

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL
– MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM GESTÃO E TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

Eder dos Santos

**GESTÃO DO USO DE ÓLEOS VEGETAIS EM RESTAURANTE
VISANDO A PRODUÇÃO MAIS LIMPA – COM ÊNFASE NA
PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Santa Cruz do Sul, março de 2009.

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Eder dos Santos

**GESTÃO DO USO DE ÓLEOS VEGETAIS EM RESTAURANTE
VISANDO A PRODUÇÃO MAIS LIMPA – COM ÊNFASE NA
PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental – Mestrado, Área de Concentração em Gestão e Tecnologia Ambiental, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dra. Rosana de Cassia de Souza Schneider

Santa Cruz do Sul, março de 2009

Eder dos Santos

**GESTÃO DO USO DE ÓLEOS VEGETAIS EM RESTAURANTE
VISANDO A PRODUÇÃO MAIS LIMPA – COM ÊNFASE NA
PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental – Mestrado, Área de Concentração em Gestão e Tecnologia Ambiental, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Dra. Marta Regina dos Santos Nunes
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Dr. Ênio Leandro Machado
Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC

Dra. Rosana de Cássia de Souza Schneider
Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC
Orientadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, por ter me dado saúde, persistência e fé para a realização de mais este trabalho em minha vida.

Quero aqui expressar a minha profunda gratidão a todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Em especial, a professora Dra. Rosana de Cássia de Souza Schneider pela orientação, pela dedicação, pela amizade, pelos incentivos constantes, pela confiança depositada no meu trabalho e por sua experiência e conhecimento transmitidos ao longo deste período, meu sincero e especial agradecimento. Agradeço também, a Rodrigo Klamt pela amizade e auxílio na realização deste trabalho. Aos professores Dr. Ênio Leandro Machado, Dra. Adriane Lawisch Rodríguez e a Dra. Tânia Nunes da Silva que generosamente aceitaram participar da banca de defesa.

Aos meus pais, familiares e amigos, que incansavelmente me acompanharam e me deram forças, alimentando meu ânimo, com palavras de carinho e incentivo que me ajudaram a cumprir os desafios.

Por fim, agradeço aos funcionários e gerentes dos Restaurantes, por ter acreditado no meu trabalho, para que este tivesse êxito.

Por tudo isso, serei eternamente grato.

"O homem que tem coragem de desperdiçar uma hora do seu tempo não descobriu o valor da vida."

(DARWIN, R. C.; 1809-1882)

RESUMO

O processo de fritura é uma operação que confere aos alimentos características de odor, sabor, cor e textura. O óleo pode se tornar um ingrediente capaz de introduzir alterações químicas provocadas pelo aquecimento prolongado. Este trabalho tem como objetivo desenvolver estratégias de gestão do uso de óleos vegetais em restaurante através de oportunidades de Produção Mais Limpa – PML, visando minimização do consumo de energia e matérias-primas, e o reaproveitamento de resíduos para a produção de biocombustíveis. Neste trabalho, estudou-se o óleo de soja utilizado em fritura de imersão em dois restaurantes, visando avaliar em que condições o óleo de fritura é descartado e relacionar estas condições com o seu uso como matéria-prima para a produção de biodiesel. Como resultado obteve-se materiais com diferentes graus de oxidação e material contaminante, identificando-se que o óleo descartado após muito uso, pode ser inadequado para a alimentação animal, motivo para o qual são coletados em restaurantes da região, e exigem mais cuidados para a produção de biodiesel. Baseado na produção mais limpa foi proposto medidas para reduzir ações impactantes ao meio ambiente durante as fases do processo de fritura como: controlar o estoque, adquirir matérias primas de acordo com as necessidades, substituir equipamentos que apresentam desgastes, substituir matérias-prima, reenviar às embalagens de matérias primas usadas aos fornecedores, prover treinamento de funcionários, reutilizar embalagens ou reciclar as não utilizáveis no processo e encaminhar os resíduos orgânicos para transformação em fertilizantes.

Palavras-Chave: Biodiesel; Óleos de Soja; Fritura; PML

ABSTRACT

The process of frying is an operation that provides characteristics of scent, flavor, color and texture to food. The oil can become an ingredient capable of introducing chemical changes provoked by a lingering warming. This work has the objective to develop strategies of management of the usage of vegetable oils in restaurants through opportunities of Cleaner Production – CP, viewing the minimization of consumption of energy and raw materials, and the reuse of waste for the production of biofuels. In this work, it was studied the soybean oil used in frying of immersion in two restaurants, viewing to evaluate in what conditions the oil used for frying is discarded and relating these conditions with its use as raw material for the production of biodiesel. As a result, materials with different degrees of oxidation and contaminant material were obtained, and it was identified that the oil that was discarded after being used for too long can be inadequate for feeding animals, and for this reason they are collected in restaurants of the region, and they demand more care for the production of biodiesel. Based on a cleaner production, measures were proposed to reduce any action that could have an impact on the environment during the process of frying. These measures were: control of stock, acquire raw materials according to the necessity, replace the equipments showing wear, replace raw materials, forward the packaging of the raw materials used to the suppliers, provide training to the workers, reuse packaging or recycle the ones that won't be reused in the process and forward the organic wastes to be transformed into fertilizers.

Key words: Biodiesel; Soy bean Oil; Frying; CP

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia de implantação da produção mais limpa.	20
Figura 2 - Fluxograma da geração de opções de produção mais limpa.	21
Figura 3 - Equipamento desenvolvido na UNISC para produção de biodiesel em escala piloto.	43
Figura 4 - Fluxograma de processo da fritura de alimentos em restaurante.	47
Figura 5 - Material polar total do óleo de fritura do restaurante A.	51
Figura 6 - Material polar total do óleo de fritura do restaurante B.	51
Figura 7 - Avaliação Qualitativa de Impactos Ambientais, conforme critérios de espaço, valor, ordem, tempo, dinâmica e plasticidade.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Métodos de especificação do biodiesel.	41
Tabela 2: Determinação dos Materiais Polares Totais do Restaurante A.....	49
Tabela 3: Determinação dos Materiais Polares Totais do Restaurante B.....	50
Tabela 4: Matriz de identificação qualitativa dos impactos ambientais do processo de fritura de alimentos em restaurante.....	55
Tabela 5: Especificação do biodiesel produzido a partir de óleo de fritura coletado no restaurante A.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS

ACV	Análise de Ciclo de Vida
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ANP	Agência Nacional do Petróleo
AOCS	<i>American Oil Chemists Society</i>
CNTL	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MPT	Material Polar Total
NTA	Normas Técnicas Especiais Relativas a Alimentos
OGR	Óleos e Gorduras Residuais
PML	Produção Mais Limpa
PCI	Poder Calorífico Inferior
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
USEPA	Agência de Proteção Ambiental Norte Americana

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
1.1 Produção Mais Limpa em Setores de Serviços e Alimentação.....	16
1.1.1 Gestão Ambiental.....	16
1.1.2 Produção Mais Limpa nas Organizações.....	18
1.1.3 Matriz de Interação de Leopold.....	23
1.1.4 Meio Ambiente e o Setor de Restaurantes.....	24
1.2 Óleos Vegetais Utilizados no Processo de Fritura em Imersão.....	25
1.3 Biodiesel	31
2 METODOLOGIA.....	38
2.1 Delineamento da Pesquisa	38
2.2 Avaliação dos Óleos Utilizados no Processo de Fritura.....	39
2.3 Proposições de Produção Mais Limpa.....	40
3 RESULTADOS	44
3.1 Perfis Produtivos dos Restaurantes.....	44
3.1.1 Restaurante A	44
3.1.2 Restaurante B	45
3.1.3 Processo de Fritura.....	46

3.2 Avaliação dos Óleos de Fritura.....	48
3.3 Descrição do Processo de Fritura de Alimentos nos Restaurantes em Estudo	54
3.4 Proposições ao Óleo de Fritura Residual para Produção de Biodiesel.....	59
CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS.....	65
ANEXO A: Questionários Aplicados nos Restaurantes em Estudo.....	76

INTRODUÇÃO

Com a evolução dos tempos vem surgindo novos hábitos sociais de consumo alimentar. Essa mudança no comportamento do consumidor contribuiu para o desenvolvimento do comércio de refeições e alimentos, mas trouxe uma preocupação a mais para aos profissionais responsáveis pelos estabelecimentos: garantir a qualidade dos produtos e serviços fornecidos aos clientes (AKUTSU et al., 2005; BELLIZZI, et al., 2005)

No processo de transformação de matérias-primas, efetuado pelos restaurantes, são utilizadas várias formas de energia e são gerados diversos resíduos, como os óleos utilizados no processo de fritura, o que pode causar impactos negativos ao meio ambiente. Desta forma, a análise da atividade produtiva de um restaurante é de fundamental importância para minimizar os desperdícios, principalmente das matérias-primas utilizadas para esta atividade.

Isto também é relevante porque a região do Vale do Rio Pardo composta por 22 municípios, conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2006) possui 1.666 estabelecimentos comerciais produtores de alimentos. Além disso, através de informações comerciais sobre capacidade das fritadeiras, do trabalho experimental e do levantamento de dados realizado nos restaurantes é possível estimar que todos que utilizam o processo de fritura na produção de alimentos tem uma produção de no mínimo 15 litros de óleo residual mês por estabelecimento, considerando a menor capacidade das fritadeiras comerciais,

teríamos um potencial produtivo de aproximadamente 24.990 litros semana de óleo para coleta, sem considerar o óleo residual gerado nas residências e o óleo de restaurantes maiores que chegam a mais de 50 L mensais conforme observações realizadas em restaurantes da região.

Na busca de alternativas ambientalmente sustentáveis para diminuir as emissões causadas pelos combustíveis fósseis, o biodiesel de óleos residuais de fritura é forte candidato, pois é biodegradável e não tóxico, tem baixo nível de emissões e, portanto, é ambientalmente benéfico. (BHATTI et. al., 2008; MARCHETTI e ERRAZU, 2008; KIWIJAROUN, TUBTIMDEE e PIUMSOMBOON, 2008; SHARMA e SINGH, 2008)

Perante o grande consumo de recursos naturais, cada vez mais as organizações estão incorporando em suas estratégias o conceito de sustentabilidade e produção mais limpa, pois são alvos de novas expectativas quanto as suas responsabilidades para com a sociedade, como agentes que dispõem de recursos tecnológicos e financeiros para uma atuação mais rápida, efetiva e eficaz na solução dos problemas ambientais e sociais.

Partindo disso, as organizações têm adotado diversas estratégias de manufatura e serviços (produção enxuta e gerenciamento da cadeia de suprimentos) para tornar suas operações mais eficientes e assim globalmente competitivas. O uso integrado e simultâneo de práticas de Produção Mais Limpa nas organizações permite melhorar os níveis de produtividade e competitividade, com produtos de melhor qualidade ao tempo em que preservam o meio ambiente através do uso racional das matérias primas e recursos energéticos. Priorizando ações preventivas para eliminação ou minimização de perdas ainda na fonte geradora. (KIPERSTOCK et. al, 2001)

Para os administradores de restaurantes esta tendência de produzir de forma sustentável ainda é incipiente e a área carece de iniciativas que promovam a inserção de novos conceitos sustentáveis e igualmente produtivos. Desta forma, esta dissertação tem como objetivo geral desenvolver estratégias de gestão do uso de óleos vegetais em restaurante visando o reaproveitamento de resíduos para a

produção de biocombustíveis e minimização do impacto ambiental do processo de fritura. Como objetivos específicos podem ser elencados as seguintes propostas:

- Potencializar a recuperação dos óleos vegetais para produção de biocombustíveis.
- Fazer um prognóstico de produção mais limpa na etapa de fritura de alimentos em restaurantes.
- Avaliar a qualidade do óleo de fritura residual de dois restaurantes da região.
- Propor estratégias de uso de óleos vegetais residuais de processos de fritura para produção de biocombustíveis.
- Produzir biodiesel a partir do óleo de fritura coletado nos restaurantes em estudo.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Produção Mais Limpa em Setores de Serviços e Alimentação

1.1.1 Gestão Ambiental

Com uma visão puramente econômica proporcionada pela globalização, às empresas num contexto geral estão buscando a qualquer custo permanecerem no mercado competitivo, o que proporciona inúmeros riscos para o meio ambiente, a sociedade e até mesmo para a própria economia. Harmonizar a pressão do mercado por produtos e serviços inovadores e competitivos com a demanda da população por melhor qualidade de vida é o grande desafio com que se defrontam as empresas atualmente.

As técnicas de fim de tubo, segundo Andrade (2001), consistem em tratar o passivo gerado de modo a atender a legislação vigente e transformar certas formas de poluição em outros produtos que causem menores impactos (exemplos: filtros podem limpar a água ou ar contaminado, mas por outro lado, geram resíduos sólidos igualmente tóxicos). Estas técnicas vêm sendo substituídas desde o início da década de 1990 pelo conceito da prevenção da poluição através da utilização eficiente dos recursos. Diversos conceitos como: produção mais limpa, desenvolvimento sustentável, *eco-design*, eco-eficiência entre outros surgiram como interfaces para possibilitar a integração entre o desempenho econômico e

ambiental.

Na sociedade contemporânea há uma crescente vontade de encontrar alternativas para os problemas socioambientais, refletindo essa demanda na busca de soluções do que se denomina consumo sustentável, isto é, de um lado a oferta de bens e serviços com menor impacto no meio ambiente, e de outro lado, o atendimento de critérios sociais. O desenvolvimento sustentável é uma abordagem que usa os recursos naturais de tal maneira que as necessidades futuras das empresas e sociedade não sejam comprometidas. Assim, o desenvolvimento sustentável procura encontrar o equilíbrio entre o crescimento econômico e a proteção ambiental. (ANDRADE, MARINHO e KIPERSTOK, 2001)

O grande desafio da sustentabilidade em termos de Consumo Sustentável está na forma que os bens e serviços são projetados e planejados, para que na etapa pós-consumo, o produto possa atender a demanda de reintrodução no ciclo do mercado, minimizando a necessidade de utilização de novas matérias-primas ou agregação de mais energia. Para tanto, o que realmente importa é a consciência de que o planeta possui limites em termos de uso e exploração de seus recursos naturais e quanto a sua capacidade de absorver poluição.

O conceito de prevenção da poluição, definido pela Agência de Proteção Ambiental Norte Americana - USEPA (2004), inclui: “o uso de materiais, processos e práticas que reduzam ou eliminem a geração de poluentes ou resíduos na fonte; medidas que reduzam o uso de materiais perigosos e recursos; práticas que protejam os recursos naturais pela sua conservação ou uso mais eficiente”.

Partindo disso, as organizações têm adotado diversas estratégias de manufatura e serviços (produção enxuta e gerenciamento da cadeia de suprimentos) para tornar suas operações mais eficientes e assim globalmente competitivas. O uso integrado e simultâneo de práticas de produção mais limpa nas organizações permite melhorar os níveis de produtividade e competitividade, gerando produtos de melhor qualidade ao mesmo tempo em que preservam o meio ambiente através do uso racional das matérias primas e recursos energéticos.

1.1.2 Produção Mais Limpa nas Organizações

Com a evolução das tecnologias da informação, a sociedade está se tornando cada vez menos disposta a consumir produtos e serviços que poluem o meio ambiente. O mercado não aceita o descaso no tratamento dos recursos naturais, e os consumidores estão interessados em produtos limpos. A legislação torna-se mais severa, imprimindo sanções aos infratores, obrigando as organizações a encarar com seriedade e responsabilidade a variável ambiental em sua estratégia operacional.

A implantação de metodologias de prevenção da poluição nas empresas vem sendo proposta como estratégia eficaz para prevenir os desperdícios de matérias-primas e energia, convertidos em resíduos sólidos, líquidos e emissões gasosas, responsáveis por acrescentar custos aos processos produtivos e gerar problemas ambientais.

A adoção de estratégias de prevenção de resíduos nas empresas conduz a uma redução da quantidade e, ou periculosidade dos resíduos gerados, associada a benefícios econômicos resultantes da diminuição do consumo de matérias-primas, produtos auxiliares e energia, bem como, redução dos custos de tratamentos finais de efluentes e resíduos. Getzner (2002) ressalta que as tecnologias limpas levam a um aumento de produtividade, resultante da economia de custos e racionalização dos resultados nos processos produtivos.

Neste sentido, surge como opção a produção mais limpa, que segundo Nascimento (2005), tem por finalidade: o aumento da eficiência dos processos, aumento da produtividade, redução dos custos operacionais, melhoria da imagem pública, redução dos riscos ambientais e melhoria do desempenho financeiro.

No contexto ambiental, a produção mais limpa propicia um decréscimo exponencial quanto aos impactos ambientais, permitindo um maior conhecimento dos riscos que a empresa traz a natureza, a redução de resíduos, efluentes e gases tóxicos e também melhores condições de saúde e segurança aos trabalhadores e a população (GETZNER, 2002).

A produção mais limpa consiste na aplicação contínua de uma estratégia preventiva, econômica, ambiental e tecnológica agregada aos processos e produtos, objetivando maior eficiência no uso das matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em todos os setores produtivos. (COELHO, KIPERSTOK e MEIRA, 2002; PNUMA, 2002)

Conforme Andrade (2001) os benefícios das organizações que aplicam a produção mais limpa em seu sistema de produção são de extrema relevância, pois consiste em: benefícios financeiros, ambientais e sociais. Assim, os resíduos, com a aplicação da produção mais limpa, serão diminuídos ao máximo, trazendo economia na produção, assim como a otimização do uso de recursos dos meios físicos, bióticos e antrópicos, dando-se ênfase a redução do uso de água e energia.

Para implementar o programa de produção mais limpa há vários obstáculos na sociedade para serem superados, dos quais podem ser citados: barreiras organizacionais, sistêmicas, culturais, técnicas e até mesmo econômicas.

A produção mais limpa é uma forma de produzir melhor, gastando menos, e a alteração em um processo nem sempre necessita de investimentos financeiros. Desta forma, a produção mais limpa propõe que as empresas invistam em tecnologias para redução de resíduos. Para isto, existem metodologias que auxiliam estes processos.

Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas - SEBRAE (2004), a metodologia da produção mais limpa, esquematizado na Figura 1 envolve as seguintes etapas:

- Planejamento e organização: comprometimento da direção e dos funcionários, bem como a formação de equipes de trabalho;
- Pré-avaliação e diagnóstico: estabelecimento de metas para produção mais limpa e elaboração de fluxogramas, com avaliação de entradas e saídas;
- Avaliação da produção mais limpa: identificar as ações que podem ser implementadas imediatamente e as que necessitam de análises adicionais

mais detalhadas, através de balanços materiais, de energia e informações das fontes e causas da geração de resíduos e emissões;

- Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental: selecionar as oportunidades viáveis e documentar os resultados esperados;
- Implementação e plano de continuidade: implementar as opções selecionadas e assegurar atividades que mantenham a produção mais limpa, monitorar e avaliar as oportunidades implementadas, assim como planejar atividades que assegurem a melhoria contínua com a produção mais limpa.

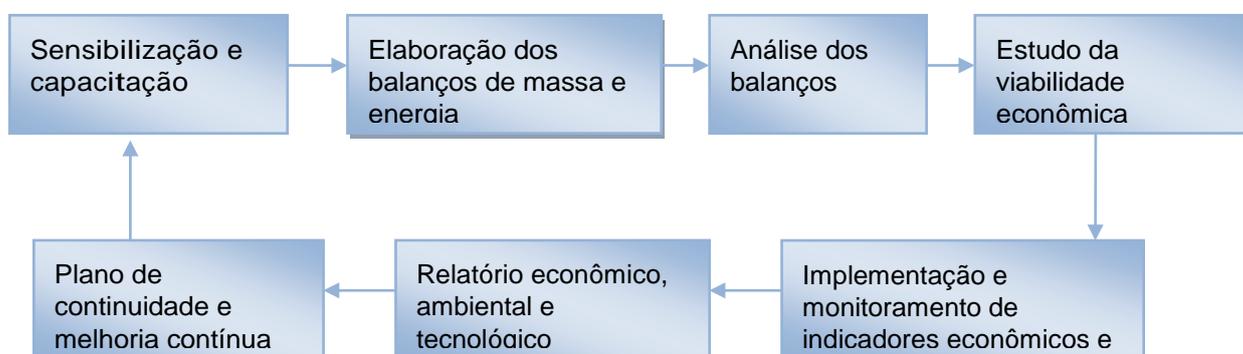


Figura 1 - Metodologia de implantação da produção mais limpa.

Fonte: SEBRAE,2004.

Portanto, o uso de ferramentas de Avaliação de Impactos Ambientais que proporcionem o desenvolvimento e uso de tecnologias ecológicas, bem como a melhoria contínua dos processos produtivos, trazem melhoras para os cenários sócio-econômicos e ambientais para os atores sociais do empreendimento, eficiência e competitividade para a empresa.

Embasado nas causas da geração de resíduos, são possíveis alterações em vários níveis de atuação e aplicações de estratégias visando ações de produção mais limpa, conforme demonstra a Figura 2.

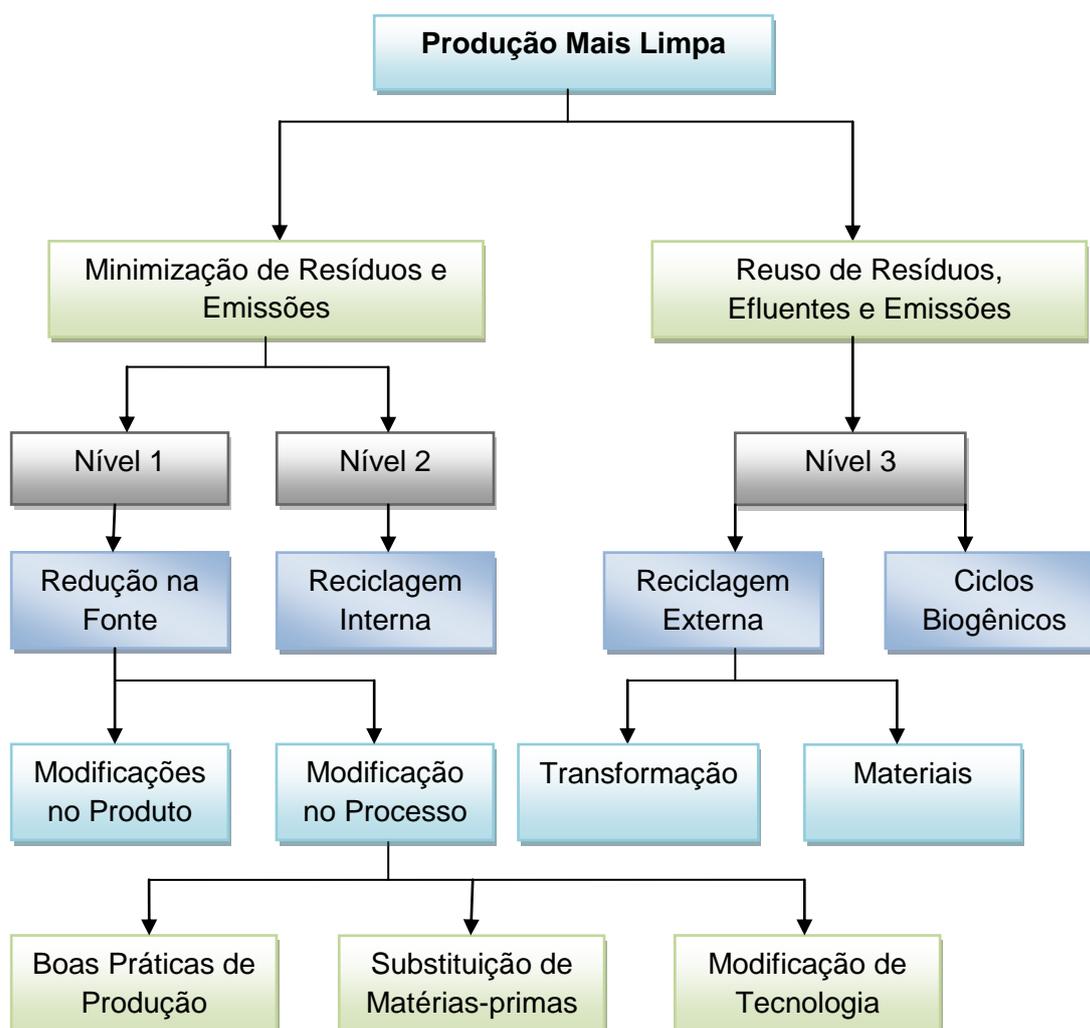


Figura 2 - Fluxograma da geração de opções de produção mais limpa.

Fonte: Adaptado de Serviço Nacional de Aprendizado Industrial – SENAI, 2003.

No **nível 1** temos a redução na fonte onde, primeiramente deve ser proporcionado preferências as medidas que busquem resolver o problema na fonte. Estas incluem modificações tanto no processo de produção quanto no próprio produto. As alterações no produto podem levar a uma situação ecológica melhorada em termos de produção, utilização e disposição do produto.

Conforme o SENAI-RS (2003a) a modificação no produto pode incluir:

- Substituição completa do produto;
- Aumento da longevidade;
- Substituição de materiais;
- Modificação do design do produto;

- Uso de materiais recicláveis e reciclados;
- Substituição de componentes críticos;
- Redução do número de componentes;
- Viabilização do retorno de produtos;
- Substituição de itens do produto;
- Alteração de dimensões para um melhor aproveitamento da matéria– prima.

Além disso, podem ser introduzidas alterações no processo de produção, com o objetivo de reduzir resíduos, efluentes e emissões. As medidas deste tipo podem ser as boas práticas de produção mais limpa: mudança de matérias primas e processo, e modificações tecnológicas.

A redução na fonte define-se como o uso cauteloso de matérias-primas e dos processos, abrangendo mudanças organizacionais. Em sua grande maioria, estas são as medidas economicamente mais atraentes e podem ser colocadas em prática de forma extremamente simples.

Alguns exemplos de boas práticas de produção mais limpa são: mudança na dosagem e na concentração de produtos; maximização da utilização da capacidade do processo produtivo, reorganização dos intervalos de limpeza e manutenção, eliminação de perdas devido à evaporação e vazamentos, elaboração de manuais de boas práticas operacionais, treinamento e capacitação de pessoal, padronização de operações e procedimentos. Constituindo em mudança de matérias-primas e auxiliares de processo: matérias-prima tóxicas ou com problemas de reciclagem podem ser substituídas por outras menos prejudiciais, auxiliando para diminuição de resíduos e emissões; e modificações tecnológicas nas quais se considera as transformações que podem ser relativamente simples ou até referentes ao tempo gasto nas operações, consumo de energia ou na utilização de matérias primas. (SENAI, 2003b).

A reciclagem interna consiste no **nível 2**, no qual os resíduos que não podem ser evitados com a ajuda das medidas classificadas como de nível 1, devem ser reintegrados ao processo de produção da organização; dentro do próprio processo

original de produção, em outro processo, ou através da recuperação parcial de uma substância residual. (COELHO, KIPERSTOK e MEIRA, 2002)

A opção pela reciclagem de resíduos, efluentes e emissões fora da empresa reconhecida como **nível três**, só deve ser implementada após as tentativas relacionadas aos níveis 1 e 2. Isto pode acontecer na forma de reciclagem externa ou de uma reintegração ao ciclo biogênico. (SENAI, 2003a)

Portanto o emprego de produção mais limpa inibe os desperdícios e incentiva a busca de sustentabilidade, bem como oportuniza a competitividade entre as corporações, que sofrem o efeito da legislação e adotam decisões relativas ao ambiente como uma oportunidade de fixação no mercado. (GAMERO, CORTÉS e AZORÍN, 2009)

1.1.3 Matriz de Interação de Leopold

As matrizes de interações são técnicas bidimensionais que relacionam ações com fatores ambientais. Embora possam incorporar parâmetros de avaliação, são métodos basicamente de identificação. Uma das mais difundidas é a Matriz de Leopold, que consiste em, primeiramente, assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores, para, em seguida, estabelecer numa escala que varia de um a 10, a magnitude e importância de cada impacto, identificando-o como positivo ou negativo. Enquanto a valoração da magnitude é relativamente objetiva ou empírica, pois se refere ao grau de alteração provocado pela ação sobre o fato ambiental, a pontuação da importância é subjetiva ou normativa, uma vez que envolve atribuição de peso relativo ao fator afetado no âmbito do projeto.

Na Matriz de Leopold os impactos ambientais apresentam características como: magnitude e grandeza em escala espaço-temporal da interação das ações (grau de alteração provocado por algum empreendimento) e a importância, a intensidade do efeito na área de influência do empreendimento ou fora dela, correspondente ao fator ambiental (LEOPOLD et al., 1971).

Para Tommasi (1994), o uso da Matriz de Leopold permite uma rápida identificação, ainda que preliminar, dos problemas ambientais envolvidos em determinado processo, também permite identificar para cada atividade, os efeitos potenciais sobre as variáveis ambientais.

1.1.4 Meio Ambiente e o Setor de Restaurantes

O setor de restaurantes caracteriza-se como um gerador de resíduos sólidos não perigosos, sendo a maioria dos resíduos não inertes. Por se tratarem de pequenos empreendimentos, a coleta destes resíduos geralmente é feita pela municipalidade.

As gerações de efluentes líquidos destes estabelecimentos comerciais se assemelham aos efluentes domésticos, que são compostos por relativa carga orgânica, presença de óleos e graxas e ausência de compostos tóxicos metálicos. Devido a este motivo o tratamento de efluentes desta atividade é relativamente simples e o destino é a rede de coleta de esgotos da cidade. Já às emissões atmosféricas, constituem-se principalmente em vapor de água, provenientes do processo de cozimento de alimentos, emissão proveniente da queima de gás combustível na preparação do alimento e geração de gás (*HCFC* – HidroCloroFlúorCarbono, *HFC* – HidroFluorCarbono) por geladeiras e freezer no processo de armazenagem de alimentos. (FERRAZ e GOMES, 2008)

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (2004), que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação, estabelece as seguintes normas quanto ao manejo de resíduos:

- O estabelecimento deve dispor de recipientes identificados e íntegros, de fácil higienização e transporte, em número e capacidade suficientes para conter os resíduos;
- Os coletores utilizados para deposição dos resíduos das áreas de preparação e armazenamento de alimentos devem ser dotados de tampas acionadas sem contato manual;

- Os resíduos devem ser freqüentemente coletados e estocados em local fechado e isolado da área de preparação e armazenamento dos alimentos, de forma a evitar focos de contaminação e atração de vetores e pragas urbanas.

O setor de produção de alimentos (restaurantes) não se caracteriza como uma atividade altamente poluidora, mas não dispensa os controles ambientais necessários a uma atividade produtiva e nem reduz a possibilidade de melhorias no processo, proporcionado pela implantação de programas de Produção mais Limpa.

1.2 Óleos Vegetais Utilizados no Processo de Fritura em Imersão

Os óleos vegetais, empregados nos processos de fritura, são produtos naturais constituídos por uma mistura de ésteres derivados do glicerol (triacilgliceróis), cujos ácidos graxos contêm cadeias de 8 a 24 carbonos com diferentes graus de insaturação. Conforme a espécie de oleaginosa, variações na composição química do óleo vegetal são expressas por variações na relação molar entre os diferentes ácidos graxos presentes na estrutura. No entanto, os óleos são geralmente considerados como sendo líquidos à temperatura ambiente, enquanto as gorduras são sólidas em temperatura ambiente. Muitas gorduras animais e óleos vegetais hidrogenados tendem a ser sólidas à temperatura ambiente (SANIBAL e JORGE 2002; GUNSTONE E HAMILTON, 2001)

A fritura de alimentos é um processo de preparação rápida, complexa e eficaz dos alimentos por conferir aos produtos fritos características de odor, sabor, cor e textura e palatabilidade que tornam os alimentos mais atraentes para o consumo. Parte do óleo utilizado como meio de transferência de calor é absorvida pelo alimento, tornando-se um ingrediente do produto. Nesse processo, o óleo aquecido interage com o ar, água e componentes dos alimentos que estão sendo fritos, promovendo transformações positivas para o consumo do alimento, mas também ocorrendo reações de degradação que modificam as qualidades funcionais e nutricionais do alimento, podendo torná-los impróprio ao consumo. (CELLA et al., 2002; CORSINI et al., 2008).

No processo de fritura por imersão são utilizados óleos ou gorduras vegetais como meio de transferência de calor, cuja importância é indiscutível para a produção de alimentos em lanchonetes e restaurantes comerciais ou industriais a nível mundial. Há dois tipos de frituras por imersão: contínua e descontínua. A fritura contínua normalmente é utilizada pelo mercado industrial para fritura de massas, pré-fritura e fritura de batatas; a fritura descontínua é utilizada, principalmente, pelo mercado institucional que compreende as redes de *fast-food*, restaurantes e pastelarias. (SANIBAL e JORGE, 2002)

Do ponto de vista prático, independente do tipo de fritura, o equilíbrio do calor em uma fritadeira é necessário para permitir a preparação do alimento frito sem que este fique com excesso de óleo. O equilíbrio de calor refere-se à relação entre o calor introduzido e o calor necessário. A habilidade da fritadeira para aquecer a gordura é geralmente medida em Btu/h e é inerente ao seu modelo. O desempenho satisfatório de uma fritadeira está relacionado a manter o calor de acordo com a demanda.

Em estabelecimentos comerciais, utilizam-se fritadeiras elétricas descontínuas com capacidades que variam de 15 a 350 L, cuja operação normalmente atinge temperaturas entre 180-200°C, conforme informações comerciais apresentadas em diferentes sites nacionais encontrados na internet, como da Gemaso (2009) e Cozinhas Industriais (2009). Já em indústrias de produção de salgadinhos, empanados e congêneres, o processo de fritura é normalmente contínuo e a capacidade das fritadeiras pode ultrapassar 1000 L. A exigência de calor é uma função de como, rapidamente, é removida a umidade do alimento, através da evaporação da umidade do alimento por ebulição. A adição do alimento na fritadeira reduz a temperatura do óleo e o sistema de aquecimento deverá estar apto a recuperar a temperatura mais rapidamente em relação à temperatura que perdeu.

A temperatura do óleo é mantida durante a fritura com uma evolução contínua do vapor. As principais considerações em relação à temperatura de fritura são: tempo excessivo para fritar em temperatura baixa e degradação do óleo ou gordura em temperaturas de fritura muito altas. Temperaturas elevadas de 200 a 220° C parecem ter um papel importante na formação de subprodutos lipídicos, assim como

monômeros cíclicos de ácidos graxos e isômeros geométricos de ácidos graxos, o que é um ponto crítico não somente para a quantificação de produtos formados, mas também para a natureza desses componentes. (JORGE e JANIERI, 2005)

No entanto, é necessário considerar que os óleos de fritura usados têm propriedades diferentes dos óleos virgens e refinados. (ENCINAR, GONZÁLEZ e REINARES, 2007). Da mesma forma, a viscosidade, índice de iodo, índice de saponificação, e a densidade são diferentes com relação a óleo refinado ou bruto (TOMASEVIC e MARINKOVIC, 2003).

Durante o processo de fritura, os óleos e gorduras estão expostos à ação de três agentes que contribuem para comprometer sua qualidade e modificar sua estrutura: a umidade, proveniente dos alimentos, que é a causa da alteração hidrolítica; o oxigênio, que em contato com o óleo, por tempo prolongado, provoca a alteração oxidativa e a elevada temperatura em que ocorre a operação, provoca a alteração térmica. (ZAMBIAZI, 2005)

A hidrólise envolve inicialmente a quebra de ligações do éster no glicerídio com formação de ácidos graxos livres, monoglicerídios, diglicerídios e glicerol. Essa reação é favorecida com a presença de água em altas temperaturas, podendo resultar em produtos com alta volatilidade e alta reatividade química. (ZAMBIAZI, 2005; MOROS et al., 2009)

A oxidação é acelerada pela alta temperatura do processo, sendo a principal responsável pela modificação das características físico-químicas, organolépticas, além da destruição das vitaminas lipossolúveis e dos ácidos graxos essenciais. (CERRETANI et al., 2009) . A perda da estabilidade oxidativa de um óleo se deve às reações de oxidação dos lipídios. (ZAMBIAZI, 1999) A oxidação é um processo degradativo que ocorre quando o oxigênio atmosférico, ou aquele que está dissolvido no óleo, reage com ácidos graxos insaturados. O óleo torna-se escuro, viscoso, tem sua acidez aumentada e desenvolve odor desagradável, comumente chamado de ranço. (MONFERRER e VILLALTA, 1993; TURATTI, GOMES e ATHIÉ, 2002)

No processo de fritura, as alterações físicas e químicas dos óleos e gorduras implicam na formação de compostos que podem trazer efeitos nutricionais. Através do aquecimento descontrolado de gorduras pode ocorrer a formação de compostos com propriedades antinutricionais, entre eles: monômeros cíclicos, hidrocarbonetos poliaromáticos, inibidores enzimáticos, destruidores de vitaminas, produtos de oxidação de lipídios, irritantes gastrointestinais e agentes mutagênicos ou carcinogênicos. (PINTO et. al., 2003; MÁRQUEZ, et. al., 1990)

Pesquisas demonstraram que animais que se alimentam dessas rações são impróprios para o consumo humano, pois a ingestão de gorduras oxidadas por cobaias, dentre outras consequências, aumenta a peroxidação dos cromossomos. (KUBOW, 1990)

De acordo com Sanibal (2002) no Brasil não existe nenhum regulamento que defina legalmente o monitoramento de descarte para óleos e gorduras no processo de fritura. As Normas que regulamentam a adequação de um óleo para o consumo no Brasil, as Normas Técnicas Especiais Relativas a Alimentos – NTA 50, prevêm alguns itens físico-químicos para controle da adequação do óleo, assim como: índice de iodo, índice de peróxido e índice de acidez, no entanto não se referem aos óleos e gorduras de fritura.

Alguns parâmetros analíticos podem ser utilizados na avaliação da característica da qualidade de óleos e gorduras. O índice de iodo é dependente da composição do óleo, sendo útil em óleos não processados. Óleos interestificados ou hidrogenados têm seus índices de iodo alterados, de modo que a caracterização do óleo através do índice de iodo se torna muito difícil, sendo necessário um ajuste da metodologia para cada tipo de óleo, tipo de interestificação e grau de hidrogenação.

O índice de peróxido é aplicável em estágios iniciais da oxidação. Durante o processo de oxidação, o valor de peróxido atinge um pico e depois declina. Assim, esse não é o melhor parâmetro analítico para ser utilizado no acompanhamento da degradação de óleos e gorduras de fritura. (SANIBAL e JORGE, 2002)

O índice de acidez apesar de não ser o melhor índice analítico para avaliar a qualidade do óleo ou gordura de fritura, é o parâmetro químico escolhido pela norma brasileira. O índice de acidez utilizado como ponto de referência pela NTA 50 é de 0,3% de ácido oléico para óleos e gorduras vegetais refinados.

Outro parâmetro importante de análise de um óleo de fritura é o teor de materiais polares totais que pode ser realizado in *"situ"* e rapidamente, permitindo o monitoramento do óleo para descarte. Os compostos polares totais de um óleo refinado devem estar entre 0,4 a 6,4% conforme Lumley (1988), citado por Corsini et al. (2008) e quando os mesmos sofrem alterações no processo de fritura, este teor aumenta gradativamente não devendo ultrapassar a 24 – 27% (Firestone et. al. (1991), dependendo da legislação de cada país.

Conforme os resultados obtidos por Corsini et al. (2008), com 25 h de uso contínuo de diferentes tipos de óleo é possível chegar a valores de aproximadamente 15% para óleo de girassol e de algodão, valor considerado baixo, e valores menores ainda para óleo de palma que é mais saturado.

Além disso, a determinação dos compostos polares, na maioria dos casos, é o método que fornece a medida mais segura do processo de deterioração no monitoramento durante a operação de fritura. A mudança na constante dielétrica do óleo é uma medida por eletrodos empregando testes rápidos. (JORGE e JANIERI, 2005)

Considerando a significativa diversidade de estabelecimentos que utilizam óleos em frituras é difícil fazer um levantamento preciso da disponibilidade desse resíduo em grandes centros urbanos. Além disso, o tempo de utilização do óleo varia de um estabelecimento para outro, principalmente pela falta de legislação que determine a troca do óleo usado. Os óleos de fritura hoje são destinados para a produção de sabão, de massa de vidraceiro e de ração animal, e grande parte é descartado diretamente no esgoto doméstico.

Atualmente, os óleos vegetais residuais estão se tornando uma alternativa promissora para produção de biocombustíveis para motores diesel, pois são fontes

renováveis que podem ser produzidos localmente. Eles não têm praticamente teor de enxofre, não oferecem dificuldades de armazenamento, e eles têm excelentes propriedades lubrificantes. (ZANG et. al. 2003)

Além disso, os óleos são extraídos de vegetais que são responsáveis pela absorção do dióxido de carbono da atmosfera durante a fotossíntese. Assim, o biodiesel apresenta um ciclo equilibrado de captura e emissão de carbono para a atmosfera. Desta forma os óleos vegetais contribuem no controle do aquecimento global. (RAMADHAS, JAYARJ e MURALEEDHARAN, 2005)

Para que os óleos vegetais sejam utilizados na produção de biocombustíveis existe um obstáculo que é o preço desta matéria prima. Em função disto, a sua utilização deve ser acompanhada por uma política orientada para a sua total isenção fiscal ou então, outra alternativa é a organização das comunidades para a coleta de óleo residual, que além de resolver o problema do preço da matéria prima, trás um benefício maior ao meio ambiente, evitando o descarte destes óleos no esgoto urbano.

Assim, hoje, o elevado custo do biodiesel é principalmente devido ao custo dos óleos vegetais virgens. Portanto, não é de estranhar que o biodiesel produzido a partir de óleos vegetais (por exemplo, óleo de soja puro) apresente custos mais elevados do que o diesel à base de petróleo (SUPPLE et.al., 2002; REFAAT et. al., 2008). Por este motivo, é necessário explorar formas de reduzir os custos de produção biodiesel.

Portanto, os métodos que possibilitam minimizar os custos das matérias-primas são de especial importância, como a utilização de resíduos de óleo de fritura, em vez de óleo virgem, para produzir biodiesel é uma forma eficaz de reduzir custos, porque óleos residuais são estimados como uma matéria prima que em cerca de metade do preço do azeite virgem. (ZANG et. al. 2003, BOZBAS et. al., 2008)

O aproveitamento de resíduos de óleos de fritura diminuem os problemas de contaminação, uma vez que o reaproveitamento desses óleos pode reduzir os

encargos do governo com a eliminação dos resíduos, a manutenção de esgotos públicos e tratamento de água residuária.

O óleo, depois de usado, torna-se um resíduo indesejado e sua reciclagem como biocombustível alternativo não só retiraria do meio ambiente um poluente, mas também permitiria a geração de uma fonte alternativa de energia. Assim, duas necessidades básicas seriam atendidas de uma só vez. (ZHANG et. al. 2003)

1.3 Biodiesel

A poluição atmosférica é um dos principais problemas ambientais e de saúde pública nos grandes centros urbanos. Ao lado das indústrias e das atividades de serviço, os veículos ocupam destaque como grandes fontes emissoras de poluentes atmosféricos. Esta deterioração da qualidade do ar, além de provocar sérios danos à saúde humana, também contribui com os elevados custos sócio-econômicos e, por isso, deve ser combatida pela adoção de medidas eficazes de controle da poluição.

Para Ramos (2003), óleos vegetais *in natura*, puros ou em misturas e bioóleos – produzidos pela conversão catalítica de óleos vegetais (pirólise) e microemulsões, que envolvem a injeção simultânea de dois ou mais combustíveis, geralmente imiscíveis, na câmara de combustão de motores do ciclo diesel – são denominados de biodiesel.

O biodiesel é um combustível diesel alternativo, preparado a partir de fontes biológicas renováveis tais como os óleos vegetais, produzidos de diversas oleaginosas como: o dendê, babaçu, milho, girassol, soja, canola, colza, amendoim e mamona; e também das gorduras animais e óleos residuais. (KUCEK, 2004; SHARMA e SINGH, 2008). Se comparado ao óleo diesel de petróleo o óleo diesel vegetal (biodiesel) possui diversas vantagens: é biodegradável, livre de enxofre, é renovável, tem perfis baixos de emissões de enxofre e de aromáticos e, assim, é ambientalmente benéfico. O biodiesel é um combustível constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, obtidos da reação química de transesterificação de qualquer triacilglicerol (óleos vegetais, óleos/gorduras animais,

reaproveitamento de óleos usados em frituras e de rejeitos da extração e purificação de diversos óleos) com um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol). (MA e HANNA, 1999; RAMOS, 1999; SUAREZ et. al. 2002; MEHER, SAGAR e NAIK, 2004).

O biodiesel é um combustível que pode ser utilizado nos motores ciclo diesel, sendo um bom substituto ao óleo derivado do petróleo puro ou como um componente, quando misturado ao óleo diesel. Na avaliação do biodiesel em motores de combustão interna a presença de oxigênio no óleo conduz a processos mais completos de combustão, tendo por resultado emissões mais baixas de monóxido de carbono (CO). Porém contém um inconveniente importante do uso do biodiesel, que é a deterioração das propriedades lubrificantes, por seu ponto de ebulição elevado. Assim, o biodiesel que flui no cárter dilui o lubrificante progressivamente, modificando suas propriedades de aditivo.

Também é possível que o biodiesel, que possuem características detergentes, ocasione a formação de lodo no tanque de combustível, que pode obstruir o sistema de injeção de combustível, obstruir filtros de óleo e bicos injetores e diluir parcialmente o combustível no lubrificante. Além disso, o biodiesel não é compatível com alguns materiais plásticos usados nas tubulações e nos selos, que devem ser mudados para poderem ser usados em diferentes misturas com o óleo diesel: B100, B80, B70, B50, B30, B20 e diesel puro. (CARDONE et al. 2003; FRAGOMENI, 2004; CARRARETTO et. al. 2004; MONYEM e GERPEN 2001, BEER et al. 2002; OLIVEIRA, SUAREZ e SANTOS, 2007; RAMOS et al. 2003)

O biodiesel é quimicamente compreendido como ésteres de alquila, de metila ou etila, que podem ser obtidos por reações de transesterificação, utilizando o metanol (originário de fontes fósseis) ou etanol (de fonte renovável), na presença de um catalisador, que promove a transformação química desses reagentes, produzindo, além do biodiesel a glicerina. (MA e HANNA, 1999; MEHER, SAGAR e NAIK, 2004) O processo de transesterificação é afetado pela condição de reação, razão molar do álcool e óleo, estrutura do álcool, tipo e quantidade de catalisadores, tempo e temperatura da reação e pureza dos reagentes. (MEHER, SAGAR e NAIK, 2004)

De acordo com Ramos (1999), o biodiesel tem as seguintes características:

- Ausência de enxofre e aromáticos;
- Alto número de cetano;
- Teor médio de oxigênio em torno de 11%;
- Maior viscosidade e maior ponto de fulgor que o diesel convencional;
- Direcionamento a mercado específico, diretamente associado a atividades agrícolas;
- No caso do biodiesel de óleo de fritura (óleo residual), caracteriza-se por um grande apelo ambiental, e;
- Preço de mercado relativamente superior ao diesel de petróleo.

Segundo Parente (2003), quanto as semelhanças de propriedades fluidodinâmicas e termodinâmicas, o diesel do petróleo e o biodiesel possuem características de equivalência e, como o biodiesel e o diesel mineral são completamente miscíveis, as misturas de biodiesel com o diesel de petróleo podem ser empregadas em qualquer proporção.

Para identificar a concentração do biodiesel na mistura com diesel, mundialmente, passou-se a adotar uma nomenclatura bastante apropriada, que é o biodiesel BX, onde X é a percentagem em volume do biodiesel adicionado à mistura com óleo diesel. (Agência Nacional do Petróleo – ANP, 2006)

O biodiesel constitui-se como uma alternativa para geração de energia mais limpa, que além do apelo ambiental, para a produção desse combustível, a partir de diversas oleaginosas, implica na necessidade de expansão da produção agrícola das potenciais culturas para atender a esse novo mercado. O Brasil com sua extensão territorial e diversidade edafoclimática apresenta um grande potencial para liderar a produção mundial de biodiesel, promovendo a substituição de 60% da demanda mundial de diesel. (KUCEK, 2004)

O uso de oleaginosas como matéria-prima para produção de biodiesel deverá, portanto, considerar alguns aspectos específicos, destacando-se entre eles: o monitoramento de toda a cadeia de produção do biocombustível (cultivo, processamento, uso/conversão e destinação dos resíduos) e os limites da capacidade de regeneração dos recursos naturais (solo, água e ar). Onde a taxa de degradação dos recursos naturais não supere a de renovação, e evitar possíveis conflitos e concorrências no uso de matérias-primas e recursos naturais utilizados na produção do biocombustível, como, por exemplo, a produção de alimentos *versus* produção de energia. (KUCEK, 2004)

Conforme Cook (1993), a produção de biodiesel pode ter como fonte de matéria prima os óleos produzidos a partir de produtos vegetais e os óleos residuais, provocando interesse em vários países. Por isso, a importância de estudos com o objetivo de reduzir o custo de produção do biodiesel e procura de alternativas de uso para esse produto.

Para a produção de biodiesel os principais critérios econômicos são os custos de capital, custos de produção e preço de comercialização do biodiesel. Por outro lado, o desempenho econômico de um biodiesel vegetal pode ser determinado por fatores como: capacidade das instalações, processo de tecnologia, matérias-primas e custo de produtos químicos. (ENCINAR, GONZÁLEZ e RODRÍGUEZ, 2007)

Assim, o tipo de óleo vegetal a ser utilizado como matéria-prima para o biodiesel dependerá da sua viabilidade técnica, econômica e socioambiental. Sob o ponto de vista agrônomo, aspectos como o teor em óleos vegetais, a produtividade por unidade de área, o equilíbrio agrônomo, o atendimento a diferentes sistemas produtivos, a sazonalidade e demais aspectos relacionados ao ciclo de vida da planta, tornam-se relevantes.

Portanto, o emprego de análise do ciclo de vida – ACV, ferramenta de diagnóstico e gestão ambiental, institui uma visão geral das implicações ambientais da existência do biodiesel através de seu ciclo de vida, desde a sua produção até a sua disposição final. A ACV é uma técnica reconhecida internacionalmente para avaliar os requisitos dos recursos naturais e impactos ambientais de todo o processo

e materiais envolvidos na fabricação de um produto ou serviço (ISO 14040, 2006). Este estudo conglobera o ciclo de vida do produto, desde a extração das matérias-primas envolvendo sua produção e uso, as possibilidades de reciclagem e reuso até sua disposição final. (SCHMIDINGER e NARODOSLAWSKY, 2008; BERNESSON; NILSSON; HANSSON, 2004; KIWJAROUN, TUBTIMDEE e PIUMSOMBOON, 2008)

A ACV é definida como uma técnica para determinar os potenciais impactos associados a um produto pela compilação de um inventário das intervenções relevantes em todo o seu ciclo de vida, desde a retirada das matérias primas necessária à sua produção até sua deposição final no meio ambiente. Portanto, essa técnica possibilita considerar todos os processos que contribuem para o produto final (WEIDEMA e MEEUSEN, 2000; MATTSON, CEDERGERG e BLIX, 2000; SCHMIDINGER e NARODOSLAWSKY, 2008).

Na produção de biodiesel, a ACV engloba todo o processo desde o cultivo, processamento, uso/conversão e destinação dos resíduos; limites da capacidade de regeneração dos recursos naturais; taxa de utilização que supere a de renovação e possíveis conflitos e concorrências no uso das matérias primas e recursos naturais utilizados na produção dos biocombustíveis. (KIM e DALE, 2003)

Na cadeia de produção de biodiesel, é necessário avaliar as etapas do ciclo de vida como: extração da matéria-prima (produção agrícola), produção do óleo vegetal, produção do biodiesel (indústrias de refino e processos de mistura), transporte em todas as etapas, uso final e disposição após o uso. (MORTIMER, et. al. 2003)

Com a ACV é possível a definição de limites para a produção e utilização do biodiesel, podendo ser um mecanismo que auxilie a elaboração de políticas públicas, pois permite definir opções mais racionais a partir do balanço das emissões e de energia e do uso de indicadores de sustentabilidade. (KIWJAROUN, TUBTIMDEE e PIUMSOMBOON, 2008)

Na ACV do biodiesel existe a entrada do sistema que está sendo avaliado onde existe a energia direta, indireta e de transporte; e a saída do sistema compreendido

na energia relativa ao produto final e aos co-produtos ou resíduos do processo, calculada com base no seu uso final (alimentação, adubo e combustível). Sendo o alimento baseado na energia metabólica do produto, o adubo que é o consumo de energia fóssil na cadeia do produto substituído e o combustível com base no seu Poder Calorífico Inferior – PCI. (BAITZ, et. al., 2004)

A energia direta na entrada do sistema consiste na energia consumida na forma de combustíveis fósseis, eletricidade, vapor em toda cadeia de produção do combustível. É calculada a partir da energia primária fóssil consumida na sua produção, etanol e eletricidade ou no PCI para os demais combustíveis. Também é calculada através da energia indireta: energia consumida na forma de insumos agrícolas, equipamentos, máquinas, prédios e transporte, estimado através do consumo de energia fóssil em cada produto. E através da energia de transporte que consiste naquela empregada em todos os insumos e produtos transportados, considerando distância da carga transportada e o consumo de combustível. (BAITZ, et. al., 2004)

Para Kubota (2003), a produção de matéria prima para ser utilizada na fabricação de biocombustíveis pode ser uma importante forma de gerar empregos e renda em áreas carentes do Brasil e que carecem de alternativas econômicas para a população local, além de ser um formidável produto para exportação e independência energética nacional.

Conforme Almeida (2004), sobre o ponto de vista econômico e ambiental, torna-se relevante analisar a relação entre a energia gasta na produção de um combustível (*Input*) e a energia obtida na sua combustão (*Output*) além das alternativas de alocação dos co-produtos (ração e adubo).

Quanto ao aspecto tecnológico, as características inerentes à matéria-prima (óleo vegetal) empregada deverão possibilitar a sua viabilidade produtiva e, para tanto, se devem considerar alguns aspectos como: menor complexidade no processo de extração do óleo, número reduzido de etapas de tratamento e de componentes indesejáveis no óleo (como fosfolipídeos, presentes no óleo de soja), adequado teor de ácidos graxos insaturados e de ácidos graxos saturados e

aproveitamento dos co-produtos gerados (hormônios vegetais, vitaminas, antioxidantes, proteínas e fibras). (CARDONE et al. 2003)

Neste contexto, Rabelo (2001) ressalta que, perante a necessidade da reciclagem de resíduos e da crescente escassez do petróleo, o óleo de fritura usado contribui para a produção de um combustível alternativo de excelentes qualidades. O óleo residual de fritura, após sofrer uma transformação química, a transesterificação, torna-se muito semelhante ao diesel em termos de propriedades físico-químicas. Transformando-se, assim, em biodiesel que, acrescentado ao diesel de petróleo, melhora a lubricidade e dispensa aditivos mais poluentes. Além disso, contém oxigênio na cadeia química, melhorando a queima, com conseqüente diminuição de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos emitidos.

Destaca-se ainda que o emprego de óleos e gorduras não refinados, como óleo bruto ou óleo residual, devem ser utilizados com cuidado, pois os resultados decorrentes da transesterificação dependem da qualidade da matéria prima e, portanto, compostos polares, ácidos graxos livres, gomas, água, sais e outros contaminantes, podem interferir nesta conversão, envenenando catalisadores, realizando reações secundárias e produzindo ésteres com um maior potencial de degradação oxidativa, o que modifica as características do biodiesel produzido. (KNOTHE, 2005ano; RAMOS, 2006; *FERRARI, OLIVEIRA e SCABIO, 2005*)

2 METODOLOGIA

2.1 Delineamento da Pesquisa

A metodologia utilizada baseou-se na pesquisa exploratória, onde envolveu o acompanhamento do processo produtivo e os principais procedimentos na concepção de alimentos em dois restaurantes de Santa Cruz do Sul, durante o ano de 2008, para que fosse possível realizar um prognóstico das condições de produção de resíduos no restaurante, com ênfase na etapa de fritura de alimentos.

No processo foram verificadas todas as etapas de produção de alimentos nos dois restaurantes, desde a recepção da matéria prima, produção do alimento e deposição de resíduos.

Foram aplicados questionários pelo entrevistador nos meses de abril e maio de 2008, de forma individual com o proprietário e três funcionários de cada restaurante, para obtenção de informações e dados quantitativos para posterior análise e processamento (Anexo A).

A partir do acompanhamento das atividades produtivas dos restaurantes, identificaram-se as fases no processo de confecção de alimentos com maior consumo de matéria-prima e geração de efluentes. Estes pontos determinaram a realização de análises e o acompanhamento dos Óleos e Gorduras Residuais – OGR utilizados no processo de fritura dos restaurantes, para que baseado nas

abordagens da Produção Mais Limpa, fosse possível apresentar sugestões de melhorias nos processos, e reutilização deste resíduo graxo para a produção de biocombustíveis.

Após a avaliação do processo de fritura nos restaurantes foi realizado uma coleta de óleo residual e encaminhado para produção de biodiesel na UNISC.

2.2 Avaliação dos Óleos Utilizados no Processo de Fritura

Foram realizados diariamente no período de 18 dias durante os meses de abril e maio de 2008, medidas com um equipamento portátil da marca Testo 256, para verificar o Material Polar Total – MPT presente no óleo, antes de iniciar o processo de fritura e após esta atividade. Antes da tomada das amostras foram realizadas entrevistas com os funcionários, para se ter conhecimento do procedimento empregado no processo de fritura em cada estabelecimento. Este procedimento foi adotado para identificar as etapas do processo e tipos de alimentos que podem ser responsáveis por uma deterioração mais rápida do óleo. Para isso, foram levadas em consideração algumas variáveis do processo, como: tempo e temperatura do banho de fritura, tipos de óleo e de alimento, tipo de fritadeira e reposição de óleo fresco.

Durante o mesmo período foram recolhidas amostras dos óleos de frituras e analisadas quanto ao índice de iodo (II), índice de acidez (IA), índice de peróxido (IP) e teor de umidade. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Oleoquímica da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, conforme procedimentos recomendados pela *American Oil Chemists' Society* (AOCS), pelos métodos Cd -63 (II), Cd 8-53 (IA), Cd 1-92 (IP). O teor de umidade do óleo foi determinado pelo método Karl Fischer.

2.3 Proposições de Produção Mais Limpa

Primeiramente os indicadores de impacto ambiental foram determinados de forma qualitativa. Após a aplicação das etapas listadas no item 2.1 e 2.2, foi aplicado o método Matriz de Interação de Leopold.

Os presumíveis impactos ao meio físico, biótico e antrópico decorrentes das atividades ou ações consideradas e representadas na matriz de interação, foram listadas em consonância com cada elemento do meio. A identificação dos impactos ocorreu conforme Silva (2005), a partir da relação entre a ação prevista (linha) e o fator ambiental considerado (coluna) e sua caracterização qualitativa.

Na qualificação dos impactos foram adotados os seguintes critérios:

Características de Valor:

- Impacto positivo: quanto uma ação causa melhoria da qualidade de um parâmetro;
- Impacto negativo: quando uma ação causa dano à qualidade de um parâmetro.

Características de Ordem:

- Impacto direto: quando resulta de uma simples relação de causa e efeito;
- Impacto indireto: quando é uma reação secundária em relação à ação.

Características Espaciais:

- Impacto local: quando a ação circunscreve-se ao próprio sítio e suas imediações;
- Impacto regional: quando um efeito se propaga por uma área além das imediações;
- Impacto estratégico: o componente é afetado coletivo, nacional ou internacionalmente.

Características Temporais:

- Impacto em curto prazo: quando o efeito aparece no curto prazo;

- Impacto em médio prazo: quando o efeito se manifesta no médio prazo;
- Impacto em longo prazo: quando o efeito se manifesta no longo prazo.

2.4 Produção e Caracterização do Biodiesel

O biodiesel de óleo de fritura foi produzido na Planta piloto da UNISC, conforme procedimentos otimizados anteriormente pelo grupo de pesquisa em oleoquímica da Instituição. Primeiramente o óleo de fritura foi filtrado e analisado quanto ao teor de água e acidez e depois da transesterificação, o biodiesel foi encaminhado para análise em laboratório credenciado, onde foram realizados os seguintes ensaios:

Tabela 1: Métodos de especificação do biodiesel.

Ensaio	Métodos
Densidade à 20°C; kg m ⁻³	NBR 7.148
Ponto de entupimento de filtro a frio; °C	NBR 14.747
Estabilidade a Oxidação à 110°C; h	EN 14.112
Corrosividade ao cobre; 3h à 50°C	NBR 14.359
Viscosidade cinemática à 40°C ; mm ² s ⁻¹	NBR 10.441
Teor de água; mg kg ⁻¹	NBR 11.348
Teor de Álcool - Metanol; % massa	EN 14.110
Teor de Éster; % massa	EN 14.103
Microrresíduo de carbono; % massa	ASTM D 4.530
Ponto de fulgor; °C	NBR 14.598
Glicerina Livre; % massa	EN 14.105
Glicerina Total; % massa	EN 14.105
Monoglicerídeos [*] ; % massa	EN 14.105
Diglicerídeos; % massa	EN 14.105
Triglicerídeos; % massa	EN 14.105
Índice de acidez; mg KOH g ⁻¹	Cd 8-53
Índice de peróxido; meq Kg ⁻¹	Cd 1-92

Resolução ANP n° 7

2.4.1 Procedimento para Produção do Biodiesel

Adicionou-se 50 L do óleo de fritura filtrado no reator (figura 4) e realizou-se a seqüência de procedimentos descritas a seguir:

1. Dissolução do catalisador (KOH) no álcool;
2. Aquecimento do óleo a 65°C sob agitação;
3. Adição aos poucos do álcool no óleo;
4. Monitoramento da reação por cromatografia em camada delgada (CCD);
5. Decantação do produto de reação;
6. Separação do glicerol;
7. Remoção do glicerol;
8. Evaporação do metanol remanescente no biodiesel;
9. Lavagem acida do biodiesel;
10. Secagem do biodiesel com sílica;
11. Armazenagem do biodiesel em tanque pulmão.

Para a reação foram utilizados 1 % m/v de catalisador e proporção de 1:5 de metanol.



Figura 3 - Equipamento desenvolvido na UNISC para produção de biodiesel em escala piloto.

3 RESULTADOS

3.1 Perfis Produtivos dos Restaurantes

3.1.1 Restaurante A

O Restaurante A em estudo se caracteriza pelo processamento de alimentos para o consumo humano. O restaurante está localizado na região do Vale do Rio Pardo-RS, no Município de Santa Cruz do Sul. Ele ocupa uma área útil de 300,10 m², opera em três turnos, empregando aproximadamente 10 funcionários diretos. O restaurante comercializa aproximadamente 95 refeições diárias. Além disso, a empresa comercializa diversos produtos industrializados, entre alimentos e bebidas.

Os procedimentos operacionais utilizados no processo de alimentos são: Armazenagem, Pré-preparo, Higienização, Cocção e Distribuição. Para isso, são utilizados como tecnologia os seguintes implementos: processador de alimentos, geladeira, liquidificador industrial, mesa de inox lisa, balança tipo plataforma, chapa bifeteira, estantes de aço inox, fogão industrial a gás de 4 trempes, grelha a gás, máquina de lavar pratos, sistema de exaustão/coifas, descascador, freezer horizontal, mesa de inox com cubas, fritadeira elétrica - capacidade 20 litros, picador de carne, batedeira planetária, extrator de sucos e máquina de produzir gelo.

A empresa no desenvolvimento e comercialização dos produtos (alimentos e bebidas) gera aproximadamente 54,75 kg/dia de resíduos orgânicos e 42,38 kg/dia de resíduos secos.

A organização dos estoques pela empresa segue os seguintes critérios:

- Alimentos não perecíveis são armazenados em sala própria arejada e seca.
- Alimentos perecíveis são armazenados em geladeiras e freezers.
- Bebidas são armazenadas em sala própria.
- Produtos químicos e materiais de limpeza são armazenados em armário próprio e a uma distância considerável de alimentos e bebidas.

3.1.2 Restaurante B

O Restaurante B está localizado na região do Vale do Rio Pardo-RS, no Município de Santa Cruz do Sul, ele ocupa uma área útil de 295 m², opera em três turnos, empregando aproximadamente 14 funcionários diretos. A empresa comercializa diversas variedades de produtos entre alimentos e bebidas, mas o seu ponto forte é a comercialização alimentos onde se destaca com aproximadamente 89 refeições diárias.

Os procedimentos operacionais utilizados no processo de alimentos são: Armazenagem, Pré- preparo, Higienização, Cocção e Distribuição. Para isso são utilizados como tecnologia os seguintes implementos: balança tipo plataforma, freezer horizontal, batedeira planetária fritadeira elétrica, capacidade 20 litros, carro para detritos geladeira, chapa bifeteira liquidificador industrial, enceradeira industrial, mesa de inox lisa, estantes de aço inox, mesa de inox com cubas, extrator de sucos, picador de carne, fogão industrial a gás de 4 trempes, processador de alimentos, máquina de lavar pratos, sistema de exaustão/coifas, máquina de produzir gelo e descascador.

A empresa, no desenvolvimento e comercialização dos produtos (alimentos e bebidas), gera aproximadamente 53,18 kg/dia de resíduos orgânicos e 42,23 kg/dia

de resíduos secos. Os materiais potencialmente recicláveis são encaminhados aos agentes recicladores, os materiais orgânicos à planta de compostagem e os materiais considerados rejeitos vão para um aterro sanitário.

A organização dos estoques pelo restaurante segue os seguintes critérios:

- Alimentos não perecíveis são armazenados em sala própria arejada e seca.
- Alimentos perecíveis são armazenados em geladeiras e freezers.
- Bebidas são armazenadas em sala própria.
- Produtos químicos e materiais de limpeza são armazenados em armário.

3.1.3 Processo de Fritura

O processo de fritura nos restaurantes analisados era composto pelas seguintes etapas: recepção da matéria primas, armazenagem (fria ou a seco), pré-preparo dos alimentos, preparo da fritadeira, fritura dos alimentos, higienização dos utensílios. Em cada uma das etapas apresenta-se uma relação de entradas e saídas conforme Figura 4.

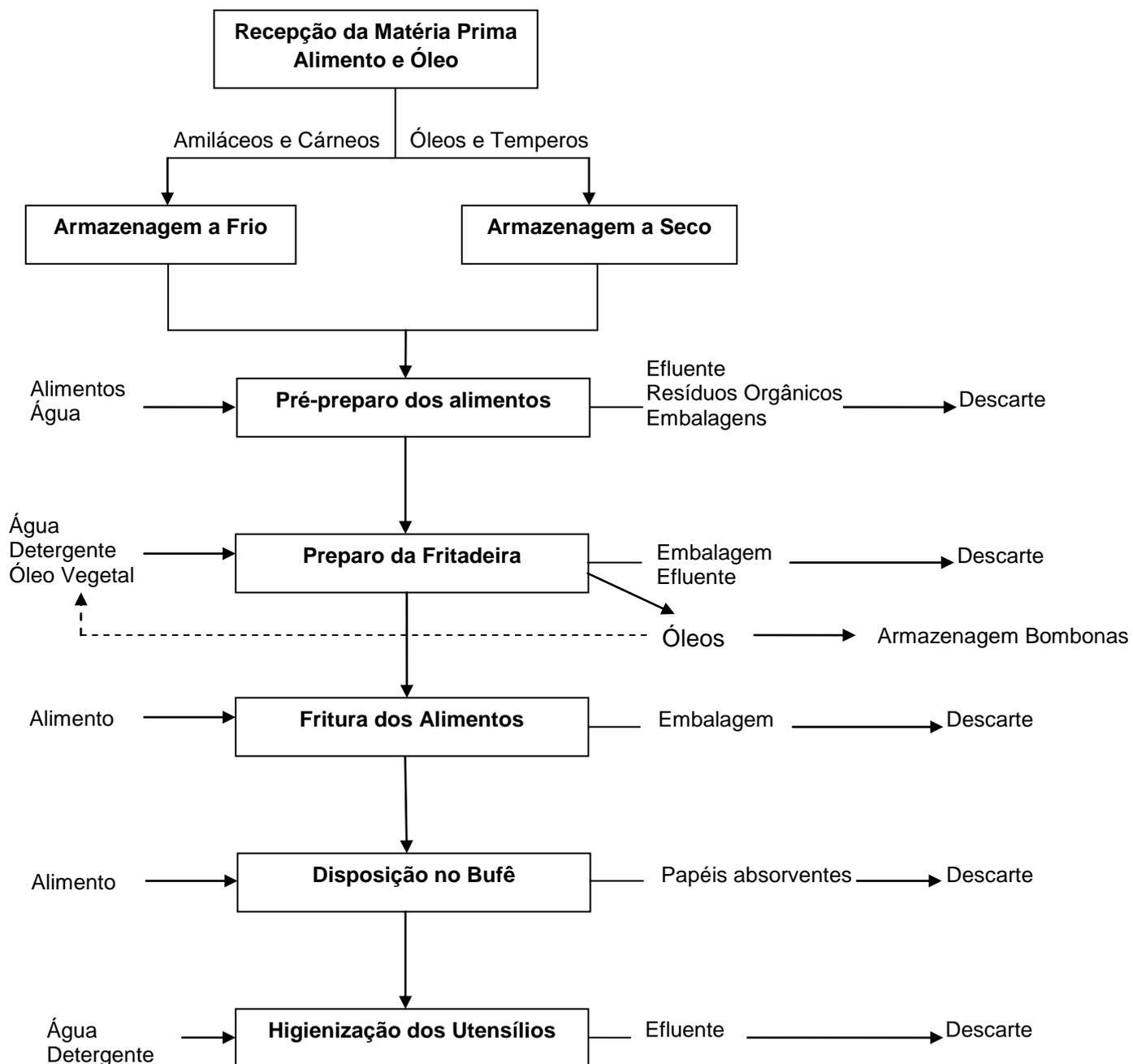


Figura 4 - Fluxograma de processo da fritura de alimentos em restaurante.

3.2 Avaliação dos Óleos de Fritura

Nos dois restaurantes o processo de fritura alimentos foi realizado com óleo de soja em fritadeira elétrica de aço inoxidável, com capacidade total de 20 L em temperatura entre 160°C a 190°C, conforme Tabelas 1 e 2.

Semanalmente, após o processo de fritura, o óleo era descartado pelos funcionários dos restaurantes, obedecendo a características de degradação (cor e odor), sendo armazenado em bombonas plásticas para posterior recolhimento, por um agricultor da região.

Foram realizados diariamente no período de 18 dias durante os meses de abril e maio de 2008, medidas com um equipamento portátil da marca Testo 256, para verificar o material polar total presente no óleo, antes de iniciar o processo de fritura e após esta atividade, conforme demonstram as Figuras 5 e 6, para os restaurantes A e B, Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 2: Determinação dos Materiais Polares Totais do Restaurante A

Medida	Data	Horário	MPT	Temperatura do Óleo	Observação
1	07/04/2008	9:30	32,5	120°	Batatas
2	07/04/2008	14:06	20,0	118,5°	Batatas, Óleo Renovado
3	08/04/2008	9:52	20,5	190°	Polentas
4	08/04/2008	13:43	19,0	126°	Troca Total do Óleo; Polentas
5	09/04/2008	10:38	18,5	121,5°	Batatas
6	09/04/2008	13:35	19,0	136°	Batatas
7	10/04/2008	9:22	18,5	91°	Batatas, Aipins
8	10/04/2008	16:02	19,5	99,5°	Batatas, Aipins, Pasteis
9	11/04/2008	10:53	25,0	168,5°	Batatas
10	11/04/2008	14:21	19,0	105,5°	Batatas
11	14/04/2008	10:50	24,0	171°	Bolinhos, Óleo Renovado
12	14/04/2008	13:13	20,5	95°	Bolinhos
13	15/04/2008	9:41	20,5	54°	Batatas
14	15/04/2008	14:44	20,5	67,5°	Batatas
15	16/04/2008	9:40	22,0	149,5°	Batatas
16	16/04/2008	13:47	24,0	158,5°	Batatas
17	18/04/2008	9:50	16,0	81,5°	Trocado Total do Óleo; Batatas
18	18/04/2008	13:49	19,0	100°	Batatas
19	23/04/2008	10:05	20,5	53°	Bolinhos e Batatas
20	23/04/2008	13:48	23,0	121°	Bolinhos e Batatas
21	24/04/2008	10:21	23,5	68°	Batatas
22	24/04/2008	14:05	24,0	95,5°	Batatas
23	28/04/2008	11:11	28,5	189°	Batatas
24	28/04/2008	14:02	38,5	190°	Batatas
25	29/04/2008	9:00	23,5	59°	Batatas; Renovado
26	29/04/2008	13:32	25,0	158°	Bolinhos e Batatas
27	05/05/2008	10:21	23,5	45°	Aipins e Bolinhos
28	05/05/2008	13:32	24,0	103°	Batatas
29	06/05/2008	9:50	24,0	178°	Batatas
30	06/05/2008	13:59	26,5	99°	Bolinhos
31	07/05/2008	10:00	25,0	77°	Pasteis, Batatas
32	07/05/2008	13:52	26,0	104,5°	Batatas
33	08/05/2008	10:08	26,5	81°	Batatas
34	08/05/2008	14:01	28,0	134°	Polentas
35	09/05/2008	9:33	29,5	65°	Aipins, Pasteis
36	09/05/2008	13:59	31,0	123,5°	Batatas

No restaurante A, durante o período de amostragem, as batatas foram o alimento que mais foi produzido em fritadeira, onde foram produzidas em 27 das 36 amostragens. Nos óleos analisados, observa-se que o maior índice de materiais polares totais foi atingido na medida 24, onde obteve o índice de 38,5, o menor índice atingido foi de 16 de MPT, na medida 17, o qual ocorreu após uma troca de óleo.

Tabela 3: Determinação dos Materiais Polares Totais do Restaurante B

Medi- da	Data	Horário	MPT	Temperatura	Observação
1	07/04/2008	9:37	13,5	80°	Troca Total do Óleo; Polentas, Batatas, Bolinhos
2	07/04/2008	14:13	23,0	103,5°	Polentas, Nuguets
3	08/04/2008	10:20	15,0	140,5	Polentas, Pastéis, Batatas
4	08/04/2008	13:49	17,0	124°	Polentas, Pastéis, Batatas
5	09/04/2008	10:45	21,0	144,5°	Polentas, Batatas
6	09/04/2008	13:40	20,0	122,5°	Polentas, Batatas
7	10/04/2008	9:28	17,0	82,5°	Polentas, Batatas
8	10/04/2008	16:10	18,5	155,5°	Pastéis
9	11/04/2008	11:00	23,5	171,5°	Bifes a Milanese, Bolinhos
10	11/04/2008	14:29	23,5	101,5°	Bifes a Milanese, Bolinhos
11	14/04/2008	10:55	70,0	173°	Bifes a Milanese
12	14/04/2008	13:51	18,0	115°	Bifes a Milanese
13	15/04/2008	9:46	10,5	103,5°	Troca Total do Óleo; Batatas, Polentas
14	15/04/2008	14:49	14,0	95°	Batatas, Polentas
15	16/04/2008	9:32	15,5	144°	Batatas, Polentas, Pastéis
16	16/04/2008	13:51	17,5	116°	Batatas, Polentas, Pastéis
17	18/04/2008	9:58	17,5	88°	Polentas
18	18/04/2008	13:53	18,5	165,5°	Polentas
19	23/04/2008	10:11	31,5	123°	Polentas
20	23/04/2008	13:51	20,5	111,5°	Bolinhos, Pastéis
21	24/04/2008	10:13	15,0	118°	Troca Total do Óleo: Batatas, Polentas, Pastéis
22	24/04/2008	14:00	15,5	124°	Polentas, Batatas, Pastéis
23	28/04/2008	11:18	16,5	147°	Batatas, Polentas
24	28/04/2008	14:05	14,0	112°	Pastéis, Polentas
25	29/04/2008	9:10	14,0	96°	Pastéis, Polentas
26	29/04/2008	13:36	15,5	113,5°	Batatas, Pastéis
27	05/05/2008	10:25	18,5	122,5°	Batatas, Pastéis
28	05/05/2008	13:36	13,5	128,5°	Trocado Total do Óleo; Bolinhos, Pastéis
29	06/05/2008	9:55	15,0	160°	Bolinhos, Pastéis
30	06/05/2008	14:00	15,5	104°	Pastéis, Batatas
31	07/05/2008	10:05	20,0	143°	Batatas, Pastéis
32	07/05/2008	13:58	21,0	94°	Polentas, Batatas, Pastéis
33	08/05/2008	10:11	21,0	103,5°	Batatas
34	08/05/2008	14:10	23,0	95,5°	Pastéis, Polentas
35	09/05/2008	9:39	24,5	101°	Bolinhos, Pastéis
36	09/05/2008	14:06	25,5	128°	Batatas, Bolinhos

No que se refere ao restaurante B, é possível observar-se uma maior variedade de alimentos produzidos em fritadeira quando comparado ao restaurante A; dos alimentos fritos a polenta foi o alimento que obteve maior destaque, produzidas em 20 das 36 amostragens. Dos óleos analisados, o que obteve maior índice de degradação com conseqüente aumento do teor de materiais polares totais foi na

medida 11, onde o valor encontrado foi de 45; já o menor índice atingido foi de 10,5, na medida 13, quando ocorreu uma troca total de óleo.

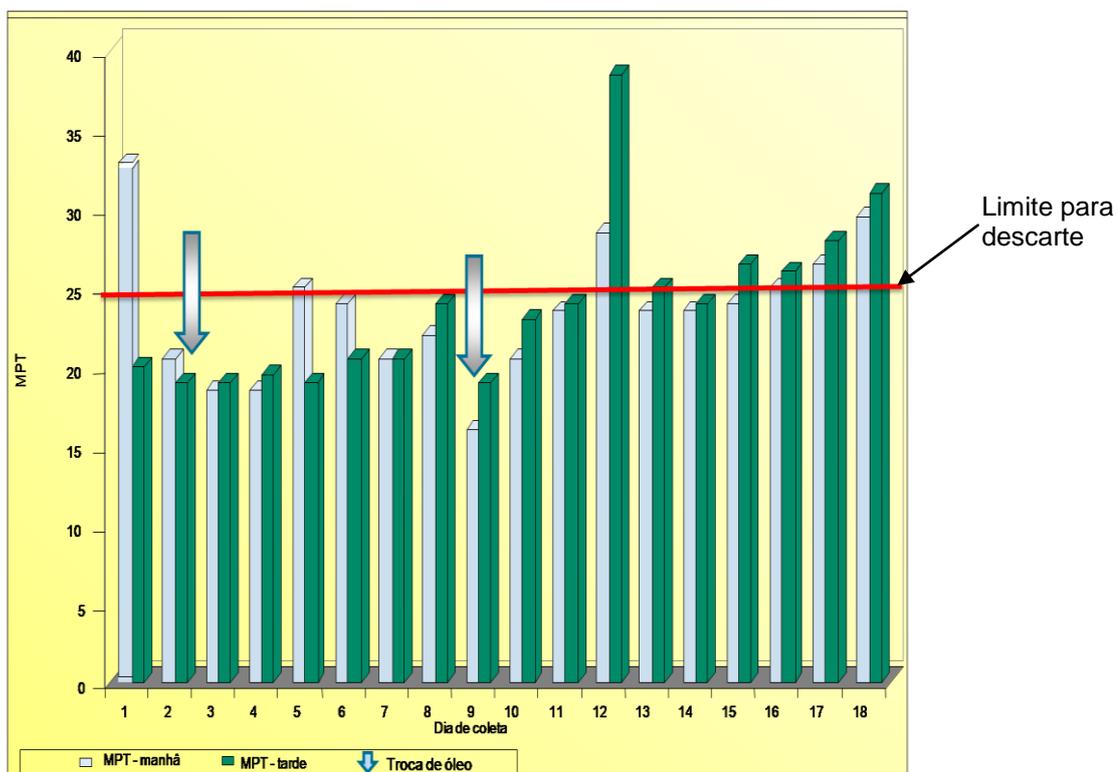


Figura 5 - Material polar total do óleo de fritura do restaurante A.

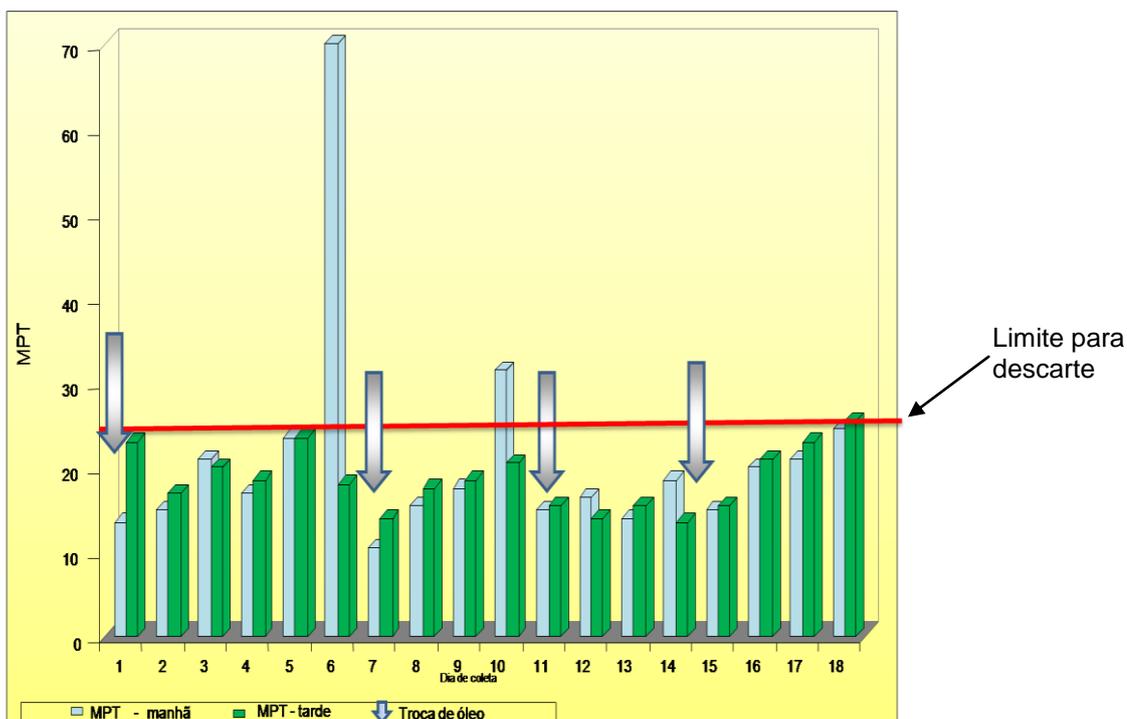


Figura 6 - Material polar total do óleo de fritura do restaurante B.

Os óleos usados nos restaurantes, conforme demonstrado pelas Figuras 5 e 6, apresentaram um grau de polaridade alta, sendo que algumas amostras passam do limite em que deveriam ter sido descartadas. As amostras que apresentaram um menor teor de polares foram resultantes de trocas de óleo ou renovação parcial do óleo contido na fritadeira, conforme demonstram as setas nos gráficos e, assim, apresentam-se com melhor qualidade para a fritura de alimentos. Destaca-se, no entanto, que quando foi completado o volume de óleo com óleo novo, os polares inicialmente existentes permanecem no meio do óleo, apenas são diluídos e, com os sucessivos aquecimentos as moléculas podem sofrer maiores transformações, o que pode interferir no consumo humano dos alimentos e na aplicação pós-consumo. (PINTO, et. al. 2003)

Isto se deve ao fato do óleo utilizado no processo de fritura, que contém elevadas quantidades de ácidos graxos livres e materiais polares, apresentarem maior custo econômico para a sua reutilização, principalmente quando são destinados a produção de biodiesel, pois estes ácidos reagem rapidamente com o catalisador para a produção de sabonetes alcalinos que inibem a separação do éster e a glicerina. (RAMADHAS et. al., 2005; DORADO et. al., 2004)

Observou-se também que o óleo de fritura de alimentos farináceos tem uma quantidade maior de resíduos sólidos, o que também levaria a etapas de purificação (filtração) para o seu aproveitamento na produção de biodiesel.

Assim, um outro aspecto relevante foi o tipo de alimento produzido nos restaurantes. Nos dias em que houve a preparação de produtos cárneos, o valor de MPT foi mais elevado, chegando a 45 % MPT. Assim, a não renovação do óleo na fritadeira e o tipo de alimento produzido, como carnes e farináceos, levam a um maior MPT e uma quantidade maior de resíduos sólidos visíveis no óleo.

Observou-se também, que além dos materiais polares totais mais elevados no óleo do Restaurante A, a temperatura utilizada nas fritadeiras passaram de 180°C, sendo mais elevada que no restaurante B.

Temperaturas elevadas, superiores a 180°C, tem um papel importante na formação de subprodutos lipídicos, assim como na formação de monômeros cíclicos e isômeros geométricos dos ácidos graxos. Este é um ponto crítico não somente para a quantificação de produtos formados, mas também para a utilização e reutilização destes óleos. (BRETILLON et. al.1998)

A amostra de óleo coleta por batelada que apresentaram material polar próximo a 25 % MPT da escala do equipamento Testo 256, foram analisadas em laboratório e apresentaram índice de acidez de 0,11 mgKOH/g de óleo, 0,15% de umidade, 129 gI₂/100g de óleo e 25 meq de peróxido/kg óleo. Estes resultados indicam que o problema do óleo realmente está relacionado a oxidação, devido ao alto índice de peróxido e baixo índice de iodo e, por não ter tido um tempo de armazenamento, o índice de acidez foi baixo. Os métodos de determinação do índice de peróxido e do índice de acidez são recomendados para óleos puros e para óleos de fritura, a determinação de material polar total é mais recomendada, em função da complexidade dos produtos formados, na realização da fritura. (JORGE e JANIERI, 2005)

A legislação brasileira dispõe apenas de parâmetros para definir as características de identidade e qualidade dos óleos vegetais refinados crus através da Resolução nº. 270 da ANVISA (BRASIL, 2005) e a Resolução nº. 49 do MAPA (BRASIL, 2006). Assim, considerando-se a inexistência de legislação específica para óleos de fritura e levou-se em conta apenas o Informe Técnico nº 11 da ANVISA (BRASIL, 2004), que dispõe sobre a utilização e descarte de óleos e gorduras utilizados para fritura, observando apenas que a quantidade de ácidos graxos livres não seja superior a 0,9% e o teor de compostos polares não seja maior que 25%.

Observando os padrões supracitados, verifica-se que o óleo utilizado pelos restaurantes em vários momentos deveria ter sido descartado, pois comprometeria a qualidade dos alimentos. Considerando-se que os peróxidos são tóxicos, deve-se atentar para sua concentração, a fim de escolher o momento de descarte dos óleos de fritura. Com isso, espera-se obter um melhor controle do processo de fritura e, conseqüentemente, o fornecimento de alimentos com melhor qualidade à sociedade.

Os dados coletados e analisados apesar de apresentarem índices acima do permitido para descarte da ANVISA, ainda colaboram para o uso deste óleo para produção de biodiesel, uma vez que, a acidez e a umidade baixa são parâmetros importantes para uma menor perda na produção de biodiesel.

3.3 Descrição do Processo de Fritura de Alimentos nos Restaurantes em Estudo

Após a caracterização das respectivas atividades dos empreendimentos, foram apresentadas numa Matriz de Interação, Tabela 3, onde se identificou 19 (dezenove) ações impactantes (linhas), sendo que as mesmas tiveram que ser multiplicadas por 19 (dezenove) fatores ambientais considerados relevantes, resultando 361 possíveis relações de impacto (Tabela 3), e 162 impactos identificados. Dos 162 impactos identificados apresentam-se os seguintes resultados para subsídio à proposição de medidas ambientais, minimizadoras ou potencializadoras (Figura 7):

- Do total de impactos apresentados 52 % foram positivos e 48 % negativos, segundo o critério de valor;
- Em relação aos critérios de ordem, 54 % foram de caráter direto e 46 % de caráter indireto;
- Para critério espacial, 74 % foram locais, 22 % regionais e 4 % estratégicos;
- Já para o critério de tempo, 46% foram considerados de curto prazo, 25 % médio prazo e 29 % longo prazo;
- De acordo com o critério da dinâmica, 56 % foram impactos temporários e 44% impactos permanentes;
- Em relação ao critério de plástica considerou-se, 56 % impactos reversíveis e 44 % impactos irreversíveis.

Tabela 4: Matriz de identificação qualitativa dos impactos ambientais do processo de fritura de alimentos em restaurante

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS RELEVANTES																			
FASES	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO FÍSICO						MEIO BIÓTICO				MEIO ANTRÓPICO							
		Ar		Água		Solo		Flora		Fauna		Económico local	Infra-estrutura	Tecnologia	Qualidade de vida	Saúde	Desenvolvimento tradicional	Paisagismo	Qualidade do produto final
		Partículas sólidas	Gases	Turbidez, cor	DQO, Toxicidade	Compactação	Fertilidade	Erosão	Composição Florística	Redução do Habitat	Base Genética								
Recepção	Tráfego de veículo durante a descarga da matéria prima	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Armazenagem (fria ou a seco)	Consumo de energia elétrica	---	NI EO AS	NI LC TV	NI LC TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	PD LC AS	PD LC AS	PD LC AS	PD RO AS	---	PI RM TV	---	---
	Geração de Gases (refrigeradores)	---	ND EO AS	---	---	---	---	---	---	---	---	PD LC AS	PD LC AS	PD LC AS	ND RO AS	NI LM TV	PI RM TV	---	PD LC TV
	Limpeza de equipamentos de estocagem	---	---	ND LM TV	ND LM TV	---	---	---	---	---	---	PD LC AS	PD LC AS	PD LC AS	ND RM TV	NI LM TV	PI RM TV	---	PD LC TV
Pré-preparo dos alimentos	Consumo de energia elétrica	---	NI EO AS	NI LC TV	NI LC TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	---	---	---	---	---	---	---	---
	Consumo de água	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Descarte de embalagens	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Geração de resíduos orgânicos	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Geração de resíduos líquidos	---	---	ND LM TV	ND LM TV	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Preparo da fritadeira	Consumo de energia elétrica	---	NI EO AS	NI LC TV	NI LC TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	---	---	---	---	---	---	---	---
	Descarte de embalagem	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Fritura dos alimentos	Consumo de energia elétrica	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Disposição no bufê	Descarte de papéis absorventes	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Consumo de água	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Consumo de energia elétrica	---	NI EO AS	NI LC TV	NI LC TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	---	---	---	---	---	---	---	---
Higienização dos utensílios	Geração de resíduos líquidos	---	---	ND LM TV	ND LM TV	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Consumo de água	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Consumo de energia elétrica	---	NI EO AS	NI LC TV	NI LC TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	NI LO TV	---	---	---	---	---	---	---	---
	Descarte de embalagens	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Legenda: P – positivo, N – negativo, D – direto, I – indireto, L – local, R – regional, E – estratégico, C –curto prazo, M – médio prazo, O – longo prazo, T – temporário, Y – cíclico, A – permanente, V – reversível, S – irreversível.

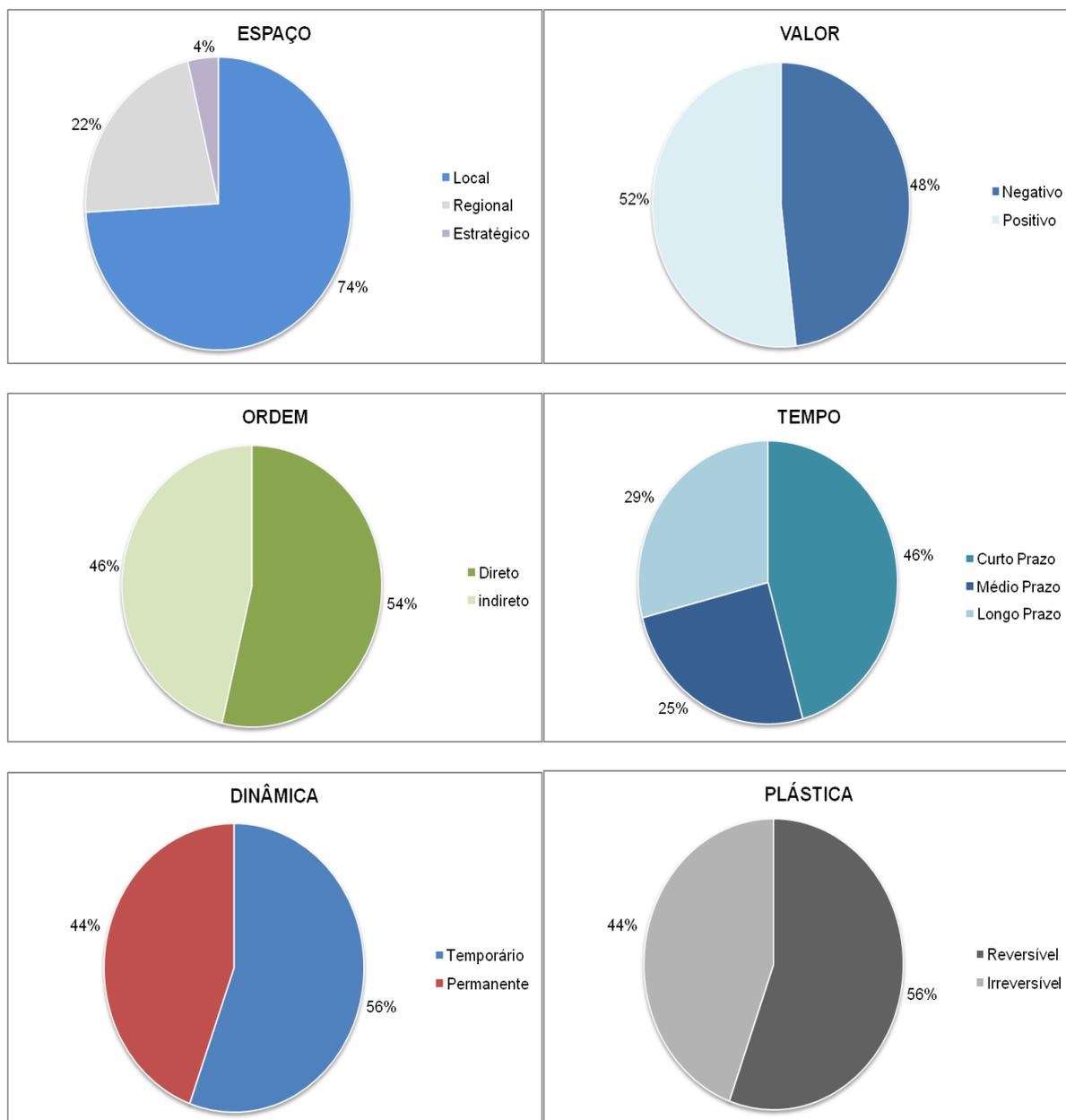


Figura 7 - Avaliação Qualitativa de Impactos Ambientais, conforme critérios de espaço, valor, ordem, tempo, dinâmica e plasticidade.

Fonte: Processo de fritura de alimentos em fritadeiras elétricas nos restaurantes estudados (A e B)

Os principais problemas ambientais identificados nas atividades da empresa foram:

Fase 1 – Recepção da Matéria-prima:

- a) geração e emissão de ruído e materiais particulados;

Fase 2 – Armazenagem (fria ou a seco)

- a) desperdício de energia elétrica;
- b) desperdício de matérias-prima;
- c) geração e emissão de gases;
- d) geração de efluentes;

Fase 3 – Pré-preparo dos alimentos:

- a) desperdício de energia elétrica;
- b) desperdício de água;
- c) descarte de embalagens;
- d) geração de resíduos orgânicos;
- e) geração de efluentes.

Fase 4 – Preparo da fritadeira:

- a) desperdício de energia elétrica;
- b) descarte de embalagens;

Fase 5 – Fritura dos alimentos:

- a) desperdício de energia elétrica.

Fase 6 – Disposição no bufê:

- a) geração de resíduos sólidos;
- b) desperdício de água;
- c) desperdício de energia elétrica.

Fase 7 – Higienização dos utensílios:

- a) geração de efluentes;
- b) desperdício de água;
- c) desperdício de energia elétrica;
- d) descarte de embalagens.

Depois de caracterização das ações impactantes no meio ambiente, foram propostas algumas medidas ambientais com o objetivo de minimizar os impactos negativos e maximizar os impactos positivos, além de atribuir as responsabilidades para a execução dessa prognose, como:

Fase 1 – Recepção da Matéria-prima:

- a) Controlar o estoque: os materiais utilizados no processo devem ter os prazos de validade observados. Desta forma, reduz significativamente a possibilidade da validade dos produtos expirarem antes da sua utilização.

Fase 2 – Armazenagem (fria ou a seco)

- a) Adquirir matérias primas de acordo com as necessidades: na aquisição de matérias-prima devem ser observadas às necessidades reais do consumo, assim evitando a armazenagem prolongada de embalagens parcialmente utilizadas. Nas embalagens devem ser levados em conta os tamanhos e o preço da matéria prima correlacionado com a capacidade da embalagem a possibilidade de deterioração por estocagem indevida.
- b) Troca dos equipamentos de resfriamento de alimentos, observando fatores como consumo de energia, desempenho, geração e emissão de gases.

Fase 3 – Pré-preparo dos alimentos:

- a) Adquirir equipamentos novos para processamento que apresentam maior desempenho e economia de energia elétrica;
- b) Prover treinamento de funcionários e conscientização quanto à importância da economicidade da água;
- c) Reutilizar embalagens ou reciclar as não utilizáveis no processo;
- d) Encaminhar os resíduos orgânicos para transformação em fertilizantes.

Fase 4 – Preparo da fritadeira:

- a) Adquirir equipamento de fritura de alimentos com melhor desempenho e menor consumo de energia elétrica;
- b) Reenviar às embalagens de matérias primas usadas no processo aos fornecedores para serem recicladas em vez de serem rejeitadas.

Fase 5 – Fritura dos alimentos:

- a) Trocar equipamento de fritura de alimentos que apresenta desgaste por outros com melhor desempenho e menor consumo de energia elétrica;

Fase 6 – Disposição no bufê:

- a) Trocar matéria-prima, possibilitando diminuição na geração de resíduos sólidos;
- b) Trocar equipamento do bufê, observando menor consumo de água e de energia elétrica.

Fase 7 – Higienização dos utensílios:

- a) Prover treinamento de funcionários e conscientização quanto ao desperdício de água;
- b) Trocar equipamento de lavagem de utensílios;
- c) Reenviar às embalagens de matérias primas usadas no processo aos fornecedores para serem recicladas em vez de serem rejeitadas.

3.4 Proposições ao Óleo de Fritura Residual para Produção de Biodiesel

A produção de alimentos por processos de fritura nos restaurantes estudados é diária, portanto um planejamento adequado pode permitir que o restaurante possa produzir um alimento mais saudável e com menor impacto ambiental. O descarte do óleo nos restaurantes, conforme observado, não é realizado de forma planejada. É necessário que o alimento seja saudável e o óleo residual (pós-consumo) possa ter fins mais nobres, o que depende diretamente da escolha do alimento a ser produzido, da temperatura de fritura e conseqüentemente do teor de polares totais e material sólido residual.

Assim, estrategicamente o óleo de fritura deve ser monitorado para que seja reusado na fritura e posteriormente descartado corretamente.

Nos restaurantes estudados é possível descartar, após um máximo de reuso, um óleo de qualidade adequada a produção de biodiesel conforme resultados encontrados para o biodiesel produzido a partir do óleo de fritura residual coletado durante 3 semanas do restaurante A, quando o descarte foi realizado dentro dos limites de oxidação (MPT <25%).

As características de qualidade do biodiesel obtido a partir destes óleos residuais são relatadas na Tabela 4, onde os parâmetros foram comparados com a especificação da Resolução da ANP nº 7.

As análises apresentaram inconformidade com a Resolução da ANP nos seguintes ensaios: Corrosividade ao Cobre (3h a 50°C) 3a, Estabilidade a Oxidação 0,7h, Teor de Água 1.143 mg kg⁻¹, Teor de Éster (% massa) 86,2, Glicerina Total (% massa) 1,01, Índice de peróxido 25 meq/kg, mostrando que a produção de biodiesel a partir do óleo de fritura, empregando KOH e metanol, pode não levar a conversão em éster de 96,5 % o que leva a modificação de outros parâmetros relacionados a presença de mono e diacilgliceróis e glicerina total.

Por outro lado, o teor de peróxido está elevado, de acordo com o que foi observado na matéria-prima a partir do Material Polar Total, o que também pode interferir na estabilidade do biodiesel.

Destaca-se também que parâmetros importantes como viscosidade, densidade, ponto de fulgor, teor de álcool e outros, para que o biodiesel possa ser um substituto ao diesel, estão dentro das especificações.

Tabela 5: Especificação do biodiesel produzido a partir de óleo de fritura coletado no restaurante A.

Ensaio	Resultados	Especificação *
Densidade à 20°C; kg m ⁻³	885,5	850-900
Ponto de entupimento de filtro a frio; °C	-11	19 (máx)
Estabilidade a Oxidação à 110°C; h	0,7	6 (mín)
Corrosividade ao cobre; 3h à 50°C	3a	1 (máx)
Viscosidade cinemática à 40°C ; mm ² s ⁻¹	5,241	3,0-6,0
Teor de água; mg kg ⁻¹	1.143	500 (máx)
Teor de Álcool - Metanol; % massa	0,09	0,20 (máx)
Teor de Éster; % massa	86,2	96,5 (mín)
Microrresíduo de carbono; % massa	0,04	0,05 (máx)
Ponto de fulgor; °C	164,5	100 (mín)
Glicerina Livre; % massa	0,00	0,02 (máx)
Glicerina Total; % massa	1,01	0,25 (máx)
Monoglicerídeos*; % massa	0,57	Anotar
Diglicerídeos; % massa	0,68	Anotar
Triglicerídeos; % massa	7,42	Anotar
Índice de acidez; mg KOH g ⁻¹	0,11	0,50 (máx)
Índice de peróxido; meq Kg ⁻¹	25	10 (máx)

*Resolução ANP n° 7

A análise minuciosa dos resultados adotados na produção de biodiesel de óleo de fritura, permite concluir que mesmo cuidando-se o reuso nos restaurantes, pode não haver a conversão total e interferir na qualidade, no que se refere a oxidação deste biodiesel durante o armazenamento.

CONCLUSÕES

A utilização de estratégias de prevenção de resíduos nas empresas conduz a uma redução da quantidade e ou periculosidade dos resíduos gerados, associada a benefícios econômicos resultantes da diminuição do consumo de matérias primas, produtos auxiliares e energia, bem como redução dos custos de tratamentos finais de efluentes e resíduos.

O uso de ferramentas de Avaliação de Impactos Ambientais que priorizam o desenvolvimento e utilização de tecnologias ecológicas, bem como a melhoria contínua dos processos produtivos traz melhoras para os cenários sócio-econômicos e ambientais, para os atores sociais do empreendimento, eficiência e competitividade para a empresa.

Neste contexto, é indispensável que os restaurantes em questão demonstrem preocupação com meio ambiente e com a saúde de seus clientes, mas também com sua responsabilidade social e ética. As questões ambientais estão sendo consideradas como novas oportunidades de negócio e não como ameaças aos seus lucros. Assim há dois motivos para que os restaurantes mudem seu modo de pensar e agir em relação ao meio ambiente; os custos e os clientes.

Portanto, para reduzir os custos e atender as exigências dos clientes, a estratégia mais viável seria a adoção de PML. Atualmente, os restaurantes, no

processo de fritura de alimentos, desperdiçam matérias-primas e energia. A vontade de mitigar ou eliminar as causas e os efeitos desta situação são os principais objetivos da PML. Além de reduzir custos, a PML aumenta a competitividade e a capacidade inovadora, atendendo adequadamente as necessidades de seus clientes proporcionando um incremento na competitividade dos restaurantes.

O tema da dissertação em questão se refere à PML como ferramenta na gestão do uso de óleos vegetais em restaurantes, buscando o reaproveitamento de resíduos para a produção de biodiesel. O estudo foi realizado em dois restaurantes de Santa Cruz do Sul, onde buscou-se uma aplicação de estratégias preventivas e integradas, dentro do processo de fritura, para reduzir o consumo de matérias-primas, energia e otimizar a recuperação dos óleos vegetais para a produção de bicompostíveis, afim de atingir uma melhora na eficiência do processo produtivo.

Nos restaurantes estudados foram propostas medidas para reduzir ações impactantes ao meio ambiente durante as fases do processo de fritura como: controlar o estoque, adquirir matérias primas de acordo com as necessidades, substituir equipamentos que apresentam desgastes, substituir matérias-primas, reenviar às embalagens de matérias primas usadas aos fornecedores, prover treinamento de funcionários, reutilizar embalagens ou reciclar as não utilizáveis no processo e encaminhar os resíduos orgânicos para transformação em fertilizantes.

Os estudos realizados nos restaurantes demonstraram que os óleos usados apresentaram um grau de polaridade alta, sendo que algumas amostras passaram do limite em que deveriam ter sido descartadas. Durante os testes, observou-se também o tipo de alimento produzido nos restaurantes. Nos dias em que houve a preparação de produtos cárneos, o valor de MPT foi mais elevado, chegando a 45%. Assim a não renovação do óleo na fritadeira e o tipo de alimento produzido, como carnes e farináceos, levam a um maior MPT e mais resíduos sólidos visíveis no óleo.

As amostras de óleos coletas que apresentaram material polar próximo a 25% da escala do equipamento Testo 256 e analisadas em laboratório apresentaram índice de acidez e de umidade baixos, mostrando que o óleo pode ser reaproveitado

na fritura até o limite de formação de polares e apresentar parâmetros adequados para a produção de biodiesel.

Com os resultados obtidos neste trabalho, espera-se obter um melhor controle do processo de fritura com o fornecimento de alimentos com melhor qualidade à sociedade e, conseqüentemente uma matéria prima alternativa de boa qualidade para a produção de biodiesel.

Assim, o planejamento adequado do processo de fritura de alimentos em restaurante permite o fornecimento de alimentos mais saudáveis e com menores impactos ambientais. Atualmente o descarte de óleo nos restaurantes estudados, não é realizado de forma planejada. A produção de um alimento saudável e a busca do melhor reaproveitamento para óleo residual (pós-consumo); depende diretamente da escolha do alimento a ser produzido, da temperatura de fritura e conseqüentemente do teor de polares totais e material sólido residual. Assim, estrategicamente, o óleo de fritura deve ser monitorado para que seja reusado na fritura e posteriormente descartado corretamente.

Por fim, nos dois restaurantes estudados e em outros, é possível descartar, após o máximo de reuso, um óleo de qualidade adequada à produção de biodiesel conforme resultados encontrados para o biodiesel produzido a partir do óleo de fritura residual coletado durante 3 semanas do restaurante A, quando o descarte foi realizado dentro dos limites de oxidação Materiais Polares Totais inferior a 25%.

REFERÊNCIAS

AKUTSU, R. C. et al. *Adequação das Boas Práticas de Fabricação em Serviços de Alimentação*. Revista de Nutrição. v. 18, n. 3. p. 419-427, 2005.

ANDRADE, J. C. S., MARINHO, M. M. O., KIPERSTOK, A. *Política Ambiental Focada na Produção Limpa: Elementos para Discussão com os Setores Produtivos*. Anais VIII SIMPEP, Bauru, SP, Brasil, 2001.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação*. Res. RDC Nº 216 de 15 de setembro de 2004. Brasília, DF.

BAITZ, M.; BINDER, M.; DEGEN, W.; DEIMLING, S.; KRINKE, S. - VOLKSWAGEN; DAIMLER CHRYSLER. *Comparative Life Cycle Assessment for Sundiesel (Choren Process) and Conventional Diesel Fuel*. Executive Summary, 2004.

BEER, T.; GRANT, T.; WILLIAMS, D.; WATSON, H. *Fuel-Cycle Greenhouse Gas Emissions From Alternative Fuels in Australian Heavy Vehicles*, Atmospheric Environment, v.36. p.753–763, 2002.

BELLIZZI, A. et al. *Treinamento de Manipuladores de Alimentos: Uma revisão de literatura*. Higiene Alimentar. v. 19, n. 133, p. 36-48, 2005.

BERNESSON, S.; NILSSON, D.; HANSSON, P.A. *A Limited LCA Comparing Large-And Small-Scale Production of Rape Methyl Ester (RME) Under Swedish Conditions*, Biomass and Bioenergy, v.26. p.545 – 559, 2004.

BRASIL, *Resolução do ANP N^o. 18/2007*, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Disponível em: http://www.anp.gov.br/petro/legis_biodiesel.asp. Acesso em 16 dez. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) - Instrução Normativa N^o 49 de 22 de dezembro de 2006. *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Óleos Vegetais Refinados*. Disponível em: www.agricultura.gov.br. Acesso em 12 de dezembro de 2008.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (ANVISA). *Resolução da Diretoria Colegiada n^o. 270 de 22 de setembro de 2005. Dispõem sobre o regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal*. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em 13 de dezembro de 2008.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) – Informe técnico N^o. 11 de 05 de outubro de 2004. *Óleos e Gorduras Utilizados em Frituras*. Disponível em: www.anvisa.gov.br/alimentos/informes. Acesso em 13 de dezembro de 2008.

BRETILLON, L.; CHARDIGNY, J.M.; NOEL, J.P.; SEBEDIO, J.L. *Desaturation and Chain Elongation of Mono-Trans Isomers of Linoleic and A-Linolenic Acids In Perfused Rat Liver*. J. Lipid Res., New York, v.39, p.2228-2236, 1998.

BOURNAY, L.; CASANAVE, D.; DELFORT, B.; HILLION, G.; CHODORGE J.A. *New Heterogeneous Process for Biodiesel Production: A Way to Improve the Quality and the Value of the Crude Glycerin Produced by Biodiesel Plants Catalysis Today*, vol.106, Issues 1-4, 15, p.190-192, 2005.

BOZBAS, K.; MAH, C.; SOK, H.; YANY, P.; KAT; BESIKDUZU, TRABZON e TURKEY. *Biodiesel as an Alternative Motor Fuel: Production and Policies in the*

European Union. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 12, Issue 2, p. 542-552, 2008,

BHATTI N.H.; HANIF A.M.; QASIM M.; REHMAN U.A. *Biodiesel Production From Waste Tallo*. Fuel, vol. 87, p.2961–2966, 2008.

CARDONE, M.; MAZZONCINI, M.; MENINI, S.; ROCCO, V.; SENATORE,A.; SEGGIANI, M.; VITOLO, S. *Brassica Carinata as an Alternative Oil Crop for the Production of Biodiesel in Italy: Agronomic Evaluation, Fuel Production By Transesterification and Characterization*. Biomass and Bioenergy, v.25. p.623 – 636, 2003.

CARRARETTO, C.; MACOR, A.; MIRANDOLA, A.; STOPPATO, A.; TONON, S. *Biodiesel as Alternative Fuel: Experimental Analysis and Energetic Evaluations*. Energy, vol. 29, Issues 12-15, p. 2195-2211, 2004.

CELLA, R.C.F.; REGITANO-D ARCE, A.B.; SPOTO, M. H. F. *Comportamento do Óleo de Soja Refinado Utilizado em Fritura por Imersão com Alimentos de Origem Vegetal*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, vol. 22, n. 2, p. 111-116, 2002.

CERRETANI, L.; BENDINI, A.; ESTRADA, R. T. M.; VITTADINI, E.; CHIAVARO, E. *Microwave Heating of Different Commercial Categories of Olive Oil: Part I. Effect on Chemical Oxidative Stability Indices and Phenolic Compounds*. Food Chemistry, In Press, Corrected Proof, Available Online, 2009.

CHUNG, K.H.; CHANG, D.R.; PARK B.G. *Removal of Free Fatty Acid in Waste Frying Oil by Esterification With Methanol on Zeolite Catalysts*. Bioresource Technology, vol. 99, Issue 16, p. 7438-7443, 2008.

COELHO, A.; KIPERSTOK, A.; MEIRA, C. C. *Prevenção da Poluição*, Brasília, SENAI/DN, 2002. 290p.

COOK, P.; WALKER, K. C.; BOOTH, E. J.; ENTWISTLE, G. *The Potencial for Biodiesel Production in the UK*. Farm Management, London, vol. 8, n. 8, p. 361-368, 1993.

COZINHAS INDUSTRIAIS. *Fritadeiras Comerciais à Gás – GLP ou Natural* Disponível em: <http://www.cozinhasindustriais.net/multifritas.html>. Acesso em 19 jan. 2009.

CORSINI, M.S.; JORGE, N.; MIGUEL, A.M.R.O.; VICENTE, E. *Perfil de Ácidos Graxos e Avaliação da Alteração em Óleos de Fritura*. Química Nova, v. 31, p. 956-961, 2008.

CHEHEBE, J. R.. *Análise do Ciclo de Vida dos Produtos: Ferramenta gerencial da ISO 14000*. Rio de Janeiro, Editora Qualitymark, 1998, 104 p.

DOBARGANES, M. C. *Determination of polar compounds, polymerized and oxidized triacylglycerols, and diacylglycerols in oils and fats*. Pure Appl. Chem., Oxford, v. 72, n. 8, p. 1563-1575, 2000.

DORADO, P.M.; BALLESTEROS, E.; MITTELBAACH, M.; LO'PEZ, J.F. *Kinetic Parameters Affecting the Alkali-Catalyzed Transesterification Process of Used Olive Oil*. Energy & Fuels, v.18, p. 1457-1462, 2004.

ENCINAR, J.M.; GONZÁLEZ, J.F.; REINARES, A. R. *Ethanolysis of Used Frying Oil. Biodiesel Preparation and Characterization*. Fuel Processing Technology, vol. 88, p. 513-522, 2007.

FIRESTONE, D.; STIER, R. F.; BLUMENTHAL, M. M. *Regulation Of Frying Fats And Oils*. Food Technology, Oxford, v. 45, n. 2, p. 90–94, 1991.

FERRAZ, F.; GOMES, M. *O Histórico da Refrigeração Fluidos Refrigerantes Ozônio/Processo de Formação/Destruição Sistemas de Refrigeração Componentes de um Sistema de Refrigeração*. Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia, Curso: Eletromecânica, Disciplina: Refrigeração, 2008.

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S. SCABIO, A. *Oxidative Stability of Biodiesel From Soybean Oil Fatty Acid Ethyl Esters. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) [online]*, v. 62, n. 3, p. 291-295, 2005.

FOLETTTO, T.C; BUENO, F. M.; TORRES, G.; NUNES F. *Estudo da Estabilidade dos Óleos de Soja e Arroz Utilizados em Frituras Sucessivas de Pastilhas de Trigo. XVI CIC - XVI Congresso de Iniciação Científica UFPel*, 2007.

FRAGOMENI, J. D. *Estudo de Viabilidade e Otimização de Parâmetros em Motores Ciclo Diesel Operado com Biodiesel – Laboratório de Energia e Ambiente. Projeto de Conclusão de Engenharia Mecânica/UnB. Brasília*, 2004.

GAMERO, L.D.M.; CORTÉS, C.E.; AZORÍN, M.F.J.; *Evaluating Environmental Regulation in Spain Using Process Control and Preventive Techniques. European Journal of Operational Research*, v. 195, Issue 1, 2p. 497-518, 2009.

GEMASO. *Soluções em Cozinhas Industriais. Disponível em: <http://www.gemaso.com/2009>. Acesso em 12 jan. 2009.*

GETZNER, M. The Quantitative and Qualitative Impacts of Clean Technologies on Employment. *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, vol. 10, 2002.

GUI, M.M.; LEE K.T.; BHATIA S. *Feasibility of Edible Oil Vs. Non -Edible Oil Vs. Waste Edible Oil as Biodiesel Feedstock. Energy*, vol. 33, p.1646 – 1653, 2008.

GUNSTONE, F. D.; HAMILTON, R. J.; *Oleochemical Manufacture and Applications. Sheffield Academic Press*, 2001.

ISO, 14040. *Environmental Management: Life Cycle Assessment – Principles And Framework. International Standards Organisation*, 2006.

JORGE, N; JANIERI, C. *Avaliação do Óleo de Soja Submetido ao Processo de Fritura de Alimentos Diversos. Ciências Agrotecnologias., Lavras*, vol. 29, n. 5, p. 1-7, 2005.

KIM, S.; DALE, B.E. *Cumulative Energy and Global Warming Impact From the Production of Biomass for Biobased Products*. Journal of Industrial Ecology. v.07, n.3-4, p.147-162, 2003.

KIPERSTOK, A. et al. *Módulo de Prevenção de Poluição – Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria – UFBA-SENAI, CETIND*, 2001.

KIWJAROUN C.; TUBTIMDEE C.; PIUMSOMBOON P. *LCA Studies Comparing Biodiesel Synthesized by Conventional and Supercritical Methanol Methods*. Journal of Cleaner Production, vol. 17, Issue 2, p. 143-153, 2008

KNOTHE G. *Dependence of Biodiesel Fuel Properties on the Structure of Fatty Acid Alkyl Esters*. Biodiesel Processing and Production, v. 86, Issue 10, p. 1059-1070, 2005.

KUBOTA, M. *Paraná Quer Usar Biodiesel*. Revista CREA-PR. Curitiba, ano 6, n. 23, p. 12-14, jul./ago. 2003.

KUBOW, S. *Toxicity of Dietary Lipid Peroxidation Products*. Trends Food Sci. Technol., Cambridge, vol. 1, n. 3, p. 67-71, 1990.

KUCEK, K.T. *Otimização da Transesterificação Etílica do Óleo de Soja em Meio Alcalino*. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) – Curso de Pós graduação em Química, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 21004, 2004.

LAPUERTA, M.; HERREROS, LYONS, M.J.; L.L.; CONTRERAS G.R.; BRICEÑO Y. *Effect of the Alcohol Type Used in the Production of Waste Cooking Oil Biodiesel on Diesel Performance and Emissions*. Fuel, vol. 87, Issues 15-16, p. 3161-3169, 2008.

LEOPOLD, L. B. et al. *A Proceture for Evaluating Environmental Impact*. Wahington, D. C., Geological Survey Circular, 1971. 645p

LIMA, J. R.; GONÇALVES, L. A. G. *Avaliação analítica de óleos utilizados em processo de fritura*. Bol. Soc. Bras. Ciênc. Tecnol. Alim., Campinas, v. 29, n. 2, p. 186-192, 1995.

MA, F.; HANNA, M. A. *Biodiesel Production: A Review*. *Bioresource Technology*, Oxford, vol. 70, n. 1, p. 1-15, October, 1999.

MARCHETTI, J.M.; ERRAZU A.F. *Technoeconomic Study of Supercritical Biodiesel Production Plant*. *Energy Conversion and Management*, vol. 49, p. 2160–2164, 2008.

MÁRQUEZ, R.G.; PÉREZ, C. M. C.; DOBARGANES, M. C.; *Evaluación Nutricional de Grasas Termoxidadas y de Fritura*. *Grasas y Aceites*, p.41-432, 1990.

MATTSSON, B.; CEDERBERG, C.; BLIX, L. *Agricultural Land Use in Life Cycle Assessment (LCA): Case Studies of Three Vegetable Oil Crop*. *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, v.8. p.283–292, 2000.

MENDONÇA, A.M.; BORGIO A.L.; ARANJO, C.M.W.; NOVAES, G.C.R.M. *Alterações Físico-Químicas em Óleos de Soja Submetidos ao Processo de Fritura em Unidades de Produção de Refeição no Distrito Federal*. *Com. Ciências Saúde*. vol. 19(2): p. 115-122, 2008.

MEHER, L. C.; SAGAR, D.V.; NAIK, S. N. *Technical Aspects of Biodiesel Production by Transesterification - a Review*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 10 (3), p. 248-268, 2006.

MONFERRER, A.; VILLALTA, J. *La Fritura Desde Um Punto de Vista Práctico*. I. *Alim. Equipos y Tecnol.*, vol. 21 (3), p. 85-90, 1993.

MORTIMER, N. D.; CORMACK, P.; ELSAYED M. A.; HORNE R.E. *Evaluation of the Comparative Energy, Global Warming and Socio Economic Costs and Benefits of Biodiesel*; Prepared for the Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2003.

MOROS, J.; ROTH, M.; GARRIGUES, S.; GUARDIA, M. *Preliminary Studies About Thermal Degradation of Edible Oils Through Attenuated Total Reflectance Mid-Infrared Spectrometry*. Food Chemistry, v.114, Issue 4, p. 1529-1536, 2009.

MONYEM, A.; VAN GERPEN, J.H. *The Effect of Biodiesel Oxidation on Engine Performance and Emissions*. Biomass and Bioenergy, v.20. p.317–325, 2001.

OLIVEIRA, C.C.F.; SUAREZ Z.A.P.; SANTOS P.L.W. *Biodiesel: Possibilidades e Desafios*. Química e Sociedade, 2007.

PENG, B.X.; SHU, Q.; WANG J.F.; WANG, G.R.; WANG, D.Z.; HAN M.H. *Biodiesel Production from Waste Oil Feedstocks by Solid Acid Catalysis*. Process Safety and Environment Protection, vol.86, p.441–447, 2008.

PNUMA – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. *Declaração internacional sobre produção mais limpa*. Disponível em <http://www.pmais1.com.br>. Acesso em 02 Janeiro, 2009, 2002.

PHAN N.A.; PHAN M.T. *Biodiesel Production From Waste Cooking Oils*. Fuel, vol. 87, p. 3490–3496, 2008.

PINTO, E.P.; BORGES, C.D.; TEIXEIRA, A.M.; ZAMBIAZI, R.Z. *Características de Batata Frita em Óleos com Diferentes Graus de Insaturação*. Boletim do CEPPEA, Curitiba, vol.21(2), p. 293-302, 2003.

RABELO, I. D. *Estudo de Desempenho de Combustíveis Convencionais Associados a Biodiesel Obtido pela Transesterificação de Óleo Usado em Fritura*. Curitiba, Dissertação (Mestrado em Tecnologia), Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, 2001. 99p.

RAMOS, L. P. *Conversão de Óleos Vegetais em Biocombustível Alternativo a Diesel Convencional*. Congresso Brasileiro de Soja, Londrina. Anais, Empresa Nacional de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Soja, vol. 1, p. 233, 1999.

RAMOS, L.P.; KUCEK, K.T.; DOMINGOS, A.K.; WILHEM, M.H. *Biodiesel: Um Projeto de Sustentabilidade Econômica e Sócio – Ambiental no Brasil*. Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, São Paulo, v. 31, 2003.

RAMOS, L. P. A. *Qualidade da Matéria-Prima para a Produção de Biodiesel - Parte 2*. ago. 2006. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/colunistas/ramos/qualidade-materia-prima-producao-biodiesel-2.htm>. Acesso em 30 jan. 2009.

RAMADHAS, A.S.; JAYARAJ, S.; MURALEEDHARAN, C., *Biodiesel Production from High FFA Rubber Seed Oil*, Fuel, vol. 84 (4), p.335-340, 2005.

REFAAT, A. A.; ATTIA, N. K.; SIBAK, H. A.; SHELTAWY, S.T.; ELDIWANI, G. I. *Production Optimization and Quality Assessment of Biodiesel From Waste Vegetable Oil*. Int. J. Environ. Sci. Tech., 5 (1), p.75-82, 2008.

SANIBAL, E. A. A; JORGE, N. *Alterações Físicas, Químicas e Nutricionais de Óleos Submetidos ao Processo de Fritura*. Food Ingredients, São Paulo, vol. 18, n. 18, p. 64, 2002.

SENAI, *Implementação de Programa de Produção Mais Limpa*. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/ UNIDOS/INEP, 2003a.

SEBRAE; *Relatório de Atividades dos Núcleos Regionais de Produção Mais Limpa*. Rio de Janeiro, 2004. 33 p.

SEUNGDO, K.; BRUCE E. D. *Life Cycle Assessment of Fuel Ethanol Derived From Corn Grain Via Dry Milling*. Bioresource Technology. v. 99, Issue 12, p. 5250-5260, 2008.

SILVA, G. C. S.; MEDEIROS, D. D. *Metodologia de Checkland aplicada à implementação da produção mais limpa em serviços*. Gestão & Produção, vol. 13, n. 3, p. 411-422, 2006.

SILVA, L. G.; MARTINS, I.C.M. *Avaliação de Impactos Ambientais Decorrentes das*

Atividades de Empresa Ceramista. In: 23^o. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária E Ambiental, Campo Grande/MS: ABES, p. 1-8, 2005.

SCHMIDINGER, N. A.; NARODOSLAWSKY, M., *Life Cycle Assessment as an Engineer's Tool? Journal of Cleaner Production*, vol. 16, Issue 2, p. 245-252, 2008.

SHAHID, E. M.; JAMAL, Y. *A Review of Biodiesel as Vehicular Fuel*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol.12 (9), p.2484-2494, 2007.

SHARMA Y. C; SINGH B. *Development of Biodiesel: Current Scenario*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, In Press, Corrected Proof, Available online 20 September, 2008.

SCHNEIDER, S.C. R.; MOCELLIN, R.; TRINDADE, M. M.; LARA, S. R. L.; FERRÃO, F.M. *Evaluation of the Variables in Biodiesel Production from Used Frying Oil Through Experimental Factorial Design and Multivariate Analysis*. Chemistry and Physics Department, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS, Brazil, 2008.

SUAREZ, P.A.Z.; RUBIM, J.C.; MUNDIM, K.C.. *Sistema de Conversão de Óleos Vegetais, Óleos Usados e Gorduras Animais em Óleos Combustíveis*. PI BR 0204019-0, 2002.

SUPPLE B. R.; HOWARD H.; GONZÁLEZ G. E.; LEAHY J.J; *The Effect of Steam Treating Waste Cooking Oil on the Yield of Methyl Ester*, *J. Am. Oil Chem.* vol. 79, p.175–178, 2002.

TOMMASI, L. R. *Estudo de Impacto Ambiental*. 1^o ed., São Paulo, CETESB, 1994, 355 p.

TOMASEVIC, A.V. SILER-MARINKOVIC, S.S. *Methanolysis of Used Frying Oil*. *Fuel Process. Technol.* vol. 81, p. 1–6, 2003.

TURATTI, J. M.; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, V. I. *Lipídeos – Aspectos Funcionais e Novas Tendências*, Campinas : ITAL, p. 9-14, p. 58-61, p. 64-65, 2002.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. *Pollution Prevention Framework*. Office of Pollution Prevention and Toxics. U. S. Environmental Protection Agency. U.S.A., 2004.

ZAMBIAZI, R. *Tecnologia de Óleos e Gorduras*. Pelotas: UFPel, 2005. 123 p.

ZAMBIAZI, R.Z. *Oxidation Reactions of Vegetable Oils and Fats*. Revista da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, vol.33, n.1, p.1-7, 1999.

ZHANG Y.; DUBÉ M.A.; MCLEAN D.D.; KATES M. *Biodiesel Production from Waste Cooking Oil*. Process Design and Technological Assessment, Bioresour. Technol., vol. 89, p. 1–16, 2003.

ZLATICA J. PREDOJEVIĆ. *The Production of Biodiesel from Waste Frying Oils: A Comparison of Different Purification Steps*. Fuel, vol. 87, Issues 17-18, p. 3522-3528, 2008.

WEIDEMA, B.P.; MEEUSEN, M.J.G. *Agricultural Data for Life Cycle Assessment*, European Invitation Expert Seminar on LCA of Food Products, Lei/Dlo, Lcanet – Food, The Hague, 1999.

ANEXO A: Questionários Aplicados nos Restaurantes em Estudo

IMPLANTAÇÃO DE PML RESTAURANTE

Número de identificação: _____

1- O PORQUÊ DA ESCOLHA DA EMPRESA?

2 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRELIMINARES

2.1 - Levantamento dos dados gerais da empresa

2.1.1 - Número de funcionários:

2.1.2 - Número de clientes atendido (mês):

2.1.3 - Variedades de alimentos produzidos:

2.1.4 – Tecnologia empregada no desenvolvimento dos produtos:

2.1.5 – Resíduos gerados no desenvolvimento dos produtos (alimentos e bebidas):

2.2. Análise de Documentos Existentes:

2.2.1 – Layout das instalações:

2.2.2 – Procedimentos operacionais:

2.2.3 – Dados de estoques (alimentos, produtos de limpeza, produtos químicos e bebidas)

2.3. Visitas ao almoxarifado / controle de estoques:

2.3.1 – Levantamento do consumo de insumos, de produtos químicos auxiliares. Os registros de controle de estoque, bem como as notas fiscais de compra (média mensal uso matéria prima)

2.4. Entrevistas:

2.4.1. Entrevistas com os funcionários a fim de confirmar ou complementar os dados coletados.

2.5. Levantamento de processos (acompanhamento dos principais procedimentos executados no processo produtivo de cada produto.

2.5.1. Medir parâmetros operacionais, tais como: temperatura, volume de banho, carga elétrica.

2.6. Levantamento de dados referente ao consumo mensal de:

2.6.1. O consumo de água;

2.6.2. Consumo de energia:

2.6.3. O descarte de efluente (poluentes):

2.6.4. A geração de gases agressores a camada de ozônio:

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)