



Oil use edible post consumption in Manaus (Am): Alternative for biodiesel production and reduction of environmental impacts

José Antônio Coutinho Bezerra¹; Gilberto De Miranda Rocha²; Denio Ramam Carvalho De Oliveira²

¹ Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM). Av. Joaquim Nabuco Nº 1950. Centro, Manaus - AM, CEP: 69005-080 - Tel: +55 92 3584 6145 / +55 92 3248 2646. (coutinho.engenharia@yahoo.com.br)

² Universidade Federal Do Pará - Ufpa. Campus Guamá Rua Augusto Correa Nº 01. Belém, PA. CEP: 66075-110. Caixa Postal 479. Tel: +55 92 3584 6145 / +55 92 3248 2646. (giilrocha@ufpa.br, denio@ufpa.br)

ABSTRACT

This study aims to investigate the treatment and disposal of post-consumer edible oil produced in the manufacture of food used for biodiesel production, installed in a company in the Industrial Pole of Manaus. literature sources were searched, procedures adopted by the company, collection of secondary data through business in the process. The generation of vegetable oil liquid waste is one of the problems that have contributed among the most significant in Manaus City due to lack of management linked to an ineffective system. The population generates waste vegetable oil every day, resulting from the preparation of food in kitchens whether public or private and in homes, these residues that are unknown for the most part, what is done, they are discarded. The result shows that the production of biodiesel using post-consumer oil, provides an environmentally satisfactory result for the social and environmental, as it helps to reduce pollution and contribute socially to generate jobs and income in Manaus City. After observing its final phase oil behavior can be seen that using simple can techniques produce this alternative fuel that the company has become a matter of survival in the current market, where fuel prices (diesel) has been increasing steadily, the gains from the replacement of fuel (diesel) for biodiesel in the company, come to order up to 60% savings, and contribute to the reduction of atmospheric emissions produced by vehicles of domestic fleet.

Keywords: Vegetable oil; Refining; Biodiesel.

A utilização do óleo comestível pós-consumo em manaus (am): alternativa para a produção de biodiesel e redução de impactos ambientais

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo investigar o tratamento e a destinação final do óleo comestível pós-consumo produzidos na fabricação de alimentos utilizada para produção de biodiesel, em uma empresa Instalada no Polo Industrial de Manaus (PIM). Foram pesquisadas fontes bibliográficas, procedimentos adotados pela empresa, levantamento de dados secundários através de visita no processo. A geração de resíduos líquidos de óleo vegetal é um dos problemas que tem contribuído entre os mais significativos na Cidade Manaus devido à falta de gerenciamento atrelado a um sistema ineficaz. A população gera resíduos de óleo vegetal todos os dias, decorrentes da preparação de alimentos nas cozinhas sejam públicas ou privadas e nas residências, resíduos estes que se desconhecem em sua grande maioria, o que é feito, como são descartados. O resultado mostra, que a produção de biodiesel através do óleo pós-consumo, proporciona um resultado ambiental satisfatório para o meio social e ambiental, pois colabora para diminuir a poluição e contribui socialmente para geração de empregos e renda na Cidade de Manaus. Após observar o comportamento do óleo em sua fase final pode-se perceber que utilizando técnicas simples consegue produzir esse combustível alternativo que para a empresa tornou-se uma questão de sobrevivência no mercado atual, aonde os preços do combustível (diesel) vem aumentando constantemente, os ganhos obtidos com a substituição do combustível (diesel) pelo biodiesel na empresa, chegou à ordem de até 60% de economia, além de contribuir para a redução de emissões atmosféricas produzidas pelos veículos da frota interna.

Palavras chaves: Óleo Vegetal; Refino; Biodiesel.

I. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, o homem sempre utilizou o Meio Ambiente para suprir suas necessidades, por muito tempo manteve com ele uma relação equilibrada, pois se retirava da natureza

somente o que se necessitava para a sua sobrevivência. Mas com o passar do tempo ocorreram mudanças na utilização e exploração dos recursos naturais em todo o planeta, a população cresce cada

vez mais e a disponibilidade dos recursos ficam cada vez mais difícil.

Os resíduos descartados de forma inadequada tem sido um grande aliado a degradação ambiental e vem acarretando sérios problemas relacionados ao meio ambiente, modificando a paisagem, o clima, os rios causando até catástrofes locais e mundiais.

Conforme aponta [1], nas últimas décadas, os impactos causados pelos produtos industrializados e pelos processos produtivos tornaram-se mais visíveis à sociedade em geral, modificando hábitos de consumo, bem como a percepção empresarial sobre a importância da sustentabilidade para a imagem corporativa.

Todavia, é possível observar que a preocupação com a sustentabilidade está cada vez mais presente no dia a dia das pessoas e, conseqüentemente, das empresas. Conforme afirma [2], o processo concorrencial exige uma capacidade de diferenciação permanente e que a busca por esta diferenciação passa pela capacidade das empresas em inovar e gerar respostas às expectativas de seus públicos-alvo.

Na medida em que comportamentos sustentáveis tornaram-se um fator de diferenciação para as empresas, surge a possibilidade de inserir novos conceitos e atitudes na estratégia da empresa relacionadas à implantação de sistemas de gestão ambiental, racionalização do uso dos recursos naturais, dentre outros [2].

O Biodiesel é um combustível líquido, biodegradável, não tóxico, produzido a partir de diferentes matérias-primas, tais como óleos vegetais diversos (mamona, dendê, soja, girassol, amendoim, algodão, etc.), gorduras animais, óleos e gorduras residuais, por meio de diversos processos. A evolução tecnológica evidencia a adoção da transesterificação como principal processo de produção. Consiste numa reação química em meio alcalino, onde se fazem reagir óleos vegetais (ou gorduras animais) e um álcool (etanol ou metanol) [3].

Segundo [4], a água só pode ser consumida quando ela estiver no padrão de portabilidade, ou seja, os limites de tolerância das substâncias presentes na água de modo a garantir-lhe as características de água potável e só será quando for inofensiva a saúde do homem, agradável aos sentidos e adequada aos usos domésticos.

Na Lei Federal 9.605 de 12 de fevereiro de 1.998, Na Seção III - Da Poluição e outros crimes ambientais, encontramos a seguinte colocação; “Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que, resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora.

Neste sentido, o desenvolvimento de um trabalho que identifique a geração, forma de descarte, tratamento e a destinação do óleo comestível pós-consumo, produzidos na fabricação de alimentos, e possibilite a utilização como matéria prima alternativa

para a produção de biodiesel, é uma pesquisa necessária e importante, visto que em outros estados brasileiros, já obtiveram resultados satisfatórios com a utilização de óleo comestível na produção desse tipo de combustíveis.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os óleos vegetais são ésteres de glicerina e uma mistura de ácidos graxos. São insolúveis em água, porém solúveis em solventes orgânicos. Seu descarte indevido gera muitos problemas para a fauna e flora. Também provoca o entupimento de tubulações causando custos maiores para a limpeza das redes de esgoto. Por ser menos denso que a água, o óleo forma uma fina camada em sua superfície dificultando a passagem de luz e a oxidação, comprometendo assim a vida aquática. Ao entrar em contato com a água do mar, gera o gás metano (tendo em potencial causador do efeito estufa 21 vezes maior que o Dióxido de Carbono – CO₂), sendo um agente direto no aquecimento global [5].

Segundo informações coletadas na Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS), existe um [6], dispõe sobre o reaproveitamento de óleo vegetal (de cozinha) e seus resíduos.

Atualmente em Manaus, parte do óleo vegetal residual oriundo do consumo Humano é destinado à fabricação de sabões e em um volume baixo em relação à geração, a produção de biodiesel, entretanto iniciou a partir de 2014, ainda um processo embrionário, outra parte deste resíduos é utilizado como combustível alternativo por empresas que misturado com outros derivados, utilizando em forno de caldeira, atividade não regulamentada pela Agencia Nacional de Petróleo, e outra parte descartada no sistema de é descartada na rede de esgotos sem tratamento, sendo considerado um crime ambiental, causando degradação e efeitos negativos ao meio ambiente e a sociedade.

II.1 PANORAMA DO ÓLEO DE COZINHA NO BRASIL

Hoje, no Brasil, parte do óleo vegetal residual oriundo do consumo humano é destinada a fabricação de sabões [7][8] e, em menor volume, à produção de biodiesel [8][9]. Entretanto, a maior parte deste resíduo é descartado na rede de esgotos, sendo considerado um crime ambiental inadmissível. A pequena solubilidade dos óleos vegetais na água constitui um fator negativo no que se refere à sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos e, quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público, causam problemas no tratamento da água. A presença deste material, além de acarretar problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico impedindo a transferência do oxigênio da atmosfera para a água e, os óleos e graxas em seu processo de decomposição, reduzem o oxigênio dissolvido elevando a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), causando alterações no ecossistema aquático [10].

Segundo Santos [11], no Brasil são descartados 9,0 bilhões de litros/ano desse tipo de resíduo, onde apenas 2,5% são

recicladados. O restante é descartado inadequadamente junto ao meio ambiente.

De acordo com [12], após o descarte inadequado, o óleo/gordura vegetal residual segue para as estações de tratamento de esgoto, onde uma quantidade enorme de produtos químicos e filtragem física é demandada para a purificação desta água. Estima-se que o tratamento de esgoto se torna, em média, 45% mais oneroso, pela presença desse tipo de resíduo em águas servidas. Assim, todo óleo/gordura vegetal residual deveria ser obrigatoriamente, recolhido e ter destinação adequada, de forma a não afetar negativamente o ambiente, sendo proibidos quaisquer descartes em solos, águas subterrâneas, no mar e em sistemas de esgoto e evacuação de águas residuais.

Infelizmente, em todo o mundo, milhares de litros de óleo usados para fritar alimentos são descartados por ano em sistemas de esgoto. Assim, ao mesmo tempo em que se poluem os cursos d'água aumenta o custo do tratamento de efluentes [13].

II.2 ÓLEO VEGETAL

Formado por triglicerídeos, os óleos vegetais são extraídos geralmente das sementes das plantas, porém outras partes das plantas também podem ser utilizadas.

Os óleos vegetais são ésteres de glicerina e uma mistura de ácidos graxos. São insolúveis em água, porém solúveis em solventes orgânicos. Seu descarte indevido gera muitos problemas para a fauna e flora. Também provoca o entupimento de tubulações causando custos maiores para a limpeza das redes de esgoto. Por ser menos denso que a água, o óleo forma uma fina camada em sua superfície dificultando a passagem de luz e a oxidação, comprometendo assim a vida aquática. Ao entrar em contato com a água do mar, gera o gás metano (tendo em potencial causador do efeito estufa 21 vezes maior que o Dióxido de Carbono – CO₂), sendo um agente direto no aquecimento global [5].

Uma das características do óleo vegetal tem como matéria-prima as gorduras obtidas por meio de plantas e sementes como o caju, a linhaça, o girassol, o buriti, a mamona; grãos como o milho, a soja ou também por outros alimentos de origem vegetal tais como abacate, azeitona, abóbora, a canola, entre outros. Após o processo de refino e produção, o óleo obtido pode ser utilizado não só na preparação de alimentos, como também em componente de lubrificantes, itens de pintura ou como componente de combustível [14].

O óleo é um dos itens mais consumidos na refeição do brasileiro, pois segundo [15] além da utilização em frituras ele está intrinsecamente presente na composição de leguminosas, carnes e frutas e pode ser parte integrante na fabricação de pães e massas. Já a popularidade da soja na produção de óleo vegetal se deve ao fato de ser encontrada com maior facilidade no cenário brasileiro. Duas características presentes no óleo vegetal são importantes, tanto para o manuseio e consumo como também para o meio ambiente, que são a saturação e a insolubilidade em meio aquoso, respectivamente.

II.3 ÓLEOS E GORDURAS: COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES

Óleos e gorduras são compostos hidrofóbicos, pertencentes à classe química dos lipídios, de origem animal, vegetal ou microbiana. Apresentam-se no estado líquido (óleos) ou em estado sem ilíquido, pastoso ou sólido (gorduras), em condições de temperatura ambiente. As gorduras de origem vegetal resultam de processos de hidrogenação de óleos vegetais, são insolúveis em água (hidrofóbicas) e menos densas que está, porém, solúveis em diferentes solventes orgânicos, tais como éter sulfúrico, éter de petróleo, benzol, clorofórmio, acetona e sulfeto de carbono [16].

A matéria-prima obtida da gordura animal geralmente mais barata que os óleos refinados porque, ao invés de um produto primário, representam um subproduto da agroindústria animal, e porque a demanda por este produto é menor do que a maioria dos óleos vegetais mais comuns. Além do elevado teor de ácidos graxos saturados, elas possuem ponto de fusão relativamente alto, uma propriedade que, a baixas temperaturas, pode levar a precipitação e a um baixo desempenho do motor. Do lado positivo, o biodiesel derivado de gorduras animais, devido ao seu alto teor de ésteres de ácidos graxos saturados, geralmente apresenta número de cetano superior ao observado em biodiesel de óleo vegetal [17].

III. MATERIAIS E MÉTODOS

III.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método utilizado na investigação deste estudo foi feito a partir de pesquisa bibliográfica, documental e com levantamento de dados secundários que se resume em visita técnica na empresa com indagação sobre o processo de gerenciamento de óleo de cozinha pós consumo.

A Pesquisa foi descritiva e buscou expor as características do tema, esclarecendo os fatos reais sobre os problemas decorrentes da destinação inadequada dos resíduos de óleo de fritura, tendo como finalidade propor sugestões para solucionar os problemas, das empresas que atuam no ramo de produção de alimentos instalada no PIM.

A problemática da destinação final dos resíduos líquidos em Manaus tem causado grandes preocupações para as empresas instaladas no PIM devido a dificuldades na logística e no deslocamento para destinar o óleo de cozinha, no entanto, as oportunidades disponíveis não são confiáveis para os geradores. Os óleos vegetais são grandes causadores de danos ao meio ambiente quando descartados de maneira incorreta, quando jogado na pia ou no ralo entope a sua tubulação. O cano fica fechado por causa da gordura, parecendo um cimento. O óleo danifica tanto uma tubulação de casa ou apartamento como também a de rua. Todo o sistema da rede de esgoto fica prejudicado, e o gasto para o tratamento deste óleo é enorme. E quando não passa pela estação

de tratamento, quando isto vai para o rio direto a cadeia de gordura demora meses para se desfazer.

Para a realização deste trabalho, participaram empresas

instaladas no PIM e restaurantes que produzem alimentos para as indústrias (cozinhas Industriais). Ressalta-se que a pedido do proprietário da empresa em estudo na execução deste trabalho, os nomes das empresas não serão divulgados nem dos funcionais, restringindo as informações obtidas no levantamento in loco e meio eletrônico conforme a seguir:

III.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada, dividida em três etapas a primeira etapa na Indústria que faz o rerefino, a segunda etapa foi através de visitas técnica nas empresas geradoras que fornece a matéria-prima, a terceira etapa foi através de meio eletrônicos.

Quanto às informações eletrônicas, foi elaborado um questionário simplificado composto por um roteiro de perguntas abertas. Esse critério foi empregado para facilitar a comunicação e as respostas tendo como enfoque a geração, transporte e destinação dos resíduos de óleo de fritura. Nas empresas questionadas as informações foram tratadas com os gestores que compõe a gerencia do sistema de gestão ambiental.

IV. ESTUDO DE CASO

DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO ADOTADO PARA O BIODIESEL.

Existem dois processos químicos utilizados para obtenção do biodiesel, a partir do processamento de óleo vegetal: o processo de transesterificação e o de craqueamento catalítico. No processo de transesterificação um reator realiza a reação química do óleo vegetal ou gordura animal com o etanol (rota etílica) ou com o metanol (rota metílica) na presença de um catalisador (hidróxido de sódio ou de potássio), para remoção da glicerina, que aparece como subproduto. No processo do craqueamento, um reator trabalhando a altas temperaturas, promove a quebra das moléculas, enquanto um catalisador remove os compostos oxigenados corrosivos.

IV.1 DESCRIÇÃO DA PLANTA (USINA) DE TRANSESTERIFICAÇÃO

A Planta de Transesterificação para Produção de Biodiesel da empresa em Estudo foi concebida com objetivo de produzir biodiesel para reduzir custos com combustíveis (óleo diesel) utilizado nos veículos da frota da empresa, através de equipamentos e componentes de mercado e automatizada com os recursos técnicos utilizado em processos industriais, permitindo aplicação didática e investigativa, por meio de várias alternativas de processos. O uso de Controlador lógico programável (CLP) permite o controle dos sensores (temperatura, pressão, etc. e atuadores bombas, válvulas, etc.), toda estrutura foi construída em aço inox. Esta planta é possível controlar as temperaturas de aquecimento do óleo vegetal, da reação e da lavagem. Também se

pode recircular a mistura reativa durante o tempo de reação desejado assim podendo exercer uma ação diretamente no processo de transesterificação, possui uma capacidade para produzir 450 (litros) hora de produtos acabados conforme (figura 1).



Figura 1–Fotografia da Usina de refino para produção do Biodiesel
Fonte: Autores, (2015).

Toda matéria-prima é armazenada no tanque reservatório, para ser utilizada conforme a produção, o tanque possui sistema de abastecimento controlado através de um painel de comando elétrico conforme a (Figura 2).



Figura 2 - Tanque Reservatório de Alimentação da matéria-prima
Fonte: Autores, (2015).

Após a produção do combustível o mesmo é direcionando para o tanque de armazenamento que fica a disposição para ser consumido (Figura 3).



Figura 3 - Tanque de Armazenamento da matéria-prima
Fonte: Autores, (2015).

Após a mistura do passar por todo processo de mistura e produção do biodiesel, o mesmo passa por um processo de análises para verificar a qualidade do combustível (figura 4).



Figura 4 – Produto Final para consumo
Fonte: Autores, (2015).

Após a finalização de todo processo, o produto é armazenado no tanque e alocado na área de estoque (figura 5).



Figura 5 – Produto Final armazenado para consumo
Fonte: Autores, (2015).

Após a produção foi verificado a qualidade do produto que é um fator fundamental que vai condicionar o funcionamento e o tempo de vida de um motor, assim, é essencial garantir um produto de qualidade. Para determinar a qualidade do combustível produzido foi utilizado um laboratório independente, para realizar as análises físico-químicas no Laboratórios de Pesquisas da UFAM/2015, com base na Resolução ANP nº 45/2014 (ANT) e NBR 16048. Cujos resultados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados dos ensaios realizados na amostra de Biodiesel, a partir do óleo residual de fritura

Parâmetros	Unidade	Método	Resolução ANP nº 45/2014	Biodiesel de óleo de fritura			
				Análise 1	Análise 2	Análise 3	Média
Aspecto	-	NBR 16048	LII	LII	LII	LII	LII
Massa Específica a 20°C	kg/m ³	NBR 14065	850 a 900	883.4	879.2	886.9	883.2
Teor de Água	mg/kg	ASTM D6304	máx. 200	1220	1456	983	1220
Ponto de Fulgor	°C	NBR 14598	mín. 100	74	77	85	79
Índice de Acidez	mg KOH/g	NBR 14448	máx. 0,50	2.45	2.88	0.98	2.10
Estabilidade à oxidação a 110°C,	h	EN 14112	mín. 8	1.2	0.87	1.6	1.22

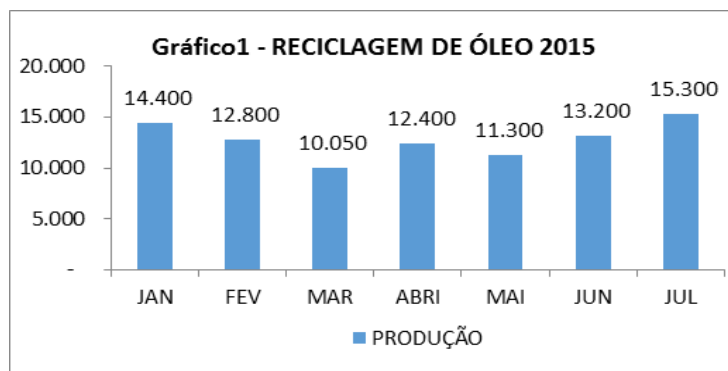
Fonte: Laboratório da UFAM, (2015).

Podemos observar na tabela 4, que as características do produto, não estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução ANP N. 14/2004, no entanto, a norma foi elaborada para utilização do biodiesel em % no combustível, ou seja, neste caso o produto será utilizado sem a mistura e não será comercializado, logo não há necessidade de atender os padrões normativos, não serão levados em considerações para efeito deste produto acabado.

IV.2 PRODUÇÃO MENSAL DA USINA DE BIODIESEL EM 2015

A empresa em estudo refinou cerca de 100.550,00 litros de biodiesel, utilizando como matéria-prima o óleo de cozinha, conforme gráfico 1, parte desse material seria descartado de forma inadequada causando poluição ambiental e outra parte seria destinada para fabricação de sabão e outra parte misturado no óleo diesel para queimar em caldeira.

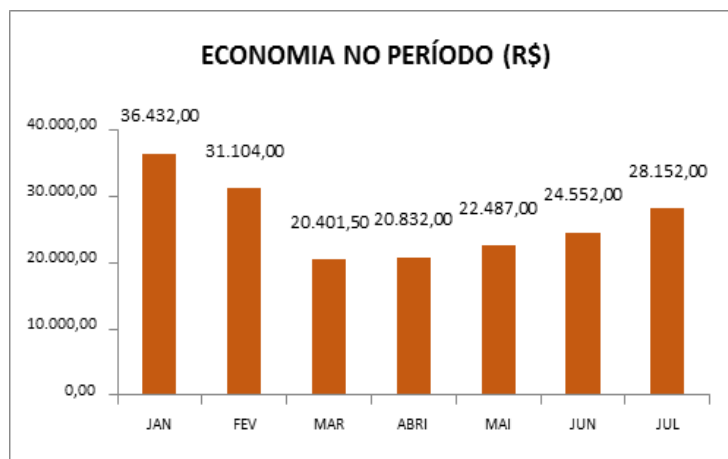
Gráfico 1 – Produção mensal do biodiesel.



Fonte: Autores, (2015).

O gráfico 2 demonstra uma variação de produção durante o período de janeiro a julho de 2015, onde é possível observar que a produção não está instável, interferindo na produção continuada do combustível.

Gráfico 2 – Economia mensal no Período.



Fonte: Autores, (2015).

O gráfico demonstra uma vantagem econômica durante o período de produção de jan a jul de 2015, esses valores correspondem aos valores que deixou-se de comprar Óleo Diesel comparando com o que foi produzido.

IV.3 CARACTERIZAÇÕES DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

O processo da produção de biodiesel aqui considerado, representa um óleo combustível vegetal, é obtido através da reação contínua de transesterificação. Esta reação é realizada em três etapas, com a adição de álcool etílico ou metílico, catalisador, soda caustica e ácido clorídrico.

O óleo é colocado de forma continuada ao primeiro reator, e o álcool e o catalisador são dosados em diferentes proporções a cada reator, promovendo a separação da glicerina em cada etapa.

Este tipo de processo garante maior eficiência e consequente rendimento da reação, pois a separação da glicerina ocorre nas três etapas, em diferentes proporções. Após a separação da glicerina, o álcool e o catalisador são reciclados e reaproveitados no processo, tornando assim o sistema bastante econômico.

Uma vez separados os componentes, biodiesel e glicerina, inicia-se a purificação da fase superior do éster (biodiesel) através da remoção do residual de álcool e água. A mesma situação ocorre com a glicerina, que resulta em um produto sob condições de destilação para se atingir uma qualidade superior. O estágio inicial da reação consiste da solvatação das moléculas do óleo por um excesso de reagente (álcool).

Isso ocorre lentamente devido à baixa afinidade entre os dois reagentes. Contudo, este estágio pode ser minimizado pela presença de éster, que, sendo um solvente mútuo, age como um agente de transferência entre fases.

Em um processo em batelada, no qual nenhum éster está inicialmente presente no meio reacional, a transesterificação requer um tempo de indução antes que uma quantidade apreciável de éster seja produzida. Por outro lado, em um processo contínuo, os dois reagentes são alimentados em um meio de reação contendo uma quantidade estável de éster e, a cinética global da reação é melhorada como resultado do rápido contato entre os dois reagentes.

O catalisador e o álcool que são utilizados no processo podem ser recuperados em quase sua totalidade, os custos de insumos são bastante reduzidos, além de baixo consumo de energia, vapor e água de resfriamento.

IV.4 FASES DO PROCESSO PRODUTIVO DE BIODIESEL

O processo mais comum de produção de biodiesel é a transesterificação. As etapas deste processo de produção são apresentadas no fluxograma da Figura 6.

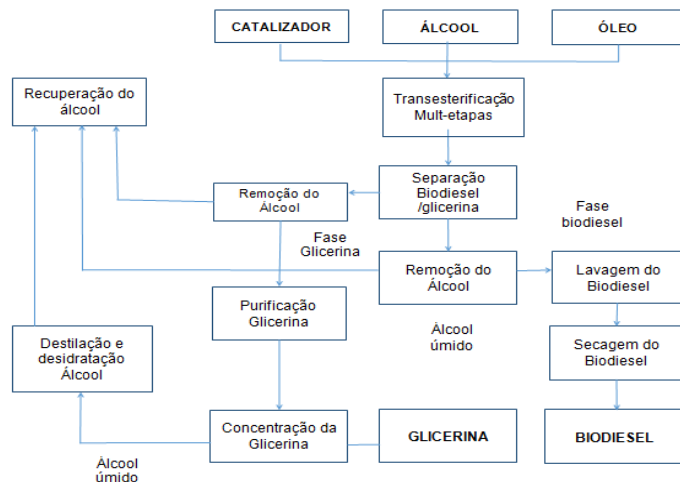


Figura 6 - Fluxograma do processo Produtivo.

Fonte: Autores, (2015).

De acordo com Biodieselbr Online (2010), o detalhamento do fluxo processo produtivo da figura 6, passa por várias etapas até chegar ao produto final que consiste em:

Preparação da Matéria Prima - Os procedimentos relacionados ao preparo da matéria-prima a ser processada, para a fabricação de biodiesel, objetivam criar as condições necessárias à efetivação da reação de transesterificação, com a máxima taxa de conversão. Para que a matéria a ser processada apresente o mínimo de umidade e de acidez, é realizado um processo de neutralização, através de uma lavagem com uma solução alcalina de hidróxido de sódio ou de potássio, seguida de uma operação de secagem ou desumidificação.

Processo de transesterificação - O processo de transesterificação representa a etapa da conversão do óleo ou gordura em ésteres metílicos de ácidos graxos, que constitui o biodiesel. A reação acontece na presença de um catalisador, o qual pode ser empregado, o hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH), usados em diminutas proporções.

Separação de fases - Após a reação de transesterificação que converte a matéria graxa em ésteres (biodiesel), a massa reacional final é constituída de duas fases, separáveis por decantação e/ou por centrifugação. A fase mais pesada é composta de glicerina bruta, impregnada dos excessos utilizados de álcool, de água, e de impurezas inerentes à matéria prima. A fase menos densa é constituída de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos, conforme a natureza do álcool originalmente adotado, também impregnado de excessos reacionais de álcool e de impurezas.

Recuperação do álcool da glicerina - A fase pesada, contendo água e álcool, é submetida a um processo de evaporação, eliminando-se da glicerina bruta esses constituintes voláteis, cujos vapores são liquefeitos num condensador apropriado.

Recuperação do álcool dos ésteres - Da mesma forma, separadamente, o álcool residual é recuperado da fase mais leve, liberando para as etapas seguintes, os ésteres metílicos ou etílicos.

Desidratação do álcool - Os excessos residuais de álcool, após os processos de recuperação, contêm quantidades significativas de água, necessitando de uma separação. A desidratação do álcool é feita normalmente por destilação.

Purificação dos ésteres - Os ésteres deverão ser lavados por centrifugação e desumidificados posteriormente, resultando finalmente o *biodiesel*, o qual deverá ter suas características enquadradas nas especificações das normas técnicas estabelecidas.

Desidratação da glicerina - As glicerinas brutas, resultantes do processo, mesmo com suas impurezas convencionais, já constitui um sub-produto vendável. No entanto, o mercado é muito mais favorável à comercialização da glicerina purificada. Quando o seu valor é ampliado. A purificação da glicerina bruta é feita por destilação a vácuo, resultando um produto límpido e transparente, denominado comercialmente de glicerina destilada.

Características técnicas dos insumos e produtos ácidos graxos - São ácidos mono carboxílicos de cadeia normal que apresentam o grupo carboxila (-COOH) ligado a uma longa cadeia alquílica, saturada ou insaturada. Como nas células vivas dos animais e vegetais os ácidos graxos são produzidos a partir da combinação de acetilcoenzima A, a estrutura destas moléculas contém números pares de átomos de carbono. Mas existem também ácidos graxos ímpares, apesar de mais raros.

As cadeias dos ácidos saturados são flexíveis e distendidas podendo associar-se extensamente uma com a outra através de interação hidrofóbica.

Glicerol - O glicerol é um composto orgânico pertencente à função álcool. É líquido a temperatura ambiente (25° C), higroscópico, inodoro, viscoso e de sabor adocicado, estando presente em todos os óleo e gorduras de origem vegetal ou animal. O termo glicerina refere-se a sua forma comercial com pureza acima de 95%, cujas aplicações se estendem ao setor alimentício, medicinal e têxtil, entre outros.

Etanol - O etanol, cuja fórmula molecular é CH₃CH₂OH, é um líquido incolor com peso molecular 46,07, tem sido descrito como um dos mais peculiares compostos orgânicos contendo oxigênio, dado sua combinação de propriedades como solvente, germicida, anti-congelante, combustível, depressivo, componente de bebidas, além de grande versatilidade como intermediário químico para outros produtos.

Sob condições ordinárias, é um líquido incolor e claro, volátil, inflamável, possuindo um odor agradável e característico. Suas propriedades físicas e químicas dependem primeiramente do grupo hidroxila, -OH, o qual imputa polaridade à molécula, além de promover interações intermoleculares via ligações de hidrogênio. Essas duas características ocasionam as diferenças observadas entre os alcoóis de baixo peso molecular (incluídos aí o metanol e o etanol) e os respectivos hidrocarbonetos.

Estudos de espectroscopia no infravermelho mostram que, no estado líquido, as ligações de hidrogênio são formadas

pela atração do hidrogênio da hidroxila de uma molécula pelo oxigênio da hidroxila da outra molécula. Tal efeito de associação faz com que o etanol no estado líquido se comporte como um dímero. No estado gasoso, entretanto, ele é um monômero.

Catalisador - O composto químico hidróxido de potássio, também conhecido como potassa cáustica é um hidróxido cáustico que tem a seguinte fórmula química: (KOH). Apresenta-se como um sólido branco, relativamente translúcido e em escamas fina praticamente incolor. Sua agregação está sempre em estado sólido. Possui muitas aplicações industriais e especiais. A maioria das aplicações explora sua reatividade com ácidos e suas características corrosivas.

O KOH é altamente básico, formando soluções fortemente alcalinas em água e outros solventes polares. Estas soluções são capazes de protonar muitos ácidos, mesmo os mais fracos.

Como um nucleófilo em química orgânica, tanto o KOH, como o NaOH, serve como uma fonte de OH⁻, um ânion altamente nucleofílico que ataca ligações polares tanto em materiais orgânicos como inorgânicos. Em sua, talvez, mais bem entendida reação, KOH aquoso.

IV.5 REAÇÕES DE TRANSESTERIFICAÇÃO DO PROCESSO DE BIODIESEL

Na reação de transesterificação (Figura 7) o triglicerídeo reage com um álcool simples (metanol ou etanol), formando ésteres (metílico ou etílico), que constituem o biodiesel, e glicerol.

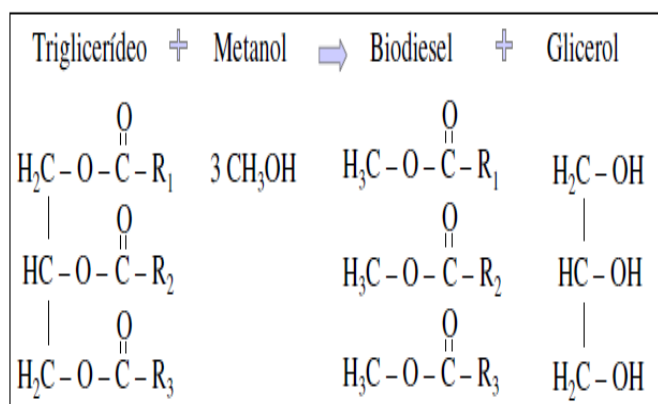


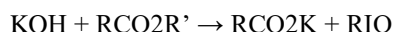
Figura 7 – Reação de transesterificação.

Fonte: [18].

Para [18], afirma que o álcool é adicionado em excesso a fim de permitir a formação de uma fase parada de glicerol e deslocar o equilíbrio para um máximo rendimento de biodiesel, devido ao caráter reversível da reação.

A reação pode ser catalisada por bases (NaOH, KOH, carbonatos ou alcóxidos), ácidos (HCl, H₂SO₄ e HSO₃-R) ou enzimas (lípsases). Ela ocorre de maneira mais rápida na presença de um catalisador alcalino que na presença da mesma quantidade de catalisador ácido, observando-se maior rendimento e seletividade, além de apresentar menores problemas relacionados à

corrosão dos equipamentos. Os catalisadores mais eficientes para esse propósito são KOH e NaOH. A catálise básica homogênea é a mais empregada comercialmente na fórmula abaixo.



Quando R é uma cadeia longa, o produto é chamado de um sabão de potássio. Esta reação é pelo toque "oleoso" que o KOH dá quando tocado – gorduras sobre a pele são rapidamente convertidas a sabão e glicerol

IV.6 CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS, MATÉRIA PRIMA E INSUMOS, CONFORME NR 20

Tabela 3 - Características dos produtos.

MATERIAL	CLASSE	PONTO DE FULGOR
Biodiesel	Líquido combustível classe III	100,0 °C
Glicerol	Líquido combustível classe III	176,8 °C
Óleo Vegetal	Líquido combustível classe III	100,0 °C
Etanol	Líquido inflamável classe I	13,0 °C

Fonte: Autores. (2015).

Na tabela 2 podemos observar com base na NR 20, que a classificação do óleo se enquadra como classe III e esta é compatível com biodiesel inclusive em relação ao ponto de fulgor.

IV.7 BENEFÍCIOS SECUNDÁRIOS

Em detrimento aos objetivos da Empresa em Estudo, implementou seu programa de coleta de óleo residual de fritura, objetivando a aquisição da matéria prima necessária à sua cadeia produtiva. Este programa leva em consideração a aquisição do óleo residual de fritura. O primeiro modo de comercialização, denominado por compra direta, visa à aquisição da matéria prima diretamente de catadores de óleo, seja por meio de cooperativas ou catadores autônomos. O segundo modo de aquisição, denominado por compra intermediária, visa à formação de uma cadeia de geração de empregos indiretos, onde foram formatados contratos com profissionais autônomos, quais deverão explorar o mercado privado na busca da matéria prima, adquirindo diretamente este produto no mercado regional.

O terceiro modo de aquisição, denominado por permuta beneficente, visa adquirir a matéria prima oriunda de doações para entidades públicas ou privadas. As doações do óleo usado, foram incentivadas por meio de palestras realizadas em escolas, empresas e órgão ambiental, buscando a conscientização da sociedade no tocante as questões ambientais envolvidas e, benefício social do ponto de vista econômico, sempre a favor do órgão ou entidade declinada pela administração municipal.

A razão de troca será diretamente proporcional a quantidade de óleo arrecadada e, o aporte financeiro será revertido em compra de produtos e insumos solicitados pela administração pública, a favor do órgão ou autarquia indicada.

IV.8 BENEFÍCIOS DECORRENTES DA CADEIA PRODUTIVA

De acordo com [18], O biodiesel reduz 78% das emissões poluentes como o dióxido de carbono que é o gás responsável pelo efeito de estufa que está alterando o clima à escala mundial, e 98% de enxofre na atmosfera. A utilização do Biodiesel oferece grandes vantagens sustentáveis para o meio ambiente, principalmente em grandes centros urbanos, tendo em vista que a emissão de poluentes é menor que a do óleo diesel. As emissões de monóxido e dióxido de carbono, enxofre e material particulado são inferiores às do diesel convencional. Nos Estados Unidos, os combustíveis consumidos por automóveis e caminhões são responsáveis pela emissão de 67% do monóxido de carbono - CO, 41% dos óxidos de nitrogênio - NOx, 51% dos gases orgânicos reativos, 23% dos materiais particulados e 5% do dióxido de enxofre - SO2. Além deste fato, o setor de transportes também é responsável por quase 30% das emissões de dióxido de carbono - CO2, um dos principais responsáveis pelo aquecimento global. A concentração de dióxido de carbono na atmosfera tem aumentado cerca de 0,4% ao ano. Desta forma, o biodiesel permite que se estabeleça um ciclo fechado de carbono no qual o CO2 é absorvido quando a planta cresce e é liberado quando o biodiesel é queimado na combustão do motor.

A emissão de CO2, é um dos principais gases causadores do efeito estufa, é reduzida em 7% na utilização de B5 (5% de biodiesel e 95% de diesel), 9% na utilização de B20 e 46% no caso do uso de biodiesel puro. As emissões de materiais particulados e fuligens são reduzidas em até 68% com o uso de biodiesel, e há queda de 36% dos hidrocarbonetos não queimados. Outro aspecto extremamente significativo é a redução nos gases de enxofre - que são os causadores da chuva ácida -, de 17% para o B5, 25% para o B20 e 100% para o biodiesel puro, uma vez que, diferentemente do diesel de petróleo, o biodiesel não contém enxofre. Desta forma, as principais razões de se utilizar o biodiesel podem ser resumidas como: “Cada vez mais o preço da gasolina, diesel e derivados de petróleo tendem a subir; a cada ano o consumo aumenta e as reservas diminuem. Além do problema físico, há o problema político: a cada ameaça de guerra ou crise internacional, o preço do barril de petróleo dispara.

O efeito estufa, que deixa nosso planeta mais quente, devido ao aumento de dióxido de carbono na atmosfera. A queima de derivados de petróleo contribui para o aquecimento do clima global por elevar os níveis de CO2 na atmosfera. “Desta forma o biodiesel apresenta vantagens socioeconômicas em conjunto com o desenvolvimento sustentável, a criação de novos empregos e o principal, a proteção do meio ambiente.

V. CONCLUSÃO

Conclui-se, que a produção de biodiesel através do óleo pós-consumo, proporcionou um resultado ambiental satisfatório

para o meio social e ambiental, pois colabora para diminuir a poluição, reduzindo impactos ambientais e o efeito estufa, contribuindo socialmente para geração de empregos e renda.

Utilizar o óleo descartado de fritura para refino é de suma importância para a produção de combustível ou geração de energia, o óleo pós passar pelo processo de refino, demonstrou um potencial de redução de impactos e recursos naturais muito satisfatório, ou seja, sem dúvida pode ser utilizado como alternativa adequada para todo o Estado e Município do Amazonas, evitando que seja despejado de maneira muitas vezes inadequada ao meio ambiente.

Finalmente, é importante ressaltar que um programa de substituição de óleo diesel por biodiesel produzido a partir de óleo de fritura dependeria de vários fatores, uma desses fatores e a criação de um eficiente sistema de coleta de óleos usado na cidade, o que certamente encontra-se distante da nossa realidade atual. No entanto, devido à compatibilidade observada dentre os ésteres obtidos de óleo novo e usado, pode-se perfeitamente recomendar que, em processos industriais de produção de biodiesel para a empresa em estudo é extremamente importante.

A introdução do biodiesel, demanda, portanto de investimentos em todo processo da cadeia produtiva, para que possam se garantir a disponibilidade da matéria-prima com qualidade, com isso, pode-se ter uma perspectiva de retorno do capital investido no processo tecnológico e na sustentabilidade do abastecimento durante toda necessidade. Porém, o problema da logística de coleta, a falta de conscientização dos geradores ainda preocupa a empresa produtora de biodiesel, interessada nesta matéria prima de custo zero. Para tanto e, de forma a promover mecanismos legais de viabilidade é recomendável que se crie uma legislação para a disposição deste, dando sustentação ao mecanismo de educação ambiental, logística de transporte e a cumulação.

Após observar o comportamento do óleo em sua fase final pode-se perceber que a reciclagem do óleo de cozinha é uma das alternativas favorável a preservação do meio ambiente, da sociedade e da sobrevivência empresa bem seguro. Desta forma, o trabalho alcançou as expectativas, mostrando que é possível preservar o meio ambiente, utilizando técnicas simples e com o apoio correto incluindo a sociedade e órgãos ambientais.

Para a empresa em estudo, utilizar esse combustível alternativo e sem dúvida uma questão de sobrevivência no mercado atual, aonde os preços do combustível (diesel) vem aumentando constantemente, os ganhos obtidos com a substituição do combustível (diesel) pelo biodiesel produzido em sua planta, chega à ordem de até 60% de economia, além de contribuir para a redução de emissões atmosféricas produzidas pelos veículos da frota interna.

Mas, ressalta que os custos dos insumos ainda representam um valor muito significativo na produção, necessitando de incentivos e políticas para evitar que o processo se torne cada vez mais elevadas, comparado ao combustível não renovável.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1].LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- [2].LUSTOSA, M. C. J. **Industrialização, meio ambiente, inovação e competitividade**. In: MAY, P. H. (org.) **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- [3].MACEDO, I.C. e Nogueira, L.A.H., **Diretrizes de Política de Agroenergia 2006-2011**, *Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério de Minas e Energia*, Brasília, Brasil, 2006, 34p.
- [4].FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. INEA – Instituto Estadual do Ambiente – Rio de Janeiro. **Qualidade da água. Disponível em:** <http://www.feema.rj.gov.br/qualidade-agua.asp?cat=75>. Acesso em: 23 de out. 2010.
- [5].LAGOS, Mariana, PONCHIROLLI. Osmar, Curitiba, Ano 2009, Caderno de iniciação científica, 10ºPAIC p.103 a 133, **Assunto: Impactos socioambientais da produção de biodiesel a partir de óleo residual de fritura**.
- [6].**DECRETO** n.º 0815, de 30 de março de 2011, regulamentado pela Lei n.º 1.536, de 07 de dezembro de 2010.
- [7].MITTELBAACH, M. & P. TRITTHART: **Diesel fuel derived from vegetable oils, III. Emission tests using methyl esters of used frying oil**. JAOCS, Vol. 65, n.º 7, p. 1185- 1187, 1988.
- [8].NETO, P.R C.; ROSSI, L.F.S.; ZAGONEL, G.F.; RAMOS, L.P., **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras**. Química Nova, 23(4), p. 531-537, 2000.
- [9].FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A. **Biodiesel de soja – Taxa de conversão em Ésteres Etilícos, Caracterização Físico-Química e Consumo em Gerador de Energia**. Química Nova, 28(1), p.19-23, 2005.
- [10].DABDOUB, M.J., **Biodiesel em casa e nas Escolas: Programa coleta de óleos de fritura**, 2006.
- [11].SANTOS, R. S. **Gerenciamento de resíduos: coleta de óleo comestível. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso** (Tecnologia em Logística) – Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, 2009.
- [12].MURTA, A. L. S.; GARCIA, A. **Reaproveitamento de óleo residual de fritura para produção de biodiesel na marinha**. 2009. Acesso em: 14setembro 2015.
- [13].REFAAT, A. A. *et al.* **Production optimization and quality assessment of biodiesel from waste vegetable oil**. *Environmental Science Technology*, v. 5, n. 1, p. 75-82, 2008.
- [14].COSTA NETO, PEDRO R. *et al.* **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras**. Curitiba, setembro de 2000.

[15].NOGUEIRA, Guilherme Ribeiro; BEBER, Jeanette. **Proposta de metodologia para o gerenciamento de óleo vegetal residual oriundo de frituras.** Disponível em: http://www.unicentro.br/graduacao/deamb/semana_estudos/pdf_09/PROPOSTA%20DE%20METODOLOGIA%20PARA%20O%20GERENCIAMENTO%20DE%20D3LEO%20VEGETAL%20RESIDUAL%20ORIUNDO%20DE%20FRITURAS.pdf.

[16].REGITANO-D'ARCE, M. A. B. A química dos lipídeos: fundamentos para a geração de biodiesel. In: CÂMARA, G. M. S.; HEIFFIG, L. S. (coord.). **Agronegócio de Plantas Oleaginosas: Matérias-Primas para Biodiesel.** Piracicaba: ESALQ. P.181-191. 2006.

[17].KNOTHE, G., GERPEN, J.V., KRAHL, J., RAMOS, L.P. **Manual do Biodiesel,** Edgard Blücher, São Paulo, 2006.

[18].BIODIESELBR. **Diesel com 5% de biodiesel começa a ser vendido (04/01/2010).** Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/diesel-b5-biodiesel-comeca-vendido-04-01-10.htm>. Acesso em: 10 jan. 2015.