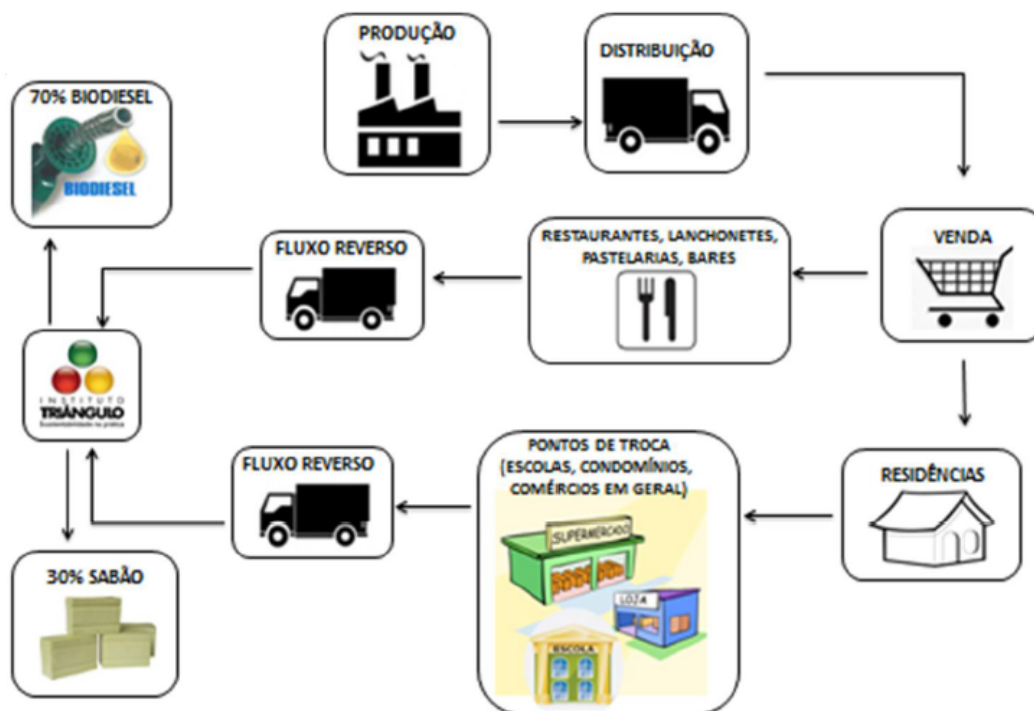
### **4. Corte/Frisagem:**

Após seca, a pasta é filetada para ganhar a forma e tamanho de pedras de sabão.

## 5. Embalagem/Estoque:

Para finalizar o processo, as pedras são embaladas e ficam no estoque, aguardando sua correta destinação.

Figura 9 - Processo de Produção do Instituto Triângulo



## 7.6. ECÓLEO – SÃO PAULO/SP

Ecóleo teve seu nascimento em 2007 e era um programa de coleta de resíduos de óleo de cozinha usado, este serviço era feito porta a porta, na região de Cerqueira Cesar na cidade de São Paulo.

A SABESP (Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo) e a Secretaria do Verde e de Meio Ambiente apoiaram esta ação. Assim aumentou-se a divulgação do programa.

O programa Ecóleo ultrapassou as barreiras municipais e estaduais e hoje atua no âmbito nacional, e representa entidades em todo território brasileiro.

A Ecóleo trabalha com sensibilização da população, por meio de panfletos informativos, coleta em postos de reciclagem - que coletam vidro, metal, papel, plástico e óleo - transporte e reciclagem do OGR para a produção de sabão, tintas e vernizes, graxa, biodiesel, etc.

Atualmente a Ecóleo conta com 25 empresas associadas, legalmente constituídas e com as devidas licenças ambientais, que coletam e beneficiam o óleo em mais de 60 municípios de São Paulo, gerando 1.200 postos de trabalho direto e cerca de 800 indiretos. Só na grande São Paulo as entidades já recolhem mais de 2,6 milhões de litros de óleo vegetal usado.

### **7.7. PERPETÓLEO - CURITIBA/PR**

O Projeto Perpetóleo nasceu no ano de 2011, juntamente com a campanha da fraternidade, onde seu lema era “Fraternidade e vida no planeta”. Este projeto é mantido pelo centro redentorista de ação social do Santuário do Perpétuo Socorro, localizado no Bairro Alto da Glória em Curitiba/PR.

Este projeto é totalmente sem fins lucrativos, onde toda receita é revertida para ações sociais e de evangelização. Atualmente com o valor arrecadado o Projeto Perpetóleo mantém uma chácara de reabilitação para dependentes químicos.

O projeto tem vários postos de coleta espalhados por toda cidade de Curitiba e região metropolitana. Todo óleo coletado é repassado para usinas de biodiesel e indústrias que fabricam rações animais.

### **7.8. UTFPR – MEDIANEIRA/PR**

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Medianeira/PR, tem um programa de reciclagem de óleo de cozinha, em conjunto com a ASSAMA (Associação dos Agentes do Meio Ambiente). Este projeto tem por objetivo principal o incentivo aos moradores da cidade ao correto descarte do óleo de cozinha usado, evitando a poluição e ajudando a preservação do meio ambiente. O projeto se encontra em colégios estaduais do município, supermercados e secretarias municipais como postos de coleta.

O material recolhido é encaminhado para a produção de sabão em pedra e biodiesel.

## **8. Entraves da Cadeia, Oportunidade para os Catadores**

Pensar um programa de substituição parcial de óleo diesel por biodiesel de óleo de fritura no Brasil dependeria da criação de um eficiente sistema de coleta de óleos usados, o que certamente encontra-se atualmente distante de nossa realidade.

Existe um problema de logística a ser enfrentado para coleta dos óleos em regiões distantes umas das outras e de quantidades geradas nas cidades pequenas, o que pode inviabilizar plantas de produção exclusivamente com esta matéria-prima

É recomendável que se crie uma legislação para a disposição de OGR, dando sustentação ao mecanismo de educação ambiental, logística de transporte, a cumulação e etc. Além disso, incentivos fiscais e tributários também são necessários para que essa cadeia se torne cada vez mais atrativa.

Os catadores/as e suas organizações são grandes respostas em potencial para o problema do OGR no Brasil, e a viabilização de um programa abrangente de coleta e tratamento passa necessariamente pelo papel que eles podem desempenhar nessa cadeia. Isso se dá principalmente devido à capilaridade que os catadores/as têm para captação do OGR residencial, uma vez que esses podem ser, uma vez devidamente que acondicionados, incluídos junto aos materiais dos programas de coleta seletiva municipais, programas esse que todos os municípios brasileiros tem obrigação de implementar, de acordo com as diretrizes da Lei nº 12.305/2010, a Política Nacional de Resíduos Sólido (PNRS). Dessa maneira, são muito promissoras as oportunidades que se apresentam aos/às catadores/as relativas ao trabalho com o OGR.

## 9. Mercado consumidor de OGR

Foi realizada uma breve pesquisa sobre o mercado consumidor de óleos e gorduras residuais no Brasil, para avaliar possíveis compradores. Alguns dos compradores prospectados são listados no quadro abaixo:

**Quadro 1 - Compradores de OGR**

Nome	Contato	Município
Petrobrás	(38) 3224-6800	Montes Claros/MG
Big Frango e Bio Par	(43) 2101-8200	Rolândia/PR
Ecologica	(27) 3366-3619	
Biocapital	(19) 3486-2523	Charqueada/SP
Fertibon <sup>12</sup>	(17) 3524-9141	Catandúva/SP
JBS	(14) 3522-6356	Lins/SP
Prisma	(19) 3903-4373	Sumaré/SP
Cesbra	(24) 3347-5771	Volta Redonda/RJ
Olfar	(24) 3353-5101	Porto Real/RJ
CCPR Rações	(31) 2105-4050	Contagem/MG

---

<sup>12</sup> Conseguimos informações mais detalhadas desse comprador. A quantidade mínima recebida é de 12 t ou uma carreta. O padrão de qualidade exigido é: 1% de impureza, 2% de acidez e 1% de umidade. A forma de pagamento é a prazo, com 7 dias. Não conseguimos detalhes sobre preço, uma vez que o comprador afirmou ser muito variável. Em relação ao frete esse pode ser por conta do fornecedor (CIF) ou do comprador (FOB), sendo que essa opção afetará do preço de venda do produto.



Rações Futura	(37) 3524-1008	Martinho Campos/MG
Coopervass	(35) 3241-3218 / 3241-5950	São Gonçalo do Sapucaí/MG

## 10. Referências Bibliográficas

ABDALLA, A. L.; FILHO, J. C. S.; GODOI, A. R.; CARMO, C. A.; EDUARDO, J. L. P. **Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, suplemento especial p.260-258, 2008.

ALVARENGA, B. M.; SOARES, M. A. **Potencialidade de produção de biodiesel por óleos e gorduras residuais<sup>1</sup> na cidade de Itabira-MG.** Rev. Ceres, Viçosa, v. 57, n.6, p. 721-729, nov/dez, 2010.

BARBOSA, G. N.; PASQUALETTO, A. **Aproveitamento do óleo residual de fritura na produção de biodiesel.** Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Portaria nº 702, 30 de outubro de 2002.** Institui o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel – PROBIODIESEL.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430 de 13 de Maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 12.305 de 02 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.

BRASIL. **Lei nº 11.097 de 13 de Janeiro de 2005.** Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002;

e dá outras providências.

CATAUNIDOS. Plano de Negócios Solidários da Rede Cataunidos (versão preliminar). Belo Horizonte, 2017.

INSEA. Plano de Negócios Solidários da Rede Catavales (versão preliminar). Belo Horizonte, 2017a.

INSEA. Plano de Negócios Solidários da Rede Uniforça (versão preliminar). Belo Horizonte, 2017b.

INSEA. Plano de Negócios Solidários da Rede Catanorte (versão preliminar). Belo Horizonte, 2017c.

ABNT, A. B. DE N. T. Resíduos sólidos - Classificação. . 2004, p. 71.

DA COSTA, A. O.; OLIVEIRA, L. B.; HENRIQUES, R. M. **Análise de Viabilidade Econômica da Produção e Uso do Biodiesel no Brasil**2003

DANTAS, A.; FILHO, M. R.; MENDES, F. **ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM PLANTA PILOTO: EXPERIMENTAL E SIMULAÇÃO**56º Congresso Brasileiro de Química. **Anais...**Belém/PA: 2016

ECÓLEO. **Reciclagem do óleo.** Disponível em: <<http://ecoleo.org.br/projetos/6766-2/>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

INNOCENTINI, M. D. DE M. **O Processo de Produção Industrial do Biodiesel**7ª Jornada Científica da UFSCar. **Anais...**São Carlos/SP: 2017

MINAS GERAIS, G. DO E. DE. Deliberação Normativa n.º 74, de 09 de setembro de 2004: Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental n. . 2004, p. 1–117.

PIRES, M. DE M. et al. **ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE DIFERENTES MATÉRIAS-PRIMAS**II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. **Anais...**Varginha/MG: 2005

SANTANA, A. F.; OLIVEIRA, T. T. C. DE; FERNANDES, S. H. **OLEOQUÍMICA: RECICLAGEM DE ÓLEO DE SOJA USADO PARA PRODUÇÃO DE**

**RESINAS**63ª Reunião Anual da SBPC. **Anais...**Goiânia/GO: 2011

VELOSO, Y. M. S; FREITAS, L. F. L.; FILHO, J. H. B. A.; SANTOS, I. T.; LEITE, M. S.; ARAUJO, P. J. L. **Rotas para reutilização de óleos residuais e de fritura.** Cadernos de graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas, Sergipe, v. 1, n.15, p. 11-18 | out. 2012.

ZUCRATO, L. C.; WELLE, I.; SILVA, T. N. **Cadeira reversa do óleo de cozinha: coordenação, estrutura e aspectos relacionais.** Revista de Administração de Empresas. São Paulo, V. 53, n. 5, set-out 2013.

## **ANEXO I**

Cotação da Planta de Biodiesel realizada por CATAUNIDOS e INSEA para construção dos Planos de Negócio Sustentáveis (em anexo, em PDF).

## **ANEXO II**

Planilha de Simulação de Custos para Produção de OGR (separada, em arquivo do MS EXCEL).