

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

ANGELITA APARECIDA BARSKI

**GESTÃO DE EFLUENTES E RESÍDUOS: ESTUDO DE
CASO EM UMA PRODUÇÃO DE METILÉSTER E
BIOCOMBUSTÍVEL A PARTIR DO ÓLEO DE SOJA**

**SANTA BÁRBARA DO OESTE
2008**

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**ANGELITA APARECIDA BARSKI
ORIENTADOR: PROF. Dr PAULO JORGE MORAIS FIGUEIREDO**

**GESTÃO DE EFLUENTES E RESÍDUOS: ESTUDO DE
CASO EM UMA PRODUÇÃO DE METILÉSTER E
BIOCOMBUSTÍVEL A PARTIR DO ÓLEO DE SOJA**

**SANTA BÁRBARA DO OESTE
2008**

ANGELITA APARECIDA BARSKI

**GESTÃO DE EFLUENTES E RESÍDUOS: ESTUDO DE
CASO EM UMA PRODUÇÃO DE METILÉSTER E
BIOCOMBUSTÍVEL A PARTIR DO ÓLEO DE SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba/UNIMEP, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção, na Área de Concentração em Gestão Ambiental e Energética.

**Orientador: Prof. Dr Paulo Jorge Morais
Figueiredo**

**SANTA BÁRBARA DO OESTE
2008**

ANGELITA APARECIDA BARSKI

**GESTÃO DE EFLUENTES E RESÍDUOS: ESTUDO DE CASO EM
UMA PRODUÇÃO DE METILÉSTER E BIOCOMBUSTÍVEL A
PARTIR DO ÓLEO DE SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção, na área de concentração em Gestão Ambiental e Energética.

Aprovada em ____/____/____

COMISSÃO EXAMINADORA

**Prof. Dr Paulo Jorge Morais Figueiredo
(Presidente da Comissão)
Universidade Metodista de Piracicaba
Área de Gestão Ambiental e Energética**

**Prof. Dr Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela
Universidade Metodista de Piracicaba
Área de Segurança do Trabalho**

**Prof. Dr^a Lúcia Vidor de Souza Reis
Instituto de Ensino Rio Claro/ Faculdade CBTA – Rio Claro**

Negócios como são praticados hoje, não são mais uma opção para o setor privado, para o governo e para o indivíduo. Nosso solo, água, florestas e minerais não são inesgotáveis. Fazendeiros, indústrias, casas e estilos de vida precisam ser sustentáveis em cada comunidade de nosso planeta.

Para ser sustentável, o desenvolvimento tem que melhorar a eficiência da economia, proteger e restaurar sistemas ecológicos e aprimorar a qualidade de vida de todas as raças.”“.

(International Institute For Sustainable Development- Canada)

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*Em primeiro lugar agradeço à **Deus** pela vida, pela luz e força para continuar trilhando na busca da realização dos meus objetivos.*

*Faço agradecimento muito especial aos meus pais, **Pedro Barski e Thereza Barski** (In Memorium), os quais foram a minha base, meu incentivo e meu suporte em todos os momentos de minha vida. Seus exemplos de dignidade, luta, perseverança, humildade, dedicação e amor, fizeram com que hoje eu estivesse onde eu estou. “Muito Obrigada por acreditarem em mim.*

*À minha filha “**Yasmin**” pelo carinho e compreensão nos momentos de minha ausência, e por estar sempre perto, com zelo e dedicação nos momentos que precisei.*

*Agradeço ao meu orientador **Prof. Dr Paulo Jorge Morais Figueiredo**, referência e dinamismo na Área Ambiental, qual tive privilégio de não somente aprender conceitos ambientais mas também humanísticos durante a execução deste trabalho.*

*Agradeço em especial **Elvira Lúcia Straus, Cetesb São Paulo, José Ferreira Assis, Cetesb - Piracicaba**, as quais forneceram todas as informações necessárias para a a execução deste trabalho.*

*Aos meus irmãos de coração **Maria Blaszak, Marciele Bednarchuk** e **Gilberto Souza**, que me apoiaram muito nos momentos de maior dificuldade na minha vida e me ajudaram a*

chegar aqui.. Tenham a certeza que vocês são muito especiais para mim.

*E a todos **os meus amigos**, e alguns em **especial** que entraram na minha vida do nada, simplesmente estavam esperando a oportunidade de nos cruzarmos para fazerem parte da minha vida.*

Obrigada!!!

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo/UNIMEP**

GESTÃO DE EFLUENTES E RESÍDUOS: ESTUDO DE CASO EM UMA PRODUÇÃO DE METILÉSTER E BIOCOMBUSTÍVEL A PARTIR DO ÓLEO DE SOJA

RESUMO

Este trabalho avalia a produção do metiléster e do biocombustível, em um processo industrial que apresenta uma produção com uma escala diferenciada de produtos, com diversas características e especificações. Em especial busca-se conhecer as dificuldades encontradas no tratamento de efluentes e na destinação de resíduos, provenientes deste tipo de processamento, os possíveis impactos gerados durante a produção, assim como os custos associados a este tipo de processo.

Vale destacar que a área de produção dos biocombustíveis encontra-se em expansão e vem ganhando mercado por suas vantagens, a partir do uso de óleos vegetais, gorduras animais, óleos de frituras entre outros.

Para tanto foi realizado um estudo de caso em uma empresa multiprocesso de grande porte, localizada no Estado de São Paulo.

Ao final do trabalho constatou-se a evolução do sistema de gestão de efluentes e suas implicações na redução da geração e de custos.

Palavras Chaves: Biocombustível; Influências Ambientais; Tratamento de Efluentes; Disposição de Resíduos.

METHODIST UNIVERSITY OF PIRACICABA

**Graduation Program of Production Engineering
College of Engineering, Architecture and City Planning/UNIMEP**

WASTE WATER TREATMENT AND PRODUCTION WASTE OF METILÉSTER FROM SOYBEAN OIL

ABSTRACT

This work evaluates the production of metilester and biofuel, in an industrial process that presents a production with diferent products, with several characteristics and especifications. In special, the purpose is to know the obstacles faced in waste water treatment and residues destination in this type of processing, as well as possible impacts during production and process costs. Its important to say that biofuel production area is in expansion and is having sucess in the market due to its advantages- they come from vegetable oils, animal fats, fry oils etc.

For this purpose, a study was carried out in a multi-process company, located in Sao Paulo State. At the end of the work we can notice an evolution of effluent management system and its implications in residues and costs reduction

Key Words: Biofuel, environmental influences; Waste Water Treatment; Residuous Disposal.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO PESSOAL

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Tema	21
1.2 Objetivos Gerais e Específicos.....	26
1.3 Metodologia Aplicada	27
1.4 estrutura do Trabalho	28

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E FLUXO DA PRODUÇÃO DO BIOCOMBUSTÍVEL NA EMPRESA

2.1 Produção do Biocombustível.....	30
2.2 Descrição dos insumos utilizados no processamento do biocombustível	32
2.2.1 Do processamento de soja até a obtenção do óleo refinado.....	32
2.2.2 Metanol.....	38
2.2.2.1 A escolha do álcool na produção do biocombustível considerando os aspectos ambientais.....	39
2.2.3 Catalisador Metilato de Sódio	41
2.2.4 Ácido Fosfórico.....	42
2.3 Fluxo de produção do biocombustível e metiléster da planta do estudo de caso em questão	43
2.4 Características dos produtos processados.....	50
2.4.1 Controle analítico das especificações	52
2.5 Sistema de tratamento de efluentes e resíduos gerados	57
2.5.1 Tratamento Preliminar.....	60
2.5.1.1 Remoção de Sólidos Grosseiros.....	60
2.5.1.2 Equalização.....	61
2.5.2 Tratamento Físico-Químico ou Primário.....	61
2.5.2.1 Coagulação e Floculação	62
2.5.2.2 Sedimentação.....	63

2.5.2.3 Flotação.....	64
2.5.3 Tratamento biológico ou secundário.....	65
2.5.3.1 Lodo Ativado	65
2.5.3.1.1 Dificuldades encontradas durante o tratamento de efluentes.....	67
2.6 Resíduos Gerados.....	67
2.7 Aspectos legais e normativos de efluentes e resíduos.....	70
2.7.1 Efluentes líquidos	70
2.7.2 Resíduos Sólidos.....	71

3. TRATAMENTO DE EFLUENTES E RESÍDUOS GERADOS DURANTE O PROCESSAMENTO DO METILÉSTER E BIOCOMBUSTÍVEL – ESTUDO DE CASO

3.1 Histórico da Empresa	72
3.2 A Produção de Metilester e Biocombustível a partir de diversos insumos	74
3.3 Gestão da estação de tratamento	75
3.4 Sistema de Tratamento de Efluentes da unidade do estudo de caso.....	76
3.4.1 Fatores ambientais importantes nos processos de lodo ativado na planta em questão.....	80
3.5 Coleta e amostragem de efluentes	81
3.6 Caracterização dos efluentes gerados	83
3.7 Estudo e coleta de dados desde a operação da unidade produtiva	84
3.7.1 Estudo de dados referentes ao ano de 2006.....	86
3.8 Produção do Metiléster e do Biocombustível em 2007.....	90
3.9 Teste aplicado para avaliação da concentração da DQO na etapa de evaporação do Metanol.....	92
3.9.1 Acompanhamento da evaporação do Metanol da glicerina.....	95
3.10 Caracterização dos resíduos sólidos gerados na estação de tratamento de efluentes.....	98
3.10.1 Estudo da viabilidade do descarte do lodo biológico no processamento de compostagem	101

4. RESULTADOS OBTIDOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 Processo de produção e estação de tratamento de efluentes.....	105
4.2 Destinação de óleo skimmer	108
4.3 Teste em resíduo de lodo biológico para uso no processo de compostagem.....	109

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 112

ANEXO A: Atuação Responsável	119
ANEXO B: Padrões para ensaio de solubilização	121
ANEXO C: Codificação de alguns resíduos classificados como não Perigosos	123
ANEXO D: Produto Químico – Metanol	125
ANEXO E: Produto Químico – Metilato de Sódio.....	134
ANEXO F: Produto Químico – Ácido Fosfórico.....	144
ANEXO G: Resultados analíticos NBR 10004 – Skimmer	150
ANEXO H: Resultados analíticos NBR 10004 – Decantador.....	153
ANEXO I: Resultados analíticos NBR 10004 – Lodo	156
ANEXO J: Resultados analíticos NBR 10004 – Glicerina.....	159
ANEXO K: Dificuldades encontradas no tratamento biológico de uma estação de tratamento de efluentes	162
ANEXO L: Reanálise dos lodo biológico proveniente dos tanques de aeração	165

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Reação de transesterificação	31
Figura 2- Etapas de Processamento do metilester e Biodiesel	44
Figura 3- Fotos dos Produtos: Biodiesel e glicerina bruta	49
Figura 4- Ciclo da água	58
Figura 5- Caracterização e Classificação de Resíduos	69
Figura 6- Fluxograma estação de tratamento de efluentes	77
Figura 7- Tanque de coagulação e decantação	78
Figura 8- Tanque de aeração	79
Figura 9- Foto do Efluente Bruto na entrada da equalização	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Considerações no Uso do Metanol	40
Tabela 2- Considerações no Uso do Etanol	41
Tabela 3- Especificações do Biodiesel e resumo dos métodos adotados segundo a Agência Nacional do Petróleo.....	51
Tabela 4- Especificações médias e análises controladas para a produção do Metilester	52
Tabela 5- Coleta e preservação das amostras de efluentes	82
Tabela 6- Levantamento de dados das características dos efluentes no ano de 2005.....	85
Tabela 7- Levantamento de dados das características dos efluentes no ano de 2006.....	87
Tabela 8- Tabela dos resultados médios da estação de tratamento de efluente Bruto de 2005 e 2007	88
Tabela 09- Histórico da Produção 2007.....	90
Tabela 10- Custos de tratamento externo.....	91
Tabela 11- Teste de acompanhamento durante a evaporação do metanol do metiléster ou biocombustível	94
Tabela 12- Teste de acompanhamento da 1ª batelada durante a evaporação do metanol da glicerina.....	96
Tabela 13- Teste de acompanhamento da 2ª batelada durante a evaporação do metanol da glicerina.....	96
Tabela 14- Média de carga do dia 28/08/2007.....	97
Tabela 15- Média de carga do dia 29/08/2007.....	98
Tabela 16- Parâmetros analíticos da classificação dos resíduos.....	99
Tabela 17- Custos com destinação de resíduos na estação de tratamento de efluentes.....	100
Tabela 18- Resultados de análise do material orgânico	103
Tabela 19- Resultados após implementação de novos procedimentos na evaporação do metanol do metilester e biocombustível.....	105
Tabela 20- Resultados após implementação de novos procedimentos na evaporação do metanol da glicerina.....	107

Tabela 21- Quantidade de resíduo gerado na equalização e custos com destinação	108
Tabela 22- Resultados analíticos na massa bruta do lodo biológico	110

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Projeções do mercado de biodiesel no Brasil.....	23
Gráfico 2- Matérias-utilizadas na produções e testes em 2006 e 2007.....	75
Gráfico 3- Eficiência de tratamento de efluentes ano de 2005.	86
Gráfico 4- Eficiência de tratamento de efluentes ano de 2006.	88
Gráfico 5- Evolução da concentração de DQO (mg O ₂ /L) desde o início das atividades	89
Gráfico 6- Custo interno por metro cúbico tratado.....	92
Gráfico 7- Acompanhamento da evaporação do metanol na etapa de produção do metiléster e biocombustível	95
Gráfico 8 - Comparativo da concentração de DQO mg O ₂ /L	106
Gráfico 9- Resultados obtidos na ETE após ajustes de processo.....	107

LISTA DE SIGLAS

ABIQUIM	- Associação Brasileira das Industriais
ABNT	- Associação Brasileira de Normas e Técnicas
ACGIH	- American Conference of Governmental Industrial Hygienists
ACV	- Análise de Ciclo da vida
AGL	- Ácidos Graxos Livres
A/M	- Alimentos/Microorganismo
ANP	- Agência Nacional do Petróleo
APHA	- American Public Health Association
AOCS	- American Oil Chemistes Society
ASTM	- American Society for Testing and Materials
B	- Boro
B2	- Mistura 2 % de Biocombustível em óleo diesel
B100	- Biodiesel puro ou a 100 %
Ca	- Cálcio
CETESB	- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CIPA	- Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CO₂	- Gás Carbônico
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
COT	- Carbono Orgânico Total
Cu	- Cobre
DAEE	- Departamento de Águas e Energia Elétrica
DEPRN	- Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
DBO : N : P	- Demanda Bioquímica de Oxigênio : Nitrogênio : Fósforo
DNA	- Desoxiribonucleic Acid - (Ácido Desoxiribonucléico)
DQO	- Demanda Química de Oxigênio
EIA	- Estudo de Impacto Ambiental
EPA	- Environment Protection Agency
EPC	- Equipamento de proteção Coletiva
EPI	- Equipamento de proteção Individual
ETE	- Estação de Tratamento de Efluentes
ESALQ	- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

Fé	- Ferro
G	- Mercúrio
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBICT	- Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
ISO	- International Standards Organization
K	- Potássio
LT	- Limite de Tolerância
MP	- Material Particulado
Mn	- Mangânes
Mg	- Magnésio
MSDS	- Material Safety Data Sheet s
Na	- Sódio
NBR	- Norma Brasileira
NO	- Óxido de Nitrogênio
NH₃	- Amônia
NO₃	- Nitrato
NR	- Norma Regulamentadora
OD	- Oxigênio dissolvido
O&G	- Óleos e Graxos
P205	- Ortofosfato
PPN	- Programa de Proteção às Nascentes
POS	- Programa Operacional Seguro
pH	- Potencial Hidrogeniônico ou Hidroxiliônico
PPRA	- Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais
PCMSO	- Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PCBs	- Bifenilas Policloradas
RIMA	- Relatório de Impacto Ambiental
SST	- Sólidos Suspensos Totais
SSV	- Sólidos Suspensos Voláteis
S	- Enxofre
SESMT	- Serviço Especialização em Engenharia de Segurança em Medicina do Trabalho
RPM	- Rotação por minuto

Z

- Zinco

APRESENTAÇÃO PESSOAL

A Autora é Licenciada no Curso de Física pela Universidade Estadual de Ponta Grossa/UEPG com Especialização no Curso de Gerenciamento Ambiental na Indústria, pela Universidade Federal do Paraná-UFPR/SENAI. Durante o período de estudo realizou trabalhos voltados à área de Gerenciamento e Tratamento de Resíduos Líquidos e Sólidos dentro da Indústria.

Trabalhou na área de Controle de Qualidade no Processamento de Soja durante um período de 14 anos, no Estado do Paraná e, atualmente, desenvolve atividades voltadas à área de Meio Ambiente, desde Licenciamentos, Programa de Gerenciamento de Riscos, Tratamento de Efluentes Industriais e Destinação Final de Resíduos.

A influência profissional e a experiência no tratamento de efluentes com diversas variações oriundas do processo, foram relevantes para a decisão de um tema específico na realização do Projeto de Dissertação, aprovada no Curso de Pós-Graduação da Universidade Metodista de Piracicaba, em Fevereiro de 2006.

A seleção do assunto “Gestão de Efluentes e Resíduos: Estudo de caso em uma produção de Metiléster e Biocombustível a partir do óleo de Soja”, decorreu das possíveis influências ambientais que estão associadas à produção do metiléster e do biocombustível, nos processos industriais que apresentam uma demanda com uma escala diversificada de produtos, principalmente no que refere-se a produção por batelada.

Espera-se que este trabalho, traga contribuições significativas para os setores da indústria que trabalham com diversos produtos em escala de produção, apresentando as implicações do tratamento de efluentes e a disposição de seus resíduos, contribuindo, no que puder, aos seus leitores.

INTRODUÇÃO

APRESENTAÇÃO DO TEMA

A soja é conhecida a mais de 5000 anos, pelos chineses, sendo introduzida na Europa no ano de 1690. Passou a ser cultivada comercialmente no século XX nos Estados Unidos.

No Brasil o grão chegou em 1882, no Estado da Bahia, mas a sua introdução oficial no Rio Grande do Sul tem sido atribuída ao professor F.G. Graig, da Escola Superior de Agronomia e Veterinária, da Universidade Técnica (atual Universidade Federal do Rio Grande do Sul), em 1914. Nesse mesmo ano, outro fato de fundamental importância para a implantação definitiva da soja ocorreu no Rio Grande do Sul, quando foi construída a primeira fábrica de processamento de soja. Os principais subprodutos da soja são: o farelo e o óleo, além de outros produtos mais elaborados que são utilizados pela agroindústria de alimentos, indústrias químicas, de adesivos, nutrientes, adubos, formulador de espumas, emulsão para tintas, entre outras diversas aplicações (SANCHES, et al., 2005).

Atualmente os óleos vegetais de soja, girassol, palma, babaçu, amendoim e outros, também aparecem como uma alternativa para a substituição ao óleo diesel em motores de ignição por compressão, sendo seu uso testado, segundo registros históricos, pelo Dr. Rudolf Diesel que desenvolveu o motor a Diesel em 1895, tendo levado sua invenção à mostra mundial em Paris, em 1900, usando “óleo de amendoim” como combustível. Em 1911, teria afirmado que o “motor diesel pode ser alimentando com óleos vegetais (KNOTHE, et al., 2006).

Segundo MELLO (2000), a evolução da produção e do uso dos combustíveis, em todo o mundo, veio seguindo a lógica da substituição das fontes, então utilizadas por outras frentes práticas e rentáveis (da lenha ao carvão; do carvão ao petróleo), até avançar na busca de caminhos para a sustentabilidade do uso da energia. Essa síntese das fases, que se sucederam desde o século XVIII, explicam o crescimento da produção e do uso do álcool e, mais recentemente o desenvolvimento de novos biocombustíveis.

O emprego de combustíveis de origem agrícola torna-se bastante atrativa pelo aspecto ambiental, por ser uma fonte renovável de energia, e pelo

fato do seu desenvolvimento permitir a redução da dependência de importação de petróleo, carvão e gás natural, visto que estas fontes são limitadas e com previsão de esgotamento no futuro, os óleos vegetais podem tornar-se alternativas de energia de suma importância. Após a crise energética dos anos 70, por razões econômicas, sociais e ecológicas, diversos estudos com óleos vegetais e gorduras animais têm sido desenvolvidos na tentativa de obtenção de fontes alternativas de combustíveis (KNOTHE et al., 2006).

Apesar da grande busca por novas reservas de petróleo, a extração global deve atingir um pico, e depois entrar em um inexorável declínio, assemelhando-se à descida de uma “curva em forma de sino”. Este fenômeno denomina-se “Pico do Petróleo”. O verdadeiro ponto de inflexão chama-se “*Peak Oil*” e pode ser percebido como o momento em que a metade do provimento original de petróleo economicamente extraível do planeta foi queimado (BRESEE, 2005).

Além de contribuir para a preservação dos combustíveis fósseis, o biocombustível gera menos CO₂ e compostos sulfurados durante a sua combustão, sendo atualmente considerado como uma alternativa ambientalmente correta. (GARTNER & REINHARDT, 2006).

A produção do Biodiesel pode ser feita em grande escala no Brasil, pois apresenta uma grande variedade de oleaginosas que possibilitam a sua extração (NOGUEIRA E PIKMAN, 2002).

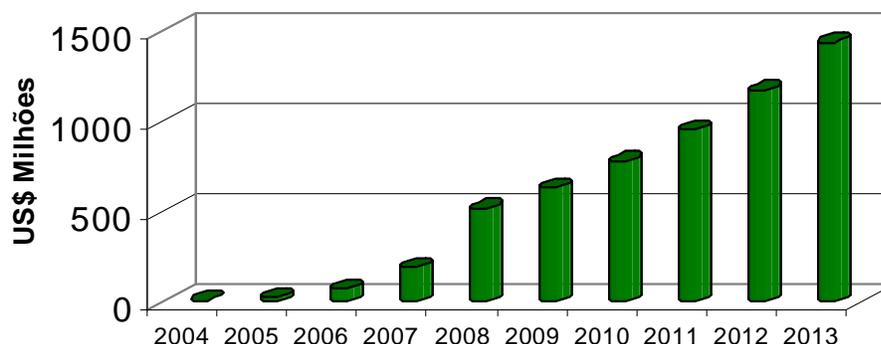
As produções de oleaginosas mais comuns nos estados brasileiros são: Girassol na Região Sul, Soja na Região Centro-oeste e Sudeste, Norte produção do babaçu e o dendê e na Região Nordeste o cultivo do algodão e da mamona (PORTAL DO BIODIESEL, 2007).

A produção do Biodiesel constitui-se de um enorme desafio para atingir as metas de produção e uso no âmbito nacional uma vez que a capacidade produtiva atual supre apenas 17% da demanda, considerando a mistura B2¹. A capacidade de produção até 2012, deverá ser triplicada, com a adição de 5% de biocombustível ao petrodiesel (PORTAL DO BIODIESEL, 2007).

O Gráfico 1 apresenta uma projeção do mercado de Biodiesel no Brasil, que deverá ter uma evolução considerável a partir do ano de 2008, quando será obrigatório o uso do Biodiesel a 2% na mistura ao diesel de petróleo (IICA, 2007).

¹ B2 – Mistura de 2% de Biocombustível em Óleo Diesel de Petróleo.

Projeções do Mercado de Biodiesel no Brasil



Fonte: Biodiesel.gov.br

Gráfico 1: Projeções do mercado de Biodiesel no Brasil. Fonte: Biodiesel /IICA², 2007.

O Brasil apresenta vantagens comparativas na produção e pode criar vantagens competitivas para ser líder mundial no biomercado e no mercado internacional de energia renovável. Isso em função das potencialidades das diversas regiões para o fornecimento de óleos vegetais, de acordo com as condições regionais, a cultura apropriada a cada tipo de oleaginosa, para serem usadas no processamento e obtenção do Biodiesel no país, uma vez que a perspectiva de aumento de seu consumo já pode ser evidenciada (IICA, Março 2007).

Segundo o IICA (2007), no Brasil é explorado menos de um terço de sua área agricultável, o que contribui para o aumento de sua produção agrícola no mundo. O potencial é de 150 milhões de hectares, onde 90 milhões são referentes a novas fronteiras, e os 60 milhões restantes são referentes a terras de pastagens que podem ser convertidas em exploração agrícola em um pequeno prazo.

A produção mundial da soja no ano de 2005/2006 chegou a 220 milhões de toneladas, obtidas em 93,36 milhões de hectares, e a previsão de produção para 2006/2007 será de 221 milhões de toneladas. O Brasil foi responsável por ¼ da produção mundial de soja, na safra de 2005/2006, tendo uma produção de 51

² IICA Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura

milhões de toneladas, configurando-se como o 2º produtor de grão, atrás apenas dos Estados Unidos (CARVALHO, et al., 2007).

Alguns óleos e algumas gorduras que podem ser utilizadas como matéria-prima para a produção de biodiesel tem altos teores de ácidos graxos livres, como os gerados por atividades urbanas e rurais (óleos residuais de frituras, gordura animal e material graxos, proveniente de esgoto doméstico, por exemplo), (GARCIA, et al., 2006).

Segundo a Lei nº. 11.097, de 13 de janeiro de 2005, biodiesel é um “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”.

Podem-se citar diversas vantagens e desvantagens na utilização do biocombustível, tais como: (KNOTHE, et al., 2006).

Vantagens:

- Derivado de matérias-primas renováveis, reduzindo o consumo dos derivados do petróleo;
- Possui alto ponto de fulgor, o que permite maior segurança no manuseio, armazenamento e transporte. Necessita de uma fonte de calor acima de 150 graus °C para explodir;
- Redução nas emissões atmosféricas, com exceção dos óxidos de nitrogênio – NO_x;
- Contribui ainda para a geração de empregos no setor primário, que no Brasil é de suma importância para o desenvolvimento social e prioridade do atual governo;
- Com a investigação em novas tecnologias, podem ser utilizadas novas matérias-primas com menos valor agregado, como a utilização de óleos descartados, um exemplo são óleos de fritura.

Desvantagens:

- Apresenta alto custo de produção (que são compensados em alguns países por legislações específicas, marcos regulatórios ou subsídios na forma de isenção fiscal);

- Aumento nas taxas de emissões de NO_x;
- Os grandes volumes de glicerina previstos (subproduto) só poderão ter mercado a preços muito inferiores aos atuais, o que poderá afetar o mercado de óleos químicos. Não há uma visão clara sobre os possíveis impactos potenciais desta oferta de glicerina;

Com a expansão do consumo do biocombustível e sua viabilidade de produção a partir de recursos renováveis, diversas empresas vêm adequando o seu processo produtivo para atender à demanda projetada para os próximos anos.

Algumas empresas optam pela produção exclusiva do Biocombustível B100, e pela produção do Metiléster (produto usado como veículo em formulações de novos produtos). Este aspecto se torna positivo porque contribui com as reduções de parada do processo, e evita trocas freqüentes de produtos, gerando menos efluentes líquidos, resíduos sólidos que são provenientes da necessidade da limpeza entre um produto e outro.

A diferença entre produzir o biocombustível ou metiléster está no tempo de produção dentro do reator, alguns controles adicionais no processo e o atendimento das especificações, uma vez que para produzir ambos os produtos, são usadas as mesmas matérias-primas.

Mas de outro lado, existem outras empresas, que além de produzirem uma escala diferenciada de produtos, acabam por incorporar ao seu processamento o Biocombustível ou Metiléster.

Isso geralmente ocorre em função da ociosidade de produção, pois alguns produtos são processados em pequenas quantidades, e abrem espaço para novas demandas de atendimento ao mercado. Com o objetivo de aumentar a produtividade, muitas empresas acabam deixando de avaliar todos os impactos que podem ser gerados dentro de uma planta de multiprocessos.

Empresas com maior variedade de produtos, necessitam de um controle mais rigoroso nas limpezas para evitar contaminações cruzadas entre os processamentos e garantir as especificações do produto final.

Mas em paralelo à garantia de qualidade do produto, há um grau de dificuldades quanto ao tratamento final dos efluentes e à disposição dos resíduos sólidos gerados decorrentes do processo.

Segundo a ABIQUIM³ (2007), hoje além das ferramentas de Gestão apresentadas, as empresas químicas hoje buscam a sua filiação a esta entidade com o objetivo de implantar os padrões éticos que direcionam a política de suas ações em termos de saúde, segurança, meio ambiente, qualidade e responsabilidade social.

O objeto de estudo desta Dissertação de Mestrado foi de analisar o processamento do Metiléster e Biocombustível, em uma planta que apresenta uma produção em escala diversificada de produtos, com ênfase no tratamento de efluentes e resíduos, acompanhando as variações e dificuldades deste processo.

1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O Objetivo Geral desta dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção é avaliar o tratamento de efluentes e os resíduos gerados, em uma planta com produção de Óleos Lubrificantes Industriais, Metiléster e Biocombustível, acompanhando o tratamento biológico, os custos associados a este tipo de tratamento e a sua disposição final dos resíduos gerados, visando a busca de possíveis oportunidades de melhorias durante os levantamentos e os testes realizados no processo produtivo.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Em especial pretende-se analisar os resíduos líquidos e sólidos provenientes da fase de processamento durante a produção do Biocombustível e demais produtos.

- ❖ Avaliar a eficiência do tratamento de efluentes durante a produção do metiléster/biocombustível, identificando os parâmetros de funcionamento no processo biológico e as dificuldades no tratamento de efluentes.

³ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA

- ❖ Analisar os parâmetros analíticos dos efluentes gerados durante o processamento do metiléster/biocombustível, no laboratório da empresa.
- ❖ Buscar alternativas para redução de custo e geração dos resíduos sólidos e líquidos durante o seu processamento, através de testes na produção e no tratamento de efluentes.

1.3 METODOLOGIA APLICADA

A metodologia aplicada neste trabalho é a análise de uma situação real (estudo de caso), sendo escolhida uma empresa do setor produtivo de óleos lubrificantes, metiléster e biocombustível, que trabalha com bateladas intercaladas de produtos distintos para atender à demanda, e com isso gerando efluentes complexos.

O estudo deste processo foi realizado por meio de levantamentos de dados através de relatórios, tabelas, documentos e acompanhamento dos resultados de análises laboratoriais.

Em paralelo foram realizados testes na produção, onde foram alterados alguns parâmetros durante o processamento do Metiléster ou Biocombustível, e acompanhada a carga de entrada no sistema de tratamento de efluentes durante a produção, e análises em laboratórios externos para a classificação dos resíduos gerados.

O estudo de caso consiste em uma ferramenta que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de uma situação real, em especial quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão definidos de forma clara (YIN, 2001).

O estudo de caso permite uma análise abrangente e em profundidade, ao invés de limitar-se a aspectos muito restritos ou selecionados como ocorre com avaliações quantitativas. Um conjunto de estudos de casos permite estabelecer padrões de similaridades e diferenças que propiciam um entendimento mais completo dos fenômenos observados.

Os estudos de casos podem apresentar-se como:

- ❖ *Descritivos* são aqueles que não têm por objetivo formular ou testar uma teoria, mas basicamente descrever a natureza, ocorrência ou seqüência dos fenômenos e fatos que caracterizam uma realidade, na plenitude de suas múltiplas e complexas manifestações.
- ❖ *Exploratórios* são mais completos buscando levantar hipóteses e proposições relevantes que possam orientar futuros esforços de pesquisa.
- ❖ *Explanatórios ou explicativos (ou avaliativos)* visam identificar aquelas hipóteses – dentre diferentes teorias alternativas – que melhor explicam a realidade ou conjunto de eventos pesquisados. Em síntese, um descreve, outro teoriza e o terceiro testa a teoria. Se considerado nesta última alternativa, o estudo de caso se assemelha à pesquisa experimental, mas dela se diferencia porque é mais indicado para a análise de situações em que a complexidade dos fenômenos e de suas relações causais dificilmente pode ser captada por uma pesquisa experimental (YIN, 2001).

Pela exposição acima, justifica-se a adoção do estudo de caso nesta pesquisa, que busca responder às questões e levantar a complexidade do fenômeno estudado. A análise dos dados foi realizada através de:

- ❖ Levantamentos dos resultados de análise obtidos desde o início das atividades.
- ❖ Leitura dos dados obtidos na estação de tratamento de efluentes durante a produção do Biocombustível e Metiléster.
- ❖ Testes realizados no processo, durante a produção destes produtos.
- ❖ Efluentes e resíduos gerados na estação de tratamento de efluentes.
- ❖ Elaboração de planilhas e gráficos.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Os tópicos abordados neste trabalho tanto no estudo do referencial bibliográfico, como no estudo de caso estão estruturados conforme os seguintes capítulos:

- ❖ O capítulo 1 contextualiza o trabalho com uma descrição da relevância da produção do Biodiesel, suas vantagens competitivas

frente aos combustíveis fósseis. É a parte na qual o trabalho é apresentado e justificado com os seus objetivos definidos.

- ❖ O capítulo 2 dá início aos fundamentos teóricos, abordando os principais conceitos da produção do biocombustível, o tratamento de efluentes e resíduos e o processo produtivo.
- ❖ O capítulo 3 apresenta a gestão dos efluentes e resíduos de uma empresa multiprocesso, dando início do estudo de caso de uma empresa multinacional, onde se avalia o processo. São realizados testes durante a produção e acompanhamento das oscilações na estação de tratamento de efluentes.
- ❖ O capítulo 4 apresenta o resultado da pesquisa, as conclusões, considerações e discussões finais do trabalho.
- ❖ O capítulo 5 apresenta as referências bibliográficas.

CAPÍTULO II – FUNDAMENTOS TEÓRICOS E FLUXO DA PRODUÇÃO DO BIOCOMBUSTÍVEL NA EMPRESA

2.1 PRODUÇÃO DO BIOCOMBUSTÍVEL

Há dezenas de espécies vegetais no Brasil das quais se podem produzir o biodiesel, tais como mamona, dendê (palma), girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso e soja, dentre outras, mas atualmente a mais importante oleogênica usada é a soja. (KNOTHE, et al., 2006).

Segundo a Medida Provisória nº. 214, de 13 de setembro de 2004, Biodiesel é definido como “um combustível para motores a combustão interna com ignição por compressão, renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil” (ANP, 2004).

Devemos considerar que o Biocombustível é composto de alquilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais novas ou usadas.

O biocombustível pode ser usado puro ou misturado ao diesel em diversas proporções. A mistura de 2% é chamada B2 e assim sucessivamente, até o biocombustível puro B100.

Segundo (Knothe, et al., 2006), existem 4 métodos que tem sido investigados para reduzir a alta viscosidade de óleos vegetais, e assim permitir o seu uso em motores diesel sem problemas operacionais, como a formação de incrustações e depósito: uso de misturas binárias com petrodiesel, pirólise, microemulsificação (ou mistura co-solvente) e transesterificação.

A transesterificação é um dos processos mais comuns e utilizados, para a produção do Biodiesel, pois consiste numa reação química de óleos vegetais ou de gorduras animais com um álcool simples de cadeia curta, podendo ser o etanol ou o metanol, estimulado por um catalisador ácido ou básico, formando um éster, e como co-produto, o glicerol ou a glicerina (MURPHY, et. al., 1995).

Desse processo também se extrai como subproduto a glicerina, muito utilizada como matéria-prima na produção de cosméticos, tintas, adesivos, produtos farmacêuticos, têxteis entre outros. A tecnologia de transesterificação é

apontada como o processo de produção de melhor relação entre os custos e a eficiência.

A reação da transesterificação é apresentada na figura 5, onde R é uma mistura de várias cadeias de ácidos graxos. O R' refere-se ao álcool que será utilizado na produção do biodiesel, e o mais comum usado é o Metanol (R' = CH₃). (KNOTHE, et al., 2006).

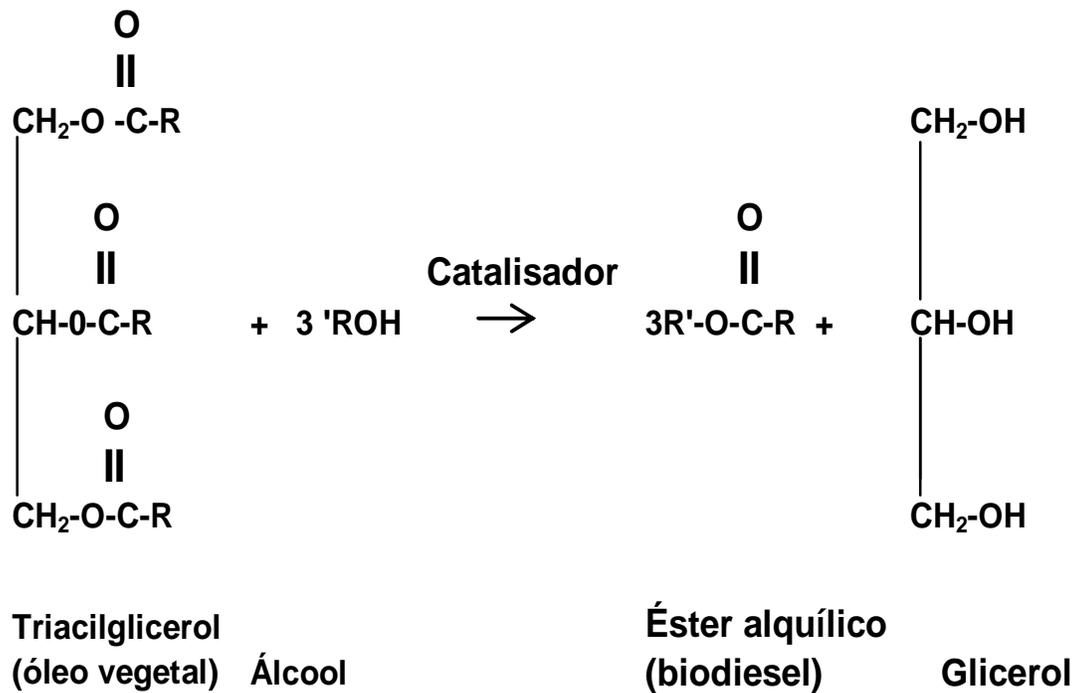


Figura 1: Reação de Transesterificação. Fonte: Knothe, 2006.

“A reação de transesterificação, consiste na reação de um triglicerídeo reagindo com um álcool na presença de um catalisador (podendo ser um ácido ou uma base forte), produzindo uma mistura de ésteres alquílicos de ácidos graxos e glicerol, sendo que a mistura de ésteres é o que se denomina biodiesel.” (CANDEIA, et al, 2006).

2.2 DESCRIÇÃO DOS INSUMOS UTILIZADOS NO PROCESSAMENTO DO BIOCOMBUSTÍVEL

2.2.1 DO PROCESSAMENTO DE SOJA ATÉ A OBTENÇÃO DO ÓLEO REFINADO⁴.

A soja (matéria-prima) contém basicamente 79% de farelo e 21% de óleo e é oriunda de diversas regiões. O plantio da soja ocorre preferencialmente entre outubro a dezembro, no começo da estação das chuvas. No Brasil o plantio direto é o preferencial devido à preservação do solo. O manejo do solo deve ser controlado podendo ser utilizados fertilizantes e ainda outros insumos como calcário para correção de pH e agrotóxicos para combater as pragas pertinentes à cultura.

A colheita acontece de janeiro a abril, nesse momento a soja é comprada diretamente do produtor sendo recebida nos transbordos, armazéns e fábricas.

a) Recebimento:

No momento em que a soja é recebida na fábrica, processa-se a pesagem e a classificação dos grãos quanto aos percentuais de imaturos, os ardidos, partidos/quebrados e umidade. Em função desta classificação uma carga pode ser recusada ou aprovada, sendo então, direcionada para a descarga, e tratada convenientemente para que possa ser processada ou estocada. Toda soja recebida passa por um processo de limpeza, que consiste na separação física por meio de peneiras, de materiais estranhos (pedras, finos, palha, vagem, etc).

Passando pela pré-limpeza, a soja seguirá diretamente para a produção ou então, pode ser armazenada. Neste caso, recomenda-se secagem do grão para umidade inferior a 14% para que não haja risco de aquecimento ou fermentação das proteínas com conseqüente aumento de acidez do óleo e perda de qualidade do farelo acabado. Na etapa de armazenamento, são monitoradas as condições de temperatura e umidade diariamente para controlar a matéria-prima de maneira que não haja degradação da qualidade de seus componentes.

⁴ Descrição do processo produtivo da Empresa do Estudo de Caso em questão

b) Preparação:

Na primeira sub-etapa de preparação os grãos passam pelos quebradores e são divididos em 4 partes e depois em 8 partes. A umidade nesta etapa deverá ser controlada com especificação entre 10-11.5%. Segue-se para sub-etapa de descascagem por aspiração/separação por peneiras, e o cozimento (elevação da temperatura dos grãos quebrados a 60°C facilitando a próxima etapa).

c) Laminação:

Consiste em passar os grãos quebrados pelos laminadores, obtendo desta forma os flocos, isto é, lâminas de soja, para possibilitar maior penetração de solvente (hexano) nas células da soja e com isso facilitar a extração do óleo.

d) Extração:

O solvente mais utilizado é o hexano, em contato com as lâminas de soja, retém para si o óleo dentro do extrator, formando a chamada miscela, isto é, mistura formada de solvente + óleo, em diferentes concentrações que ao longo de várias subetapas de destilação, separam o óleo do hexano.

Todo este processo atinge uma temperatura entre 110 °C o que garante eliminação do perigo químico (através da evaporação do hexano), microbiológico (fungos e bactérias). O óleo bruto então sem residual de solvente hexano, deverá passar por um processo de filtragem, e poderá ser estocado em tanque onde poderá ser vendido (granel ou tambor) ou então será refinado.

O farelo "branco" que sai do extrator contendo ainda cerca de 30 a 35 % de hexano, passa pelo dessolventizador⁵ para retirada total do hexano. Nesta fase com alta temperatura em torno de (90°C), onde pode-se eliminar todo risco químico (hexano - principalmente) e microbiológico (fungos – bactérias). O farelo após a dessolventização passa por moinhos, e segue para secagem e tostagem (vapor indireto) para adequar sua umidade que na saída do DT gira em torno de 18% pela injeção de vapor direto, para a umidade de 12,50%.

⁵ Dessolventizador evaporação do hexano do produto.

Antes das próximas subetapas, há adição de casca (oriunda da separação de descascagem da preparação). Então, o farelo poderá seguir dois caminhos distintos: resfriamento seguido de moagem (moinhos de facas) atingindo baixa granulometria (<5%) e daí para silos de estocagem, ou então, após saída do secador, alimentar equipamentos de peletização (formação de peletes que conferem ao produto características físicas de alta densidade), resfriamento e posterior estocagem.

O farelo moído ou peletizado, após estocagem, pode ser expedido por caminhões e vagões com destinos a mercados nacionais ou exportação.

e) Óleo Bruto

O óleo bruto produzido então segue para a refinaria. Este óleo é composto de uma mistura de triglicerídeos que é a forma de origem do óleo de soja, ácidos graxos livres, fosfatídeos, entre eles a lecitina, compostos oxidados, pigmentos (carotenos, xantofilas, clorofilas), gossipol quinonas, dicetonas voláteis, e diversos (COCAMAR, 2007).

Os ácidos graxos livres, fosfatídeos e gomas, compostos oxidados voláteis diversos, são os responsáveis pelas modificações organolépticas do óleo interferindo na sua estabilidade, acelerando a oxidação deixando o sabor indesejável durante sua aplicação. A rancidez do óleo é mais favorecida pela presença desses elementos, motivo da necessidade de purificação.

O teor de umidade pode promover o aumento da acidez, em especial quando combinados com os finos de farelo, pode desenvolver a atividade enzimática o microbiológica. Pigmentos: a presença de corantes, é um indicativo de um mau processamento de purificação de óleo, mas isso não significa que um óleo claro, dentro dos limites estabelecidos em padrões de qualidade que serão vistos, estejam em perfeitas condições de aproveitamento sem causar problemas organolépticos. O óleo bruto pode ser degomado para a produção de lecitina de soja (ERICKSON, 1995).

f) Óleo Degomado:

Pelo processo da degomagem, as gomas e fosfatídeos são eliminados do óleo cru. A degomagem é realizada através da hidratação de gomas até atingir o seu ponto de precipitação, seguida da sua remoção por meio de centrifugação. Os fosfatídeos (lecitinas, cefalinas), precisam ser extraídos antes da neutralização por vários motivos:

- ❖ Alto teor de goma na neutralização leva ao maior consumo de agentes neutralizantes, isto é, maior consumo de Hidróxido de Sódio.
- ❖ Provoca o arraste de óleo neutro, reduzindo o rendimento entre óleo consumido e neutralizado.
- ❖ Na neutralização, durante o processo de centrifugação, há mistura de várias fases, como: óleo, sabões, gomas. E o uso de soda em excesso somente prejudica nesta fase de separação, refletindo em altos teores de sabões, tendo como consequência, nas próximas fases do processo variações de qualidade do produto. (ERICKSON,1995).

Segundo, SETOR 1 (2007), o óleo de soja geralmente apresenta um percentual de 3% de gomas, e a remoção destes fosfatídeos, proteínas e colóides do óleo bruto, reduz significativamente o consumo de álcali na fase de neutralização e também contribui para a redução de perdas durante o processo de refino. Estas substâncias podem ser removidas através da adição de água (1 a 3%) , ao óleo aquecido entre 60-70°C, uma vez que são facilmente hidratáveis. Após 20 a 30 minutos sob agitação, há a formação de material precipitado que são então removidos pela centrifugação a 5000-6000 rpm. As gomas também podem ser removidas com a adição de 0,1 a 0-4 % de ácido fosfórico a 85% misturado ao óleo a uma temperatura de 60-65° C, seguidos ou não pela adição de terra clarificante que posteriormente podem ser separadas pelo processo de filtração ou centrifugação.

g) Óleo Neutro:

O processo de neutralização ou desacidificação, é também conhecido de refino cáustico e físico ou refino de vapor dependendo do processo usado. Todos

os óleos e gorduras brutas contêm quantidades variadas de materiais não glicerizados indesejáveis. Álcalis em solução aquosa pode ser usada para neutralizar ácidos graxos livres, criando sabões, que em um período pode adsorver cor e precipitar algumas gomas ou substâncias mucilaginosas presentes no óleo bruto (ERICKSON, 1995).

Na neutralização temos a diminuição dos ácidos graxos livres, os quais provocam cheiro e desprendimento de gases quando aquecido. A acidez é um fator que varia com a qualidade da matéria-prima, e com o seu tempo de estocagem, uma vez que a presença de gomas causam a fermentação pela ação de enzimas, acidificando o produto.

Moendo uma soja nova, pode-se obter um óleo com acidez entre 0,2 % a 1 %, o que é difícil em sojas mais velhas e com maiores tempos de armazenagem, onde os índices de acidez em óleo bruto podem chegar a 2,5 %. Além do ácido graxo, outras substâncias necessitam de remoção, pois a sua permanência traz graves problemas na qualidade do produto final, e desta forma os corantes indesejáveis também são eliminados parcialmente na neutralização por adsorção.

A forma da neutralização consiste no processo de adição de soda cáustica, um tratamento tradicional, utilizado em todo o mundo pela simplicidade com que se apresenta. Geralmente considera-se para fins de neutralização um óleo degomado, com teor de gomas inferior a 0,3% como produto a ser tratado. Este óleo é armazenado em tanques e a alimentação da refinaria faz-se pelo uso de um tanque pulmão para uniformização do produto, fazendo chegar para o refino com uma composição definida e uniforme. O álcali mais usado é o Hidróxido de Sódio, cuja ação na clarificação é mais efetiva do que as demais, todavia possui a desvantagem de saponificar uma pequena parte de óleo neutro, paralelamente à neutralização dos ácidos graxos livres.

h) Óleo Clarificado:

Clarificar ou branquear o óleo ainda não vem sendo muito valorizado, uma vez que o reflexo de uma boa clarificação já tem fortes influências desde os controles iniciais, ou seja, durante o processo de extração do óleo bruto, degomagem, neutralização, conforme descrito anteriormente. Um dos pontos que

devem ser considerados durante o processo de branqueamento, é qual o índice que deseja-se atingir, sendo que este é um ponto muito relevante, na definição do projeto a ser considerado e os custos operacionais da unidade. O processo de branqueamento consiste na adsorção de pigmentos, bem como outros tipos de materiais que estão presentes no óleo, por produtos adsorventes (GUIMARAES, 2007).

Segundo (GUIMARÃES, 2007), apesar de carvão ativo ser um poderoso adsorvente, ele não apresenta um bom desempenho na clarificação dos óleos, sendo assim desenvolvidos materiais mais próprios, entre eles podemos citar as argilas ativadas, que tem apresentado um melhor performance.

Estes materiais são ativados industrialmente com ácidos inorgânicos, pois no seu estado natural, elas não tem propriedade adsorvente.

i) Óleo Desodorizado:

Segundo (ERICKSON, 1995), o processo da desodorização de gorduras comestíveis e óleos, há muito vem sendo aceitas como a última etapa na preparação de óleo para uso como ingrediente de margarina, gordura, óleos para usos em saladas, frituras e em outras aplicações viáveis na indústria alimentícia e indústria química.

A classificação do óleo de soja desodorizado como aceitável pode ser bastante variável no que se refere à diversidade dos gostos das pessoas de um país em particular ou da região onde este produto será consumido. Alguns preferem óleos que tenham sabor e odor mais marcantes; outras querem mais características de cor entre outras preferências individuais.

Mas na média geral de consumo, a maior procura é de um óleo que seja essencialmente de paladar suave, isto é, com baixo índice de cor ou apresente-se cristalino, e com menos odor, e com acidez (FFA) inferior de 0,03%.

Conforme citado por (BUCZENKO, et al., 2002). "O processo de desodorização consiste em destilação por arraste de vapor em temperatura superior a 200°C, com vácuo inferior a 10 mm de Hg, durante 3 a 8 horas. Os parâmetros utilizados (temperatura, pressão e tempo) devem ser otimizados com a finalidade de produzir óleo comestível com características desejáveis e reconhecidas pelos consumidores".

O subproduto obtido deste processo é denominado destilado desodorizado do óleo de soja.

Sendo esta a última etapa do processo de refino, não são corrigidas as variações e alterações ocorridas em estágios anteriores como:

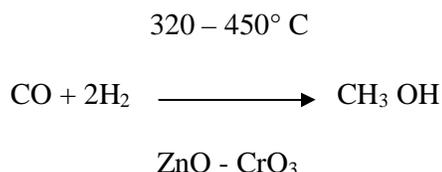
- * Adição insuficiente de álcali, em função da qualidade do óleo bruto/degomado;
- * Óleo clarificado com alto valor de peróxido ou residual coloidal de níquel.

Para se produzir um óleo com alta qualidade com a garantia de atendimento das especificações do produto, todos os estágios do processo devem ser acompanhados, desde o recebimento da matéria-prima, o processo de moagem. Estes servem de indicativos, para considerar uma melhor estratégia para a etapa da neutralização e clarificação (ERICKSON, 1995).

2.2.2 METANOL

O metanol, álcool metílico ou também conhecido como o “álcool da madeira”, é usado como matéria-prima na produção de formaldeído, ácido acético, cloreto de metila, metiléster e biodiesel entre outros muitos produtos além de ser usado como um combustível de queima limpa.

O metanol foi sintetizado em 1913, pela BASF, através da reação de monóxido de carbono e hidrogênio com um catalisador de cromo e zinco, com alta temperatura e pressão (320 °C a 450 °C; 25 a 35 MPa). A produção do metanol tem evoluído muito nos últimos anos, desde quando era produzido a partir da destilação seca da madeira. A indústria mudou a tecnologia baseada em madeira para a tecnologia de catalisadores, usando gás de síntese como matéria-prima na alimentação, isto é, uma mistura de CO, CO₂ e H₂ e com esta mudança no processo, ocorre o aumento do volume de produção e o custo para o seu processamento reduz consideravelmente (FELDER & ROUSSEAU, 2005).



Em 1966, a ICI comercializou um processo de metanol usando um catalisador de cobre e óxido de zinco muito mais ativo. Embora a atividade deste catalisador seja mais sensível à presença de impurezas (envenenamento), a tecnologia baseada em cobre/óxido de zinco usa temperatura e pressões mais moderadas (200 °C a 300°C; 5 a 10 MPa) que a tecnologia de zinco e cromo, reduzindo significativamente os custos de fabricação. Muitos produtores hoje oferecem o catalisador de cobre/óxido de zinco, e esta tecnologia domina atualmente a indústria mundial de metanol. (FELDER & ROUSSEAU, 2005, p. 513).

O metanol é o álcool mais utilizado para a produção de ésteres como o “Biocombustível”, a razão para esta maior utilização se deve ao fato de que o metanol é um dos álcoois com menor custo.

“O excesso de agente transesterificante (álcool primário) faz-se necessário devido ao carácter reversível da reação. A reação de síntese geralmente empregada em nível industrial, utiliza uma razão molar, óleo: álcool 1:6 na presença de 0,4 % de hidróxido de sódio ou potássio, pois o meio básico apresenta melhor rendimento que o meio ácido. A reação de transesterificação deve ser completa, acarretando ausência de ácidos graxos remanescentes e o biodiesel deve ter alta pureza, contendo somente traços de glicerina, de catalisador residual ou de excedente da reação”. (COSTA NETO, et al., 2000).

O metanol utilizado no processo de produção do biocombustível deve ser anidro ou com umidade inferior a 50 ppm. O metanol com umidade excessiva desativa o catalisador e quando ocorre esta desativação a reação vai requerer mais adição de catalisador aumentando o risco de emulsão, atraso na reação, formação de altos níveis de ácidos graxos livres no produto final e conseqüente aumento na cor no produto.

2.2.2.1 A escolha do álcool na produção do biocombustível considerando os aspectos ambientais.

O metanol apresenta propriedades combustíveis e energéticas similares ao etanol, mas no que se refere às questões ambientais, o Etanol é mais interessante por não ser um produto tóxico, ser biodegradável, tanto que hoje é usado na indústria de alimentos. Em 2002 a produção brasileira de Etanol era em torno de 12 milhões de litros, tendo ainda uma ociosidade instalada de aproximadamente 4 milhões de litros (JORNAL CANA, 2002).

Muitas pesquisas são apresentadas sobre a viabilidade da utilização do Etanol na produção do Biocombustível Etílico, mas ainda em diversas partes do

mundo, a produção do Metiléster/Biocombustível, é realizada por via metílica, por ter um custo mais baixo, e por apresentar melhores resultados no processo de produção. Outro aspecto que dificulta o uso do Etanol, é que a sua disponibilidade é muito reduzida em alguns países. Ambos os álcoois possuem suas próprias vantagens e desvantagens, ficando a escolha por parte de uma análise de disponibilidade e dos objetivos a serem atingidos.

As tabelas 1 e 2 apresentam uma comparação na utilização dos possíveis álcoois que podem ser usados na produção do Metiléster e Biocombustível, demonstrando os seus aspectos positivos e negativos de uma forma resumida. (SANTOS & POLEDNA, 2005).

Tabela 1: Considerações no Uso do Metanol.

USO DO METANOL	
Vantagens	Desvantagem
<ul style="list-style-type: none"> ❖ O consumo de metanol no processo de transesterificação é cerca de 45% menor que do etanol anidro. ❖ O preço do metanol é quase a metade do preço do etanol. ❖ É mais reativo. ❖ Para uma mesma taxa de conversão (e mesmas condições operacionais), o tempo de reação utilizando o metanol é menos da metade do tempo quando se emprega o etanol. ❖ Considerando a mesma produção de biodiesel, o consumo de vapor na rota metílica é cerca de 20% do consumo na rota etílica, e o consumo de eletricidade é menos da metade. ❖ Os equipamentos de processo da planta com rota metílica são cerca de um quarto do volume dos equipamentos para a rota etílica, para uma mesma produtividade e mesma qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Apesar de poder ser produzido a partir da biomassa, é tradicionalmente um produto fóssil. ❖ É bastante tóxico. ❖ Maior risco de incêndio (mais volátil). Chama invisível. ❖ Transporte é controlado pela Polícia Federal, por se tratar de matéria prima para extração de drogas. ❖ Apesar de ser ociosa, a capacidade atual de produção de metanol brasileira só garantiria o estágio inicial de um programa de âmbito nacional.

Fonte: SANTOS & POLEDNA, 2005.

Tabela 2: Considerações no uso do Etanol.

USO DO ETANOL	
Vantagens	Desvantagem
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Produção alcooleira no Brasil já consolidada. ❖ Produz Biodiesel com um maior índice de cetano e maior lubricidade, se comparado ao biodiesel metílico. ❖ Se for feito a partir da biomassa (como é o caso de quase toda a totalidade de produção brasileira), produz um combustível 100% renovável. ❖ Gera ainda mais ocupação e renda no meio rural. ❖ Gera ainda mais economia de divisas. ❖ Não é tão tóxico como o metanol. ❖ Menor risco de incêndio. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Os éteres etílicos possuem maior afinidade à glicerina, dificultando a separação. ❖ Possui azeotropia, quando misturada em água. Com isso sua desidratação requer maiores gastos energéticos e investimentos com equipamentos. ❖ Os equipamentos de processo da planta com rota metílica são cerca de um quarto do volume dos equipamentos para a rota etílica, para uma mesma produtividade e mesma qualidade. ❖ Dependendo do preço da matéria prima, o custo de produção de Biodiesel etílico pode ser até 100% maior que o metílico.

Fonte: SANTOS & POLEDNA, 2005.

2.2.3 CATALISADOR METILATO DE SÓDIO

É possível reagir o óleo vegetal com o metanol sem a presença de um catalisador, o que elimina a etapa de purificação com lavagem aquosa, mas a desvantagem em adotar esta prática é que altas temperaturas e maior consumo de metanol seriam exigidos nesta fase do processo (KNOTHE, et al, 2006).

A utilização de uma quantidade inferior de catalisador no processo de reação ocasiona uma baixa separação de fases, biocombustível e glicerina. A fase da glicerina vai conter altos níveis de monoglicerídeos e a adição excessiva do catalisador promove aumento da cor e degrada o produto, aumentando a acidez.

A investigação de matérias-primas baratas representa uma estratégia associada à produção que tem sido utilizada para melhorar a viabilidade econômica do biodiesel. No entanto, a composição destas matérias-primas alternativas pode exigir modificações das tecnologias existentes para a produção de um biodiesel de qualidade aceitável. Por outro lado, o desejo de se reduzir a produção de efluentes contaminados com catalisador, e outros subprodutos resultantes da reação clássica de transesterificação alcalina, tem estimulado a investigação de métodos alternativos para a condução e a catálise da síntese de biodiesel. (HAAS e FOGLIA, 2006 p. 50).

A utilização do Metilato de Sódio em pó apresenta inúmeros perigos, sendo que este produto é:

- ❖ Facilmente inflamável com risco de explosão.
- ❖ Reage violentamente em contato com a água formando lixívia.
- ❖ Contaminação de águas subterrâneas quando da ocorrência de um acidente.

Para simplificar o manuseio e reduzir os riscos de exposição, é preferível que se utilize solução de Metilato de Sódio com Metanol.

Utilizar um catalisador de Metilato a 30% em Metanol, reduz os riscos, mas não deixa a área isenta de possíveis acidentes uma vez que o mesmo apresenta-se na sua forma tóxica, na presença de metanol quando na ocorrência de administração oral ou inalativa. E em contato com a pele apresenta irritações, por ser corrosivo, podendo ocasionar absorção pelo tecido cutâneo e perigo de cegueira se ocorrer o contato com os olhos (DEGUSSA, 2006).

Uma outra opção pode ser considerada viável para o processo de produção do biocombustível, seria o uso do catalisador de Hidróxido de Potássio, pois com o Ácido Fosfórico usado na neutralização, o sal formado é o fosfato de potássio, que pode ser utilizado como fertilizante, facilitando com isso a sua disposição. (KNOTHE, et al., 2006).

A disposição deste resíduo deve ser adotada conforme as normas locais de destinação, informações e as considerações do fabricante.

2.2.4 ÁCIDO FOSFÓRICO

Este ácido é muito importante no processo de produção do Biocombustível, pois o objetivo do mesmo é neutralizar qualquer catalisador residual e quebrar qualquer quantidade de sabão que tenha se formado durante a reação. É um ácido fraco proveniente da reação entre rochas fosfáticas e ácido sulfúrico. É usado em uma larga escala industrial em indústrias alimentícias e químicas (KNOTHE, et. al., 2006).

Apesar das quantidades a serem utilizadas durante o processamento do Biocombustível sejam baixas, mas como todo produto químico, o ácido fosfórico necessita de alguns cuidados, pois trata-se de um produto corrosivo e que apresenta diversos riscos quando manipulado de maneira inadequada.

Aspectos de Relevância quanto ao Manuseio deste produto:

❖ **Efeitos a saúde humana:** Como é um produto corrosivo, causa queimaduras, e muitos outros danos aos tecidos, quando inalado ou ingerido.

❖ **Efeitos ao Meio Ambiente:** Em contato com a água, como é um produto miscível, no caso de derramamento pode ocasionar vários problemas ao atingir córregos, lagos, rios entre outras correntes de água. Em certos casos pode ocorrer o acúmulo de fosfato na água, podendo contribuir para a eutrofização destes aquíferos.

Em situações que este produto atinge o solo, pode formar lixívias em águas subterrâneas.

2.3 FLUXO DE PRODUÇÃO DO BIOCOMBUSTÍVEL E METILÉSTER DA PLANTA DO ESTUDO EM QUESTÃO

O controle do processo de produção do Biocombustível é um dos fatores relevantes, pois é através dele que se obtém as características similares, quando não semelhantes ao óleo diesel proveniente de fontes não renováveis.

Para obtenção de um Biodiesel de alta qualidade, e que venha atender às especificações de mercado, um alto controle de qualidade das matérias-primas utilizadas se faz necessário. Pode-se usar uma variedade de óleos vegetais, gordura animal, óleos residuais provenientes de frituras, são necessárias constantes mudanças no procedimento de reação, devido à presença de água (umidade) e de ácidos graxos livres (AGL), (KNOTHE, et al., 2006).

Valores de acidez e umidade elevados da matéria prima, degradam a atividade do catalisador e atingem níveis indesejáveis de glicerol no produto final. Não é a melhor prática, aumentar a dosagem do catalisador, pois excesso de catalisador promove hidrólises indesejáveis e a subsequente dificuldade para remover os ácidos graxos livres.

Gorduras animais são geralmente classificadas como sebos, gorduras que apresentam estado sólido em temperaturas ambiente, devido a sua composição percentual ser elevada em ácidos graxos saturados, principalmente o esteárico. São exceção as gorduras de frangos classificadas como óleo de frango, devido a sua composição percentual, apresenta valores baixos de ácido esteárico, ficando próximas as

características do óleo de soja, e com isso facilitando a reação de transesterificação. (GOMES, et al., 2004 *apud* FORREST 1979).

A produção do Biocombustível consiste em algumas etapas que estão descritas conforme a seqüência apresentada na figura 6 do fluxograma do processamento industrial.

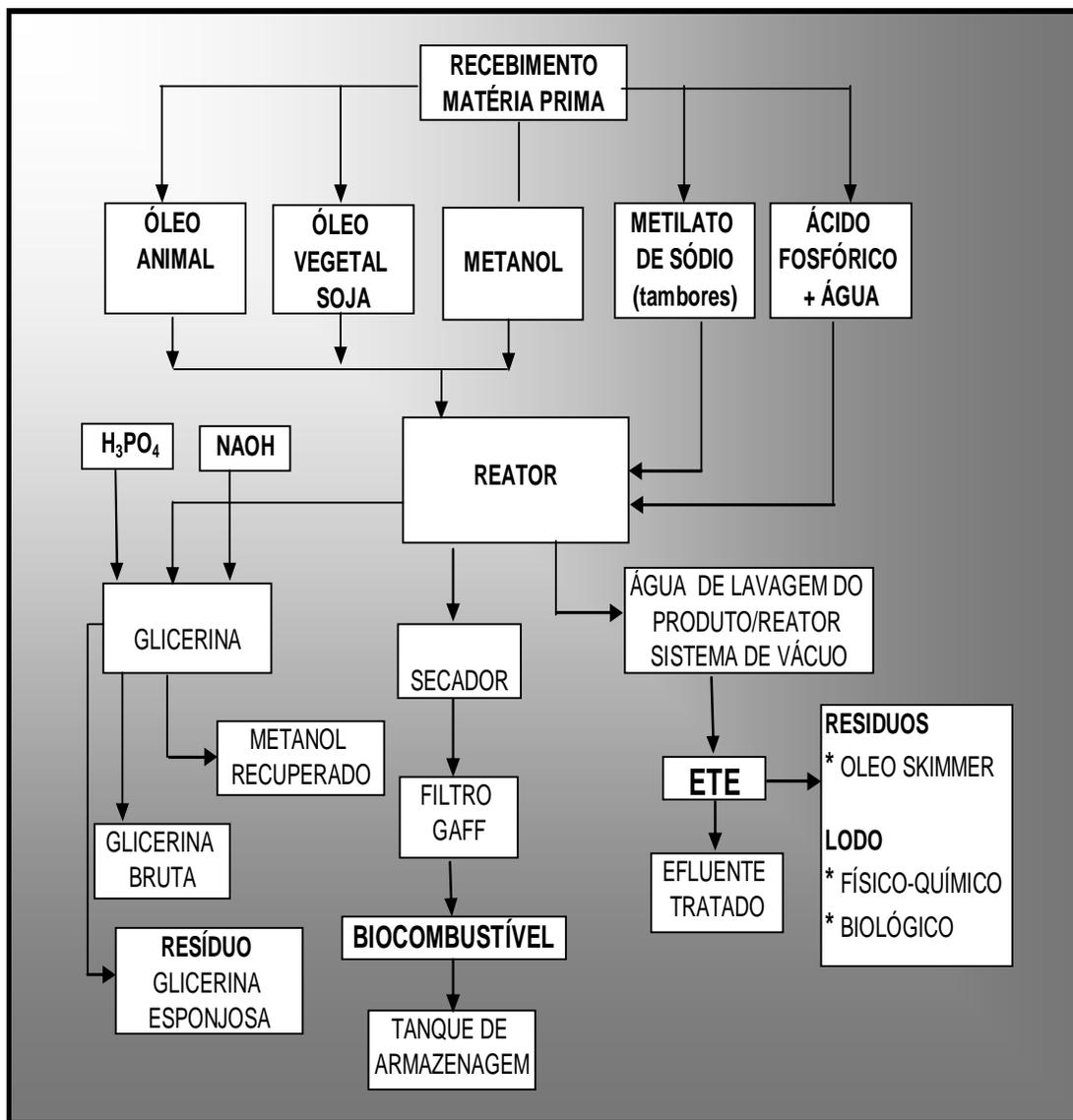


Figura 2: Etapas de Processamento do Metilester e Biocombustível. Fonte Empresa, 2006.

O processo descrito é o processo de transesterificação, comumente adotado pelas várias indústrias. Na empresa onde o estudo de caso é abordado além da produção do Biocombustível, há a produção de outros tipos que

produtos, aumentando com isso os volumes dos efluentes tratados ocasionando maiores oscilações no sistema biológico, reduzindo a sua eficiência, além do aumento da quantidade de resíduos gerados.

a) Alimentação do Reator:

O reator é alimentado sob agitação com óleo de soja ou gordura animal, conforme a formulação, seguida de metanol onde deve-se tomar todas as medidas de segurança e iniciar o aquecimento da mistura com vapor.

Além do tipo de catalisador (alcalino ou ácido), outros parâmetros de reação que têm sido investigados na transesterificação alcalina incluem a razão molar entre o álcool e o óleo vegetal, a temperatura, o tempo de reação, o grau de refino do óleo vegetal empregado e o efeito da presença de umidade e ácidos graxos livres. Para a transesterificação proporcionar rendimentos máximos, o álcool deve ser livre de umidade e o conteúdo de AGL do óleo vegetal deve ser inferior a 0,5%. A 32°C, a transesterificação atinge 99% de rendimento em 4 h quando um catalisador alcalino é empregado (Hidróxido de Sódio ou Metilato de Sódio). Em temperaturas maior > ou = 60° C, empregando óleos vegetais refinados em razões molares álcool: óleo de pelos menos 6:1, a reação pode se completar em 1 h, fornecendo ésteres metílicos, etílicos e butílicos. Apesar de que óleos brutos também podem ser transesterificados, os rendimentos de reação são geralmente reduzidos, devido a presença de gomas e materiais de outra natureza química no óleo vegetal. Estes parâmetros (temperatura de 60°C e razão molar metanol: óleo de 6:1) tem sido definido como uma condição padrão para a transesterificação metílica (GERPEN, et al., 2006, p. 32).

Quando o reator atingir a temperatura desejada, avalia-se a densidade do produto, e a amostra é coletada e analisada. À mistura apresentando-se dentro da especificação de produção, recebe o catalisador de Metóxido de Sódio, que é adicionado seguindo os procedimentos de segurança para este tipo de produto. O catalisador é importante no processo de reação pois ele vai determinar as características do produto pós reagido.

Alguns autores demonstraram que é possível reagir o óleo vegetal com o metanol sem a presença de catalisador, o que elimina a necessidade da inclusão de uma etapa de purificação por lavagem aquosa. No entanto, altas temperaturas e grandes excessos de metanol são exigidos neste processo (GERPEN, et al., 2006, p. 32).

Seguindo todas as normas de segurança, que se encontram em anexo conforme as prescrições da MSDS⁶, todos os produtos são adicionados ao reator. Inicia-se então o processo de reação aumentando a temperatura, com o aquecimento de vapor para 60°C. Nesta etapa é muito importante o acompanhamento do processo com análise de hora em hora para avaliar o índice de acidez, pois desta forma acompanha-se a evolução da reação. Após as primeiras 3 ou 4 horas de reação dentro do reator se faz necessária uma coleta de amostra para avaliação, mais criteriosa, fazendo uma análise cromatográfica para determinar a glicerina livre e glicerina total, nesta etapa o produto já apresenta-se em duas fases.

O objetivo nesta etapa é ter um Metilester ou Biocombustível de qualidade de 97% com teores de glicerina livre menor que 0,02% e glicerina total menor que 0,25 %. Aguardar mais uma hora, parar o agitador e verificar se a reação se completou, caso haja alguma anormalidade durante esta etapa, deverá ver a necessidade de adicionar mais catalisador à reação.

b) Decantação:

Nesta etapa se faz necessário parar o aquecimento de vapor em 65°C, e o agitador do reator, e deixar decantar por um período de 1 hora, para o produto separar-se totalmente. Na decantação é muito importante não adicionar calor ao meio, pois qualquer aumento de temperatura pode promover a evaporação do metanol, impedindo assim a separação da fase do produto.

Enquanto aguarda a separação da fase no reator, o outro tanque de tratamento deve ser preparado, passando nitrogênio pelo tanque e pelas linhas. Verificar as questões de segurança quanto ao procedimento a ser adotado, uma vez que se faz necessária a utilização dos EPIs para acompanhamento da transferência da glicerina e também a medição de possíveis gases oriundos da reação.

Conectado os mangotes do reator para o tanque de tratamento de processo proceder a transferência da parte inferior do reator para o tanque de tratamento, com acompanhamento das fases, através de coleta de amostras e visualizando as fases pelo visor instalado na saída do reator. Nesta fase de

⁶ MSDS - **Material Safety Data Sheets**

transferência da glicerina, é muito importante acompanhar com o medidor de gases esta operação, pois se durante esta etapa for identificado qualquer possível vazamento (mistura de glicerina e metanol), a operação deverá ser paralisada, para resolver o possível problema, soprando a linha com nitrogênio.

A camada de fundo da glicerina a ser transferida será de cor clara levemente turva e apresenta alta condutividade, enquanto a camada de cima será clara, levemente com uma tonalidade amarelada e deverá ter condutividade inferior que a camada de fundo. Finalizada a transferência, soprar a linha com nitrogênio, e ligar o agitador do reator.

Após a reação, o glicerol é removido dos ésteres metílicos. Devido à baixa solubilidade do glicerol na fase éster, esta separação geralmente ocorre com rapidez e pode ser obtida em decantadores ou através de emprego de uma centrífuga. O excesso de metanol tende a se comportar como solvente e pode diminuir a eficiência da separação. No entanto, este excesso de metanol não é geralmente removido do meio, devido a possibilidade de reversão da reação de transesterificação. Água também pode ser agregada ao meio da reação depois que a transesterificação está completa para melhorar a separação do Glicerol. (GERPEN, et al., 2006, p. 32)

c) Evaporação do Metanol:

Esta etapa consiste na recuperação do metanol que encontra-se misturado ao Metiléster. Os procedimentos adotados nesta etapa são de suma importância, pois se as válvulas com ligação à estação de tratamento de efluentes, não estiverem fechadas e a rampa de vácuo não estiver dentro das especificações de processo, todo o metanol pode ser arrastado para a estação de tratamento de efluente, ocasionando impactos significativos para o tratamento subsequente.

Nesta fase estima-se recuperar em torno de até 1500 Kg de Metanol no tanque receptor. Não havendo mais a condensação do metanol, deverá ser acompanhada a amostra com análise de Flash Point, a qual deve apresentar índice maior de 170°C, se ocorrer valores menores, deve-se dar continuidade ao processo para uma nova recuperação.

O metanol removido dos ésteres metílicos e do glicerol, apresenta a tendência de absorver a água que possa ter sido formada no processo. Esta água deverá ser removida em uma coluna de destilação antes que o metanol possa ser retornado ao processo. Esta etapa é mais complicada se o álcool utilizado na reação formar um azeótropo com água, como o tenaol

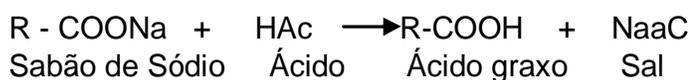
ou o iso-propanol. Neste caso, uma peneira molecular deverá ser utilizada para remover a água. (GERPEN, et al., 2006 p. 37).

d) Lavagem com solução de água e ácido fosfórico:

Finalizado o processo de transferência do metanol, avaliar o índice de acidez de sabão na amostra. Nesta etapa será realizada a lavagem do produto com água e ácido fosfórico. A quantidade de ácido será adicionada conforme acompanhamento da análise de sabão. Esta solução então será misturada junto ao produto no reator, sob agitação com uma temperatura de 80°C, e terminado o tempo de mistura, o produto iniciará novamente o processo de decantação. Separada às fases de lavagem, a água utilizada no processo é separada como camada de fundo é então drenada para a estação de tratamento de efluentes e o produto segue para nova etapa a de secagem, com o objetivo de atingir a especificação da umidade.

Após a etapa de separação do glicerol, os ésteres metílicos sofrem uma etapa de neutralização...O ácido é adicionado ao produto para neutralizar qualquer catalisador residual e quebrar qualquer quantidade de sabão que tenha se formado durante a reação.(GERPEN, et al., 2006 p. 37)

Com a adição do ácido, os sabões reagem formando sais solúveis em água e ácidos graxos livres, de acordo com a seguinte equação: (GERPEN, et al., 2006).



Glicerol livre: O glicerol é essencialmente insolúvel no biodiesel, de modo que sua remoção pode ser facilmente obtida por decantação ou centrifugação. Alguma glicerina livre pode permanecer dispersa como gotículas suspensas ou como uma pequena fração que é capaz de se dissolver no biodiesel. Álcoois podem agir como co-solventes para aumentar a solubilidade do glicerol no biodiesel. A maior parte do glicerol deve ser removida do produto durante as etapas de lavagem aquosa. Combustíveis lavados com água são geralmente pouco contaminados com glicerol livre, especialmente se a lavagem é procedida com água quente. Amostras destiladas de biodiesel tendem a apresentar maiores problemas com glicerol livre, por que este contaminante pode ser carregado com os ésteres durante o processo de destilação. Combustíveis com teores excessivos de glicerol em tanques de armazenamentos, criando uma mistura viscosa que pode entupir filtros de combustível e causar problemas no processo de combustão do motor. (GERPEN, et al., 2006 p. 40)

e) Filtração:

O produto final metiléster ou biocombustível uma vez resfriado é então filtrado e liberado para estocagem.

f) Glicerina Bruta Vegetal:

A mistura de glicerina e metanol, separada anteriormente do processo proveniente da fase de reação da produção do Metilester/Biocombustível, é enviada ao tanque de tratamento para submeter-se a evaporação do metanol da glicerina. Finalizada a destilação são coletadas algumas amostras de glicerina para determinação do Flash Point.

g) Lavagem com ácido fosfórico:

Recuperado o metanol, o sistema é resfriado, e é feita a adição do ácido fosfórico em solução, sob agitação, para lavagem desta fase, com o objetivo de separação da glicerina bruta do resíduo de glicerina gerado. Após decantação, a glicerina é separada do resíduo de glicerina, é neutralizada com Hidróxido de Sódio e envasada. A figura 7 ilustra o biocombustível e a glicerina produzida em uma das bateladas.



Figura 3: Biocombustível e glicerina bruta. Fonte: Empresa, 2007.

h) Resíduos Gerados no Processo:

Os resíduos gerados durante a produção de Biocombustível ou Metiléster são provenientes da água do sistema de vácuo da evaporação do metanol, da lavagem do produto (neutralização com ácido fosfórico), lavagem cáustica do reator com o objetivo de preparar o sistema para produção de um outro produto.

Na estação de tratamento de efluentes são gerados os seguintes resíduos:

❖ **ÓLEO SKIMMER:** óleos provenientes de arrastes das lavagens de equipamentos entre trocas de produtos, limpeza de pisos, contenções, área de descarga, entre outros, que são recuperados e armazenados para disposição final.

❖ **LODO FÍSICO–QUÍMICO:** Gerado na etapa físico-química do tratamento, onde é prensado e armazenado para disposição final.

❖ **LODO BIOLÓGICO:** Gerados nos tanques de aeração do sistema de tratamentos, quando é prensado e armazenado para disposição final.

2.4 CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS PROCESSADOS

Produzir biocombustível ou metiléster, não existe diferença significativa no seu processamento, sendo que se utiliza as mesmas matérias-primas para a sua produção.

Basicamente existem algumas alterações que se fazem necessárias durante o processo de produção como: o tempo de reação, lavagem, maior controle analítico das especificações durante a sua produção ou controles adicionais, com o objetivo de produzir dentro dos parâmetros pré-estabelecidos pela legislação e pelos clientes, pois como estes produtos podem ser utilizados para diversos fins.

A exemplo da produção do Metilester, que é atualmente vendido como matéria-prima, a ser utilizada como um veículo na formulação de resinas, pesticidas entre outros, não apresenta uma especificação definida junto as normas, mas para a sua produção, atendimento aos requisitos dos clientes e a aceitação no mercado foram desenvolvidas algumas especificações que melhor se adaptaram nos processos subseqüentes a sua venda.

Já a produção do Biocombustível deve atender às características físico-químicas, com base na legislação vigente para a produção do Biodiesel, segundo a Agência Nacional do Petróleo - ANP. A tabela 3 apresenta um resumo dos métodos adotados segundo a ANP, e as análises controladas e métodos adotados para a produção do Biocombustível.

Tabela 3: Especificações do Biodiesel e Resumo dos Métodos adotados

Análises Controladas	Especificação do Produto	Método ANP	Método Empresa
Aspecto	Límpido	Visual	Visual
Massa Específica a 20°C, g/cm ³		ASTM D-4052	ASTM D-4052
Viscosidade Cinemática à 40°C, Mm ² /s		ASTM D445	ASTM D445
Água e Sedimentos, %	Máximo 0,05	ASTM D-2709	ASTM D-1533
Ponto de Fulgor, °C	Mínimo 100	ASTM D-93	ASTM D-92
Destilação 90% volume recuperado, °C	Máximo 360	ASTM D-1160	Laboratório Externo
Resíduo de Carbono 10% finais da destilação, %	Máximo 0,1	ASTM D-189/01	Laboratório Externo
Cinzas Sulfatadas, %	Máximo 0,02	ASTM D-874	ASTM D-874
Metais de Na + K, ppm	Máximo 10	EN ISO 14108/109	Laboratório Externo
Corrosividade a Cobre, 3 h a 50°C	Máximo 1	ASTM-D-130	Laboratório Externo
Ponto de Entupimento a Frio, °C	Nota	NBR – 14747/01	Laboratório Externo
Índice de Acidez, mg KOH/g	Máximo 0,80	ASTM D-664	ASTM D-974
Glicerina Livre, %	Máximo 0,02	ASTM D 6584	ASTM D 6584
Glicerina Total, %	Máximo 0,38	ASTM D 6584	ASTM D 6584
Estabilidade a oxidação, hs a 110°C	Mínimo 6 horas	EN ISO 14112	A.O.C.S. – Cd 12b-92
Residual de Metanol, %	Máximo 0,5	EN-14110	Crom. Gasosa

Fonte: ANP – Agência Nacional do Petróleo, 2006.

Segundo a Resolução nº 42 da ANP, as análises controladas como: contaminação total, teor de éster, enxofre total, cálcio, magnésio, fósforo e

número de cetano, devem ser analisadas em conjunto com as demais constantes da tabela de especificação a cada trimestre e os resultados deverão ser enviados pelo produtor do Biodiesel à ANP.

A tabela 4 apresenta as especificações do Metiléster produzido na planta.

Tabela 4: Especificações Médias e Análises Controladas para o Metílester.

Análise Controlada	Especificação do Produto	Método Aplicado
Cor APHA	Máximo 500	ASTM D 1209
Índice de Acidez, mg KOH/g	Máximo 1	ASTM D 664
Índice de Saponificação, mg KOH/g	188 - 195	AOCS Cd 3-25
Índice de Iodo, WIJS	115 - 135	AOCS Cd 1b-87
Viscosidade 40 °C, cSt	4 - 6	ASTM D 445
Densidade, g/cm ³	0,86 – 0,90	ASTM D 4052

Fonte: Empresa, 2007.

2.4.1 CONTROLE ANALÍTICO DAS ESPECIFICAÇÕES

Tão importante quanto controlar as características físico-químicas durante o processo produtivo é o atendimento das especificações para revalidar o produto final. As análises adotadas e descritas a seguir se referem à Agência Nacional do Petróleo – ANP. Existem algumas análises que são revalidadas em laboratório externo em função de sua complexidade.

Os métodos de análise para Biodiesel são os mesmos do Diesel, com exceção do Teor de Glicerinas Total e Livre, que o método de análise por cromatografia gasosa que é orientado pela Normas ASTM D-6584. No Brasil ainda não existe uma norma técnica própria para as especificações do biodiesel, fato este que tem retardado a homologação do combustível. Nas várias palestras e pronunciamentos realizados, a equipe da TECBIO tem sugerido a adoção, mesmo que provisoriamente, de uma norma estrangeira, seja a DIN ou a ASTM, para orientar a produção do biodiesel no Brasil. No entanto, o academicismo, associado ao preciosismo brasileiro, tem retardado demasiadamente a implementação de um programa nacional de biodiesel (UNIVERSO AMBIENTAL, 2007).

a) Índice de Acidez:

O grau de acidez de uma amostra de um óleo revela o seu estado de conservação e a presença de contaminantes ácidos.

Para determinação do valor de acidez, a amostra é dissolvida em álcool isopropílico contendo uma pequena quantidade de água, essa solução é então titulada à temperatura ambiente com uma solução básica, o ponto final da titulação é indicado pela viragem de cor rosa para rosa-claro/incolor devido à presença do indicador Fenolftaleína (EMPRESA, 2007).

b) Massa Específica:

A importância em controlar a massa específica se faz necessária pois os motores são projetados para operar com os combustíveis em determinada faixa de massa específica. Ocorrência de variações na massa específica levam a uma significativa variação da massa de combustível injetada, alterando assim a proporção da mistura ar/combustível, o que aumenta a emissão de poluentes como hidrocarbonetos, monóxido de carbono e material particulado. Valores baixos para a massa específica reduzem o desempenho dos motores, o que leva a uma perda de potência do motor e a um aumento do consumo de combustível.

O método adotado é “ASTM D-4052” que determina a densidade em destilados de petróleo e óleos viscosos e também na maioria de líquidos em temperatura entre 15 e 35°C

c) Água e Sedimentos:

Determina o teor de água livre e sedimentos em amostras de Biodiesel com viscosidade em torno de 5.0 a 40°C e densidade entre 0.700 a 0.900 g/ml. O Método ASTM D 2709, consiste em pesar a mesma quantidade de amostra em 2 tubos cônicos graduados e centrifugar a 2000 rpm (rotação por minuto) durante um período de 10 minutos à temperatura ambiente. O resultado final é apresentado reportando o volume de água e sedimentos observados na parte inferior do tubo.

Altas quantidades destes contaminantes causam problemas nos filtros e queimadores bem como a formação de emulsões de difícil remoção, além de que a água é responsável pela corrosão nos tanques de estocagem. (ANP, 1999)

d) Viscosidade Cinemática:

A resistência oferecida pelo biodiesel ao escoamento é analisada pela medida da viscosidade cinemática. Seu controle visa preservar sua característica lubrificante nos motores, bem como um funcionamento adequado dos sistemas de injeção e bombas de combustível. Valores de viscosidade abaixo da faixa estabelecida podem levar ao desgaste excessivo nas partes auto-lubrificantes do sistema de injeção, vazamento na bomba de combustível e danos ao pistão.

Viscosidades superiores podem levar a um aumento do trabalho da bomba de combustível, que trabalhará forçada e com maior desgaste, além de proporcionar atomização inadequada do combustível/ar com conseqüente combustão incompleta e aumento da emissão de fumaça e material particulado.

O método ASTM D 45 determina a viscosidade cinemática em produtos derivados de petróleo transparentes ou opacos, medindo o tempo em que um volume de líquido passa sob a ação da gravidade por um tubo capilar do viscosímetro calibrado. A Viscosidade Dinâmica é obtida multiplicando-se a Viscosidade Cinemática pela Densidade do líquido.

e) COR APHA⁷

Este método ASTM D 1209 é usado para determinação de cor nos líquidos em geral, sem sólidos em suspensão e que possuam absorção de luz com características iguais ao do padrão de Platina-Cobalto utilizado. O resultado reportado será o valor lido direto na escala como cor Pt-Co ou APHA do equipamento. (EMPRESA, 2007).

⁷ **APHA** – American Public Health Association

f) Estabilidade Oxidativa

Este método determina a estabilidade à oxidação do metilester de ácido graxo (FAME) a temperatura de 110°C, onde um fluxo de ar purificado passa pela amostra a determinada temperatura fazendo com que o vapor liberado no processo de oxidação passe para o frasco contendo a água e o eletrodo onde é medida a condutividade. O eletrodo é conectado ao equipamento. O final do período de indução é indicado quando a condutividade começa a aumentar rapidamente, devido à dissociação dos ácidos carboxílicos voláteis produzidos durante o processo oxidação e absorvidos pela água.

g) Ponto de Névoa:

É a temperatura expressa em número inteiro, na qual se inicia a separação das parafinas, isso pode ser observado pelo aparecimento de “névoa” ou turbidez no líquido durante resfriamento. O óleo diesel possui um ponto de névoa de aproximadamente 1°C enquanto que o biodiesel apresenta valores entre -6 a 8°C. (BOSH, 2004)

h) Ponto de Fulgor:

Segundo o método ASTM D 93 o ponto de fulgor caracteriza a determinação da menor temperatura, na qual um combustível, ao ser aquecido pela aplicação de uma chama sob condições controladas, libera vapores em quantidades suficientes para formar uma mistura inflamável. Esta propriedade somente assume importância no que diz respeito à segurança nos transportes, manuseios e armazenamentos.

i) Ponto de Fluidez:

O teste é realizado para determinar, em menor temperatura, a fluidez do óleo quando o mesmo é submetido a resfriamento. Este resultado é de muita importância pois estabelece as condições de manuseio e de estocagem do produto. Dependendo das condições climáticas, para facilitar as condições de uso

do produto, as especificações apresentam limites variados para esta característica. (ANP, 1999)

j) Número de Cetano:

Número adimensional que reflete a qualidade de ignição do combustível no ciclo Diesel. Altos valores do número de cetano no petrodiesel estão relacionadas com a redução nas emissões de óxidos de nitrogênio (NO_x) do motor. (KNOTHE, et al., 2006)

l) Cinzas Sulfatadas:

A determinação é feita pela queima completa de uma amostra de óleo, onde pode se avaliar os residuais de compostos inorgânicos, sólidos abrasivos, resíduos de catalisador entre outros na amostra do Biodiesel. Segundo o método ASTM D-874, as amostras podem apresentar um teor máximo de 0,02 % de cinzas sulfatadas, mas os resultados vem mostrando teores menores que 0,001% em peso. Um dos fatores que leva a aumentar a especificação de cinzas sulfatadas, é que em misturas de óleo com biodiesel, os resultados não refletem nenhum contaminante inorgânico.

m) Índice de Iodo

A utilização de ésteres etílicos ou metílicos em motores diesel pode levar à diluição do óleo lubrificante do motor pelo combustível. Este índice está diretamente ligado ao grau de insaturação do óleo, ou seja, à presença de cadeias duplas, em óleos vegetais e gorduras. Uma quantidade grande de ácidos insaturados nos ésteres (alto valor no índice de iodo), aumenta consideravelmente a polimerização do óleo lubrificante do motor.

l) Cromatografia

Este método ASTM D 6584 determina a distribuição cromatográfica em amostra de biodiesel (B 100), aplicável a amostra de biodiesel contendo 0.005 a

0.05% de Glicerina Livre e 0.05 a 0.5% de Glicerina Total.

Algumas características para o biodiesel requeridas nas normas, sob o ponto de vista prático e objetivo, são inócuas, servindo apenas para conferir os fatores de identidade do produto, para evitar indevidas adulterações. Desnecessário seria a determinação do teor de enxofre, se não fora as possibilidades de adulterações ou de contaminações de alguns tipos de matérias primas, como os óleos residuais de frituras e de esgotos, pois o óleo vegetal jamais contém enxofre. Seria também dispensável a determinação da viscosidade cinemática do biodiesel, pois a faixa de viscosidades do biodiesel, independentemente das matérias primas de origem, enquadram-se na faixa de viscosidades dos óleos diesel oferecidos no mercado, e ademais, a lubrificidade de qualquer biodiesel supera, em muito, a lubrificidade do óleo diesel. Semelhantemente, o número de cetano do biodiesel, independentemente da matéria prima de origem, sempre maior que 60, é muito superior ao índice de cetano do melhores óleos diesel oferecidos no mercado, em média ao redor de 48. Não tem nenhum sentido, para o biodiesel, o valor da temperatura equivalente para destilar 90% do produto. Este teste é bastante válido para o óleo diesel do petróleo, cujas características dependem da distribuição dos hidrocarbonetos no produto. Para o biodiesel, obtido de grande parte de matérias primas, chega a ser até impossível, a realização desse teste, uma vez que, nas temperaturas elevadas do teste, o produto se polimeriza ou se decompõe, invalidando os resultados. O ponto de névoa, no Brasil, não tem importância, uma vez que o país não experimenta temperaturas ambientais que possam solidificar o biodiesel, e ademais, a previsão de curto e médio prazo, é a utilização do biodiesel em mistura com o óleo diesel mineral, na proporção máxima de 20%. - Enfim, o biodiesel quando adequadamente produzido, sempre deve superar as especificações contidas nas normas, que encontram a sua maior utilização, com instrumento de fiscalização contra adulterações do produto. (UNIVERSO AMBIENTAL, 2006)

2.5 SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES E RESÍDUOS GERADOS

Por milhares de anos, a natureza proporciona água limpa aos seres vivos por meio do ciclo hidrológico. Quando a água evapora, deixa para trás as impurezas adquiridas.

Segundo, Hammer (1979), a população capta água para a sua sobrevivência através de águas subterrâneas e superficiais. Esta água é tratada e então distribuída para as residências, indústrias, e os esgotos gerados são coletados e transportados para tratamento para a sua disposição final. Os métodos convencionais de tratamento promovem uma recuperação parcial da qualidade da água original, e sua diluição no corpo receptor e a purificação pela natureza, traz uma melhoria adicional na qualidade da água.

Diversas cidades a jusante da primeira, acabam captando águas para o seu abastecimento no município, antes da sua recuperação completa, logo em

seguida esta cidade, trata e dispõe novamente este efluente gerado por diluição no corpo receptor, resultando no reuso indireto da água, que consiste em captar e devolver por sucessivas cidades em um a mesma bacia hidrográfica. No período de estiagens, a manutenção da vazão mínima em muitos rios pequenos, depende do retorno das descargas dos esgotos que são efetuadas a montante. Desta forma o ciclo artificial da água, juntamente com o ciclo hidrológico natural envolve os seguintes aspectos:

- Captação, tratamento e distribuição da água
- Coleta, tratamento e disposição dos esgotos gerados nos corpos receptores
- Purificação natural pelo corpo receptor
- Repetição deste processo a cidades a jusante

Ao descartar os esgotos de forma convencional em lagos, reservatórios os quais agem como lagos, aceleram o processo de eutrofização, deteriorando a qualidade da água, interferindo no reuso indireto para o abastecimento da comunidade bem como as atividades recreacionais aquáticas.

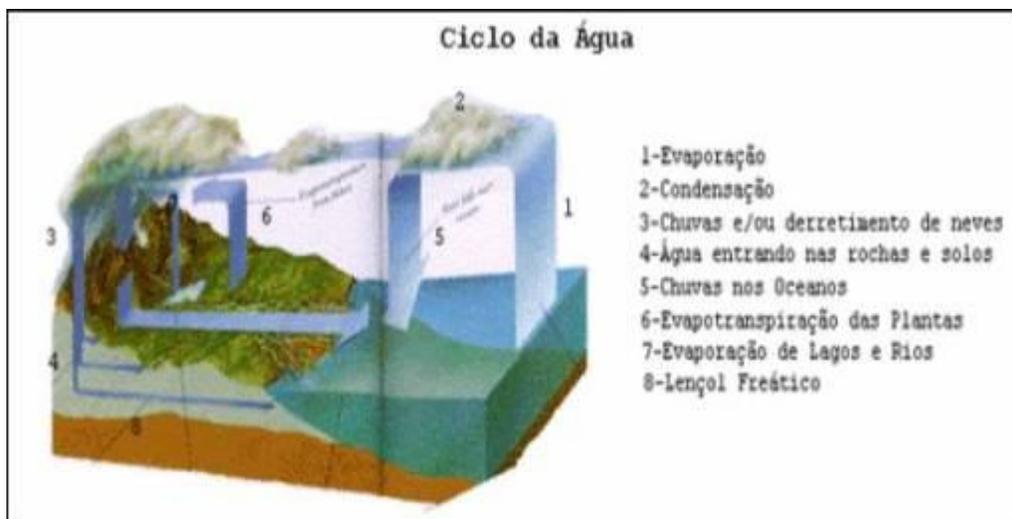


Figura 4: Ciclo da Água. Fonte: Notícias e Reportagens, 2004.

Com o crescente aumento da população e o constante desenvolvimento industrial vêm ocasionando efeitos adversos ao meio ambiente, tais como a poluição e a degradação dos recursos naturais.

Desta forma a purificação da água já não ocorre naturalmente e surge a necessidade de estações de tratamento de efluentes líquidos com o objetivo de reduzir a quantidade de água contaminada a ser devolvida para o meio.

Prevenir a poluição é uma ação que se inicia na fase de projeto da empresa, atentando para os aspectos de concepção e operação da unidade de modo a minimizar a ocorrência de fontes de poluição, uma vez que as indústrias geram os resíduos líquidos, sólidos e gasosos.

Num mundo sustentável, uma atividade econômica não pode ser pensada ou praticada separadamente de suas influências ambientais, porque tudo está inter-relacionado, e em permanente diálogo. (Almeida, 2002).

Novos padrões ambientais adequados podem dar início a um processo de inovações que diminua o custo total de um produto ou aumente o valor. As inovações permitem que as empresas usem mais produtivamente uma série de insumos, de matérias-primas e fontes de energia, de forma a compensar os gastos feitos para preservar mais o meio ambiente. (PORTER, 1995).

A responsabilidade das pessoas que operam uma estação de tratamento de efluentes vai muito além do tratamento, pois todos os usuários das fontes de água que recebem os efluentes, são afetados, assim como toda a vida aquática existente no curso de água receptor (SPERLING,1997).

A escolha de um processo de tratamento industrial envolve alguns aspectos a serem considerados:

- ❖ Caracterização dos pontos de geração de efluentes e dos próprios efluentes;
- ❖ Avaliação do tratamento necessário para atender a legislação de meio ambiente;
- ❖ Segregação dos efluentes de modo a agrupar os que requerem o mesmo tratamento, separando-os daqueles cujos tratamentos são específicos;
- ❖ Segundo Tchobanoglous & Burton (1995), podemos caracterizar os efluentes quanto:
 - ❖ *Contaminantes Orgânicos*: COT –Carbono Orgânico Total, DQO- Demanda Química de Oxigênio, DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio, DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio, O&G – (Óleos e Graxos).

- ❖ *Contaminantes Físicos*: SST – Sólidos Suspensos Totais, Temperatura, pH, Cor, Odor.
- ❖ *Contaminantes Específicos*: NH₃/NO₃ – Tóxicos para a vida aquática, Fosfatos – Eutrofização, Metais Pesados, Surfactantes, Sulfetos, Orgânicos Tóxicos e Cianetos – Tóxicos para a vida aquática e para o ser humano, os Fenóis que dão gosto ruim às águas e também são tóxicos.

Existem alguns tipos de tratamento que possibilitam atender as exigências legais e que atendem também as considerações de custo benefício e entre elas descrevemos a seguir alguns métodos adotados.

2.5.1 TRATAMENTO PRELIMINAR

O tratamento preliminar tem por objetivo preparar o efluente para ser tratado biologicamente, removendo os sólidos grosseiros sedimentáveis ou flutuantes, evitando problemas na rede hidráulica da estação e proporcionando melhor eficiência das etapas seguintes. (HAMMER, 1979).

2.5.1.1 Remoção de Sólidos Grosseiros

A remoção de sólidos pode ser realizada através da utilização:

a) Gradeamento: são geralmente constituídos por barras de ferro ou aço, dispostas em paralelo, perpendicular de modo a permitir o fluxo normal dos esgotos, evitando perdas de carga, e retendo o material grosseiro transportado para o efluente;

b) Peneiramento: Utilizados para remoção de sólidos finos ou fibrosos podendo ser fixas ou móveis;

c) Desarenação: considera-se que a areia contida nos efluentes é todo o material mineral pesado, tais, como: pedriscos, cascalhos, areia etc. A remoção da areia dos esgotos tem por finalidade, evitar a abrasão nos equipamentos e tubulações, e evitar também a possibilidade de obstruções nas unidades do sistema (HAMMER, 1979).

2.5.1.2 Equalização

As variações observadas tanto em vazão como em concentração das águas residuárias (esgoto industrial) levam ao aparecimento de problemas operacionais diminuindo com isso a eficiência dos processos preliminares.

Para se obter condições ótimas de tratamento de efluente, é necessário que este seja o tanto quanto possível constante, em termos quantitativos e qualitativos. Este controla a flutuação nas características dos efluentes (carga orgânica, pH, materiais tóxicos, etc. (SPERLING, 1998).

A utilização de tanques para equalização condicionam uma série de vantagens para as próximas etapas do processo como:

- Aumentar as características de tratabilidade da água;
- Melhorar o tratamento biológico devido à eliminação ou diminuição dos efeitos causados por substâncias inibidoras ou estabilização do pH;
- Melhorar a qualidade do efluente e o rendimento dos decantadores pois trabalha com cargas constantes de sólidos;
- Viabilizar a etapa físico-química, pois há um melhor controle na dosagem dos reagentes.

O tanque de equalização deverá ter dimensões suficientes para compensar as variações de vazão e deve ser provido de mecanismos para a mistura do líquido, visando homogeneizar as características físico-químicas do efluente e evitar a deposição de matéria orgânica, senão causaria exalação de maus odores. Utilizam-se para isto: agitadores, aeradores flutuantes e difusores de ar

A potência específica necessária para que haja a homogeneização de toda a massa líquida entrante nos tanques de equalização é dependente das características de cada efluente. (SPERLING, 1998).

2.5.2 TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO OU PRIMÁRIO

O tratamento primário tem como objetivo preparar o efluente para a etapa seguinte com melhores características, ou seja, com menor teor de sólidos, óleos e graxos e DQO/DBO.

Pode haver necessidade de se ajustar o pH, em alguns casos, em função da característica do efluente a ser tratado. Normalmente os valores observados para um bom funcionamento ficam ao redor do pH em torno de 7 pH neutro (HAMMER, 1979).

2.5.2.1 COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO

Os sólidos suspensos grosseiros são eliminados no tratamento preliminar, mas nem toda a matéria solúvel no efluente é eliminada nesta etapa.

Parte da matéria insolúvel remanescente, sedimenta com facilidade, quando o líquido é mantido em repouso; porém, a matéria mais finamente dividida é mantida em suspensão. Essas partículas são mantidas em suspensão porque possuem cargas elétricas negativas que se repelem. As forças de repulsão e o tamanho diminuto das partículas as conservam em suspensão.

Para facilitar a separação dessas partículas do líquido, por exemplo, por sedimentação, precisamos provocar a união entre eles visando formar partículas maiores e mais pesadas. Isso é conseguido através de duas ações diferentes que são a coagulação e a floculação. (TCHOBANOGLIOUS & BURTON, 1995).

A coagulação é a anulação das cargas repulsivas, ou seja, uma neutralização das cargas negativas da matéria em suspensão no líquido, conseguida geralmente pela adição de produtos químicos. Uma vez neutralizadas essas cargas negativas, as partículas tenderão, quando em contato umas com as outras, a se atraírem, formando assim, aglomerados ou flocos. Este é o fenômeno de floculação. A quantidade de coagulante a ser empregada e a faixa de pH ideal deve ser determinada através do “*Jar Test*”.

O Jar Test consiste em um procedimento realizado no laboratório, para simular o processo de coagulação e floculação do efluente a ser tratado, utilizando diferentes dosagens de produtos químicos, equacionando a velocidade da mistura e o mínimo de produto químico a ser usado para obtenção da melhor clarificação e qualidade do efluente a ser tratado, em fases subseqüentes. (North American Lake Management Society, 2007).

Um aspecto importante a ser considerado é a manipulação dos coagulantes e auxiliares de coagulação utilizados, ou seja, o preparo das soluções e a forma de alimentação dos produtos, que envolvam a necessidade de reservatórios especiais, específicos para cada caso. Para escolha do coagulante

deve-se tomar como base, um estudo em termos de rendimento, custo, consumo de produtos, auxiliares para ajuste do pH, facilidade de manipulação, etc. (HAMMER, 1979).

A neutralização das partículas é o principal objetivo da adição do coagulante, é conveniente que o coagulante utilizado se difunda com a maior rapidez possível. Um dos dispositivos mais utilizados é o agitador de mistura rápida instalado em um tanque de mistura.

A adição do coagulante dá lugar a formação do floco, mas é necessário aumentar o volume, o peso e principalmente, a coesão dos flocos formados. Isso pode ser conseguido através de uma coagulação prévia, tão perfeita quanto possível, uma agitação homogênea e lenta do líquido, para facilitar o encontro das partículas descarregadas eletricamente com uma partícula de floco e o emprego de produtos floculantes. Os floculantes, também chamados de auxiliares de coagulação, atuam sobre a velocidade de reação ou nível de qualidade dos flocos. Os floculantes são de natureza mineral ou orgânica podendo, ambos, serem de origem sintética ou natural (HAMMER, 1979).

2.5.2.2 SEDIMENTAÇÃO

Os sólidos floculados sedimentam sendo separados do líquido: por meios físicos, tais como a sedimentação ou flotação. A sedimentação é o processo que consiste em manter o líquido em condições tais de tranquilidade pelo tempo necessário para que as partículas sólidas decantem por ação da gravidade. (SPERLING, 1997).

Os sedimentadores ou decantadores apresentam algumas características de acordo com seu formato. Podem ser retangulares ou circulares. Independentemente do formato, o objetivo dos decantadores no tratamento primário é diminuir a velocidade do líquido permitindo que as partículas sólidas sedimentem. Todos os tanques de sedimentação independente do formato devem possuir um meio de coleta e raspagem de sólidos sedimentados (lodo) podendo também ocorrer decantadores com dispositivos de arraste e coleta de espuma (material flotante). (HAMMER, 1979).

2.5.2.3 FLOTAÇÃO

Segundo Hammer (1979), é uma operação utilizada para a separação de partículas sólidas ou líquidas de uma fase líquida de maior densidade. A separação se consegue, introduzindo-se bolhas finas de gás (geralmente ar) na fase líquida. As bolhas aderem-se às partículas e a força ascendente do conjunto partículas-bolhas de gás é tal que faz com que a partícula suba à superfície.

A principal vantagem da flotação sobre a sedimentação é que as partículas muito pequenas, que se depositam lentamente podem ser eliminadas mais facilmente e em menor tempo. As partículas que se encontram flotando na superfície podem ser recolhidas, mediante uma raspagem superficial.

A flotação limita-se ao uso do ar como agente de flotação. Os principais métodos utilizados para introduzir as bolhas de ar são: insuflação à pressão atmosférica, flotação a vácuo, flotação por ar dissolvido no efluente bruto ou no reciclo.

No sistema por ar dissolvido, o ar é introduzido na água residual sob uma pressão de várias atmosferas e então se produz a liberação da pressão até o nível atmosférico.

O rendimento do sistema de flotação por ar dissolvido depende, principalmente, do valor da relação ar introduzido por quantidade de sólidos suspensos aplicada.

O efluente neutralizado é encaminhado de forma contínua para o tanque de coagulação, favorecendo a formação de flocos através da dosagem de um coagulante e um polieletrólito. O efluente já neutralizado/coagulado é transferido em seguida para o separador de Placas.

Este separador consiste de uma série de placas coalescentes, com o objetivo de decantação dos flocos pesados (lodo primário) e a flotação de partículas leves de origem oleosa. Sendo assim, os flocos formados irão sedimentar-se no fundo da câmara e as partículas leves (traços de resíduos oleosos etc.) permanecerão sobrenadantes.

O lodo primário será recolhido por meio de registros de fundo e em seguida transferido por bombeamento para o Tanque de Lodo.

Os resíduos oleosos sobrenadantes, por sua vez, podem ser removidos da superfície desta câmara com o auxílio de duas flautas coletoras. O material

sobrenadante é recolhido e transferido para um tambor estacionado no piso inferior.

Os efluentes que deixam o Separador de Placas são encaminhados ao tratamento biológico.

2.5.3 TRATAMENTO BIOLÓGICO OU SECUNDÁRIO

São considerados como processos biológicos de tratamento de esgotos os processos que dependem da ação de microorganismos.

Os fenômenos inerentes à respiração e à alimentação desses microorganismos são predominantes na transformação dos componentes complexos (substâncias orgânicas) dissolvidos, semi-dissolvidos ou finamente divididos, em compostos simples, como sais minerais, gás carbônico e outros.

Os processos biológicos de tratamento procuram reproduzir, em dispositivos racionalmente projetados, os fenômenos biológicos observados na natureza, condicionando-os em espaço e tempo, economicamente justificáveis. (SPERLING, 1997).

2.5.3.1 LODO ATIVADO

Um sistema freqüentemente empregado é o Lodo Ativado. Este sistema é constituído por um reator biológico aerado artificialmente, visando reproduzir em condição confinada e controlada, os fenômenos que ocorrem na natureza, procurando intensificar a proliferação das bactérias formadoras de aglomerados denominados flocos biológicos. Estes sólidos são separados da fase líquida por sedimentação. A fração sedimentável constitui o lodo ativo que é em parte retornada ao sistema (CETESB, 2005).

A floculação do lodo é importante para que a biomassa possa ser separada do efluente tratado e retornada ao sistema, onde é misturada com o despejo afluente. O excesso de lodo produzido é descartado do sistema, com a finalidade de manter constante a concentração de sólidos biológicos em suspensão no tanque de aeração (SPERLING, 2002).

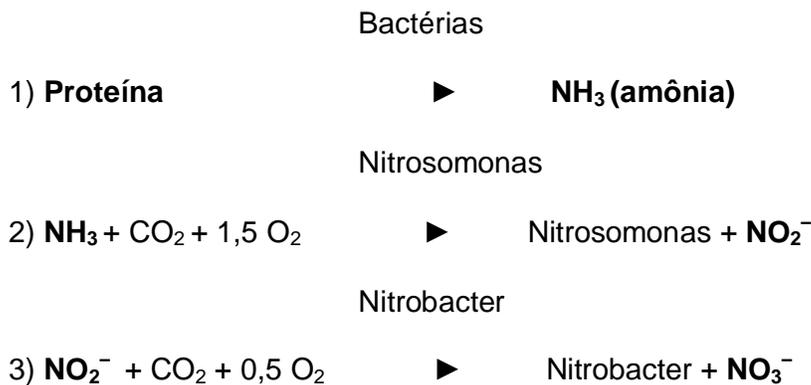
Segundo, Snatural Meio Ambiente (2008) “ A depuração biológica ocorre pela existência natural de microorganismos na natureza e de seu comportamento

em reação ao oxigênio, usando-o para formar óxidos estáveis por oxidação ou combustão úmida, gerando gás carbônico (CO₂) como resultado da respiração dos microorganismos. O processo secundário remove cerca de 85% da matéria orgânica de esgotos. Os produtos formados pela decomposição microbiológica são gases, cátions, ânions, solúveis e assimiláveis pelas plantas. O carboidrato é degradado e o CO₂ volta para a atmosfera, mantendo-se o balanço, conforme apresenta a reação”.

Microorganismos: (CH₂O) + O₂ -----> CO₂ + H₂O

“Enquanto que a decomposição das Proteínas (Nitrificação) , são oxidados ou decompostos por via biológica produzindo inicialmente a amônia, depois a oxidação a nitrito (NO₂⁻) e depois a nitrato (NO₃⁻). O nitrato é um composto mineralizado estável e solúvel, prontamente assimilável pelas plantas. “A decomposição produzindo amônia, se dá via aeróbia ou anaeróbia por uma série de bactérias, entretanto, a nitrificação se dá apenas pela ação de duas bactérias aeróbias: a Nitrosomonas e a Nitrobacter”:

As reações que ocorrem são as seguintes:



“A quantidade de O₂ necessária na degradação das proteínas (nitrificação) é maior do que para a dos carboidratos pois o processo se dá em duas etapas. A temperatura ideal para as reações se dá entre 30 e 35 °C” (SNATURAL MEIO AMBIENTE, 2008).

2.5.3.1.1 Dificuldades encontradas durante o tratamento de efluentes

Tratar um efluente é sempre uma tarefa complexa, que exige muitos cuidados principalmente quando as cargas se tornam bastante variáveis, durante o processo e existem modificações constantes quanto a troca de seus produtos. Esta fase garante que a água utilizada durante o processo chegue ao local de despejo sem prejudicar o meio ou alterar as características da água.

Segundo Gerardi, (2002) para manter uma população de microorganismo ativo no processo de lodo, três requisitos deve ser considerado:

- ❖ A população de bactérias deve ser ampla; pois quanto maior a população de bactéria, maior a quantidade de DBO, que pode ser degradada e maior a quantidade de sólidos finos podem ser removidos;
- ❖ A diversidade das espécies de bactérias se faz necessária, pois não é somente um tipo que poderá degradar todos os tipos de resíduos.
- ❖ Para a bactéria reduzir a DBO, remover sólido finos e metais pesados, esta população deve ser ativa, isto é, não podem existir na atividade do processo de lodo condições tóxicas ou inibidoras.

2.6 RESÍDUOS GERADOS

A necessidade de tratamento de resíduos e dos efluentes químicos nos empreendimentos industriais é fator fundamental de responsabilidade com a comunidade onde empresa atua.

Resíduos Sólidos: Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (NBR 10004, 2004).

A classificação para o gerenciamento dos resíduos segundo a NBR 10004 estabelece dois grupos: Classe I - Resíduos Perigosos, e os da Classe II - Não perigosos, sendo que esses últimos estão subdivididos em Classe II - A Não

inertes e Classe II B - Inertes, removendo a antiga classificação de resíduos classe III (não perigosos inertes). Este gerenciamento pode ser realizado de diversas formas.

Os resíduos perigosos são os que apresentam periculosidade, e tem características particulares quanto: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Necessitam de uma destinação apropriada, pois a disposição irregular, acarreta danos ao homem e ao meio ambiente.

Os resíduos Classe II ou não perigosos, são aqueles apresentados no anexo H da norma NBR 10004 (são citados no anexo B, deste trabalho).

Os resíduos que não estão identificados como Classe I, são classificados como:

- ❖ Classe II A – Não Inertes e podem apresentar propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade.

- ❖ Resíduos Classe II B – Inertes, quando submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente conforme a ABNT NBR 10006, e não tiverem nenhum dos seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor conforme anexo G da norma da ABNT – padrões para ensaio de solubilização, que se encontra citado no anexo B, deste trabalho, serão então classificados como resíduos inertes (NBR 10004:2004).

A figura 5 apresenta o fluxograma da classificação de resíduos.

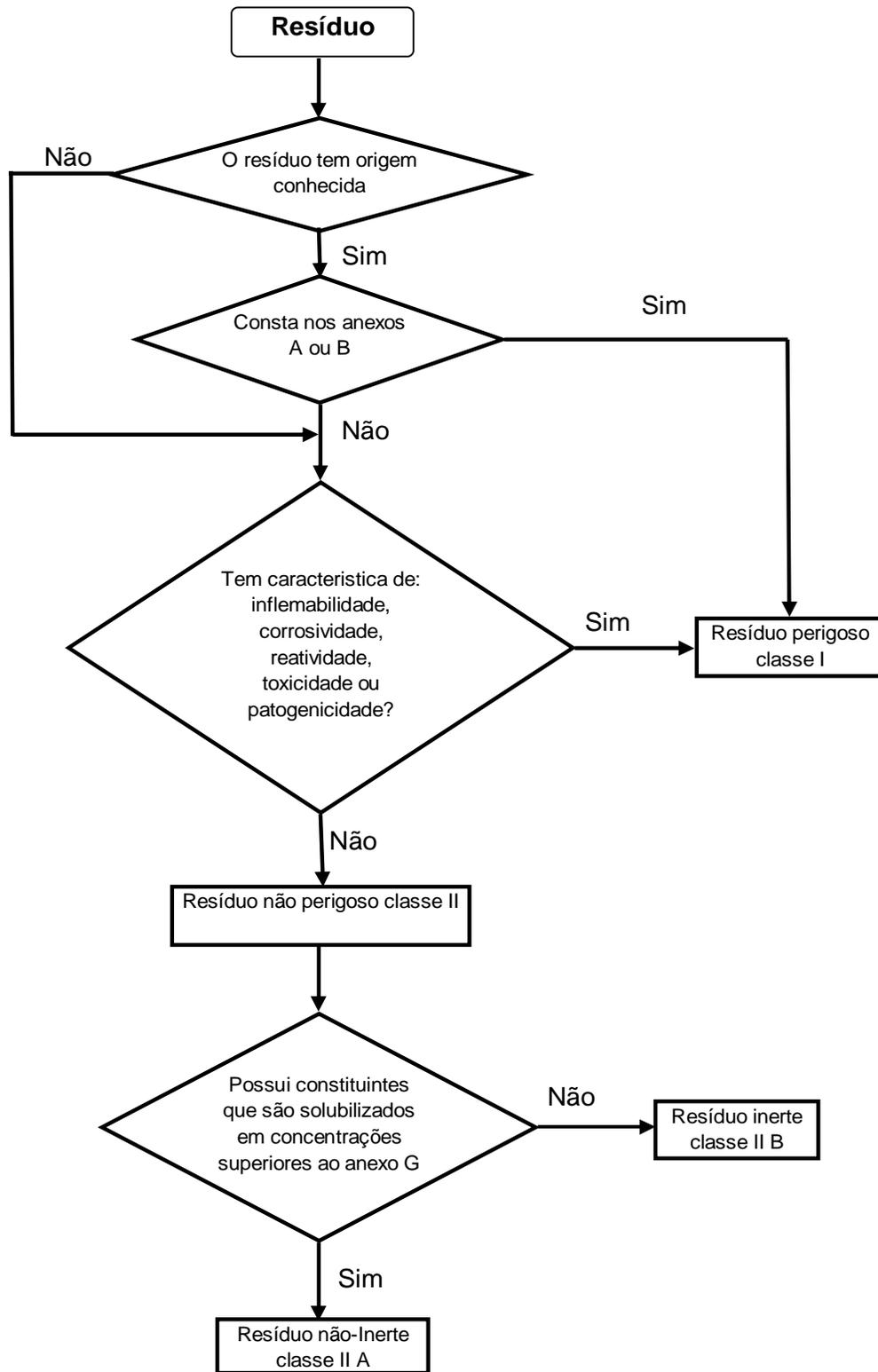


Figura 5: Caracterização e classificação de Resíduos. (Fonte ABNT NBR 10004:2004).

2.7 ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS DE EFLUENTES E RESÍDUOS

No estudo em questão desta dissertação de mestrado, que tem por objetivo o conhecimento do tratamento de efluentes e sua destinação de resíduos, são aplicáveis as principais regulamentações ambientais para gestão no Estado de São Paulo:

2.7.1 EFLUENTES LÍQUIDOS

- **Resolução CONAMA nº 357/05:** Classifica as águas doces, salobras e salinas; estabelecendo padrões de qualidade da água, conforme a classe; e estabelece padrões de lançamento de efluentes de fontes poluidoras.
- **Decreto Estadual 8.468 (08/09/1976):** Regulamentação da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, com 172 artigos e anexos cujas disposições representaram um instrumento de trabalho com mecanismos ajustados para operação e controle do meio ambiente.
- **Decreto Estadual 32955 (07/02/91)**
Regulamento da Lei 6134 de 02/06/1988. Dispõe sobre preservação dos Depósitos Naturais de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo.
- **Decreto Estadual nº. 32.955 de 07.02.91**
Regulamentada pela Lei Estadual nº. 7663 de 30/12/1991, estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos.
- **Decreto Estadual nº. 41258 de 31/10/1996** que dispõe sobre outorga e fiscalização do direito de uso dos recursos hídricos.
- **Lei n.º 9.433/97, DE 08.01.1997:** cobrança pelo uso da água, instituída pela Política Nacional dos Recursos Hídricos. Ela deve ser utilizada para estimular o uso racional das águas, além de gerar recursos financeiros para serem usados na recuperação e preservação dos mananciais das bacias hidrográficas. Nesse sentido, é importante que a sociedade perceba o valor econômico da água e adote medidas adequadas de combate ao desperdício.(ANA, 1997)

2.7.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

- **Resolução CONAMA n° 06/88:** dispõe sobre a criação de inventários para o controle de estoques e/ou destino final de resíduos industriais, agrotóxicos e PCBs.
- **Resolução CONAMA n° 05/93:** dispõe sobre a destinação final e classifica os resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários e estabelecimentos prestadores de serviços de saúde. Classifica os resíduos conforme a sua disposição.
- **Decreto Estadual 8.468 (08/07/1976):** proíbe depositar, dispor, descarregar, enterrar, infiltrar ou acumular no solo resíduos poluentes, exceto em locais especialmente projetados no Estado de São Paulo.
- **Normas ABNT NBR:** 10004 – Classificação dos resíduos sólidos, 10005 – Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, 10006 – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos e 10007 – Amostragem de resíduos sólidos.

3.0 CAPÍTULO III – TRATAMENTO DE EFLUENTES E RESÍDUOS GERADOS DURANTE O PROCESSAMENTO DO METILÉSTER OU BIOCOMBUSTÍVEL – ESTUDO DE CASO

Com a crescente preocupação em preservar os recursos naturais, cresce a cada dia o aumento das unidades de tratamento de efluentes e controle na destinação dos resíduos gerados.

Novos padrões ambientais adequados podem dar início a um processo de inovações que diminua o custo total de um produto ou aumente o valor. As inovações permitem que as empresas usem mais produtivamente uma série de insumos, de matérias-primas e fontes de energia, de forma a compensar os gastos feitos para preservar mais o meio ambiente. (PORTER, 1995).

Nas áreas urbanas o esgoto já está sendo tratado em estações de tratamento de efluentes, que operando com diferentes sistemas tecnológicos, uma vez que as indústrias são geradoras de poluição, e devem conciliar o setor produtivo sem agredir ao Meio Ambiente, garantindo que toda água utilizada durante o processo possa retornar aos mananciais com um índice aceitável de pureza.

3.1 EMPRESA DO ESTUDO DE CASO EM QUESTÃO

Este capítulo apresenta o estudo de caso em uma empresa multinacional escolhida do setor produtivo de óleos lubrificantes sintéticos, metiléster e biocombustível. Esta empresa iniciou suas atividades de operação em Novembro de 2004, no complexo industrial no interior de São Paulo.

A empresa tem a experiência da tecnologia na formulação de óleos vegetais: canola, soja e girassol, somadas à fabricação de ésteres sintéticos para lubrificantes em geral e produtos a base de gorduras vegetais para diversos segmentos industriais.

O mercado alvo é a América Latina e Europa e os produtos destinam-se a aplicações nas áreas automotivas, industrial, siderúrgica indústrias de tintas e na extração do petróleo.

A empresa apresenta uma grande diversidade na sua escala produtiva entre as bases sintéticas e a vegetal, como:

Base Sintética

- ❖ Éster Sintético para Compressores I
- ❖ Éster Sintético para Compressores II
- ❖ Éster Sintético para Perfuração de Poços de Petróleo

Base Óleo Vegetal

- ❖ Metiléster
- ❖ Óleos Hidráulicos Grau Alimentício
- ❖ Óleos Hidráulicos para Tratores
- ❖ Óleo Hidráulico anti-desgaste
- ❖ Óleo Isolante para transformadores
- ❖ Agente Coalescente para tintas
- ❖ Biocombustível (B 100 iniciado teste de produção em Janeiro/07)
- ❖ Glicerina Bruta

Outros Produtos

- ❖ Composto para produção de resinas a base vegetal A
- ❖ Composto para produção de resinas a base vegetal B
- ❖ Oleato de Polióis para equipamentos hidráulicos A
- ❖ Oleato de Polióis para equipamentos hidráulicos B

No que diz respeito a segurança e meio ambiente a companhia tem uma grande preocupação com o bem estar do trabalhador e ao atendimento às questões ambientais, que por sua vez, são de grande relevância dentro deste tipo de atividade.

A empresa possui um departamento de Segurança e Meio Ambiente Corporativo sediado nos Estados Unidos, o qual direciona os esforços para todas as plantas no mundo em atender aos requisitos corporativos estabelecidos na empresa, além do cumprimento e atendimento da legislação vigente de seu País.

Esta visão corporativa norteia todas as suas iniciativas estratégicas em relação aos assuntos citados na sua política na busca de desenvolver suas atividades e operações de forma sustentável com foco a longo prazo.

As ações corporativas de uma Empresa são fatores fundamentais nas regiões onde atua, pois a reputação da Empresa não depende exclusivamente do

seu desempenho financeiro, mas como os negócios são conduzidos com comprometimento e responsabilidade.

Segundo (Porter, 1986), a estratégia corporativa preocupa-se com os negócios futuros da empresa, e como a diretoria vai administrar o grupo da unidade de negócios. Estratégias corporativas de sucesso devem desenvolver-se para reforçar as estratégias competitivas das suas unidades de negócios, de modo a melhorar o desempenho, manter a competitividade e preocupar-se com os possíveis impactos ambientais, tendo uma visão de futuro, se a mesma quer tornar-se uma referência em Benchmarking para outras empresas.

A planta industrial possui responsáveis técnicos, engenheiros e funcionários ligados a área de meio ambiente no seu organograma e estes são responsáveis por manter as atividades da unidade de acordo com a legislação vigente e promover as melhorias necessárias quando aplicável.

A Empresa possui o certificado ISO 9001:2000, e está filiada à ABIQUIM e recebe auditorias de clientes que tem por objetivo demonstrar a garantia do sistema de qualidade implementado.

E para assegurar e manter efetivo o cumprimento das políticas e objetivos ambientais, as empresas implementam a auditoria ambiental, de forma a garantir controles de resíduos, integridade dos produtos na produção, minimização de riscos, gestão de passivos ambientais (JUNCHEM, 1995).

3.2 A PRODUÇÃO DE METILÉSTER E BIOCOMBUSTÍVEL A PARTIR DE DIVERSOS INSUMOS

A empresa iniciou os testes para a produção do Biocombustível (B100)⁸, na planta do estudo de caso em questão, em Janeiro de 2007.

Durante este período de produção podemos verificar que a matéria-prima mais utilizada na produção do metiléster e do biocombustível foi o óleo de soja. Também foram feitos alguns ensaios com outros tipos de matérias-primas, para avaliar sua viabilidade, como: óleo de frango, gordura hidrogenada e sebo, mas não tiveram continuidade de produção por questões comerciais e custos associados a sua produção, os quais tornaram-se inviáveis.

⁸ B100 Biocombustível sem mistura com o petrodiesel.

O gráfico 2 apresenta as matérias-primas utilizadas na produção durante o ano de 2006 e 2007.

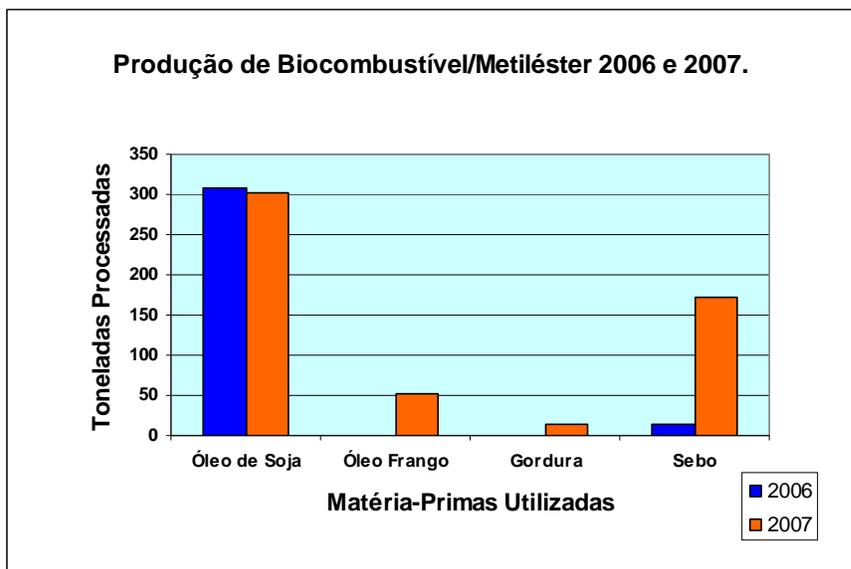


Gráfico 2: Matérias-primas utilizadas na Produção e Testes em 2006/2007.

Fonte Empresa, 2007.

3.3 GESTÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

A empresa possui uma equipe de operadores treinados na parte de tratamento de efluentes, um analista com formação de nível superior, sendo este grupo é coordenado pelo Gerente de Meio Ambiente.

Os operadores fazem o acompanhamento dos efluentes diariamente, através de análises físico-químicas no laboratório interno da própria empresa.

A empresa possui um sistema de tratamento de efluentes líquidos, com eficiência de remoção superior a 97% .

A origem destes efluentes é proveniente do processo de limpeza de equipamentos do processo, limpezas gerais da planta, água do sistema de vácuo da produção e águas das contenções (onde há a segregação das águas no período de chuvas).

Os efluentes industriais tratados são lançados no rio Ribeirão do Varjão com uma vazão média mensal de 500 m³.

Este lançamento é efetuado com o atendimento aos padrões de emissão preconizados pelo artigo 12 do Decreto Estadual 8468/76 que regulamentou a Lei 997/76, assim como aos padrões de qualidade preconizados no artigo 18 (o Ribeirão do Varjão é de classe 3), do referido decreto estabelecido.

3.4 SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DA UNIDADE DO ESTUDO DE CASO

O tratamento de efluentes da empresa é constituído por uma etapa preliminar, físico-química, seguida de um tratamento de lodo ativado. As etapas do sistema estão descritas conforme o fluxograma da figura 6, onde temos uma visão do processo e os principais equipamentos que compõem esta unidade de tratamento.

a) Unidade Elevatória: Poço composto por bombas centrífugas submersíveis que recebem os resíduos líquidos e as águas pluviais da área de tancagem, as águas da limpeza de piso, operações de desidratação do lodo, fração líquida da Peneira Hidrostática.

b) Skimmer: Consiste em uma corda oleofílica instalada na borda do tanque e quando acionado, este equipamento movimentará uma corda que flutua sobre a superfície líquida e consegue arrastar a fase oleosa sobrenadante, que é recolhida em um container de 1 tonelada.

c) Peneira Hidrostática: Equipamento que visa a separação de sólidos presentes nos efluentes.

d) Tanque de Equalização: O objetivo é promover a homogeneização qualitativa dos despejos, através de mistura contínua, melhorando a pré-neutralização dos efluentes, normalmente caracterizados por um pH ácido e equalizar as cargas hidráulicas de entrada (descontínuas e intermitentes) proporcionando uma vazão de saída constante.

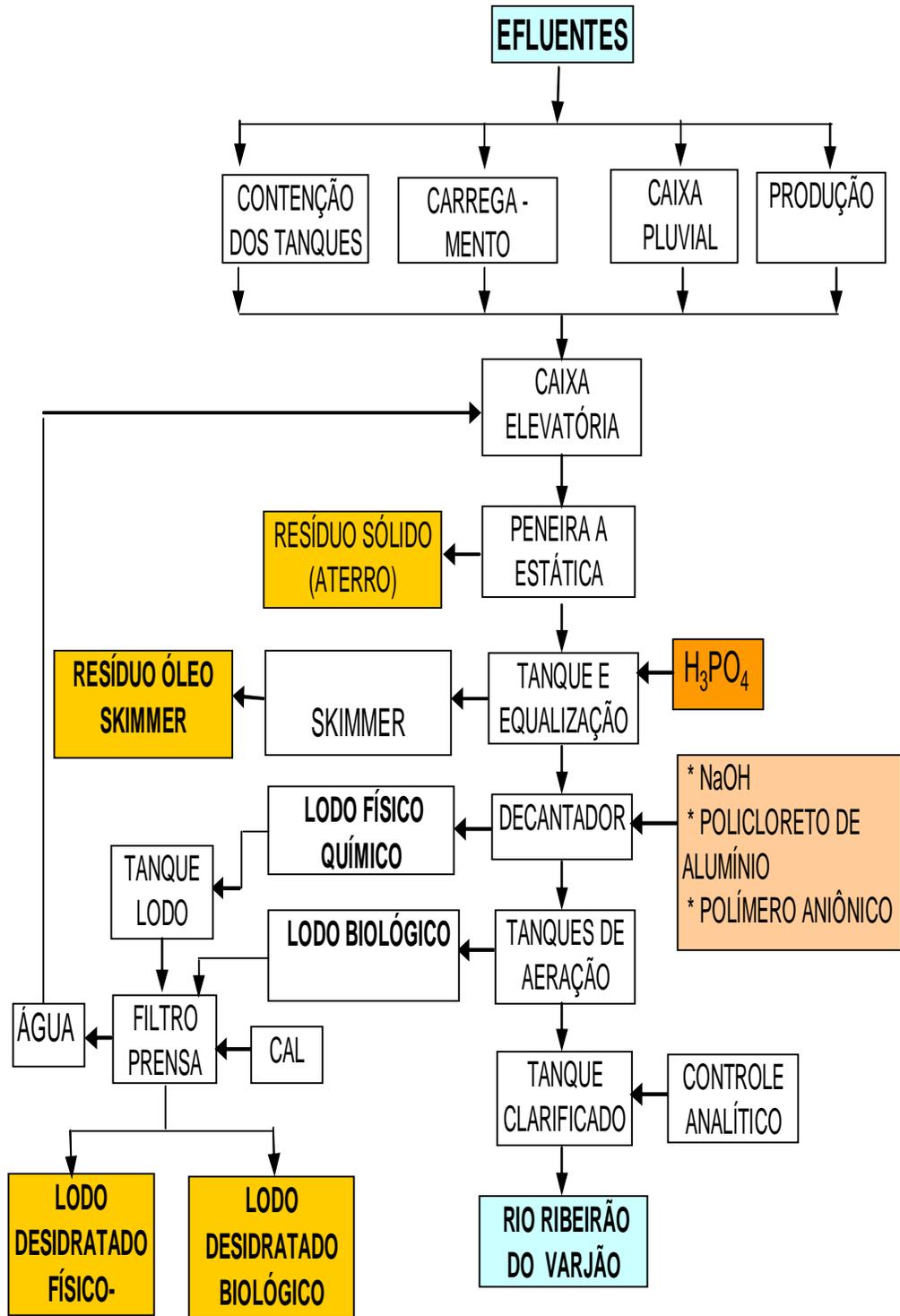


Figura 6 : Fluxograma da Estação de Tratamento de Efluentes
 Fonte: Empresa, 2007.

e) Decantador: O efluente neutralizado é encaminhado de forma contínua para o tanque de coagulação, para favorecer a formação de flocos através da dosagem de um coagulante e um polieletrólito. O efluente coagulado é transferido em seguida para o separador de placas coalescentes⁹.

A figura 7 exemplifica o modelo de um sistema de coagulação e de decantação.



Figura 7: Tanque de Coagulação e Decantação. Fonte: Empresa, 2007

Sendo assim os flocos formados irão se sedimentar no fundo da câmara e partículas leves (traços de resíduos oleosos etc...) permanecem sobrenadantes. O lodo primário é recolhido por meio de registros de fundo e em seguida transferido por bombeamento para o Tanque de Lodo.

Os resíduos oleosos sobrenadantes por sua vez podem ser removidos da superfície desta câmara com o auxílio de duas flautas coletoras. O material sobrenadante é recolhido e transferido para um tambor coletor na parte inferior do sistema.

Os efluentes que deixam o separador de placas coalescentes são encaminhados ao tratamento biológico.

⁹ Este separador consiste em uma série de placas coalescentes, com o objetivo de decantar os flocos mais pesados (lodo primário) e a flotação de partículas leves de origem oleosa.

f) Tanques de Aeração: Saindo do separador de placas, os efluentes seguem para os tanques de aeração do sistema. Cada tanque de aeração é provido de um aerador flutuante com o objetivo de promover a mistura da massa líquida e introduzir oxigênio na massa líquida, condição necessária para o crescimento dos microorganismos que irão digerir a matéria orgânica.

Os microorganismos contidos no tanque de aeração têm a capacidade de se reproduzir, agrupando-se em colônias que dão origem ao chamado “lodo biológico”, cuja aparência é a de flocos de cor marrom, mais pesados que a água que se depositam no fundo do tanque.

A figura 08, apresenta os tanques de aeração usados no tratamento biológico.



Figura 08: Tanque de Aeração. Fonte: Empresa: 2007.

Este sistema de tratamento é composto de 3 etapas: Ciclo de aeração, decantação e de descarga. Após decorrido o tempo de decantação, terá início o ciclo de descarga, onde com o aerador desligado, efetua-se a drenagem do clarificado ou seja efluente tratado para o tanque de clarificado.

g) Tanque de Clarificado: O efluente final tratado é analisado e direcionado para a Calha Parshall para ser descartado no Rio Ribeirão do Varjão.

h) Tanque de Lodo: Neste tanque é recebido o excesso de lodo biológico, bem como o lodo físico químico sedimentado do separador de placas. Este lodo é adensado com a adição de produtos químicos visando melhorar as condições de filtrabilidade. Após um determinado tempo, ocorre a sedimentação do lodo na parte inferior e ele é então bombeado para o filtro prensa e a água retorna para a equalização.

i) Filtro Prensa: O lodo condicionado e adensado será desidratado em filtro prensa tipo placas e câmaras. O filtrado resultante da operação de filtração será encaminhado até a caixa elevatória.

3.4.1 Fatores ambientais importantes no processo de lodo ativado da planta em questão:

Como o processo de lodos ativados depende da atividade microbiana para seu funcionamento adequado, as condições a que estas são submetidas podem afetar seu desempenho de maneira significativa. Entre as mais importantes temos:

a) pH: Afeta o crescimento microbiano. Segundo Mc Kinney, citado por Kato (1982), cita que com pH entre 6,5 e 8,5 as bactérias predominam, sobre os fungos; para valores de pH inferiores a 6,5 os fungos são capazes de melhor competir com as bactérias e para pH entre 4,0 e 5,0 os fungos predominam com exclusão quase completa das bactérias. Pipes, citado por Alem Sobrinho (1981), cita que baixos valores de pH, provocados por cargas de choque momentâneas, causam desfloculação do lodo. Se o pH for mantido baixo durante longos períodos, observa-se a formação de um lodo quase que totalmente composto por microorganismos filamentosos ou fungos (CETESB, 2005).

b) Nutrientes: Os nutrientes são importantes para a síntese celular. Os principais requeridos em maiores quantidades, são o nitrogênio e o fósforo, frequentemente presentes em excesso no esgoto doméstico e em quantidades insuficientes em efluentes industriais. Para se obter uma boa estabilização e boa floculação bacteriana no processo de lodos ativados, a relação DBO: N: P deve ser de

100:5: 1 ou com pequenas variações, dependendo do tipo do sistema e do modo de operação (HAMMER, 1979).

c) Oxigênio Dissolvido: O sistema de lodos ativados necessita de um teor mínimo de OD para que o mesmo não se torne fator limitante ao crescimento dos microorganismos e nem crie zonas anaeróbias no interior dos flocos. Recomenda-se uma concentração entre 1,0 a 4,0 mg/L, sendo que o ideal é trabalhar na faixa de 1,0 a 2,0 mg/l. Teores baixos de OD são relacionados com intumescimento filamentosos dos lodos ativados, devido às condições anaeróbias no interior dos flocos, e desta forma prejudicando as bactérias formadoras de flocos, ou quanto que as bactérias filamentosas, devido à sua relação área/volume, alongam-se para fora dos flocos favorecendo a captura de alimentos (CETESB, 2005).

d) Temperatura: Fator físico que interfere na velocidade de crescimento dos microorganismos e também na velocidade de remoção dos substratos. O aumento da temperatura eleva a taxa das reações químicas e biológicas. A atividade biológica até um certo ponto torna-se positiva para o processo, mas em determinada temperatura há uma desnaturação térmica das enzimas e a atividade passa a diminuir. Os microorganismos dos processos de lodos ativados são geralmente mesófilicos, cuja temperatura ótima está entre 20 e 40 °C (SPERLING, 1995).

3.5 COLETA E AMOSTRAGEM DOS EFLUENTES

Na avaliação de desempenho de uma estação de tratamento de efluentes deve-se conhecer as características físicas, químicas e biológicas que indicam a variação da qualidade do efluente. Na amostragem, deve-se coletar uma determinada porção de esgoto, ou seja, um volume que permita uma boa caracterização no laboratório e que seja representativa de sua qualidade e com a caracterização da vazão, permita conhecer as cargas de tratamento. A tabela 5 mostra os preservantes mais convenientes e os períodos máximos em que as amostras podem ficar conservadas.

Tabela 5: Coleta e preservação das amostras de efluentes.

Volume para coleta e preservação de amostras			
Parâmetro	Preservante	Período Máx. de Conservação	Volume ml
Acidez- Alcalinidade	Refrigeração a 4° C	24 horas	100
DBO	Refrigeração a 4° C	6 horas	100-500
DQO	2 ml de H ₂ SO ₄ por litro	7 dias	50-100
* Cloreto	Nenhum	7 dias	25-100
*Cor	Refrigeração a 4° C	24 horas	100-500
Cianeto	NaOH até pH10	24 horas	25-100
Oxigênio Dissolvido	Determinar no momento da coleta	Não há	500-1000
Sólidos	Nenhum	Não há	2000
* Fluoreto	Nenhum	7 dias	200
* Metais, Totais	5 ml de HNO ₃ por litro	6 meses	100-1000
* Metais Dissolvidos	Ao Filtrado:3 mLde HNO ₃ 1:1/ litro	6 meses	100-1000
Coliformes	Refrigeração a 4°C	12 horas	200
Nitrogênio Amoniacal	40 mg de HgCL ₂ por litro a - 4° C	7 dias	500-1000
Nitrogênio, Kjeldahl	40 mg de HgCL ₂ por litro a - 4° C	instável	500-1000
Nitrogênio, Nitrato, Nitrito	40 mg de HgCL ₂ por litro a - 4° C	7 dias	50-100
Óleo e Graxa	2 ml de H ₂ SO ₄ por litro a - 4° C	24 horas	3000-5000
pH	Determinar no momento da coleta	Não há	10-20
*Fenóis	1,0g de CuSO ₄ por litro+ H ₃ PO ₄ até pH 4,0 a - 4° C	24 horas	1000-4000
Fosforo	40 mg de HgCL ₂ por litro a-4°C	7 dias	100-200

(*) Determinações não rotineiras

Fonte: CETESB, 1991.

A amostragem pode ser do tipo simples ou composta e a forma da coleta manual ou mecanizada, de acordo com a conveniência, a característica local e a importância.

Ao realizar a amostragem deve-se tomar alguns cuidados como:

- ❖ O local de coleta deve ser sempre que possível, no ponto de turbulência, de modo a obter uma coleta com boa mistura do efluente, descartando a possibilidade de coleta em pontos localizados próximos a vertedores.

- ❖ Deve ser realizada a alguns centímetros abaixo do nível da água, evitando assim a influência dos sólidos flutuantes, que tornariam a amostra não representativa.
- ❖ Nem sempre as amostras poderão ser rapidamente analisadas, sendo, nestes casos necessário preservá-las de modo adequado até o momento da análise, de tal maneira que as características dos efluentes não sejam alteradas.
- ❖ Além dos produtos químicos utilizados para conservação da amostra, os volumes também são fundamentais, a fim de garantir a possibilidade de análise e de uma eventual repetição para confirmação ou correção de algum resultado. Para amostra simples os volumes mínimos que podem ser considerados devem estar entre 1 a 2 litros e, para a amostra composta, entre 1 a 4 litros.

Os pontos de amostragem devem ser de fácil acesso, identificados e que caracterizem a evolução do tratamento proposto.

3.6 CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES GERADOS

Os efluentes gerados, conforme a figura 9, apresentam uma grande quantidade residual de óleo sobrenadante, com coloração esbranquiçada proveniente de emulsões de alguns resíduos da produção. Este efluente apresenta diferentes características físico-químicas, o que dificultam o seu tratamento antes do seu lançamento ao corpo receptor.

Os efluentes de uma empresa de óleos lubrificantes industriais são mais complexos, mesmo que na maioria de suas formulações a matéria-prima adotada seja óleos a base vegetal, pois em paralelo há o consumo de outros produtos químicos, que acabam sendo incorporados no efluente a ser tratado.

Com o levantamento dos resultados de análise do efluente tratado desde o início da operação da planta até Julho de 2007, temos uma averificação das variações acompanhar as oscilações no processo de tratamento de efluentes, bem como os impactos que podem ser causados se este não for bem gerenciado e controlado.

Com a avaliação dos resultados decorrentes no período, podemos buscar um melhor detalhamento das variáveis e adaptar melhores alternativas de minimização destes no processo de produção.



Figura 9: Foto do Efluente Bruto na Entrada da Equalização.

Fonte: Empresa, 2007.

3.7 ESTUDO E COLETA DE DADOS DESDE A OPERAÇÃO DA UNIDADE PRODUTIVA

O objetivo deste estudo é verificar quais são os impactos causados no processo de tratamento de efluentes de uma planta que apresenta uma diversificada de produtos, isto é, a base sintética e vegetal e quais os mecanismos necessários, que precisam ser adotados para tratar um efluente dentro dos limites aceitáveis para lançamento.

No levantamento de dados do processo de tratamento da planta em estudo, o histórico demonstra um efluente com características bem variadas conforme apresentado na tabela 6:

Durante estes meses de processamento deve-se ressaltar que houve muitas oscilações com relação à água tratada diariamente, principalmente nos primeiros 5 meses, apesar de que os resultados médios apresentam valores não muito discrepantes de entrada.

Em alguns dias de produção o sistema de tratamento recebeu cargas mais altas do que o normal de uma planta similar de produção nos Estados

Unidos, onde a DQO média apresenta-se com valores no máximo de 7000 mg O₂/L.

Tabela 6: Levantamento de dados das características dos efluentes no início das atividades, ano 2005.

MESES	Média Equalização			Média Saída Decantador			Média Saída Clarificado		
	pH	DQO ¹⁰ (mgO ₂ /L)	O&G ¹¹ (mg/L)	pH	DQO (mgO ₂ /L)	O&G (mg/L)	pH	DQO (mgO ₂ /L)	O&G (mg/L)
jan/05	8,59	9640	141	7,18	7070	30	7,90	28	15
Fev/05	6,29	12631	435	6,38	11895	130	6,30	306	110
mar/05	5,58	13728	312	6,79	12490	43	7,13	175	57
abr/05	5,14	6994	65	7,36	5168	28	7,88	44	11
mai/05	4,95	8089	287	6,76	5202	68	7,95	144	6
jun/05	6,99	4017	37	8,22	3330	8	8,20	207	9
jul/05	6,76	4700	37	7,95	3743	8	8,06	143	9
ago/05	6,70	5340	371	7,13	3634	8	8,21	147	26
set/05	6,72	2819	144	7,55	1813	24	8,40	23	17
out/05	7,75	3300	233	7,75	208	10	8,52	104	31
dez/05	7,00	8667	121	8,43	1289	35	8,47	79	11
Média Geral	6,59	7266	198	7,41	5076	36	7,91	127	27

Fonte: Empresa, 2007

Com o acréscimo relevante da carga, houve um aumento do tempo de degradação e reduziu o volume de efluente bruto a ser tratado. É comum durante estas discrepâncias, o sistema apresentar alguns choques na fase de tratamento biológico.

Nesta fase do levantamento foi verificado que em função dos problemas ocorridos, foi tomada a decisão de enviar o efluente já degradado em até 70% da carga inicial, para finalização em tratamento externo, e com isso, assumindo os custos com transporte e descaracterização do efluente final, de forma a garantir que o efluente obtivesse a eficiência desejada e que pudesse ser lançado dentro dos padrões permissíveis da legislação vigente.

Em paralelo, a destinação dos efluentes para tratamento externo, o sistema de tratamento de efluentes da empresa, é então recuperado na parte de aeração, voltando em equilíbrio.

Apesar das dificuldades no tratamento de efluentes em algumas bateladas produzidas, o volume tratado internamente apresentou uma eficiência

¹⁰ DQO – Demanda Química de Oxigênio é a quantidade necessária de oxigênio para degradar quimicamente o material orgânico presente na amostra.

¹¹ O&G – Oil and Grease: Resíduos de óleos e graxos presentes na amostra

bastante considerável, em redução de carga orgânica, como está apresentado no gráfico 3.

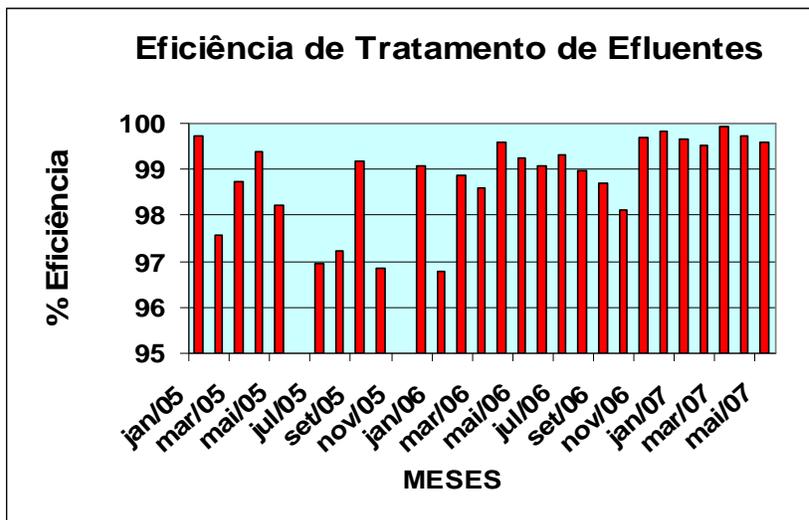


Gráfico 3: Eficiência do Tratamento de Efluentes ano 2005.
Fonte: Empresa, Julho 2007.

A eficiência de tratamento durante este período chegou entre 95 a 99,9 % de remoção da carga orgânica, apesar da ocorrência de diversas variáveis de operação em função da diversidade dos produtos processados durante o período, as ações de gerenciamento e comprometimento sempre foram imediatas.

Considerando que para atendimento da legislação a eficiência mínima é de 80% de remoção em carga de DBO₅, o sistema de tratamento de efluentes demonstra uma excelente performance ao que foi proposto.

3.7.1 Estudo de dados referentes ao ano de 2006

No período de Junho do ano de 2005 (conforme demonstrado na tabela 6) até o início do mês de Janeiro 2006, a planta de Óleos Lubrificantes esteve parada com o processo de produção, fazendo somente produtos a partir de *Blends* (formulações com base de mistura de diferentes matérias primas, para obtenção do produto final), dando o foco principal para o desenvolvimento de novos produtos solicitados pelos clientes.

A tabela 7 apresenta os resultados durante os meses de janeiro a maio, com os resultados médios das variáveis a serem tratadas.

Tabela 7: Levantamento de dados das características dos efluentes ano 2006.

2006 MESES	Média Equalização			Média Saída Decantador			Média Saída Clarificado		
	DQO (mg O ₂ /L)	O&G (mg/L)	pH	DQO (mg O ₂ /L)	O&G (mg/l)	pH	DQO (mg O ₂ /L)	O&G (mg/L)	pH
jan/06	2600	121	6,35	1450	40	6,62	84	9	8,01
fev/06	9500	118	5,90	2900	12	7,27	108	7	7,27
mar/06	8044		6,59	3378		7,99	113		7,93
abr/06	22117		6,60	10167		8,40	89	22	8,40
mai/06	6600	347	6,50	2800	5	8,49	50	4	8,49
jun/06	24100	594	4,70	4410	3	8,64	224	9	8,75
jul/06	18100	1212	6,33	2660	9	8,58	125	20	8,69
ago/06	16650	3085	7,18	7215	38	8,29	173	14	8,36
set/06	14900	3085	7,12	8000	38	8,32	192	14	8,39
out/06	39567	288	12	31200	24	8,18	752	18	6,77
nov/06	31850	288	6,77	23474	24	8,17	101	19	8,32
dez/06	43050	288	10,96	19440	24	7,98	76	19	6,53

Fonte: Empresa, Julho 2007.

No mês de abril tivemos um aumento de carga em função do primeiro teste com a produção do Metiléster na planta, já sendo um reflexo do aumento subsequente de carga nas futuras produções e instalações de tratamento.

Mas observando a tabela 7, a partir do mês de Junho, verifica-se um acréscimo nos valores médios de DQO em mg O₂/L, de entrada no sistema de tratamento, devido ao início da produção do Metiléster em sua planta química, sendo este mais um produto aprovado na escala de sua diversidade. Este produto será detalhado, como objeto do estudo de caso com relação às influências junto ao tratamento.

Com o aumento da produção do Metiléster e a contínua fabricação de outros produtos, continuam os aumentos e variações consideráveis de carga orgânica na estação de tratamento de efluentes, durante o levantamento de dados do ano de 2006.

Mas apesar das oscilações apontadas no sistema de tratamento de efluentes, novamente os índices de eficiência em termos de remoção de carga orgânica atingiram valores entre 96 a 99,68 %, de lançamento durante este período, e uma média anual de 99,07%, e com isso atendendo os parâmetros de lançamento, conforme é apresentado no gráfico 4.



Gráfico 4: Eficiência do tratamento de Efluentes ano 2006.

Fonte: Empresa, Julho 2007.

Para um acompanhamento mais detalhado desde a produção de ésteres sintéticos até a inclusão do processamento de Metilester no ano de 2006 e o início dos testes da produção do Biocombustível B100, a tabela 8 demonstra os resultados obtidos ao longo dos últimos anos, em especial nas análises de DQO, que equivale as cargas médias de tratamento.

Tabela 8: Resultados Médio do Efluente Tratado desde 2005 a 2007.

MESES	DQO (mg O ₂ / L)	MESES	DQO (mg O ₂ / L)
jan/05	9640	mai/06	6600
fev/05	12631	jun/06	24100
mar/05	13728	jul/06	18100
abr/05	6994	ago/06	16650
mai/05	8089	set/06	14900
jun/05	4017	out/06	39567
jul/05	4700	nov/06	31850
ago/05	5340	dez/06	43050
set/05	2819	jan/07	26493
out/05	3300	fev/07	21729
dez/05	8667	mar/07	28843
jan/06	2600	abr/07	37244
fev/06	9500	mai/07	20437
mar/06	8044	jun/07	27044
abr/06	22117	jul/07	19900

Fonte: Empresa, Julho 2007.

Analisando os resultados, conclui-se que produzir o metiléster e o biocombustível, apesar das quantidades de efluentes serem pequenas, pois são geralmente provenientes de limpezas dos reatores e entre outros, eles têm uma tendência em aumentar consideravelmente a DQO das águas a serem tratadas.

O gráfico 5 apresenta o histórico com uma visão mais detalhada das oscilações médias, o aumento de carga que são atribuídas ao sistema de tratamento, que vem sendo avaliadas e analisadas neste estudo.

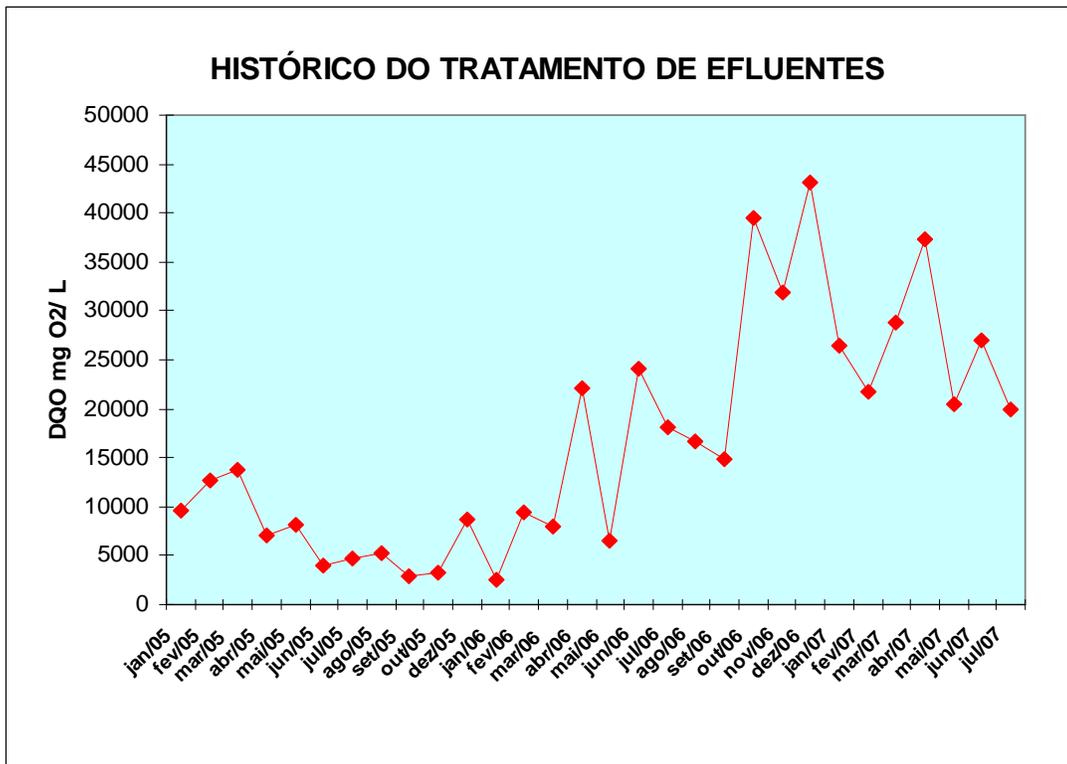


Gráfico 5: Evolução da concentração de DQO (mg O₂/L) desde o início das atividades.

Fonte: Empresa, Julho, 2007.

Ao avaliar os resultados no período que o gráfico apresenta, temos o aumento da concentração no mês de Abril de 2006, quando foram iniciados os testes de produção do Metiléster, e os mesmos se mantêm ou aumentam no decorrer dos meses após a sua aprovação na escala de produção.

Para a produção do Metiléster ou Biocombustível que hoje vem sendo muito valorizado no mercado e tem escala de crescimento de produção um tanto

significativa, muitas empresas iniciam a sua produção sem considerar se o sistema de tratamento de efluentes comporta estas variáveis.

3.8 PRODUÇÃO DO METILÉSTER E DO BIOCOMBUSTÍVEL EM 2007

Para atendimento a toda linha de produtos, nos meses de Junho e Julho do ano 2007, conforme é apresentado na tabela 9, do histórico de produção, houve ocasiões em que o efluente foi enviado para tratamento externo, pois as cargas do sistema apresentaram algumas oscilações, arrastes da produção que ocasionaram ao tratamento interno: perda do lodo biológico, dificuldades de remoção da carga orgânica entre outros.

A tabela 9, apresenta um resumo do produto produzido e os efluentes gerados em decorrência das trocas do reator referente ao ano de 2007.

Tabela 9: Histórico de produção 2007.

2007	Metilester/ Biocombustível	Água gerada da reação + limpeza (m ³)	Água da reação (tonelada)	Glicerina bruta (tonelada)	DQO mg O ₂ /L
05/01/2007	22	19,3	0,32	2,32	68700
13/02/2007	19	19,3	0,32	2,32	16200
15/02/2007	24	19,3	0,34	2,50	19000
23/02/2007	20	-	0,34	2,25	56800
24/02/2007	20	24,0	0,35	2,17	56800
09/03/2007	24	19,3	0,34	2,50	16200
27/03/2007	25	19,3	0,34	2,50	17500
10/04/2007	25	-	0,34	2,50	25200
13/04/2007	28	-	0,36	3,09	32800
15/04/2007	28	-	0,36	2,80	32800
16/04/2007	26	19,3	0,33	2,89	32800
19/04/2007	14	22,2	0,30	1,50	28800
27/04/2007	24	-	0,34	2,50	17600
02/05/2007	24	-	0,34	2,50	14700
06/05/2007	26	23,2	0,38	2,89	30800
25/05/2007	24	-	0,37	2,50	24600
30/05/2007	23	22,3	0,33	2,42	24600
15/06/2007	24	22,3	0,34	2,50	37700
10/07/2007	24	22,3	0,37	2,50	32400
11/07/2007	26	-	0,32	2,89	-
13/07/2007	26	-	0,32	2,89	-
14/07/2007	24	25,0	0,34	2,48	40100
26/07/2007	22	22,0	0,33	2,40	14200

Fonte: Empresa, Julho 2007

As razões destas variações ocorridas durante este período foram:

- Aumento da concentração orgânica (medida em DQO), no sistema de vácuo do reator, em função de arrastes durante a evaporação do metanol do metilester/biocombustível ou da glicerina;
- Alteração na dosagem de produtos químicos, em função da matéria-prima recebida;
- Residuais de produto oriundos do reator, drenagem ineficiente entre as lavagens do reator;

Para melhor exemplificar, nos meses de Junho e Julho, para atendimento a legislação vigente a empresa do estudo em questão, enviou para tratamento externo um volume de 170 m³, tendo um custo adicional com destinação de R\$ 17596,70, considerando neste valor o custo de tratamento e o frete.

Tabela 10: Custos de Tratamento Externo.

Dia	Volume m ³	Efluente destinado	Análise DQO	Custo Tratamento Externo	Custo Trat. Externo/m ³	Frete	Custo final m ³ /destinação
16/jun	25	Equalização	11.650	R\$ 2.101,75	R\$ 84,07	R\$ 850,00	R\$ 118,07
16/jun	25	Equalização	15.100	R\$ 2.690,25	R\$ 107,61	R\$ 850,00	R\$ 141,61
20/jun	25	Equalização	10.425	R\$ 1.665,50	R\$ 66,62	R\$ 850,00	R\$ 100,62
22/jun	20	Equalização	10.200	R\$ 1.694,40	R\$ 84,72	R\$ 1.400,00	R\$ 154,72
30/jun	25	Aerador 2	2.225	R\$ 618,00	R\$ 24,72	R\$ 850,00	R\$ 58,72
07/jul	25	IBC boil	15.250	R\$ 1.267,50	R\$ 50,70	R\$ 850,00	R\$ 84,70
14/jul	25	IBC boil	12.525	R\$ 1.059,25	R\$ 42,37	R\$ 850,00	R\$ 76,37
Média	170			R\$ 11096,65		R\$ 6.500,00	R\$ 103,51

Fonte: Empresa: Julho, 2007.

O custo máximo para tratamento interno do efluente dentro da unidade é de R\$ 40,00 por metro cúbico, enquanto o envio do mesmo efluente para terceiros é em torno de R\$ 103,51 por metro cúbico conforme apresentado na tabela 10. Este custo varia em termos de concentração medida em DQO e sólidos, do efluente a ser enviado, isto é, quanto maior for a concentração do efluente maior será o custo para tratamento.

Com o intuito de evitar choques de cargas nos tanques de aeração e reduzir o envio de efluentes para tratamento a terceiros, uma vez que os custos se tornam inviáveis, foram reavaliadas as razões das variações durante o processo

do metiléster ou biocombustível, de forma a minimizar na fonte as cargas geradas.

O gráfico 6 apresenta o custo por metro cúbico do efluente tratado, ao comparar os custos do tratamento dentro da empresa com o tratamento de uma empresa prestadora de serviço, há uma diferença um tanto significativa.

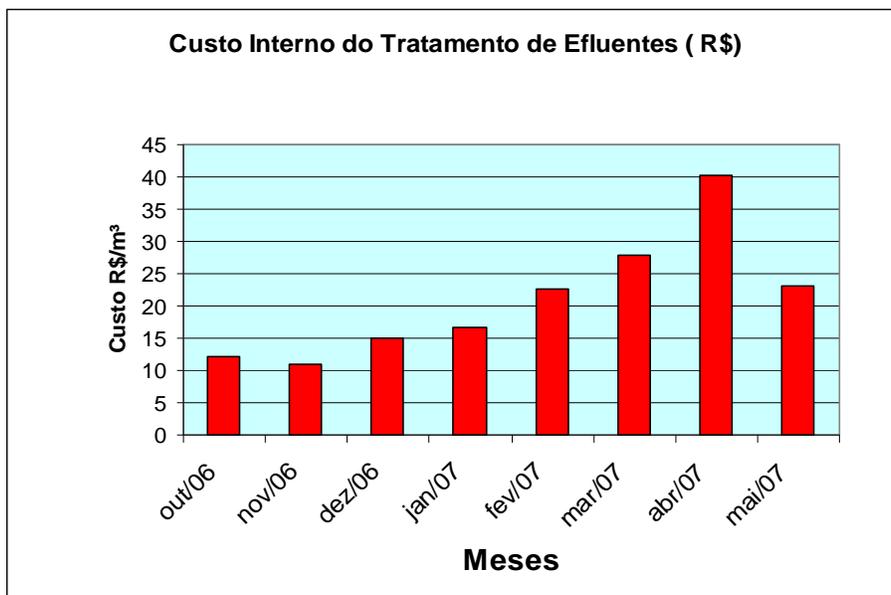


Gráfico 6: Custo interno por metro cúbico tratado.
Fonte: Empresa, 2007.

Após o estudo dos dados levantados e apresentados, foi programado com e realizado um teste adicional, durante a fabricação destes produtos.

O objetivo principal foi avaliar a etapa da destilação do metanol durante a fase de produção do metilester e biocombustível e destilação da glicerina, que será detalhado a seguir, para verificar se o mesmo acarretava aumento na concentração de DQO, isto é, se durante a destilação o metanol estava sendo arrastado.

3.9 TESTE APLICADO PARA AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DA DQO NA ETAPA DE EVAPORAÇÃO DO METANOL

No processo de produção temos uma fase que consiste em recuperar o metanol através da evaporação, que está misturado com o produto que foi

produzido, seja o metiléster/biocombustível, lembrando que o produto é o mesmo, tendo os mesmos critérios para produção, mas que tem especificações diferenciadas, para atendimento à legislação e à solicitação dos clientes, e o mesmo procedimento se aplica para a evaporação da glicerina.

Esta etapa é muito importante para o processo, uma vez que, o metanol destilado é reusado em uma nova batelada de produção, e também garante que não há perda, ou seja, que o metanol está sendo arrastado para a estação de tratamento de efluentes, podendo ocasionar maiores impactos, uma vez que este produto é inflamável e também em maiores condições acaba interferindo no tratamento biológico.

Com a programação de produção do Metiléster/Biocombustível, foi possível durante três dias acompanhar o sistema de destilação do metanol, monitor o sistema de vácuo, a temperatura do condensador, e quantificar, através de análise da água do sistema de vácuo, a carga associada à análise de DQO, esta que é enviada do tanque barométrico para a estação de tratamento.

O processo de evaporação do metanol consiste em aplicar vácuo no sistema do reator, seguido do aumento da temperatura do produto no reator e vaporizar o metanol que se encontra misturado com o produto. O vapor de metanol entra nos condensadores, onde é resfriado, passando para a forma líquida, onde é recuperado para ser posteriormente reutilizado.

Durante este processo temos a geração da água do sistema de vácuo que consiste na condensação da água proveniente dos ejetores. Apesar da presença dos condensadores, existe sempre um arraste de vapor de metanol em direção ao sistema de vácuo. Este metanol é condensado juntamente com o vapor dos ejetores em direção ao tanque barométrico que é bombeado para a Estação de Tratamento de Efluentes.

Na tabela 11 temos os resultados dos testes realizados nos dias 23, 24 e 27 de Agosto, durante o processo de evaporação do metanol presente no metiléster ou biocombustível. Pode-se observar todas as variáveis, e em especial a análise de DQO-Demanda Química de Oxigênio ($\text{mg O}_2/\text{L}$) da água do tanque barométrico durante o processo de evaporação do metanol.

Os resultados apresentavam valores bem variáveis, isto ocorre em função da variação no sistema de vácuo, pois a medida que a pressão de vácuo aumenta

maior a probabilidade de arraste de vapor de metanol para a água do sistema de tratamento de efluentes.

Nos dias 23, 24 e 27 de Agosto, observou-se que com a pressão de vácuo em 80 mm Hg ocorre uma quantidade maior de metanol arrastado para o sistema. Esta especificação garante o atendimento aos níveis de Flash Point, retirando ao máximo os vapores de metanol do produto final.

Tabela 11: Teste de acompanhamento durante a evaporação do metanol do metiléster ou biocombustível.

Data	Horário	Temperatura (°C) Produto Reator	Pressão Absoluta (mm Hg)	Temperatura (°C) Condensador	Concentração DQO mg O ₂ /L
23/08/2007	08:55	79	190	24	97000
23/08/2007	09:39	80	439	24	97600
23/08/2007	10:30	80	80	24	120000
24/08/2007	11:30	80	671	17	410
24/08/2007	12:00	80	300	17	470
24/08/2007	12:30	79	227	18	3500
24/08/2007	13:05	67	498	24	5300
24/08/2007	13:26	72	437	25	16700
24/08/2007	14:00	80	430	21	15400
24/08/2007	14:30	79	100	21	32700
24/08/2007	14:45	79	80	21	37700
27/08/2007	01:30	79	190	24	97000
27/08/2007	02:30	80	439	24	97600
27/08/2007	03:30	80	80	24	120000
27/08/2007	04:30	80	671	17	410
27/08/2007	06:30	79	227	18	3500
27/08/2007	09:30	80	430	21	15400

Fonte: Empresa, Agosto 2007

Apesar da destilação ocorrer dentro do reator, ainda existem algumas variações em função de ajustes que se fazem necessários dentro do processo.

A cada hora da destilação são gerados em média 0,5 m³ de água. Se considerarmos o tempo total de evaporação dos dados da tabela 14, temos um total de água gerada de 7,5 m³ durante o período de destilação e uma concentração média de 46.019 mg de O₂/L em valores expressos de DQO.

Apesar do volume de efluente ser mínimo, a concentração de arraste é considerada alta e estes resultados tornam-se muito significativos quando chegam à estação de tratamento.

No gráfico 7 apresenta as variações descritas quanto aos valores de vácuo e concentração de arraste do sistema.

Quando o vácuo absoluto está em 80 mm Hg, índice que é importante em uma fase da destilação, a concentração de DQO do sistema de vácuo sobe para 120000 mg O₂/ L., e com isso, aumenta consideravelmente a carga total de entrada para o sistema.

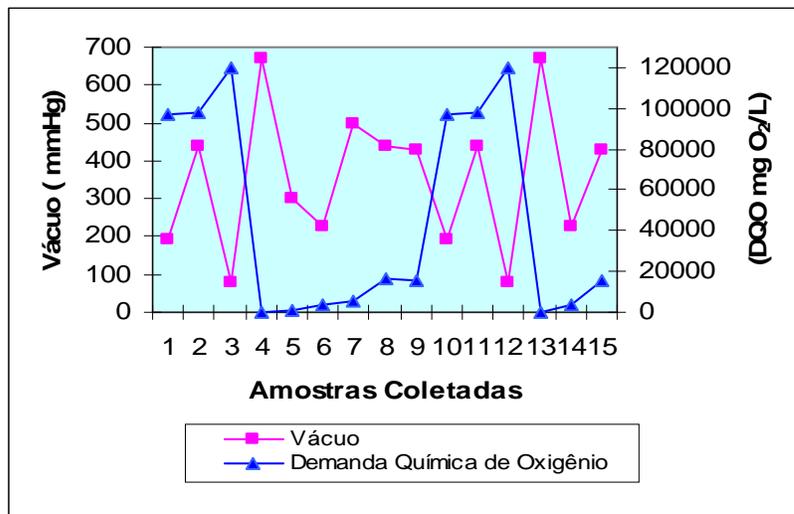


Gráfico 7: Acompanhamento da Evaporação do Metanol na etapa de produção do Metiléster ou Biocombustível. Fonte: Empresa, Agosto 2007

3.9.1 Acompanhamento da evaporação do Metanol da Glicerina

Em paralelo ao estudo da evaporação do metanol do metiléster/biocombustível, também realizamos um estudo durante o processo de destilação do metanol da glicerina, que consiste no mesmo sistema de recuperação, descrito anteriormente. A glicerina é um subproduto da reação da produção do Biocombustível e Metiléster.

Os testes foram realizados nos dias 28 e 29 de Agosto de 2007, seguindo os mesmos critérios, realizados anteriormente, mas com um controle analítico adicional em relação a tabela anterior, o controle de pH.

O controle de pH, que se faz necessário para verificar se há ocorrência de alteração na água quanto a acidez ou alcalinidade da água enviada do sistema de vácuo para o tanque barométrico, uma vez que ainda podem existir residuais de catalisador, utilizados durante o processo de transesterificação e que não foram totalmente reagidos durante o processo, e que podem dar o indicativo de arraste do sistema, além do arraste de metanol.

A tabela 12 e 13 apresenta os testes realizados nas datas pré-estabelecidas, da ocorrência da evaporação da glicerina.

Este estudo demonstrou nitidamente a alteração pela variação do pH, pois a medida que temos o aumento do vácuo, considerando que este sistema hoje é manual, temos a maior probabilidade de arrastes indesejáveis ao sistema, dependendo de como a rampa de vácuo é executada, temos o aumento da carga que ocorre durante o processo de destilação, e que é enviado para o sistema, seja com residuais de metanol, glicerina, residual de catalisador, entre outros, dificultando com isso o tratamento dos efluentes.

Tabela 12: Teste de acompanhamento da 1ª Batelada durante a evaporação do metanol da glicerina.

Data	Horário	Temperatura (°C) Produto Reator	Pressão Absoluta (mm Hg) unidade	Temperatura (°C) Condensador	DQO mg O ₂ /L	pH
28/08/2007	01:30	44	650	19	163400	5,57
28/08/2007	02:30	39	530	19	142600	5,56
28/08/2007	03:30	39	436	19	156500	5,39
28/08/2007	04:30	38	312	20	110400	6,71
28/08/2007	05:30	37	211	20	111400	8,46
28/08/2007	06:30	37	201	19	99900	9,39
28/08/2007	07:30	35	130	19	96200	9,22
28/08/2007	08:30	48	233	20	95300	9,29
28/08/2007	09:30	65	393	22	89600	9,13

Fonte: Empresa, Agosto 2007

Tabela 13: Teste de acompanhamento da 2ª Batelada durante a evaporação do metanol da glicerina.

Data	Horário	Temperatura (°C) Produto Reator	Pressão Absoluta (mm Hg) unidade	Temperatura (°C) Condensador	DQO mg O ₂ /L	pH
29/08/2007	10:30	70	388	22	112400	8,69
29/08/2007	13:30	66	376	20	118300	8,96
29/08/2007	14:05	70	404	20	55700	8,68
29/08/2007	15:05	60	195	24	87900	8,64
29/08/2007	17:05	70	145	24	98800	7,80
29/08/2007	22:35	60	300	15	10000	7,55
29/08/2007	23:40	62	280	16	15000	7,60

Fonte: Empresa, Agosto 2007

Durante este processo de destilação é também gerado um volume de 0,5 m³ de água a cada hora. Se avaliarmos a tabela acima, podemos considerar que durante o período do teste a média de concentração expressa em DQO para o efluente nesta etapa do processo foi:

* Dia 28/08/2007 1ª Batelada - 118367 mg O₂/L

* Dia 29/08/2007 2ª Batelada - 71147 mg O₂/L

Para termos os resultados mais aproximados da concentração que é enviada para o tanque de equalização do sistema de tratamento de efluentes, podemos calcular o volume gerado de água durante este processo de destilação, mais a diferença do volume de água residual de outras fases do processo, uma vez que o volume total de tratamento diário é de 25 m³.

Para o restante do efluente vamos adotar uma média de carga de DQO de 6600 mg O₂/L, sendo este o menor valor encontrado durante o nosso levantamento, durante a produção do metilester, sem a ocorrência de nenhum processo de destilação do metanol para nenhum dos dois processos. Pode-se concluir que a média ponderada final em termos de concentração enviada para o tratamento de efluentes nestes dias, conforme apresentados na tabela 14 e 15 são de 26718 mg O₂ / L e 15638 mg O₂ / L.

Tabela 14: Média de concentração do dia 28/08/07.

Média Efluente 28/08/2007	
VOLUME M³	DQO (mg O₂/ L)
4,5	118367
20,5	6600
25	26718

Fonte: Empresa, 2007

Podemos concluir que as médias apresentadas durante o teste realizado aproximam-se dos dados levantados anteriormente, e que estão diretamente ligados ao processo de destilação do metanol e às limpezas provenientes da troca de produtos no reator, pois se não forem realizadas de maneira eficiente, haverá maiores arrastes de metanol, assim como residuais de materiais que não foram retirados totalmente, sendo enviados diretamente à

equalização e impactando o sistema de tratamento e acarretando choques no sistema.

Tabela 15: Média de concentração do dia 29/08/07.

Média Efluente 29/08/2007	
VOLUME M³	DQO (mg O₂/ L)
3,5	71157
21,5	6600
25	15638

Fonte: Empresa, 2007.

Neste sistema avaliado os pontos mais relevantes são: óleo sobrenadante provenientes de arrastes da limpeza, óleos em emulsões, e residuais de produtos químicos (metanol, catalisador entre outros), glicerina misturada com água entre outros.

Na fase primária são retirados os sólidos em suspensão, na qual o efluente passa por uma peneira, antes de chegar ao tanque de equalização. Dentro deste tanque é recuperado todo o óleo sobrenadante, de maneira a prevenir que ocorra a sua passagem para o sistema de decantação, e que este atinja os tanques de aeração ocasionando problemas para os microorganismos. Os mesmos cuidados são necessários na fase físico-química, onde será utilizado, um coagulante e um polieletrólito com o objetivo de separar os produtos emulsionados, de maneira que os sólidos fiquem retidos e a água mais limpa siga para o tratamento biológico.

No anexo J apresenta-se resumidamente os maiores problemas decorrentes no tratamento biológico, de um sistema de tratamento de efluentes.

3.10 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

Em paralelo a todo o trabalho desenvolvido com o intuito de garantir a qualidade dos efluentes descartados para o corpo hídrico receptor, e buscando a preservação ambiental, surgem algumas dificuldades com o gerenciamento dos

resíduos gerados dentro dos processos de tratamento de água, uma vez que estes apresentam um volume considerável com características variáveis.

Eles são provenientes de arrastes diretos da produção, limpezas de pisos, derramamentos de matérias-primas, óleos sobrenadantes oriundos da limpeza de equipamentos e podem ser resíduos gerados durante o processo de clarificação da água nos sistemas de tratamento físico-químico ou descarte de lodo dos tanques de aeração.

Dependendo do resíduo e da etapa onde ele é gerado, pode acabar interferindo nos processos de tratamentos subseqüentes, principalmente na fase do tratamento biológico. Na unidade de tratamento da empresa do estudo de caso, os pontos de geração dos resíduos são: óleo skimmer retirado do tanque de equalização, lodo do decantador (fase físico-química) e lodo biológico do tanque de aeração. Estes resíduos foram analisados e classificados segundo a NBR 10004, conforme laudos emitidos por laboratório externo, e os quais encontram-se nos anexos G, H, I, os seus resultados. Nenhum dos resíduos gerados foram classificados como Resíduos Perigosos, mas eles enquadram-se na listagem de classificação de Resíduo Classe 2 A – Não Inerte. A tabela 16 apresenta um resumo dos parâmetros que foram mais relevantes durante a análise, considerando que os maiores índices aplicam-se ao Alumínio, tanto para óleo skimmer, quanto aos flocos do decantador, em função do uso do policloreto de alumínio, durante a etapa da coagulação.

Tabela 16: Parâmetros analíticos da classificação dos resíduos

Parâmetro Analisado	Limite máximo no extrato em mg/L	Resultados Óleo Skimmer	Resultados Flocos do Decantador	Resultados Lodo Biológico
Alumínio	0,2	1,13	0,25	0,16
Cádmio	0,005	0,006	0,007	<0,004
Ferro	0,30	0,24	0,40	0,57

Fonte: Hidrolabor, 2007.

A quantidade dos resíduos gerados na ETE, deste estudo de caso estão apresentados abaixo na Tabela 17, onde podemos verificar o custo associado

com a sua destinação durante o ano fiscal de 2006/2007 e as quantidades mensais enviadas para disposição final.

Como estes resíduos não são passíveis de reutilização como matéria-prima para novos produtos em outras atividades produtivas e são provenientes de uma indústria de produção de ésteres, são enviados para co-processamento em uma indústria cimenteira, onde são preparados e queimados. Este tipo de destruição dos resíduos em fornos de clínquer, chama-se co-processamento; sendo um caso especial de incineração em fornos rotativos.

Tabela 17: Custos com destinação de resíduos na estação de tratamento de efluentes.

Tabela de Resíduos Destinados em 2006/2007			
Meses	Lodo TQ Aeração (Kg)	Lodo Decantador (Kg)	Oleo Skimmer (Kg)
Junho	-	-	-
Julho	-	2208	-
Agosto	-	1568	1680
Setembro	-	1500	-
Outubro	5507	1396	9450
Novembro	4161	2194	15504
Dezembro	-	1465	-
Fevereiro	-	-	15520
Março	10690	2100	5750
Abril	3775	3000	16870
Mai	-	1875	-
Total Destinado	29685	19306	64774
Custos em reais	R\$ 13358,25	R\$ 8687,70	R\$ 29148,30

Fonte: Empresa, 2007.

Os fornos de clínquer operam a temperaturas de até 2000 °C, na zona de queima, que corresponde a um terço do comprimento total do forno. Essas temperaturas facilitam a destruição dos resíduos orgânicos, acelerando a oxidação. Devido à longa extensão dos fornos, o tempo de residência para os gases em um forno de clínquer atinge até 10 segundos, o que assegura a completa destruição do resíduo. (CIMENTO RIO BRANCO, 2007)

Esta técnica tem sido bastante utilizada nos últimos 10 anos e vem sendo adotada como uma das alternativas para reutilizar diversos resíduos industriais.

Em contato com altas temperaturas e longos tempos de residência nas zonas de combustão, os resíduos são queimados. Entre eles podemos citar:

- ❖ Líquidos inflamáveis como: solventes e combustíveis fora de especificação.
- ❖ Sólidos residuais petroquímicos e borras de petróleo que apresentam sérios problemas quanto a sua disposição final, entretanto o desenvolvimento da tecnologia de queima em forno de clínquer permite seu uso como combustíveis alternativo-complementares pela indústria de cimenteira.

Em visita realizada à empresa Cimento Rio Branco, em junho de 2007, para recebimento dos resíduos citados acima, em uma unidade do Paraná, verificou-se todo o controle ambiental desta prática, quanto às emissões atmosféricas, onde o monitoramento ambiental é realizado 24 horas por dia, garantindo que os níveis estejam em conformidade com a legislação federal.

Mas mesmo sendo aprovado em alguns estados, e atendendo à legislação, e sendo uma alternativa para destruição dos resíduos, esta é uma prática que apesar de ter uma baixa concentração de emissão de NO_x , SO_x , CO e material particulado em (mg/m^3), apresenta uma alta vazão e aumenta o total de emissão para atmosfera, sendo que esta é uma prática realizada diariamente.

Quando o assunto é resíduo, uma das melhores alternativas é sua redução na fonte, pois uma vez gerado a sua destruição por mais eficiente e controlada que seja, sempre traz prejuízos ao meio.

3.10.1 Estudo da viabilidade do descarte do lodo biológico no processo de compostagem

O mais comum em unidades que operam com sistemas de lodo ativados, são as gerações deste resíduo semi-sólido, pastoso e com predominância orgânica, proveniente dos tanques de aeração. Apesar do lodo apresentar uma composição um tanto variável, em função dos diferentes processos de produção nos quais são gerados eles, em geral, apresentam em suas características elementos de grande valor, agregando o seu uso como matéria-prima ou insumo de processos industriais, etc...(BOEIRA, 2007)

No lodo gerado do sistema de esgoto, podem ser citados os nutrientes (macro e microelementos), elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas, e a sustentabilidade de solos, entre outros. Por outro lado nestes resíduos, outros componentes podem ser encontrados podendo ser classificados como perigosos e tornando-se indesejáveis, com isto dificultando o seu uso e a sua disposição final. O grande desafio é como adequar e utilizar, este tipo de resíduo gerado, de forma a ser ambientalmente e economicamente segura sem comprometer o meio ambiente ou a saúde das pessoas envolvidas diretas ou indiretamente no processo (ANDREOLI, 2006). Como diversas são as pesquisas desenvolvidas com o intuito de reutilizar o lodo proveniente das estações de tratamento de efluentes, foi realizada uma amostragem e uma classificação específica segundo a NBR 10004, para o lodo gerado nos tanques biológicos da empresa do estudo em questão, para conhecer as suas características, e as possibilidades para o enquadramento deste tipo de resíduo a uma segunda alternativa de destinação, a compostagem. Sendo que este lodo gerado no tanque é descartado separado de outros produtos e a pré-camada feita no filtro prensa é feita com cal.

Avaliando os resultados emitidos (que encontram-se em anexo I), da classificação segundo a NBR 10004, conclui-se que este resíduo não contém nenhuma substância considerada perigosa e resistente à biodegração, isto é, não apresenta nenhuma inviabilidade quanto ao seu uso em um processo de compostagem controlada. Para complementar este estudo, foi solicitado ao responsável da Indústria e Comércio de Composto Orgânico Ltda-Bioland, para realizarem um teste com o nosso lodo prensado.

Foram enviadas as amostras de material orgânico para a Bioland, a qual encaminhou para determinações analíticas junto ao laboratório da ESALQ. A tabela 18 apresenta os resultados de análise para a amostra em questão.

O Responsável da Bioland, após receber o laudo da ESALQ conclui que:

Trata-se de um resíduo constituído basicamente de Matéria Orgânica (79,02%), sendo que desse total, 65,86 % é de Matéria Orgânica Compostável, isto é, passível de ser compostada, e apenas 13,15% é resistente a compostagem. O resíduo apresenta alto teor de umidades (80,08%) e uma concentração de Resíduos Minerais Totais de 20,98%, dos quais 20,13 % são relativos a Resíduos Minerais Solúveis, ou seja, macronutrientes como o Fósforo

(3,87%), Potássio (0,25%), Cálcio (8,89%) e Magnésio (0,15%). O lodo também apresenta uma boa concentração de Nitrogênio 3,61 %.

O resíduo em questão é rico em nitrogênio e em fósforo, e desde que bem manejado através de um processo de compostagem, rigorosamente bem controlado, e totalmente rastreado pode ser transformado em um produto seguro e que contribui para a melhoria das características físicas, químicas e físico-químicas e, principalmente microbiana dos solos.

Tabela 18: Resultados de Análise do Material Orgânico

DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS	UMIDADE NATURAL	BASE SECA (110 °C)
pH em CaC12 0,01M	6,2	-
Densidade	0,84 g/cm ³	
Umidade perdida a 60-65oC	78,45%	-
Umidade perdida entre 65 e 110oC	1,63%	-
Umidade total	80,08%	0,00
Inertes	0,00	
Materias organicas total (combustão)	15,74%	79,02%
Materias organicas compostável	13,12%	65,86%
Materias organicas resistente a compostagem	2,62%	13,15%
Carbono total (organico e mineral)	8,75%	43,93%
Carbono organico	7,29%	36,60%
Residuo mineral total	4,18%	20,98%
Resíduo mineral insolúvel	17,00%	85,00%
Residuo mineral solúvel	4,01%	20,13%
Nitrogénio Total	72,00%	3,61%
Fóforo (P2O5) total	77,00%	3,87%
Potássio (k20) total	5,00%	25,00%
Cálcio (Ca) total	1,77%	8,89%
Magnésio (Mg) Total	3,00%	15,00%
Enxofre (S) total	9,00%	45,00%
Relação C/N (C total e N total)	12/1	12/1
Relação C/N (C organico e N total)	10/1	10/1
Cobre (Cu) total	** ¹²	
Manganés (Mn) total	**	
Zinco (Zn) total	**	
Ferro (Fe) total	**	
Boro (B)	**	
Sódio (Na) total	**	

Fonte: ESALQ, 2007.

O Nitrogênio faz parte dos aminoácidos os quais constituem as proteínas, algumas delas têm função enzimática, sendo responsáveis pelas mais variadas

¹² ** Elemento não analisado durante o teste realizado.

funções, desde absorção de elementos minerais pelas raízes ou pelas folhas, até a fotossíntese e respiração.

Quando há falta de Nitrogênio no solo e o adubo não o fornece, as plantas crescem e produzem menos e suas folhas ficam cloróticas (amareladas). O fósforo faz parte trifosfato de adenosina (ATP), gerado na respiração e na fotossíntese: é a moeda energética com que o vegetal pega todos os processos em que há gasto de energia tais como a absorção de minerais e a própria síntese de proteínas. Sem Fósforo não pode haver fotossíntese e respiração. As mensagens hereditárias que uma planta transmite para seus descendentes, numa semente ou numa gema estão escritas em um composto muito complexo, o ácido desoxirribonucléico (DNA), que contém Fósforo. O Fósforo é importante na floração e frutificação, além de ajudar no desenvolvimento do sistema radicular. Faltando Fósforo as folhas adquirem coloração verde azulada e depois apresentam tonalidade roxa, seguindo-se mais tarde de amarelecimento.

O “valor agrícola” do lodo é reforçado também pelos resultados dos Testes de Respirimetria, os quais avaliam a biodegradabilidade do resíduo e denotam a sua natureza extremamente biodegradável. Na evolução diária de CO₂, nota-se que os compostos presentes no resíduo são prontamente utilizados pelos microrganismos, constituindo-se em um resíduo com características específicas para compostagem na Empresa Bioland.

4. RESULTADOS OBTIDOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO E TRATAMENTO DE EFLUENTES

Ao longo deste trabalho, foi possível verificar os possíveis impactos ao sistema de tratamento de efluentes, e ter um melhor conhecimento da produção de forma há adotar melhores alternativas de processo e destinação dos resíduos gerados.

Além dos levantamentos de dados foram realizados diversos testes na produção, análises laboratoriais do efluente de entrada durante a produção do biocombustível e metiléster, foram alterados alguns intervalos de processo, tentando minimizar as cargas e adotando novos procedimentos. Após a avaliação do sistema de vácuo do processo de evaporação do metanol, verificou-se que estavam ocorrendo alguns arrastes significativos para o sistema de tratamento de efluentes. Com estes resultados foi revisado todo procedimento de destilação operacional e adequado novos intervalos de trabalho, como: pressão de vácuo e temperatura onde obtivemos resultados, com significativas melhorias na média final durante o processo de destilação. A tabela 20 apresenta os resultados com o novo procedimento implementado.

Tabela 19: Resultados após implementação de novos procedimentos na evaporação do metanol do metilester e biocombustível.

Data	Horário	Temperatura (°C) Produto Reator	Pressão Vácuo	Temperatura (°C) Condensador	DQO mg O ₂ /L	pH
15/10/2007	06:30	69	444	24	15800	5,04
15/10/2007	07:30	77	588	24	13140	5,12
15/10/2007	08:30	73	480	24	8920	4,51
15/10/2007	09:30	70	300	23	7230	4,01
15/10/2007	10:30	68	215	24	31500	4,15
15/10/2007	11:30	80	80	23	31600	4,28
18/10/2007	23:30	52	345	23	32900	5,30
19/10/2007	00:30	71	372	24	27000	5,56
19/10/2007	01:30	80	93	24	22200	5,39
23/10/2007	08:30	31	706	16	100	4,69
23/10/2007	09:30	55	403	17	2800	5,15
23/10/2007	10:30	75	580	24	3900	4,99
23/10/2007	12:30	80	80	21	11000	6,09
24/10/2007	02:20	29	686	18	14500	6,40
24/10/2007	03:20	55	320	22	14200	6,55
24/10/2007	04:20	70	360	22	16470	6,39
24/10/2007	05:20	80	460	23	14180	6,41
24/10/2007	06:20	80	80	21	48400	6,98

Fonte: Empresa, Outubro, 2007

O gráfico 8 apresenta um comparativo das concentrações de DQO em $\text{mg O}_2/\text{L}$, dos testes realizados antes e depois de ajustes no processo.

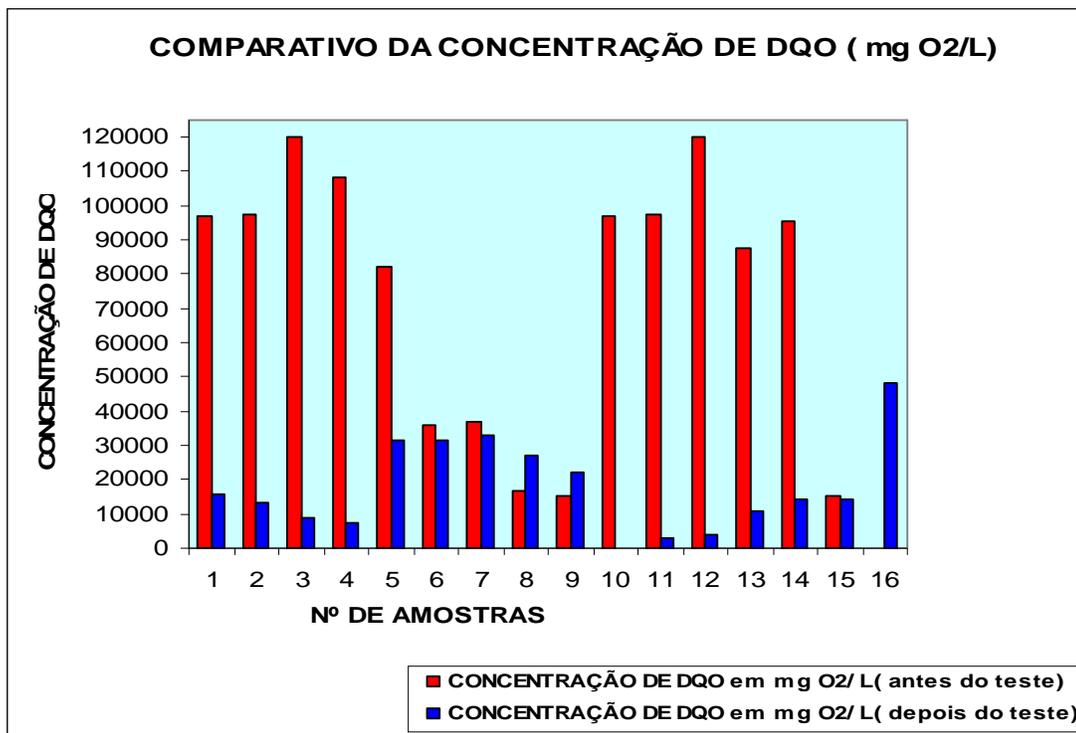


Gráfico 8: Comparativo dea concentração de DQO $\text{mg O}_2/\text{L}$
 Fonte: Empresa, Agosto 2007

Antes da implementação deste procedimento foi realizado o treinamento dos operadores. O resultado do teste teve um resultado médio destes dias, com valor de DQO = $17.547 \text{ mg O}_2/\text{L}$, durante a evaporação do metanol do metilester ou biocombustível.

Quando foi realizado o primeiro teste para avaliação da evaporação do metanol do biocombustível, tivemos uma média de arraste, de $46.019 \text{ mg O}_2/\text{L}$ de DQO. Com todas as mudanças implementadas no decorrer do processo, conseguimos uma redução em 38,13 % durante esta etapa de evaporação.

Em paralelo foi realizado também o teste durante a evaporação do metanol da glicerina, onde a média final da evaporação obteve resultados médios de DQO em $59.186 \text{ mg O}_2/\text{L}$, conforme apresentados na tabela 21.

Com estes resultados chegamos a uma redução de 50% de carga que eram enviadas a estação de tratamento de efluentes, considerando que antes das

modificações apresentadas o nosso resultado médio era DQO = 118367 mg O₂/L, durante esta fase do processo.

Tabela 20: Resultados após implementação de novos procedimentos na evaporação do metanol

Data	Horário	Temperatura (°C) Produto Reator	Vácuo	Temperatura (°C) Condensador	DQO mg O ₂ /l	pH
11/11/2007	23:02	30	686	22	40600	5,04
12/11/2007	00:02	33	167	25	28200	5,12
12/11/2007	01:02	58	362	27	29900	4,51
12/11/2007	02:02	67	380	28	28100	4,01
12/11/2007	03:02	78	402	26	28500	4,15
12/11/2007	04:02	80	436	24	120000	4,28
12/11/2007	05:02	80	100	22	139000	4,28

Fonte: Empresa, Novembro, 2007.

O gráfico 9 apresenta uma visão geral do sistema de tratamento durante o mês de Outubro. Com a adequação realizada no processo, foi nítida a melhoria do sistema de tratamento de efluentes, pois conseguimos manter os resultados com valores médios em 20868 mg O₂/L, sendo que anteriormente tínhamos valores até 50% maiores.

Os dois picos mais altos de DQO, observados no gráfico, durante o tratamento do Mês de Outubro, não foram resultantes de problemas durante a produção do Biocombustível/Metiléster, conforme abordados no capítulo anterior como arrastes no sistema de vácuo.

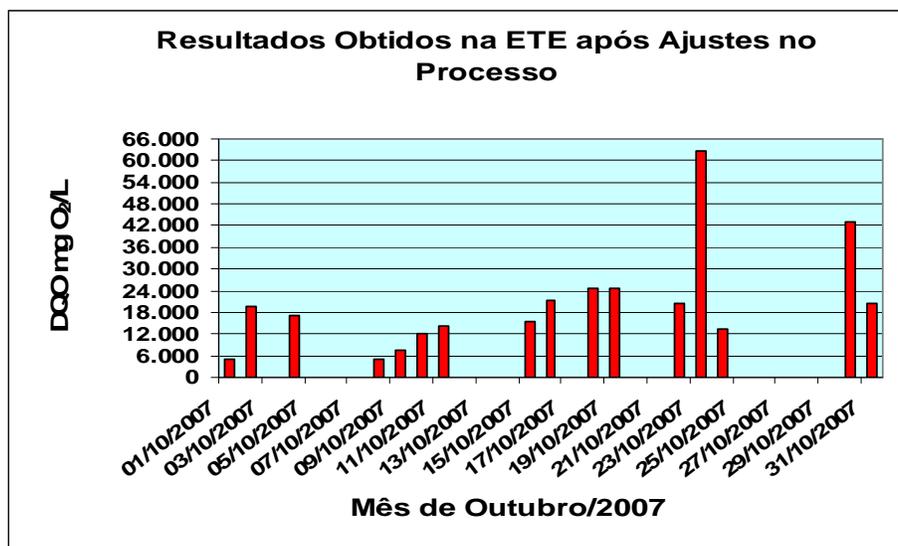


Gráfico 9: Resultados obtidos na ETE, após ajustes de processo.
Fonte: Empresa, Outubro, 2007.

As concentrações aumentaram em função da parada de energia da planta no dia 23 e conseqüentemente durante este período foi realizada limpeza geral na área de processo, e enquanto no dia 30, estava sendo realizada a destilação da glicerina, a qual mesmo apresentando um pico, acaba sendo aceitável, uma vez que anteriormente o nosso valor de concentração de DQO, durante a destilação da glicerina, chegava a valores muito superiores, e com isso ocasionando diversos choques no sistema.

4.2 DESTINAÇÃO DE ÓLEO SKIMMER

O resíduo de óleo skimmer, retirado do tanque de equalização era enviado para o coprocessamento. Durante o estudo deste processo foram enviadas amostras deste produto para serem realizados testes em empresas onde viabilizasse o seu uso como matéria-prima para produção de novos produtos.

Após diversas avaliações uma Empresa do interior do Paraná, que atua na área de extração de vias por solventes, evaporação e concentração de emulsões, descontaminação de cargas oleosas e monitoramento de gases aprovou a utilização deste resíduo que antes era enviado para queima. E este resíduo passou a ser reutilizado na formulação de outros produtos

A tabela 21, apresenta as quantidades de óleo skimmer, que foram enviadas para a empresa Filtruil, nestes últimos três meses, tendo uma redução de custo em 17,87 %.

Tabela 21: Quantidade de resíduo gerado na equalização e custos com destinação.

DATA	Quantidade Óleo Skimmer - Tanque de Equalização (Kg)	Custo destinação Coprocessamento Reais	Custo de Frete em Reais
11/12/2007	22300	R\$ 10.035,00	R\$ 1.920,00
31/01/2008	21750	R\$ 9.787,50	R\$ 1.920,00
11/03/2008	14770	R\$ 6.646,50	R\$ 1.920,00
TOTAL	58820	R\$ 26.469,00	R\$ 5.760,00

Fonte: Empresa, 2008.

Após este trabalho de parceria e busca de melhorias junto ao nosso processo, hoje temos somente o custo do frete para envio deste resíduo.

4.3 TESTE COM RESÍDUO DE LODO BIOLÓGICO PARA USO NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Em resumo, pode-se afirmar que a utilização deste lodo na Empresa Bioland, pode tornar-se favorável para obtenção de um produto orgânico a ser usado na agricultura, pois não apresenta qualquer limitação e/ou impedimento químico, físico ou biológico.

O uso desse resíduo industrial, como fonte alternativa de matéria prima no processo de compostagem é uma alternativa de disposição de grande valia, e que traz consigo benefícios reais e incomensuráveis para a efetiva preservação de meio ambiental, uma vez que esta empresa está devidamente preparada para receber resíduos de tipo Classe II A, pois possui todo o piso da área de processamento industrial impermeabilizado em concreto armado, evitando o contato direto dos resíduos com solo, para preservá-los de contaminações por lixiviação dos componentes dos lodos industriais, oferecendo uma nova possibilidade de reuso e de aproveitamento dos nutrientes nele contidos, transformado-o em um novo produto de excelente qualidade e registro no MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUARIA, que o reconhece como um produto, cessando qualquer co-responsabilidade da Indústria Gerada sobre a distribuição final do produto Ecosolo que passa a ser exclusivamente da Empresa. De posse destes resultados e conclusões entramos com o pedido para aprovação e emissão do CADRI, junto a CETESB.

Foi realizada uma reunião na Cetesb de São Paulo no dia 05/12/07, para apresentação dos laudos de análise dos resíduos gerados e a explicação do processo de produção e do tratamento de efluentes.

Após esta reunião foi solicitada uma nova análise para determinação de metais na massa bruta, na amostra do lodo biológico, proveniente dos tanques de aeração, conforme resultados apresentados na tabela 22.

De posse de laudo enviado pelo laboratório externo, foi verificado novamente os resultados positivos, quanto a sua utilização no processo de compostagem.

Tabela 22: Resultados analíticos na massa bruta do lodo biológico.

Parâmetro	Unidade	L.Q ¹³	Resultados
Ph	---	0,05	6,59
Óleos e Graxas	g /100g	0,1	0,46
Umidade	g /100g	---	94,75
Líquidos Livres	---	---	presença
Arsênio	mg As / Kg	0,2	< LQ
Brillion	mg Be / Kg	0,004	< LQ
Chumbo	mg Pb / Kg	0,2	< LQ
Cromo VI	mg Cr / Kg	0,1	< LQ
Merúrio	mg Hg / Kg	0,04	< LQ
Selênio	mg Se / Kg	0,16	< LQ
Vanádio	mg V / Kg	0,004	< LQ
Cianetos	mg CN / Kg	0,1	< LQ
Fenóis	mg / Kg	0,2	< LQ

Fonte: Hidrolabor, 2008.

Desta forma, em 08/04/08, foi emitido pelo setor de Resíduos Sólidos Industriais da Cetesb de São Paulo, o parecer favorável quanto a disposição deste resíduo para a compostagem junto a Bioland.

O envio do lodo biológico para o processo de compostagem abrange pontos positivos como:

- ❖ Redução de custo de 88,45% para destinação deste resíduo, pois atualmente enviamos o mesmo para coprocessamento;
- ❖ Apresenta benefício ambiental pois sendo biodegradável, pode ser transformado em substrato, podendo ser utilizado na agricultura;
- ❖ Compostagem realizada dentro dos critérios ambientais e controlada não oferecendo riscos ao meio ambiente;
- ❖ Aumenta o tempo de vida dos aterros sanitários, pois com o custo alto para destinação, algumas empresas preferem o envio do lodo biológico para o aterro.

¹³ Limite de Quantificação

COMENTÁRIOS FINAIS

Ao longo do desenvolvimento deste estudo, foi possível acompanhar uma nítida evolução do processo de tratamento de seus efluentes e resíduos.

Em que pese a complexidade deste tipo de Empresa Multiprocesso, onde as linhas de produção são alteradas a todo o momento para atender a demandas específicas, a busca sistemática de novos elementos de Gestão e o contínuo envolvimento com a área produtiva, possibilitara uma gestão adequada de efluentes e uma melhoria contínua deste processo.

Entretanto, longe do esgotamento deste tema, o presente trabalho busca contribuir para a compreensão da complexidade exposta, e como sub-produto apresenta novas fronteiras à serem exploradas em trabalhos futuros. Neste sentido, a guisa de sugestão, entendemos como relevante um aprofundamento nas metodologias de sistematização que propiciem um aprimoramento sistemático dos sistemas de gestão de efluentes, para plantas como à analisada.

Merecem também aprofundamentos neste campo, a análise de novas alternativas de uso da glicerina, uma vez que esta se apresenta como um dos gargalos futuros para a produção do Biocombustível.

Com relação à destinação de resíduos sólidos e lodos, percebe-se a carência de trabalhos científicos, que visem a adequação e utilização agrícola de compostos produzidos com resíduos desta natureza.

Por fim, vale destacar, a ausência de pesquisa sistemática acerca do alcance do biocombustível e suas relações com os ecossistemas naturais e a produção de outras “commodities”, como as alimentares.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Lei n.º 9.433/97 , DE 08.01.1997.** Disponível no site <http://www.ana.gov.br/Legislação/docs/lei9433.pdf>, Acesso em 12 de Junho de 2008.
2. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. **Portaria ANP Nº 80, DE 30.04.1999.** Disponível no site: http://www.sindtrr.com.br/download/arq_184.pdf, Acesso em 27 de Abril de 2007.
3. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. **Resolução ANP Nº 42, DE 24.11.2004.** Disponível no site: http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2004. Acesso em 27 de Abril de 2007.
4. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. **Portaria ANP Nº 80, DE 30.04.2004.** Disponível no site: http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2004, acesso em 27 de Abril de 2007.
5. ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.
6. ANDREOLI, CLEVERSON. **Alternativas de Uso de Resíduos do Saneamento.** Curitiba: Sermograf, 2006
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA - ABIQUIM. **Atuação responsável.** Disponível no site: <http://www.abiquim.org.br>, acesso em: 30 de Março de 2007.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 10.004. **Resíduos Sólidos - Classificação.** Rio de Janeiro, 2004. 71 p.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 10.005. **Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, 2004. 16 p.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 10.006. **Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, 2004. 3p.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 10.007. **Amostragem de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, 2004. 21p.
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 14.001. **Sistemas da Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso.** Rio de Janeiro, 2004. 27 p.
13. BIOLAND – Indústria e Comércio de Composto Orgânico. **Teste de viabilidade do uso do Lodo Biológico.** Piracicaba, São Paulo. 2007.

14. BOEIRA, Rita Carla. **Reciclagem agrícola de lodo como adubo nitrogenado: risco ou benefício ao meio ambiente.** Disponível no site: http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index_php3&conteudo=./residuos/artigos/rec_agricola.html. Acesso em : 27 Setembro, 2007.
15. BOSCH. **Automotive handbook.** Stuttgart, 2004. 1232 p.
16. BRESEE, Jennifer; ROOM, David. **O Pico do Petróleo: A grande Relocalização.** Global Public Média 2005. Disponível em: <<http://peakoilportuguese.blogspot.com>. Acesso em: 4 Abril . 2007).
17. BUCZENKO, GISELE M. OLIVEIRA, JUAREZ SOUZA; MEIEN, OSCAR FELIPE VON. **Caracterização Físico-química do Subproduto Obtido durante a desodorização do Óleo de Soja.** Curitiba, 2002. Disponível no site: http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/alimentos/article/view_File/1135/936. Acesso em : 10 de Agosto de 2007.
18. CANDEIA, R.A.; FREITAS, J.C.O.; CONCEIÇÃO, M.M.; SILVA, F.C.; SANTOS, I.M.G.; SOUZA, A. G.; **Análise Comparativa do Biodiesel Derivado do Óleo de Soja obtido com diferentes Alcoóis.** Disponível no site: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/Armazenamentoanálisecomparativa2.pdf>. Acesso em: 26 Abril, 2007.
19. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Avaliação de desempenho de estações de tratamento de esgotos.** São Paulo, 1991.
20. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Microbiologia de Lodos Ativados.** São Paulo, 2005.
21. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Licenciamento ambiental.** São Paulo, 2007. Disponível no site <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento>. Acesso em: 15 Abril, 2007).
22. CARVALHO, Márcio; VILELA, Pierre Santos; OLIVEIRA, Rodolfo Osório. **Biodiesel em Minas Gerais: riscos e oportunidades.** Belo Horizonte, 2007. (Disponível no site: <http://www.faemg.org.br/arquivos/Biodiesel%20em%20Minas%20Gerais%20-%20riscos>. Acesso em: 26 de Abril de 2007.
23. CIMENTO RIO BRANCO. **Apresentação do Co-processamento de insumos alternativos na fabricação de cimento.** Junho, 2007.
24. COCAMAR. **Refino de Óleo Bruto de Soja.** Disponível site: http://telma_lucia.sites.uol.com.br/cocamar.htm, acesso 17 de Setembro 2007.
25. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução CONAMA nº 237, 19.12.1997.** Disponível no site: <http://www.setran.pa.gov.br/sip/conama23797.html>. Acesso em 23 de Maio de 2007.

26. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 357/05, 17.03.2005. Disponível no site: http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/federal/resolucoes/2005_Res_CONAMA_357.pdf. Acesso em 23 de Maio de 2007
27. COSTA NETO, PEDRO R., ROSSI, LUCIANO F. S., ZAGONEL, GIULIANO F.; RAMOS, LUIZ P. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras**. Química Nova, July/Aug. 2000, vol.23, no.4, p.531-537.
28. DEGUSSA BRASIL LTDA. **Folha de dados de Segurança Metilato de Sódio em Pó e Metilato de Sódio a 30%**. Sao Paulo, 2006, 8 p.
29. ERICKSON, DAVID R.. **Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization**. St. Louis- Missouri, 1995.
30. ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” –ESALQ DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Resultados analíticos da amostra de Lodo Biológico**. Piracicaba, São Paulo, 2007.
31. FELDER, RICHARD M.; ROUSEAU, RONALD W. **Princípios Elementares dos Processos Químicos**. Rio de Janeiro, 2005, 3ª Edição.
32. FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Licenciamento Ambiental e as Micro e Pequenas Empresas**. São Paulo, 2006.
33. GARTNER, O. SVEN; REINHARDT, GUIDO A. **Implicações Ambientais do Biodiesel (Análise de Ciclo de Vida)**. Manual de Biodiesel. São Paulo. Edgard Blucher Ltda, 2006, 1ª edição.
34. GERARDI, MICHAEL H. **Settleability Problems and Loss of Solids in the Activated Sludge Process**. New Jersey. 2002.
35. GERPEN, JON VAN; KNOTHE, GERHARD. **Princípios da Reação de Transesterificação**. Manual de Biodiesel. São Paulo. Edgard Blucher Ltda, 2006, 1ª edição.
36. GOMES, LUIZ FERNANDO SOUZA; SOUZA, SAMUEL NELSON M.; BARICCATTI, REINALDO APARECIDO; SOUZA, JULIANO. **Potencial de Produção de Biodiesel a partir do óleo de frango nas cooperativas do oeste do Paraná**. Revista Varia Scientia v. 04, nº 08 p. 133-146. Dezembro 2004. Disponível no site: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/variascientia/article/view/730/619>. Acesso em: 10 Outubro, 2007.
37. GUIMARÃES, IVAN L. **Artigo Clarificação**. Disponível no site: <http://ivanewton.vilabol.uol.com.br/artOG67.htm>. Acesso ao site: 24 de Julho de 2007
38. HAAS, MICHAEL J.; FOGLIA, THOMAS A. ; **Manual de Biodiesel**. São Paulo. Edgard Blucher Ltda, 2006, 1ª edição.

39. HAMMER, M. J. **Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotos – Livro Técnicos e Científicos**. Rio de Janeiro, 1979.
40. IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. **Informe sobre a situação e perspectivas da Agroenergia e dos Biocombustíveis no Brasil**. Março, 2007. Disponível em: http://www.iica.int/colombia/03_publicaciones/Brasil-Final.doc. Acesso em: 28 Fev., 2007.
41. JORNAL CANA. **Uso do Biodiesel a partir do etanol é solução estratégica para o Brasil**. Abril - 2002 – série II – Ano IX - nº100. Disponível em http://www.dabdoub-labs.com.br/uso_do_biodiesel_estrategica_brasil.htm. Acesso em: 15 de Setembro, 2007.
42. JUCHEN, P.A . **Auditoria Ambiental, in Introdução à Gestão, Auditoria e Balanço Ambiental para Empresas**. Curitiba, 1995.
43. KNOTHE, GERHARD;GERPEN, JON VAN; KRAHL, JURGEN; RAMOS, LUIZ PEREIRA. **Manual de Biodiesel**. São Paulo. Edgard Blucher Ltda, 2006, 1ª edição.
44. LABORATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE LTDA – HIDROLABOR. **Laudos de análises de resíduos gerados na Estação de Tratamento de Efluentes**. Sorocaba, São Paulo, 2007.
45. LABORATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE LTDA – HIDROLABOR. **Laudos de análises de resíduos gerados na Estação de Tratamento de Efluentes**. Sorocaba, São Paulo, 2008.
46. MELLO, T.C.C. **Incertezas de medição em ensaios de emissões para veículos leves**. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DA TECNOLOGIA DA MOBILIDADE, 10., 2000, São Paulo.
47. MSDS – METHANOL . Technical Information & Safe Handling Guide for Methanol. Methanex . September, 2002.
48. MURPHY, M.J.; KETOLA, H. N.; RAJ,P.K. **Summary and assessment of the safety, health, environmental and system risks of alternative fuels**. Helena: U.S. Department of Transportation, Federal Transit Administration, 1995. 28 p. (Report, FTA-MA-90-7007-95-1)
49. NOGUEIRA, L. A. H.; PIKMAN, B. Biodiesel: **Novas Perspectivas de Sustentabilidade**. Agência Nacional do Petróleo, Conjuntura Et Informação, Nº 19, 1-4.
50. NORTH AMERICAN LAKE MANAGEMENT SOCIETY. Disponível no site: <http://www.nalms.rg>. Acesso em: 23 de Julho de 2007.

51. NOTÍCIAS E REPORTAGENS. **Ciclo da Água. Como ocorre o ciclo da água.** Disponível no site: <http://webventureuol.uol.com.br/aventurabrasilindex.php?destino>. Acesso em: 10 Abril, 2007.
52. PORTAL DO BIODIESEL. Biodiesel no Brasil. Disponível no site: < <http://www.biodieselbr.com>>. Acesso em 28 Março, 2007)
53. POLEDNA, SÍLVIA R. C.; SANTOS, GEVERSON LESSA. **Produtos Químicos** . Serviço Brasileiro de Normas Técnicas, 2005. Disponível no site: <<http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrt783.html>>. Acesso em 15 de Agosto, 2007.
54. PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência.** Rio de Janeiro: Campus, 1986.
55. PORTER, M. E; LINDE, CLAAS VAN DER. **Ser Verde é também ser competitivo.** Revista Exame, 1995. p. 72-74.
56. SANCHES, ALTEVIR COSTA;MICHELLON, EDNALDO; ROESSING, ANTÔNIO CARLOS. **Os limites de expansão da soja.** Revista GEPEC On-Line, Vol. 9, No 1 (2005). Disponível no site: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/201>. Acesso em: 05 de Maio de 2007.
57. SANDAUN, FERNANDO; KARRAA, PRASHANTH; HERNANDEZB, RAFAEL; JHAA, SAROJ KUMAR. **Effect of incompletely converted soybean oil on biodiesel quality.** Departament of Agricultural an Biological Engineering, Mississippi State University. USA, Setember, 2006.
58. SANTOS, GERVERSON LESSA ; POLEDNA, SÍLVIA R.C.; **Produtos Químicos.** Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. 2005. Disponível no site: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso : 19 de Agosto de 2006.
59. SETOR 1. **Degomagem.** Disponível em: http://www.setor1.com.br/oleos/de_goma.htm. Acesso em : 19 de Set. 2007.
60. SHREVE, R. NORRIS; JR, JOSEPH A. BRINK. **Indústrias de Processos Químicos.** Editora Guanabara. 1997. Rio de Janeiro, 4ª Edição.
61. SNATURAL – MEIO AMBIENTE. **Tratamento de Efluentes – Informações Básicas.** Disponível no site: <http://www.snatural.com.br/Efluentes.htm>. Acesso em: 13 de Junho 2008.
62. SPERLING, MARCOS VON. **Princípios básicos do tratamento de esgotos.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1997. Belo Horizonte. Volume 2. 2ª impressão. 211 p.
63. SPERLING, MARCOS VON. **Lagoas de Estabilização.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1998. Belo Horizonte. Volume 1. 2ª reimpressão. 243 p.

64. SPERLING, MARCOS VON. **Lagoas de Estabilização**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1998. Belo Horizonte. Volume 3. 3ª impressão. 134 p.
65. SPERLING, MARCOS VON. **Lodos Ativados**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2002. Belo Horizonte. Volume 2. 2ª Edição Ampliada. 428 p.
66. TCHOBANOGLOUS, GEORGE; BURTON, FRANKLIN L. **Wastewater Engineering – Treatment, Disposal and Reuse**. New Delhi, Third Edition, 1995.
67. UNIVERSO AMBIENTAL. **Biodiesel: Conceitos e Características**. Disponível em: http://www.designconcept.com.br/novo/artigos_ler.php?canal=7&canallocal=12&canalsub2=34&id=81&pagina=2. Acesso em: 01 Agosto, 2007.
68. YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001, 2ª edição.

BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

1. ALEM SOBRINHO, P. **A influência da idade do lodo e das características hidráulicas do tanque de aeração no desempenho do processo de lodos ativados. Determinação dos parâmetros de crescimento biológico para esgotos predominantemente domésticos**. São Paulo, Escola Politécnica da USP, Tese de doutorado.
2. ANDRIOLI, ANTÔNIO INÁCIO. **A quem interessa a soja transgênica?** Revista espaço acadêmico. Ano II - nº 15 Agosto de 2002. Disponível no site: < <http://www.espacoacademico.com.br/015/15andrioli.htm>. Acesso em: 04 Maio 2007.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 14.031. **Sistemas da Gestão Ambiental – Avaliação de Desempenho Ambiental – Diretrizes**. Rio de Janeiro, 2004. 38 p.
4. BARBOZA, Elza Maria Ferraz. **Rotulagem ambiental - Rótulos ambientais e Análise do Ciclo de Vida (ACV)**. Novembro, 2001.
5. CÂMARA, GIL MIGUEL DE SOUZA. **Biodiesel Brasil - Estado Atual da Arte**. Piracicaba. 2006. Disponível no site: < http://www.cib.org.br/pdf/biodiesel_brasil.pdf. Acesso em: 26 Abril, 2006.
6. DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na empresa**. 2ª edição. São Atlas, 1999
7. FENDEL, THOMAS RENATUS. **Descrição do projeto de desenvolvimento dos óleos vegetais como combustível motor**. Disponível em: < www.fendel.com.br/oleovegetal.html > . Acesso em: 12 Fev. 2007

8. GARCIA, CAMILA; TEIXEIRA, SÉRGIO; MARCINIUK, LETÍCIA. **Matérias-primas alternativas para produção de biodiesel por catálise ácida.** Biodiesel, 2006.
9. GOVERNO DO PARANÁ. **Soja transgênica, não vale a pena plantá-la....**Disponível no site: < http://www.achetudoeregiao.com.br/ANIMAIS/SOJA_TRANSGENICA.htm. Acesso em: 05 Maio, 2007.
10. JULIATO, ANGELO. **Análise da influência de diferentes misturas de biodiesel no desempenho e emissões de poluentes de um motor diesel agrícola.** Tese da Universidade de São Paulo Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.
11. KATO, M.T. **Estudo e tratamento de Águas Residuárias de Abatedouro de Aves.** Tese da Universidade de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 1982.
12. NOGUEIRA, Luiz A. Horta. **Biodigestão a alternativa energética.** São Paulo, Nobel, 1986.
13. PAUL, J. K. **Methanol Technology and Application in Motot Fuels.** New Jersey, 1978.
14. PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL. **Perguntas frequentes.** Disponível no site: < www.biodiesel.gov.br/faq.html>. Acesso em 20 de Dezembro de 2006.
15. SARAIVA, Inês de Jesus; CORREIA, João Paulo Corrêa Tavares Nunes. **Gestão Ambiental. Caso Store Celbi.** Maio, 2001.
16. SEM, T.R. **Effect of various lubricating oils on piston deposits in biodiesel fueled engines.** In: WORLD CONGRESS & EXHIBITION, 2004, Detroit. Abstracts...Troy, 2004.
17. SILVEIRA, JOSÉ MARIA DA. **Soja.** Disponível no site: <<http://www.mre.gov.br/CDBRASIL/ITAMARATY/WEB/port/economia/agroind/soja/apresent.htm>>. Acesso em: 15 Abril 2007.
18. VIANNA, FERNANDA CRISTINA. **Análise de Ecoeficiência: avaliação do desempenho econômico-ambiental do Biodiesel e Petrodiesel.** 2006. 183 p. Tese-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006
19. WONGTSCHOWSKI, PEDRO. **Indústria Química - Riscos e Oportunidades.** São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1999, 1ª edição.

ANEXO A
ATUAÇÃO RESPONSÁVEL

ATUAÇÃO RESPONSÁVEL

Os princípios diretivos adotados pela ABIQUIM, 2007 são em número de 12, e estabelecem a base ética da Atuação Responsável, indicando as questões fundamentais que devem nortear as ações de cada empresa:

1. Respeitar as pessoas, trabalhando e convivendo em um ambiente de diálogo, participação, honestidade, justiça e integridade;
2. Desenvolver adequadamente suas atividades, gerando valor para todas as partes interessadas;
3. Gerenciar os riscos inerentes às suas atividades e produtos, adotando as melhores práticas disponíveis, com o objetivo de eliminar acidentes e controlar os aspectos que possam impactar negativamente a sociedade e o meio ambiente;
4. Solucionar os impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana decorrentes da produção e do uso do produto, do lançamento de emissões e efluentes e do descarte de resíduos;
5. Fornecer produtos e serviços seguros, social e ambientalmente corretos;
6. Buscar sistematicamente o aprendizado como base para o aprimoramento das pessoas e da inovação dos processos, produtos e serviços;
7. Melhorar continuamente o desempenho de toda a cadeia de valor por meio da cooperação entre as empresas do setor químico e do estabelecimento de parcerias;
8. Dialogar com todas as partes interessadas de forma permanente e transparente;
9. Cumprir a legislação brasileira e os compromissos assumidos voluntariamente pelo setor químico;
10. Trabalhar com as comunidades com as quais mantenham relações de interesse recíproco, atuando como cidadãos em prol do bem comum;
11. Utilizar mecanismos de verificação externa como meio de comprovação de seus compromissos e da transparência de seus propósitos.
12. Disseminar e divulgar a Atuação Responsável para a indústria química, sua cadeia de valor e a sociedade.

ANEXO B – PADRÕES PARA ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO

Anexo G DA Norma ABNT – Padrões para ensaio de solubilização

Anexo G - Padrões para o ensaio de solubilização.	
Parâmetro	Limite máximo no extrato mg/l
Aldrin e dieldrin	3,0x10 ⁻⁵
Alumínio	0,2
Arsênio	0,01
Bário	0,7
Cádmio	0,005
Chumbo	0,01
Cianeto	0,07
Clordano(todos os isômeros)	2,0x10 ⁻⁴
Cloreto	250
Cobre	2
Cromo total	0,05
2,4-D	0,03
DDT(todos os isômeros)	2,0x10 ⁻³
Endrin	6,0x10 ⁻⁴
Fenóis totais	0,01
Ferro	0,3
Fluoreto	1,5
Heptacloro e seu epóxido	3,0x10 ⁻⁵
Hexaclorobenzeno	1,0x10 ⁻³
Lindano(γ -BHC)	2,0x10 ⁻³
Manganês	0,1
Merúrio	0,001
Metoxicloro	0,02
Nitrato (expresso em N)	10
Prata	0,05
Selênio	0,01
Sódio	200
Sulfato(expresso em SO ₄)	250
Surfactantes	0,5
Toxafeno	5,0x10 ⁻³
2,4,5-T	2,0x10 ⁻³
2,4,5-TP	0,03
Zinco	5

ANEXO C
CODIFICAÇÃO DE ALGUNS RESÍDUOS CLASSIFICADOS
COMO NÃO PERIGOSOS

Anexo H – Codificação de alguns resíduos classificados como não perigosos

Código de identificação	Descrição do resíduo
A001	Resíduo de restaurantes (restos de alimentos)
A004	Sucata de metais ferrosos
A005	Sucatas de metais não ferroso (latão etc..)
A006	Resíduo de papel e papelão
A007	Resíduo de plástico polimerizado
A008	Resíduos de borracha
A009	Resíduos de madeira
A010	Resíduos de materiais têxteis
A011	Resíduos de minerais não - metálico
A016	Areia de fundição
A024	Bagaço de cana
A099	Outros resíduo não perigosos
NOTA Excluídos aqueles contaminados por substâncias constante non anexos C,D ou E e que apresentem características de periculosidade.	

ANEXO D
PRODUTO QUÍMICO – METANOL

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DO PRODUTO QUÍMICO - METANOL

1 – IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do Produto	Metanol
Identificação Interna	Metanol
Nome da Empresa	Prosint Química S.A.
Endereço	Av. Brasil, 3.666 – Benfica-Rio de Janeiro-RJ Cep : 20930-040
Telefone da Empresa/Fax	(21) 3891-9400 / 3891-9410 / 3891-9461 Fax : (21) 2580-2597 / 2580-6126 / 2580-6869
Telefone para Emergências	(21) 3891-9400 / 3891-9495 / 3891-9413
E-mail	jose@prosint.com.br (Comercial) acordeiro@prosint.com.br (Técnico) mneves@prosint.com.br (Carregamento)

2 – COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

Substância	Metanol
Nome Genérico	Metanol
Sinônimo	Álcool metílico; álcool de madeira; carbinol; monohidroximetano; espírito colonial; metil carbinol;
CAS Nº.	67-56-1
Ingredientes que contribuem para o perigo	Não aplicável. Produto se encontra no mínimo em 99,85% de estado de pureza.

3 – IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

Perigos Mais Importantes	Inflamável e tóxico.
Efeitos do Produto	
Efeitos Adversos à Saúde Humana	a) Efeitos Graves: <ul style="list-style-type: none"> - A ingestão, mesmo de pequenas Quantidades (30 a 100 ml) pode causar cegueira ou morte; - Os efeitos de doses subletais podem ser náuseas, dores de cabeça, dores abdominais, vômitos e perturbações visuais, desde visão enevoada à sensibilidade à luz; - Inalação de concentrações altas: irritação das membranas mucosas, dores de cabeça, sonolência, náuseas, vertigens, cefaléias, narcotismo, fracasso respiratório, pressão baixa, depressão do SNC, confusão, perda de consciência, perturbações digestivas e visuais e morte; - Altas concentrações de vapor ou contato com o líquido: irritação dos olhos, lacrimejar e queimaduras; - Pode ser absorvido através da pele em Quantidades tóxicas ou letais
Efeitos Adversos à Saúde Humana	b) Efeitos Crônicos:

	<ul style="list-style-type: none"> - Envenenamento sistemático, perturbações cerebrais, conjuntivites, diminuição da visão e cegueira; - A inalação continuada agrava sintomas, tais como enfisema ou bronquite; - O contato cutâneo repetido pode causar irritação, secura e pele estalada; - Causa defeitos de nascença em ratos expostos a 20 000ppm;
--	--

4 – MEDIDAS DE PRIMEIROS-SOCORROS

Medidas de Primeiros Socorros	
Inalação	Remover a pessoa para uma área ventilada. Se houver parada respiratória, fornecer respiração artificial e providenciar cuidados médicos.
Contato com Pele	Lavar imediatamente com água e sabão neutro por pelo menos 15 minutos.
Contato com Olhos	Lavar imediatamente com água corrente por pelo menos 15 minutos e providenciar cuidados médicos.
Ingestão Ingestão	<ul style="list-style-type: none"> a) Beber imediatamente bastante água e providenciar cuidados médicos; b) Combater a hipotensão; c) A hiper-ventilação favorece a eliminação do álcool metílico e a correção da acidose; d) Manter a temperatura corpórea;
Notas para o Médico	<ul style="list-style-type: none"> a) Em caso de delírio, usar pentobarbital, 100mg cada 6-12 horas, evitando a depressão respiratória; b) Lavar o estômago com solução de carvão ativo (40-60 g/l); c) Administrar o álcool etílico para inibir a oxidação do metanol: injetar 3 litros de uma solução a 5% de álcool etílico durante 12 horas (num total de 15 ml de álcool puro); d) Exame oftalmológico com exame de fundo de olho;

5 – MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

Meios de Extinção Apropriados	a)Pequenos incêndios: extintor de pó químico, água pulverizada, extrato de espuma; b)Grandes incêndios: água pulverizada, espuma tipo AFF(R) (com formação de película aquosa resistente ao álcool) com sistema de proporção de espuma de 3% ou 6%. Manter os outros tanques expostos ao fogo resfriados.
Meios de Extinção Não Apropriados	Evitar o uso de jato pleno de água direto para combater ao fogo.
Perigos Específicos	Liberação de CO, CO ₂ e possível gás de formol.
Métodos Especiais	<ul style="list-style-type: none"> a)Durante o combate ao fogo manter-se sempre que possível a favor do vento; b)Evacuar a área; c)Não ande onde houver o produto entornado, pois pode estar inflamado e invisível, devido a sua chama ser limpa e clara, praticamente invisível à luz do dia;

Proteção dos Bombeiros	a) Usar máscara autônoma, panorâmica, com pressão positiva ou uma linha de ar; b) Usar vestuário de proteção adequado.
------------------------	---

6 – MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

Precauções Pessoais	
Remoção de Fontes de Ignição	a) Retirar das proximidades fontes de ignição. b) Usar água em forma de neblina para evitar vapores.
Controle de Poeira	Não aplicável. Pois a substância é líquida na temperatura ambiente.
Prevenção da Inalação e do Contato com a Pele, Mucosas e Olhos	a) Promover uma ventilação adequada; b) Usar máscara panorâmica com filtro para vapores orgânicos; c) Óculos de segurança tipo de ampla visão; d) Luvas tipo neoprene ou nitrílica; e) Vestuário apropriado;
Precauções ao Meio Ambiente	Evitar que o produto contamine rios, lagos e a flora.
Métodos para Limpeza	
Recuperação	a) As espumas resistentes ao álcool de fluorocarbonetos podem ser aplicadas na área de derrame para diminuir o vapor e, portanto os riscos de incêndio; b) Recolha o líquido com bombas à prova de explosão; c) Para pequenos derrames: ataque com absorventes não comestíveis; d) Maximize a recolha de metanol, para reciclagem ou reutilização;
Neutralização	Diluir o produto com bastante água.
Disposição	Recolher o produto em recipiente para disposição posterior.

7 – MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

Manuseio	
Medidas Técnicas	
Prevenção de Incêndio e Explosão	a) Não fume nem provoque chamas desprotegidas. b) Dotar o sistema de estocagem com aterramento; c) Instalar iluminação a prova de faísca/explosão;
Precauções para Manuseio Seguro	Manusear em local bem ventilado.
Orientações para Manuseio Seguro	Usar equipamentos de proteção individual padrão (EPI): a) Máscara panorâmica com filtro para vapores orgânicos; b) Óculos de Segurança tipo ampla visão c) Luvas de neoprene ou nitrílica; d) Vestuário apropriado
Armazenamento	

Condições de Armazenamento	
Adequadas	<p>a) Manter o recipiente totalmente fechado.</p> <p>b) Nas operações de carga e descarga, o recipiente deverá estar aterrado;</p> <p>c) Estocar em local termicamente isolado com serpentina de água fria para manter a temperatura de acordo com as condições de pressão do reservatório.</p>
A evitar	Fontes de calor, faíscas ou chamas; oxidantes, ácidos e bases.
Produtos e Materiais Incompatíveis	Agentes oxidantes fortes, zinco, alumínio e magnésio.
Materiais Seguros Para Embalagens	
Recomendadas	<p>a) O metanol anidro não é corrosivo para a maior parte dos metais nas condições ambientes, exceto para o chumbo e magnésio;</p> <p>b) Recomenda-se o aço maciço para a construção de recipientes;</p>
Inadequados	Os revestimentos de cobre (ou ligas de cobre), zinco (incluindo aço galvanizado) ou alumínio, não são indicados para armazenagem, uma vez que são corroídos lentamente;

8 – CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Parâmetros de Controle Específicos	
Limite de Exposição Ocupacional	<p>a) Limites de Tolerância no Ambiente de Trabalho</p> <ul style="list-style-type: none"> - LT-MP: 156ppm (ou 200mg.m⁻³)/BR - TLV-TWA: 200ppm(ou 260mg.m⁻³)/(ACGIH 1979-US 99) - OES, LTEL: 200ppm(266mg.m⁻³)/(EH40-98 UK) <p>b) Limites de Exposição à Curto Prazo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Brasil (MT-1978) LT-MP ↔ Não considerado - EUA (ACGIH-1979) TLV-STEL ↔ 250ppm(ou 319mg.m⁻³)(ACGIH 1979- US99) - OES, STEL: 250ppm(333mg.m⁻³)/(EH40-98 UK)
Indicadores Biológicos	<p>a) Em alguns países europeus o limite é de 5mg.L⁻¹ correspondendo a uma exposição limite de 200ppm no ambiente de trabalho;</p> <p>b) Irritação a 1000ppm, propriedades de aviso olfativo fracas;</p>
Limite Crítico de Odores	2000ppm
Equipamento de Proteção Individual Adequado	
Proteção Respiratória	<p>a) Máscara panorâmica dotada com filtro polivalente ou para vapores orgânicos;</p> <p>b) Máscara de oxigênio para situações em que as concentrações excedem os limites de exposição;</p> <p>c) Exaustão local;</p>
Proteção das Mãos	Luvas de neoprene ou nitrílicas.
Proteção dos Olhos	Óculos tipo ampla visão.

Proteção da Pele e do Corpo	Usar creme protetor e conjunto em tayvek ou nitrílica.
-----------------------------	--

9 – PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Estado Físico	Líquido
Cor	Incolor
Odor	Característico (pungente)
pH	
Temperaturas Específicas ou Faixas de Temperaturas nas Quais Ocorrem Mudanças de Estado Físico	
Ponto de Ebulição	64,5°C
Ponto de Fusão	-97,8°C a 760mmHg
Ponto de Fulgor	40°C
Temperatura de Auto-Igنيção	385°C
Limites de Explosividade Superior/Inferior	Superior ↔ 6 %v/v Inferior ↔ 36 %v/v
Pressão de Vapor	92 mmHg a 20,0°C
Densidade de Vapor(Ar=1)	1,1
Densidade	0,792
Solubilidade	Infinita em água
Coefficiente de Partição Octanol/Água	100%

10 – ESTABILIDADE E REATIVIDADE

Condições Específicas	
Instabilidade	Estável em condições normais.
Reações Perigosas	Reações com oxidantes, ácidos e bases fortes
Condições a Evitar	a) Calor, chama, containers abertos, e falta de ventilação b) Deve ser mantido em atmosfera mista com ar, pois forma mistura explosiva com água ou álcool;
Materiais ou Substâncias Incompatíveis	a) Agentes oxidantes fortes, zinco, chumbo, alumínio, magnésio, ácidos fortes. Ácido perclórico, perclorato de chumbo, metais reativos que desprendem hidrogênio, alguns tipos de plásticos como o polietileno e borrachas. b) Não reage com a água. Altamente reativo em amônia anidra, ácido sulfúrico, ácido nítrico, cianeto de hidrogênio e sulfato de hidrogênio.
Materiais ou Substâncias Incompatíveis	c) Oxida-se formando ácido acético. Oxida-se no ar, formando peróxidos, podendo ser oxidado ou reduzido. Facilmente polimerizado com desprendimento de calor.
Produtos Perigosos de Decomposição	CO, CO ₂ , HCHO

11 – INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

Informações Conforme as Diferentes Vias de Exposição
--

Toxidade Aguda	<ul style="list-style-type: none"> - LD50 oral em ratos: 5628 mg/kg - LD50 dermatológica em coelhos: 15800 mg/kg - LC50 inalação em ratos: 85 mg/(¼)h - LC50 inalação em ratos: 64000 ppm/ (¼)h - O limiar olfativo crítico do metanol é várias vezes superiores ao TLV-TWA.
Efeitos Locais	<p>a)Via respiratória – não irritante até 2000ppm. Efeitos gerados por inalação:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distúrbios locais: irritação da mucosa respiratória, pele e olhos; - Distúrbios neurológicos: cefaléias, fadiga, insônia, vertigens, ataxias, neurodepressão e possível neurite acústica; - Distúrbios digestivos: náuseas e vômitos - Distúrbios visuais: cegueira temporária ou permanente <p>b)Via cutânea e mucosa – pode ocasionar desengorduramento da pele e dermatite</p> <p>c)Via digestiva – pode ocasionar os efeitos mais graves, pois a ingestão de 30 a 100mL de metanol é fatal para o adulto. Outros efeitos gerados por ingestão:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distúrbios digestivos: náuseas, dor epigástrica e vômitos; - Distúrbios neuropsíquicos: cefaléias, vertigens, embriaguez, astenia, sonolência e delírio, que pode levar ao coma; - Distúrbios oculares: midríase, ausência dos reflexos à luz, redução da acuidade visual que pode conduzir à cegueira pela degeneração das formações nervosas da retina e do nervo ótico; - Distúrbios hemodinâmicos: hipertensão; <p>Distúrbios metabólicos: acidose e acetonúria</p>
Toxidade Crônica	<p>Propriedades carcinogênicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - NTP: Não listado - IARC: Não listado - Z LIST: Não listado - OSHA REG: Não listado
Efeitos Específicos	<p>No estado vapor o metanol tem a absorção pulmonar facilitada. Uma vez absorvido o composto é biotransformado pelo sistema álcool-desidrogenase ao formaldeído que é convertido em ácido fórmico. O produto final da oxidação (CO₂) é eliminado no ar expirado. Além destas, existem outras vias metabólicas como a conjugação glicuronídea, e a formação de colina a partir do formaldeído e ácido fórmico. Os produtos da biotransformação são eliminados pela urina e ar expirado.</p>
Efeitos Específicos	

12 – INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

Efeitos Ambientais, Comportamentos e Impactos do Produto	
Mobilidade	Compostos orgânicos voláteis (COV): 100%

Persistência/ Degradação	No solo: - BOD ₅ : 0,6/1,1g O ₂ /g substância - COD : 1,42 g O ₂ /g substância Na água: - Facilmente biodegradável - Teste: 99%, OECD 301D - Solúvel em água O CH ₃ OH será transformado em CO ₂ e H ₂ O
Bioacumulação	Log P _{ow} : -0,82/-0,66 BCF : < 10 (LEUCISCUS IDUS)
Comportamento Esperado	a)No solo, migrará até águas subterrâneas e/ou evaporará rapidamente b)Na água, sua meia-vida situa-se entre 1-10 dias c)No ar, persistirá como aerossol por uma curta, sofrendo degradação fotoquímica produzida por radicais hidroxil; sendo o metanol residual removido da atmosfera por precipitação pluviométrica
Impacto Ambiental	No ecossistema aquático, metanol pode ser muito prejudicial à vida.
Ecotoxicidade	Toxicidade na água: - LC50(96h):10800mg/L(SaLMO GAIRDNERI/ONCORHYNCHUS MYKISS) - EC50 (48h): 24500mg/L (DAPHNIA MAGNA) - EC50 (72h): 8000mg/L (ALGAE)

13 – CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

Métodos de Tratamento de Disposição	
Produto	
Restos de Produto	a)A incineração é o método de eliminação recomendado. b)O tratamento biológico pode ser utilizado nos resíduos aquosos de metanol, sobretudo os de baixa concentração. c)Os resíduos de metanol não são indicados para injeção subterrânea. d)As matérias residuais devem ser eliminadas de acordo com as regulamentações municipais, estaduais, provinciais e federais.

14 – INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE

Regulamentações Nacionais e Internacionais		
Terrestres	Transporte	GGVS, GGVE,ADR,RID
	Classificação	
	Indicação de Perigo	Metanol
Fluviais	Transporte	ADN,ADNR
	Classificação	Não ensaiado
	Transporte	IMDG,ADNR
Marítimo	Classificação	
	Ems	3-06
	MFAG	306

	Indicação de Perigo	Metanol
Aéreo	Transporte	ICAO, IATA
	Classificação	
	Indicação de Perigo	Metanol
	Grupo de Embalagem	
Para Produto Classificado como Perigoso para o Transporte (Conforme Modal)		
Número da ONU	Metanol	
Nome Adequado para Embarque	1230	
Classe de risco	3 – inflamável	
Número de risco	336	
Grupo de Embalagem	II	
Subclasse	6.1	
Descrição da classe de risco	Líquido inflamável	

15 – REGULAMENTAÇÕES

Regulamentações	
Informações Sobre Riscos e Segurança Escritos no Rótulo	Cuidado. Perigo – Líquido inflamável. Evite contato com a pele e olhos, causa cegueira e sensibilização na pele. Evite ingestão e inalação. Causa severa irritação do trato digestivo. Pode ser letal se ingerido e causa cegueira.

16 – OUTRAS INFORMAÇÕES

Esta ficha representa o nosso melhor conhecimento na presente data e pretende servir como guia para o manuseio seguro do produto em relação à saúde, segurança e meio-ambiente. Em caso de mistura com outras substâncias o usuário deve assegurar que riscos não sejam gerados.

ANEXO E
PRODUTO QUÍMICO – METILATO DE SÓDIO

METILATO DE SÓDIO

IDENTIFICAÇÃO DA SUBSTANCIA			
Informação do Produto			
Marca:	Metilato de sódio em pó (NM-P)		
Companhia:	Degussa AG, Building Blocks. Chemicals Safety Management (266-001) Postfach 1345 D- 63403 Hanau, Germany.		
Telefone:	+49(0) 6181 59-2342		
Telefax:	+49(0) 6181 59-4136		
Numero de telefone de emergência:	+49(0) 2365 49-2232		
Numero de telefone de emergência: fax	+49(0) 2365 49-4423		
	Plant fire brigade, Infracor GmbH		
Utilização da substância/ Preparação Função	Produto prévio/intermediário para sínteses orgânicas Produto/s orgânico/s intermediário/s		
COMPOSIÇÃO/INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES			
Informação sobre os componentes / Componentes perigosos			
❖ Metilato de sódio			
Nº CAS	124-41-4	Nº CE	204-699-5
	F; R11		
	C; R34		
	R14		
Textos dos conjuntos de risco, vide o capítulo 16.			
IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOSO			
Facilmente inflamável Reage violentamente em contacto com a água Provoca queimaduras.			
Precauções para o homem e para o ambiente Evitar a formação de poeira Perigo de explosão de poeiras Risco de inflamação espontânea sob ar temperatura aumentada. Reage violentamente com água formação lixívia. Não permitir a contaminação das águas subterrâneas			
4. PRIMEIROS SOCOROS			
Recomendação geral Retirar imediatamente as roupas sujas ou embebidas e afastá-la para um lugar seguro.			

Contato com a pele

Lavar imediatamente em água abundante, consultar um médico se necessário.

Contato com os olhos

Enxaguar imediatamente em água abundante durante 15 minutos e consultar um oftalmologista

Ingestão

Lavar a boca com a água e beber a seguir bastante a água
Consultar imediatamente um médico

5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIOS**Meios adequados de extinção**

Pó seco, areia seca.

Meios de extinção que não devem ser utilizados por razão de segurança

Água jato de água, jato de água borrifada.

Perigos específicos para combate incêndio

Em caso de incêndio arrefecer com água as instalações de armazenamentos em perigo.

Em caso de incêndio, os gases de combustão seguintes podem ser produzidos, determinado os riscos causados.

Óxidos de carbono.

Equipamentos de proteção especial para bombeiros

Utilizar um aparelho respiratório autônomo

Usar vestuário de proteção adequado.

Outras informações

Água de extinção não deve penetrar na canalização, no subsolo ou nas águas subterrâneas.

Prestar atenção para que haja dispositivos suficientes de retenção da água de extinção de fogo. A água contaminada de extinção deverá se eliminada segundo as normas das autoridades locais. Devem-se eliminar segundo as normas prescritas os restos do fogo.

6. MEDIDAS A TOMAR EM CASO DE FUGAS ACIDENTAIS**Precauções individuais**

Evitar formação de pó

Manter afastado de qualquer fonte de ignição – Não Fumar

Usar equipamento de proteção pessoal;

Precauções ambientais

Não deixar que atinja nível da terra, água subterrânea, canalização.

Método de limpeza

<p>Cobrir com areia seca Utilizar equipamentos de manuseamento mecânico Eliminar segundo as prescrições Confirmar junto do fabricante.</p>			
7. MANUSEAMENTO E ARMAZENAGEM			
Manuseamento			
<p>Recomendação para um manuseamento seguro Sob gás inerte (argon, azoto). Evitar formação de poeira Observar as regras de segurança aplicáveis à manipulação de produtos químicos. Usar equipamentos de proteção pessoal; ver o capítulo 8.</p>			
<p>Orientação para prevenção de fogo e explosão Tomar as medidas de precaução adequadas a fim de evitar a acumulação de cargas estáticas manter afastado (a) de fontes de inflamação. Não fumar.</p>			
Classe de explosão do pó			
St1	VDI 2263		
Aumento máximo de pressão	100bar/s	Energia ignição	10KJ
Explosão de pó possível aparelho de Hartmann, VDI 2263.			
Armazenagem			
<p>Exigências para área de estocagem e recipientes Armazenar em locais fresco e seco nas embalagens originais hermeticamente fechadas. Guardar longe da luz do sol direta. Proteger contra aquecimento.</p>			
8. CONTOLO DA EXPOSIÇÃO / PROTECÇÃO INDIVIDUAL			
Componentes a controlar com relação ao local de trabalho			
❖ Metanol			
Nº CAS	67-56-1	Nº CE	200-659-6
Parâmetros de controle	200 ppm		Media ponderada de tempo (MPT):(EUELV)
	260 mg/m3		
Proteção individual			
Proteção respiratória			

Em caso de formação de poeira/s de aerossóis ou se os valores-limites forem excedidos para TLV: Utilizar equipamentos de respiração com filtro apropriado ou utilizar um aparelho respiratório autônomo.			
Proteção às mãos			
Recomendação: luvas adequadas			
Material de luvas	Borracha butilica		
Espessura do material	0,5 mm		
Pausa através do tempo	> 480 minutos		
Método	DIN EN 374		
Material de luvas	Borracha de nitrilo		
Espessura do material	0,35 mm		
Pausa através do tempo	> 240 minutos		
Método	DIN EN 374		
Material de luva	Policloropreno (CR)		
Espessura do material	0,5 mm		
Pausa através do tempo	>120 minutos		
Método	DIN EM 374		
Proteção dos olhos			
Óculos de proteção bem ajustados (p.e. óculos impermeáveis).			
Medidas de Higiene			
Lavar imediatamente no caso de contato com a pele (produto: polietilenoglicol 400) e enxaguar com muita água.			
Não comer, beber, fumar, nem tomar repé durante o trabalho. Antes de pausas de e do fim do trabalho, lavar as mãos e/ ou o rosto.			
Trocar vestimenta e sapatos contaminados ou embebidas com o produto. Limpar antes de reutilizar.			
Medidas de proteção			
Equipamentos de proteção individual devem corresponder aos requisitos da Diretiva 89/686/CEE e alteração (marcação CE).			
9. PROPRIEDADES FISICAS E QUIMICAS			
Aspecto			
Estado físico	Pó		
Cor	branco		
Dados de segurança			
pH	13	(5 g/l)	(20°C)
	Referido a substância		Água

Temperatura de fusão/intervalo	300°C Decompõe-se antes de fundir (valor da literatura)		
Temperaturas de ebulição/intervalo	Não aplicável		
Ponto de inflamação	Não aplicável		
inflamabilidade	Matéria sólida facilmente inflamável, segundo a Diretiva 67/548/CCE, Anexo V, A.10.		
Temperatura de ignição	290°C Método (forno BAM)	VDI 2263	
Auto-inflamabilidade	ca. 50 - 60°C		
Limite de explosão	Temperatura de Auto-inflamabilidade (Diretiva 67/548/CCE, Anexo V, A 16)		
	Pó	60 g/m ³ (1013hPa)	(77 µm) (25°C)
Energia mínima de ignição	10 – 30 mJ	(1013hPa)	(25°C)
	Método	VDI 2263	
	Tamanho médio do grão	77µm	
Máxima pressão de explosão absoluta	6,6 bar		
	Método	VDI 2263	
Pressão vapor	Não aplicável		
Densidade	ca. 1,3 g/cm ³	(20°C)	
Densidade da massa	ca. 500 kg/m ³		
Hídrossolubilidade		(20°C) Decomposição por hidrólise	
Coeficiente de partição (n-otanol/água)	Não aplicável		
Outras informações			
Outras informações	As poeiras podem, em contato com o ar, formar misturas explosivas.		
10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE			
Materiais a evitar	Água, ácido, ar, oxigênio, oxidantes.		
Produtos de decomposição perigosos	Produtos de decomposição em caso de contato com a água/ úmida do ar Hidróxido de sódio, metanol em caso de hidrolise.		
Reações perigosas	Risco de inflamação espontânea sob ar e temperatura aumentada. Reação exotérmica com:		

	Água Ácido Oxigênio atmosférico Agentes oxidantes		
11. INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA			
Toxicidade aguda por via oral	DL50 ratazana: 1687 mg/kg Método OECD TG 401		
Toxicidade aguda por via dérmica	DL50 ratazana: > 200 mg/kg Método bibliografia		
Efeitos irritantes sobre a pele	Coelho Corrosiva Método analogamente ao método OECD		
Irritação dos olhos	Coelho Corrosiva Método bibliografia Perigo de cegueira se entrar em contato com os olhos.		
Toxicidade genética in vitro	Teste de Ames Salmonella typhimurium Negativo Método Bibliografia		
Outras informações	Nocivo Estudo próprio		
FOLHA DE DADOS DE SEGURANÇAS (91/155/EWG)			
Metilato de sódio em pó (NM-P)			
Numero de material	0000009	Versão	14.0 / RG_EU
Especificação	118440	Data de liberação	27.02.06
		Data de impressão	27/02/06
VA-Nr	01461107	Pagina	6 / 8
Derivado da etiquetagem em conformidade com Diretiva 67/548/CCE Anexo 1.			
12. INFORMAÇÃO ECOLÓGICA			
Informação sobre eliminação (persistência e degradabilidade)			
Biodegradabilidade	A biodegradabilidade não pode ser determinada por razão de ordem físico-química. Rapidamente biodegradável, de acordo com teste apropriado da OCDE.		
Comportamento nos ecossistema			

Efeitos de eco toxicidade	
Toxicidade em peixe	CL50 Leuciscus idus melanotus 346 mg/l 48h Método: (DIN 38412, parte 15)
Toxicidade em algas	IC 50 scenedesmus subspicatus: 303,2 mg/l 24h Método: método - ISO
Toxicidade em bactérias	CE50 população mista do lodo ativado: 96,9 mg/l /24h Método bibliografia
13. CONSIDERAÇÕES RELATIVAS À ELIMINAÇÃO	
Produtos	
<p>Antes de proceder à eliminação, consulta o fabricante.</p> <p>Em conformidade com as normas locais, por exemplo, encaminhas para uma estação adequada de incineração de resíduos, para eliminação.</p> <p>Para este produto não poderá ser fixada nenhuma senha numérica de dejetos segundo o índice europeu de dejetos, pois, primeiramente, a finalidade permite uma classificação através de consumidor.</p> <p>A senha numérica de dejetos deve ser determinada segundo o índice europeu dejetos (decisão da EU sobre o índice de dejetos 2000/532/CE) em consulta com as empresas de descarte / os fabricantes / os serviços públicos.</p>	
14. INFORMAÇÕES RELATIVAS AO TRANSPORTES	
Transportes rodoviário ADR/RID/GGVSE(Alemanha)	
Classe	4.2
Rotulo ADR/RID	4.2(8)
UM-No	1431
Grupo de embalagem	II
Placa de aviso	48/31
Descrição das mercadorias (nome técnico)	
SODIUM METHYLATE	
Transporte aéreo e marítimo Código- IMDG/GGVSee	
Classe	4.2
Perigo secundário	8
UM-No	1431
Grupo embalagem	II
EMS	F-A, S-L.
Nome técnico apropriado (denominação de expedição correta)	
SODIUM METHYLATE	
Transportes aéreo ICAO-TI/IATA-DGR	
Classe	4.2

Perigo secundário	8	
UM-No	1431	
Grupo embalagem	II	
Nome técnico apropriado (denominação de expedição correta)		
SODIUM METHYLATE		
Transportes fluviais ADN/ADNR/GGVBinSch (Alemanha)		
Classe	4.2	
Rotulo ADR/RID	4.2 (8)	
UM-No numero de material	1431	
Grupo de embalagem	II	
Descrição das mercadorias (nome técnico)		
SODIUM METHYLATE		
15. INFORMAÇÃO SOBRE REGULAMENTAÇÃO		
Rotulado de acordo com as diretivas da CE		
Base legal/lista	De acordo com o anexo 1 da Diretiva 67/548/CEE:	
Símbolo(s)	F	Facilmente inflamável
	C	Corrosivo
Frase(s) –R	R11	Facilmente inflamável
	R14	Reage violentamente em contato com a água
	R 34	Provoca queimaduras
Frase(s)	S 8	Manter o recipiente ao abrigo da umidade
	S 16	Manter afastado de qualquer chama ou fonte de ignição - Não fumar
	S 26	Em caso de contato com os olhos, lavar imediata e abundantemente com água e consultar um especialista.
	S 43	Em caso de incêndio, utilizar areia seca, pó extintor. Nunca utilizar água.
	S 45	Em caso de acidentes ou indisposição consultar imediatamente o médico (se possível mostrar – lhe o rótulo)
Legislação nacional		
16. OUTRAS INFORMAÇÕES		
Texto das cláusulas R		
❖ Metilato de sódio		

R 11	Facilmente inflamável
R 34	Provoca queimaduras
R 14	Reage violentamente em contato com a água
Informação complementar	
<p>As modificações feitas desde a ultima versão serão sublinhada na margem. Esta versão substitui todas as versões anteriores.</p> <p>A informação fornecida nesta ficha de segurança é a mais correta de que dispomos ate a data da sua publicação. A informação prestada destina-se apenas a dar conselhos que proporcionem uma utilização, manuseamento, procedimento, armazenamento transporte e eliminação segura e não deve ser considerada uma garantia ou especificação de qualidade. A informação refere-se apenas ao produto designando e a menos que tal seja especificado no texto, pode não ser valida se o mesmo produto for utilizado em qualquer combinação com outros produtos ou processos.</p>	

ANEXO F
RESULTADOS ANALÍTICOS SEGUNDO NBR 10004
ÁCIDO FOSFÓRICO

1. Identificação dos produtos e da empresa	
Identificação da substâncias/preparação	FM 112130
Referência do produto:	Ácido Fosfórico PA
Identificação da sociedade/empresa	F.MAIA Ind.e Com.Ltda.*Rua Pedro Rodrigues, 19 * 06715-770 *Cotia - SP *Brasil
Empresa:	Telefone +551146154600 * Email: laboratório@fmaia.com.br
2. Composição e informação sobre os ingredientes	
Este produto químico é uma substância pura.	
Natureza química;	Ácido Inorgânico, solução equosa
Nome químico:	Ácido Orto - Fosfórico
Sinônimo	Ácido Fosfórico
No. –CAS	7664 -38 -2
Conteúdo:	85%
Massa molar:	98,00g/mol
Formula molecular:	H ₃ PO ₄
3. Identificação de perigos	
Provoca queimaduras	
4. Medidas de primeiro socorros	
<p>Após a inspiração: Exposição ao ar fresco. Consultar um médico.</p> <p>Após contato com a pele: Lavar as abundantemente com água. Limpa com algodão embebido em polietilenoglicol. Tira imediatamente a roupa contaminada.</p> <p>Após contato com os olhos: Enxaguar com muita água, mantendo a pálpebra aberta (durante pelo menos 10 minutos). Consultar imediatamente um Oftalmologista.</p> <p>Após ingestão: Fazer beber muita água (eventualmente vários litros), evitar o vomito (perigoso de perfuração!). Consultar imediatamente um médico. Não tentar neutralizar a substância tóxica.</p>	
5. Medidas de combate a incêndio	
<p>Meios adequados de extinção: Adaptar ao meio ambiente.</p> <p>Riscos especiais: Não combustível. Em caso de incêndio formam – se gases inflamáveis e vapores perigosos. Em contato com metais pode formar-se gás hidrogênio (perigo de explosão!). Em caso de incêndio pode formar-se oxido de fósforo.</p> <p>Equipamento especial de proteção para o combate ao incêndio: Permanência na área de perigo só com roupas apropriada e com uma mascara de oxigênio independente do ar ambiente.</p> <p>Para evitar contato com a pele, manter-se a uma distância de segurança e usar roupas de proteção adequada.</p> <p>Outras informações: Precipitar com água os vapores que se libertem. Evitar a infiltração da água de extinção nas águas nas águas superficiais ou nas águas subterrâneas.</p>	

6. Medidas de controle para derramamento ou vazamentos			
Medidas de proteção para as pessoas: Não inalar os vapores/aerossóis. Evitar o contato com as substâncias. Garantir a ventilação com ar fresco em recintos fechados.			
Métodos de limpeza/absorção: Absorver com absorvente e neutralizante de líquidos (ex: Chemisorb® H+). Proceder à eliminação de resíduos. Limpeza posterior.			
Medidas de proteção do meio ambiente: Evitar vazamento para a canalização de águas residuais.			
7. Manuseio e armazenamento			
Manuseio: Sem outras exigências. Armazenamento: Hermeticamente fechado. <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de armazenamento Acima de +15°C. 			
8. Controle de exposição e proteção individual			
Parâmetros específicos de controle			
EC			
Nome	Ácido orto-fosforico		
Valor	1mg/m ³		
Curta duração (<15 min)	2 1mg/m ³		
Equipamento de proteção individual: As características dos meios de proteção para o corpo devem ser selecionadas em função da concentração e da quantidade das substâncias tóxicas, de acordo com as condições específicas do local de trabalho. A resistência dos meios de proteção aos agentes químicos deve ser esclarecida junto aos fornecedores.			
Proteção respiratória: Necessário uso de máscara em caso de formação de vapores/aerossóis P2.			
Proteção dos olhos: Necessário uso dos óculos de segurança.			
Proteção às mãos: Necessário uso de luvas (material =nitrilo)			
Outros equipamentos: Roupas de proteção apropriada contra ácidos.			
Higiene industrial: Mudar imediatamente a roupa contaminada. Recomenda-se profilaxia cutânea. Depois de terminar o trabalho, lavar as mãos e o rosto. Nunca comer ou beber no local de trabalho.			
9. Propriedade físico-químico			
Forma	líquido		
Cor	incolores		
Odor	inodoro		
Valor de pH	em 100g/lH ₂ O (20°C)	<0,5	
Viscosidade cinemática	(25°C)	30,5	mm ² /s
Temperatura de fusão	~21		°C
Temperatura de ebulição	~158		°C
Temperatura de ignição	Não Ponto de inflamação		

Combustível			Não inflamável	
Limites de explosão	Inferior Superior		Não aplicável Não aplicável	
Pressão de vapor		(20°C)	2	hPa
Densidade		(20°C)	1,71	g/cm ³
Solubilidade em	Água	(20°C)	Solúvel	
10. Estabilidade e reatividade				
Condições a serem evitadas: Forte aquecimento. Substâncias a serem evitadas: Reações violentas são possíveis com: Álcalis e óxidos metálicos. Risco de inflamação ou formação de gases ou vapores inflamáveis com: metais, ligas metálicas. Formação de hidrogênio. Produtos de decomposição perigosa: Vide item 5 Outras informações Higroscópico <ul style="list-style-type: none"> • Materiais inapropriados: Incompatível com ferro/composto com ferro, aço, alumínio e dos seus compostos. Em contato com metais pode formar-se gás de hidrogênio (perigo de explosão). 				
11. Informações toxicológicas				
Toxicidade aguda:				
LD ₅₀ (oral rato):			1530 mg/kg (substância pura)	(IUCLID)
LD ₅₀ (inalação, rato):			>0,85mg/l /1h (substância pura)	(RTECS).
LD ₅₀ (cutânea coelho):			2740 mg/kg (substância pura)	(IUCLID)
Teste de irritação dos olhos (coelho):			Queimaduras (IUCLID)	
Teste de irritação da pele (coelho)			Queimaduras (IUCLID)	
Toxicidade sub-aguda crônica				
Sensibilização				
Experiências no homem: negativo (IUCLID)				
Mutagenicidade bacteriana: Ames test: negativo (IUCLID)				
Outras informações toxicológicas				
Sustância fortemente corrosiva.				
<ul style="list-style-type: none"> • Após a inalação de vapores /aerossóis Irritação nas vias respiratórias. • Após o contato com a pele: Queimaduras. • Após o contato com os olhos. Conjuntivite, queimaduras. Perigo cegueiras! 				

- Após ingestão:
Queimaduras, dor fortes (risco de perfuração). Efeitos sistêmicos: choques, convulsões.

Informação adicional:

Não se podem excluir outras propriedades perigosas. O produto deve ser manipulado com cuidado especial.

12. Informações ecológicas

Degradação biológica:

Substâncias inorgânica. Não origina um déficit de oxigênio biológico.

Efeitos ecotoxicos:

- Efeitos biológicos:
Efeitos prejudiciais nos organismos aquáticos. Caustico mesmo na forma diluída. Efeitos prejudiciais devido à mudança de pH.
- Toxicidade nos peixes:
- Gambusia Affinis LG₅₀: <138 mg/ l / 96h (substâncias pura) (Dados de ficha de Seguranças externa)
- Toxicidade em bactérias:
Lodo ativo CE₅₀: 270mg/l (substâncias pura) (IUCLID)

Dados ecológicos adicionais:

Dependendo da concentração, os compostos de fósforos podem contribuir para a eutroficação dos aquíferos.

Não permita a entrada em água, águas residuais ou solos.

13. Considerações sobre tratamento e disposição

Produto:

No Brasil não existe normas federal sobre a eliminação d produtos químicos ou de substâncias residuais. Produtos químicos que dêem origem a substâncias residuais são geralmente considerados como resíduos especiais. A eliminação segue regulamentação estadual quando e onde aplicável. Sugerirmos que se entre em um contato com a entidade competente (repartição do Estado ou empresa especializada no tratamento de resíduos), que poderá dar informações sobre as medidas de eliminação.

Embalagem:

Eliminação de acordo com as normas legais. As embalagens contaminadas devem ser tratadas das mesmas maneiras que a substância correspondente. Caso não existam quaisquer normas legais neste sentido, as embalagens não-contaminadas podem ser tratadas como lixo domésticos normais ou podem ser submetidas a um processo de reciclagem.

14. Informação sobre transporte

No. ONU 1805

- Transporte rodoviário DNER
Nome ÁCIDO FOSFORICO (Ácido fosfórico 85%)
Classe de Risco 8

No. De Risco	80
Grupo de embalagem	III
• Transporte por via marítima	IMDG, GGVSee
Nome	PHOSPHORIC ACID, LIQUID.
Classificação	8 / UM 1805 / III
Sms	8-08
MFAG	700
• Transporte por via aérea	ICAO, IATA.
Nome	PHOSPHORIC ACID, LIQUID
Classificação	8 / UM 1805 / III
15. Regulamentações	
Etiquetas de acordo com as Diretivas da ONU:	
• Etiquetagem regulamentar obrigatória das substâncias perigosas:	
Símbolo:	C Corrosivo
Frases R:	34 Provoca queimaduras.
Frases S:	26-36/37/39 -45 Em caso de contato com os olhos imediatamente e abundantemente com água e consultar um especialista. Usar vestuário de proteção luvas e equipamento protetor para a vista/face adequados. Em caso de acidente ou de indisposição, consultar imediatamente o médico (se possível mostrar –lhe o rótulo).
NOTA: As informações regulamentares indicadas nesta seção referem-se unicamente as principais prescrições especificamente aplicáveis ao produto objeto da FDS (sistema completo de transporte de dados com garantia de entrada). Chama-se a atenção do usuário sobre as possíveis existências de outras disposições que completa mente estas prescrições. Recomenda-se considerar qualquer tipo de medidas ou disposições, internacionais, ou locais de possível aplicação.	
16. Outras informações	
As indicações baseiam-se no nível atual dos nossos conhecimentos e servem para a caracterização do produto no que se refere as medidas de segurança a tomar. Estas indicações não implicam garantia de propriedades do produto descrito.	

ANEXO G
RESULTADOS ANALÍTICOS SEGUNDO NBR 10004
SAÍDA DO DECANTADOR
ÓLEO SKIMMER

RESÍDUO DA EQUALIZAÇÃO ÓLEO SKIMMER

EXAME Nº:	M07/00728
ENTRADA NO LABORATÓRIO:	01/03/07
INÍCIO DA ANALISE:	02/03/07
TERMINO DA ANALISE:	26/03/07
INTERESSADO:	CARGILL AGRÍCOLA S/A
CIDADE:	MAIRINQUE - SP
ENSAIO:	FÍSICO-QUÍMICO
COLETADO:	INTERESSADO
MATERIAL:	OLEO SKIMMER

EXAMES FÍSICO - QUÍMICOS
NORMA ABNT - NBR 10.004: 2004

ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO

Parâmetro	Unidade	Limite Máximo no extrato	L.Q	Resultados
Alumínio	mg Al /L	0,2	0,04	1,13
Arsênio	mg As /L	0,01	0,01	< LQ
Bário	mg Ba /L	0,7	0,001	0,06
Cádmio	mg Cd /L	0,005	0,004	0,006
Chumbo	mg Pb /L	0,01	0,01	< LQ
Cianetos	mg CN /L	0,07	0,01	< LQ
Cloretos	mg Cl /L	250,0	1,0	24,0
Cobre	mg Cu /L	2,0	0,01	0,05
Cromo Total	mg Cr /L	0,05	0,007	< LQ
Fenóis totais	mg /L	0,01	0,01	< LQ
Ferro	mg Fe /L	0,3	0,01	0,24
Fluoretos	mg F /L	1,5	0,01	0,08
Manganês	mg Mn /L	0,1	0,01	0,05
Mercúrio	mg Hg /L	0,001	0,001	< LQ
Nitrato (expresso em N)	mg /L	10,0	0,01	0,1
Níquel	mg Ni /L	----	0,002	0,028
Prata	mg Ag / L	0,05	0,001	< LQ
Selênio	mg Se / L	0,01	0,01	< LQ
Sódio	mg Na /L	200,0	0,01	8,71
Sulfato (expresso em SO ₄)	mg SO ₄ /L	250,0	0,05	2,82
Surfactantes	mg LAS /L	0,5	0,01	0,17
Zinco	mg Zn /L	5,0	0,01	1,65

LMP = Anexo G – ABNT NBR 10004 - 2004
< LQ = menor que o limite de quantificação

ENSAIO DE MASSA BRUTA

Parâmetro	Unidade	L.Q	Resultados
pH	---	0,01	3,78
Óleos e Graxas	g /100g	0,1	63,52
Líquidos Livres	---	---	ausente

< LQ = menor que o limite de quantificação

ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO

Parâmetro	Unidade	Código de Identificação	Limite máximo no lixiviado	L.Q	Resultado
Inorgânicos					
Arsênio	mg As /L	D 005	1,0	0,01	< LQ
Bário	mg Ba/L	D 006	70,0	0,001	0,05
Cádmio	mg Cd/L	D 007	0,5	0,004	< LQ
Chumbo	mg Pb /L	D 008	1,0	0,04	< LQ
Cromo Total	mg Cr /L	D 009	5,0	0,007	0,01
Fluoretos	mg F /L	D 010	150,00**)	0,01	< LQ
Mercurio	mg Hg /L	D 011	0,1	0,001	< LQ
Níquel	mg Ni /L	----	----	0,002	0,01
Prata	mg Ag / L	D 012	5,0*)	0,001	0,004
Selênio	mg Se /L	D 013	1,0	0,01	< LQ

< LQ = menor que o limite de quantificação

LMP = Anexo

CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUO SEGUNDO NORMA ABNT - NBR 10.004

O gerador de resíduo não se enquadra na listagem de periculosidade.

Os resultados de alumínio e cádmio obtidos na análise de solubilizado não atendem os parâmetros estabelecidos pela listagem do anexo G nas determinações realizadas. Os resultados obtidos na análise do lixiviado atendem os parâmetros estabelecidos pela listagem do anexo F nas determinações realizadas.

CLASSIFICAÇÃO:

Resíduo Classe II A – Não Inerte.

Nota: A classificação do resíduo é apenas sugerida, ficando a critério do órgão competente qualquer alteração que se faça necessário.

ANEXO H
RESULTADOS ANALÍTICOS SEGUNDO NBR 10004
SAÍDA DO DECANTADOR
LODO FÍSICO-QUÍMICO

RESÍDUO DA SAÍDA DO DECANTADOR

EXAME Nº:	M07/00727
ENTRADA NO LABORATÓRIO:	01/03/07
INÍCIO DA ANALISE:	02/03/07
TERMINO DA ANALISE:	26/03/07
INTERESSADO:	CARGILL AGRÍCOLA S/A
CIDADE:	MAIRINQUE - SP
ENSAIO:	FÍSICO-QUÍMICO
COLETADO:	INTERESSADO
MATERIAL:	FLOCOS DA ETE

EXAMES FÍSICO - QUÍMICOS
NORMA ABNT - NBR 10.004: 2004

ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO

Parâmetro	Unidade	Limite Máximo no extrato	L.Q	Resultados
Alumínio	mg Al /L	0,2	0,04	0,25
Arsênio	mg As /L	0,01	0,01	< LQ
Bário	mg Ba /L	0,7	0,001	0,02
Cádmio	mg Cd /L	0,005	0,004	0,007
Chumbo	mg Pb /L	0,01	0,01	< LQ
Cianetos	mg CN /L	0,07	0,01	< LQ
Cloretos	mg Cl /L	250,0	1,0	< LQ
Cobre	mg Cu /L	2,0	0,01	< LQ
Cromo Total	mg Cr /L	0,05	0,007	< LQ
Fenóis totais	mg /L	0,01	0,01	< LQ
Ferro	mg Fe /L	0,3	0,01	0,40
Fluoretos	mg F /L	1,5	0,01	0,16
Manganês	mg Mn /L	0,1	0,01	< LQ
Mercurio	mg Hg /L	0,001	0,001	< LQ
Nitrato (expresso em N)	mg /L	10,0	0,01	< LQ
Níquel	mg Ni /L	----	0,002	0,01
Prata	mg Ag / L	0,05	0,001	< LQ
Selênio	mg Se / L	0,01	0,01	< LQ
Sódio	mg Na /L	200,0	0,01	27,41
Sulfato (expresso em SO ₄)	mg SO ₄ /L	250,0	0,05	12,27
Surfactantes	mg LAS /L	0,5	0,01	0,30
Zinco	mg Zn /L	5,0	0,01	0,09

LMP = Anexo G – ABNT NBR 10004 - 2004

< LQ = menor que o limite de quantificação

ENSAIO DE MASSA BRUTA

Parâmetro	Unidade	L.Q	Resultados
pH	---	0,01	5,04
Óleos e Graxas	g /100g	0,1	30,95
Líquidos Livres	---	---	ausente

< LQ = menor que o limite de quantificação

ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO

Parâmetro	Unidade	Código de Identificação	Limite máximo no lixiviado	L.Q	Resultado
Inorgânicos					
Arsênio	mg As /L	D 005	1,0	0,01	< LQ
Bário	mg Ba/L	D 006	70,0	0,001	< LQ
Cádmio	mg Cd/L	D 007	0,5	0,004	< LQ
Chumbo	mg Pb /L	D 008	1,0	0,04	< LQ
Cromo Total	mg Cr /L	D 009	5,0	0,007	< LQ
Fluoretos	mg F /L	D 010	150,00**)	0,01	0,02
Mercúrio	mg Hg /L	D 011	0,1	0,001	< LQ
Níquel	mg Ni /L	----	----	0,002	0,01
Prata	mg Ag / L	D 012	5,0*)	0,001	< LQ
Selênio	mg Se /L	D 013	1,0	0,01	< LQ

< LQ = menor que o limite de quantificação

LMP = Anexo

CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUO SEGUNDO NORMA ABNT - NBR 10.004

O gerador de resíduo não se enquadra na listagem de periculosidade.

Os resultados de alumínio, cádmio e ferro obtidos na análise de solubilizado não atendem os parâmetros estabelecidos pela listagem do anexo G nas determinações realizadas. Os resultados obtidos na análise do lixiviado atendem os parâmetros estabelecidos pela listagem do anexo F nas determinações realizadas.

CLASSIFICAÇÃO:

Resíduo Classe II A – Não Inerte.

Nota: A classificação do resíduo é apenas sugerida, ficando a critério do órgão competente qualquer alteração que se faça necessário.

ANEXO I
RESULTADOS ANALÍTICOS SEGUNDO NBR 10004
SAÍDA DOS TANQUES DE AERAÇÃO
LODO BIOLÓGICO

RESÍDUO DO FILTRO PRENSA GERADO DO PROCESSO BIOLÓGICO

EXAME Nº:	M07/00725
ENTRADA NO LABORATÓRIO:	01/03/07
INÍCIO DA ANÁLISE:	02/03/07
TERMINO DA ANÁLISE:	26/03/07
INTERESSADO:	CARGILL AGRÍCOLA S/A
CIDADE:	MAIRINQUE - SP
ENSAIO:	FÍSICO-QUÍMICO
COLETADO:	INTERESSADO
MATERIAL:	LODO DA ETE

EXAMES FÍSICO - QUÍMICOS NORMA ABNT - NBR 10.004: 2004

ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO

Parâmetro	Unidade	Limite Máximo no extrato	L.Q	Resultados
Alumínio	mg Al /L	0,2	0,04	0,16
Arsênio	mg As /L	0,01	0,01	< LQ
Bário	mg Ba /L	0,7	0,001	< LQ
Cádmio	mg Cd /L	0,005	0,004	< LQ
Chumbo	mg Pb /L	0,01	0,01	< LQ
Cianetos	mg CN /L	0,07	0,01	< LQ
Cloretos	mg Cl /L	250,0	1,0	40,0
Cobre	mg Cu /L	2,0	0,01	< LQ
Cromo Total	mg Cr /L	0,05	0,007	< LQ
Fenóis totais	mg /L	0,01	0,01	< LQ
Ferro	mg Fe /L	0,3	0,01	0,577
Fluoretos	mg F /L	1,5	0,01	0,33
Manganês	mg Mn /L	0,1	0,01	0,017
Mercúrio	mg Hg /L	0,001	0,001	< LQ
Nitrato (expresso em N)	mg /L	10,0	0,01	0,95
Níquel	mg Ni /L	----	0,002	0,01
Prata	mg Ag / L	0,05	0,001	0,009
Selênio	mg Se / L	0,01	0,01	< LQ
Sódio	mg Na /L	200,0	0,01	82,95
Sulfato (expresso em SO ₄)	mg SO ₄ /L	250,0	0,05	22,5
Surfactantes	mg LAS /L	0,5	0,01	< LQ
Zinco	mg Zn /L	5,0	0,01	< LQ

LMP = Anexo G – ABNT NBR 10004 - 2004

< LQ = menor que o limite de quantificação

ENSAIO DE MASSA BRUTA

Parâmetro	Unidade	L.Q	Resultados
pH	---	0,01	7,30
Óleos e Graxas	g /100g	0,1	0,24
Líquidos Livres	---	---	ausente

< LQ = menor que o limite de quantificação

ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO

Parâmetro	Unidade	Código de Identificação	Limite máximo no lixiviado	L.Q	Resultado
Inorgânicos					
Arsênio	mg As /L	D 005	1,0	0,01	< LQ
Bário	mg Ba/L	D 006	70,0	0,001	< LQ
Cádmio	mg Cd/L	D 007	0,5	0,004	< LQ
Chumbo	mg Pb /L	D 008	1,0	0,04	< LQ
Cromo Total	mg Cr /L	D 009	5,0	0,007	< LQ
Fluoretos	mg F /L	D 010	150,00 ^{**)}	0,01	< LQ
Merúrio	mg Hg /L	D 011	0,1	0,001	< LQ
Níquel	mg Ni /L	----	----	0,002	0,01
Prata	mg Ag / L	D 012	5,0 ^{*)}	0,001	0,005
Selênio	mg Se /L	D 013	1,0	0,01	< LQ

< LQ = menor que o limite de quantificação

LMP = Anexo

RELATÓRIO DE ENSAIO

CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUO SEGUNDO NORMA ABNT - NBR 10.004

O gerador de resíduo não se enquadra na listagem de periculosidade.

O resultado de ferro obtido na análise de solubilizado não atende os parâmetros estabelecidos pela listagem do anexo G nas determinações realizadas.

Os resultados obtidos na análise do lixiviado atendem os parâmetros estabelecidos pela listagem do anexo F nas determinações realizadas.

CLASSIFICAÇÃO:

Resíduo Classe II A – Não Inerte.

Nota: A classificação do resíduo é apenas sugerida, ficando a critério do órgão competente qualquer alteração que se faça necessário.

ANEXO J
RESULTADOS ANALÍTICOS SEGUNDO NBR 10004
GLICERINA ESPUMOSA

RESÍDUO GERADO NA PRODUÇÃO – GLICERINA ESPUMOSA

EXAME Nº:	M07/00705
ENTRADA NO LABORATÓRIO:	01/03/07
INÍCIO DA ANÁLISE:	02/03/07
TERMINO DA ANÁLISE:	28/03/07
INTERESSADO:	CARGILL AGRÍCOLA S.A.
CIDADE:	MAIRINQUE - SP
ENSAIO:	FÍSICO-QUÍMICO
COLETADO:	INTERESSADO
MATERIAL:	GLICERINA ESPUMOSA

EXAMES FÍSICO - QUÍMICOS NORMA ABNT - NBR 10.004: 2004

ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO

Parâmetro	Unidade	Limite Máximo no extrato	L.Q	Resultados
Alumínio	mg Al /L	0,2	0,01	3,09
Arsênio	mg As /L	0,01	0,01	< LQ
Bário	mg Ba /L	0,7	0,001	0,05
Cádmio	mg Cd /L	0,005	0,004	< LQ
Chumbo	mg Pb /L	0,01	0,01	< LQ
Cianetos	mg CN /L	0,07	0,01	< LQ
Cloretos	mg Cl /L	250,0	1,0	480
Cobre	mg Cu /L	2,0	0,01	0,03
Cromo Total	mg Cr /L	0,05	0,007	0,03
Fenóis totais	mg /L	0,01	0,01	< LQ
Ferro	mg Fe /L	0,3	0,01	4,30
Fluoretos	mg F /L	1,5	0,01	0,38
Manganês	mg Mn /L	0,1	0,01	0,06
Mercurio	mg Hg /L	0,001	0,001	< LQ
Nitrato (expresso em N)	mg /L	10,0	0,01	0,71
Prata	mg Ag / L	0,05	0,001	0,08
Selênio	mg Se / L	0,01	0,01	< LQ
Sódio	mg Na /L	200,0	0,01	7.485
Sulfato (expresso em SO ₄)	mg SO ₄ /L	250,0	0,05	2.512
Surfactantes	mg LAS /L	0,5	0,01	0,54
Zinco	mg Zn /L	5,0	0,01	0,72

LMP = Anexo G – ABNT NBR 10004 - 2004

< LQ = menor que o limite de quantificação

EXAMES FÍSICO - QUÍMICOS

ENSAIO DE MASSA BRUTA

Parâmetro	Unidade	L.Q	Resultados
pH	---	0,01	9,6
Óleos e Graxas	g /100g	0,1	38,89
Líquidos Livres	---	---	presença

< LQ = menor que o limite de quantificação

ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO

Parâmetro	Unidade	Código de Identificação	Limite máximo no lixiviado	L.Q	Resultado
Inorgânicos					
Arsênio	mg As /L	D 005	1,0	0,01	< LQ
Bário	mg Ba/L	D 006	70,0	0,001	0,02
Cádmio	mg Cd/L	D 007	0,5	0,004	0,007
Chumbo	mg Pb /L	D 008	1,0	0,04	< LQ
Cromo Total	mg Cr /L	D 009	5,0	0,007	< LQ
Fluoretos	mg F /L	D 010	150,00**)	0,01	< LQ
Merúrio	mg Hg /L	D 011	0,1	0,001	< LQ
Prata	mg Ag / L	D 012	5,0*)	0,001	< LQ
Selênio	mg Se /L	D 013	1,0	0,01	< LQ

< LQ = menor que o limite de quantificação
10004 - 2004

LMP = Anexo F – ABNT NBR

CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUO SEGUNDO NORMA ABNT - NBR 10.004

O gerador de resíduo não se enquadra na listagem de periculosidade.

Os resultados de alumínio, cloretos, ferro, prata, sódio, sulfato e surfactantes obtidos na análise de solubilizado não atendem os parâmetros estabelecidos pela listagem do anexo G nas determinações realizadas. Os resultados obtidos na análise do lixiviado atendem os parâmetros estabelecidos pela listagem do anexo F nas determinações realizadas.

CLASSIFICAÇÃO:

Resíduo Classe II A – Não Inerte.

Nota: A classificação do resíduo é apenas sugerida, ficando a critério do órgão competente qualquer alteração que se faça necessário.

ANEXO K
DIFICULDADES ENCONTRADAS NO TRATAMENTO
BIOLÓGICO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
EFLUENTES

PROBLEMAS	CAUSAS	VERIFICAÇÃO NECESSÁRIA	POSSÍVEIS SOLUÇÕES
Aparecimento de grandes quantidades de lodo flotado em toda a extensão do decantador. Nos testes de sedimentabilidade, o lodo apresenta problema de compactação e sedimentação lentamente, e o sobrenadante é turvo. Análises microscópicas não revelam a presença de um número significativo de organismos filamentosos. Rápido aumento no Índice Volumétrico de Lodo.	Presença de compostos tóxicos provocando crescimento disperso do lodo intumescido.		<ul style="list-style-type: none"> - Verificar se ocorreu algum problema com a produção; - O uso do cloro não é eficiente para controle do crescimento disperso de lodo intumescido. Se possível, diminuir vazão de descarte e retorno de lodo. - utilizar polietileno ou outros compostos para melhorar as condições de sedimentabilidade do lodo;
Idem	Alta A/M	<ul style="list-style-type: none"> - mudança na concentração de SSV - mudança na idade do lodo - mudança na A/M - mudança na concentração de OD - mudança na concentração de DBO efluente 	<ul style="list-style-type: none"> - O uso do cloro não é eficiente para controle do crescimento disperso de lodo intumescido. - Se possível, diminuir vazão de descarte e retorno de lodo. - utilizar polietileno ou outros compostos para melhorar as condições de sedimentabilidade do lodo.
- Comportamento idêntico ao descrito acima, exceto que a análise microscópica indica a presença de elevado número de organismo filamentosos. Obs.: tentar identifica-los e verificar se são bactérias ou fungos.	- Deficiência de nutrientes causando intumescimento filamentosos. Obs.: o uso de cloro, H ₂ O ₂ e polímeros não é eficiente no controle de péssimas condições de sedimentabilidade devido à deficiência de nutrientes.	- concentração de nutrientes no efluente inicial e final;	<ul style="list-style-type: none"> - cloração do lodo de retorno a uma proporção de 1 a 10 gCL₂/g SSVTA. -Condição de lodo filamentosos poderá retornar se não forem resolvidos os problemas básicos de OD e pH; - monitorar sedimentabilidade e turbidez. As condições devem começar a melhorar no período de 1 a 3 dias; -Se o efluente final tornar-se turvo ou leitoso, diminuir a dosagem de cloro;
Idem	-Baixa concentração de oxigênio dissolvido no tanque de alimentação causando intumescimento filamentosos	- OD em vários locais do tanque de aeração.	<ul style="list-style-type: none"> - aumentar a aeração ; -verificar o sistema de aeração para possíveis falhas em sua operação ou vazamentos nas linhas de distribuição de ar; -diminuir A/M, se possível; -cloração do lodo de retorno a uma proporção de 1 a 10 gCL₂/g SSVTA. - Condições de lodo filamentosos poderão retornar se não forem resolvidos os problemas básicos de OD; - monitorar a sedimentabilidade, turbidez e a microbiologia durante todo processo; - utilizar polietileno para melhorar a sedimentabilidade
Idem	Grandes variações no pH (menor 6,5) , do efluente bruto ou no tanque de aeração, causam o intumescimento do lodo.O aparecimento de fungo geralmente ocorre a pH da ordem de 6,0.	-pH do esgoto bruto -aparecimento de fungos	<ul style="list-style-type: none"> - Se o pH é menor de 6,5 identificar a fonte de despejo industrial e parar o bombeamento ou neutralizar o despejo na fonte; -aumentar o pH adicionando um agente alcalinizante tipo bicarbonato de sódio, soda ou cal na entrada do tanque de aeração.
Idem	idem	-nitrificação devido a altas temperaturas ou baixas A/M	<ul style="list-style-type: none"> - se não há previsão de nitrificação, aumentar a vazão de descarte de lodo para não mais que 10%/dia para parar a nitrificação; -se há previsão de nitrificação, aumentar o pH um agente alcalinizante tipo bicarbonato de sódio, soda cáustica ou cal na entrada do tanque de aeração; - monitorar a sedimentabilidade, turbidez e a microbiologia durante todo processo; - utilizar polietileno para melhorar a sedimentabilidade do lodo enquanto os problemas básicos são corrigidos.
Idem	Grande quantidade de bactérias filamentosas no esgoto afluente ao tanque de aeração	-Monitorar presença de bactéria filamentosas nos esgotos afluentes ao tanque de aeração	<ul style="list-style-type: none"> -cloração de esgoto afluente a uma dosagem de 5 a 10mg/L; - se maiores dosagem forem requeridas, aumente com cautela; - pré aerar o esgoto à montante, se possível
Idem	Concentração insuficiente de DBO solúvel causando baixa A/M	-Monitorar concentração de DBO solúvel no interior do tanque de aeração;	<ul style="list-style-type: none"> -considerar a utilização de seletores; - aumentar A/M

Principais problemas operacionais relacionados com intumescimento (bulking) de lodo e suas possíveis soluções.

Fonte: CETESB, 1989; WEF,1990; Jordão e Pessoa, 1995; Von Sperling,1996;Cetesb,2005)

PROBLEMAS	CAUSAS	VERIFICAÇÃO NECESSÁRIA	POSSÍVEIS SOLUÇÕES
Idem	Alta A/M	-mudança na concentração de SSV -mudança na idade do lodo -mudança na A/M -mudança na concentração de OD -mudança na de DBO afluentes	- alterar o processo para estabilização por contato.
Idem	Esgoto séptico com sulfetos	Presença de Bactérias Thiothrix, Beggiatoa e tipo 021N.	- adicionar agente oxidante : cloro, H ₂ O ₂ , ou ar no efluente.

Tabela 18: Principais problemas operacionais relacionados com intumescimento (bulking) de lodo e suas possíveis soluções.
 Fonte: CETESB, 1989; WEF,1990; Jordão e Pessoa, 1995; Von Sperling,1996;Cetesb,2005)

ANEXO L
REANÁLISE DO LODO BIOLÓGICO PROVENIENTE
DOS TANQUES DE AERAÇÃO

RELATÓRIO DE ENSAIO

EXAME Nº:	M08/00704
ENTRADA NO LABORATÓRIO:	03/03/08
INÍCIO DA ANALISE:	04/03/08
TERMINO DA ANALISE:	19/03/08
INTERESSADO:	INNOVATTI IND. E COM. DE ESTERES SINTÉTICOS
CIDADE:	MAIRINQUE - SP
ENSAIO:	FÍSICO-QUÍMICO
COLETADO:	INTERESSADO
MATERIAL:	LODO BIOLÓGICO

EXAMES FÍSICO - QUÍMICOS NORMA ABNT - NBR 10.004: 2004

ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO

Parâmetro	Unidade	Limite Máximo no extrato	L.Q.	Resultados
Alumínio	mg Al / Kg	0,2	0,005	0,08
Arsênio	mg As / Kg	0,01	0,05	< LQ
Bário	mg Ba / Kg	0,7	0,001	< LQ
Cádmio	mg Cd / Kg	0,005	0,001	< LQ
Chumbo	mg Pb / Kg	0,01	0,005	< LQ
Cianetos	mg CN / Kg	0,07	0,01	< LQ
Cloretos	mg Cl / Kg	250,0	1,0	48,0
Cobre	mg Cu / Kg	2,0	0,01	< LQ
Cromo Total	mg Cr / Kg	0,05	0,005	< LQ
Fenóis totais	mg / Kg	0,01	0,01	< LQ
Ferro	mg Fe / Kg	0,3	0,01	0,769
Fluoretos	mg F / Kg	1,5	0,01	0,04
Manganês	mg Mn / Kg	0,1	0,005	0,114
Merúrio	mg Hg / Kg	0,001	0,01	< LQ
Nitrato (expresso em N)	mg / Kg	10,0	0,01	< LQ
Níquel	mg Ni / Kg	----	0,002	< LQ
Prata	mg Ag / Kg	0,05	0,003	< LQ
Selênio	mg Se / Kg	0,01	0,04	< LQ
Sódio	mg Na / Kg	200,0	0,1	219
Sulfato (expresso em SO ₄)	mg SO ₄ / Kg	250,0	0,05	74,51
Surfactantes	mg LAS / Kg	0,5	0,01	0,1
Zinco	mg Zn / Kg	5,0	0,005	0,01

LMP = Anexo G – ABNT NBR 10004 - 2004

< LQ = menor que o limite de quantificação

EXAMES FÍSICO - QUÍMICOS

ENSAIO DE MASSA BRUTA

Parâmetro	Unidade	L.Q	Resultados
pH	---	0,05	6,59
Óleos e Graxas	g /100g	0,1	0,46
Umidade	g /100g	---	94,75
Líquidos Livres	---	---	presença
Arsênio	mg As / Kg	0,2	< LQ
Berílio	mg Be / Kg	0,004	< LQ
Chumbo	mg Pb / Kg	0,2	< LQ
Cromo VI	mg Cr / Kg	0,1	< LQ
Mercúrio	mg Hg / Kg	0,04	< LQ
Selênio	mg Se / Kg	0,16	< LQ
Vanádio	mg V / Kg	0,004	< LQ
Cianetos	mg CN / Kg	0,1	< LQ
Fenóis	mg / Kg	0,2	< LQ

< LQ = menor que o limite de quantificação

ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO

Parâmetro	Unidade	Código de Identificação	Limite máximo no lixiviado	L.Q.	Resultado
Inorgânicos					
Arsênio	mg As / Kg	D 005	1,0	0,05	< LQ
Bário	mg Ba/ Kg	D 006	70,0	0,001	< LQ
Cádmio	mg Cd/ Kg	D 007	0,5	0,001	< LQ
Chumbo	mg Pb / Kg	D 008	1,0	0,005	< LQ
Cromo Total	mg Cr / Kg	D 009	5,0	0,005	< LQ
Fluoretos	mg F / Kg	D 010	150,00**)	0,01	0,05
Mercúrio	mg Hg / Kg	D 011	0,1	0,01	< LQ
Níquel	mg Ni / Kg	----	----	0,002	< LQ
Prata	mg Ag / Kg	D 012	5,0*)	0,003	< LQ
Selênio	mg Se / Kg	D 013	1,0	0,04	< LQ

< LQ = menor que o limite de quantificação

LMP = Anexo F – ABNT NBR 10004 - 2004

CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUO SEGUNDO NORMA ABNT - NBR 10.004

O gerador de resíduo não se enquadra na listagem de periculosidade.

Os resultados de ferro, manganês e sódio obtidos na análise de solubilizado não atende os parâmetros estabelecidos pela listagem do anexo G nas determinações realizadas.

Os resultados obtidos na análise do lixiviado atendem os parâmetros estabelecidos pela listagem do anexo F nas determinações realizadas.

CLASSIFICAÇÃO:

Resíduo Classe II A – Não Inerte.

Nota: Fica a critério do órgão ambiental competente a avaliação do resultado de classificação apresentado.