

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA E TRANSPORTES**

**LEANDRO DE PONTES NOGUEIRA**

**RASTREABILIDADE NA LOGÍSTICA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS  
INDUSTRIAIS DE UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA DO MUNICÍPIO DE  
BOTUCATU-SP, COM ENFOQUE NA NBR ISO 14000.**

Botucatu – SP  
Dezembro – 2010

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA E TRANSPORTES**

**LEANDRO DE PONTES NOGUEIRA**

**RASTREABILIDADE NA LOGÍSTICA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS  
INDUSTRIAIS DE UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA DO MUNICÍPIO DE  
BOTUCATU-SP, COM ENFOQUE NA NBR ISO 14000.**

Orientador: Prof. Dr. Ieoshua Katz

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
FATEC - Faculdade de Tecnologia de  
Botucatu, para obtenção do título de Tecnólogo  
no Curso de Logística e Transportes.

Botucatu – SP  
Dezembro – 2010

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho aos meus pais Antonio e Maria, ao meu irmão Fernando, e aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho fosse realizado. Primeiramente devo agradecer a minha família e aos meus amigos, que sempre quando precisei contribuíram com palavras de incentivo. Agradeço também ao orientador Prof. Dr. Ieschua Katz, que me indicou o caminho a ser seguido para a conclusão deste projeto, e a todos os professores e funcionários da FATEC Botucatu que fizeram parte desses três anos de estudo, fornecendo todo apoio acadêmico necessário para o desenvolvimento deste. Também devo agradecer aos funcionários da empresa Anidro do Brasil, que me forneceram os dados necessários para a elaboração do trabalho.

## RESUMO

Devido aos recentes e numerosos problemas ambientais que vem acontecendo nos últimos tempos, houve uma preocupação maior na sociedade para com a preservação do meio ambiente, principalmente por parte das empresas, para que haja um controle de seu processo, de acordo com normas e procedimentos. A poluição emitida bem como o descarte e tratamentos inapropriados dados aos seus resíduos, refletem em conseqüências desastrosas ao meio ambiente. A partir desse contexto, o presente estudo visou analisar todo o processo da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) de uma empresa do setor alimentício, desde a captação do efluente, até o seu descarte final, afim de elaborar uma padronização e otimização no sistema, principalmente quanto à logística e transporte destes, para que pudesse haver a rastreabilidade dos resíduos industriais, e do efluente tratado, onde foi possível analisar algumas de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, para o tratamento e destinação adequados. Toda essa padronização das técnicas aplicadas teve enfoque na NBR ISO (*International Standardization for Organization*) 14000, que é a certificação responsável pelo Sistema de Gestão Ambiental das empresas. A partir da coleta de dados, e com base nos conceitos de qualidade e dos padrões estabelecidos pela ISO 14000, foi desenvolvido um sistema de informação, em uma planilha eletrônica, para a rastreabilidade desses resíduos. Nesse estudo foi utilizada a metodologia de observação do trabalho dos operadores da ETE, juntamente com o procedimento e também a avaliação dos documentos utilizados, bem como a formulação e aplicação de questionários dirigidos aos responsáveis pelo setor, onde foi possível uma melhor visualização da problemática e melhor entendimento da situação abordada. Concluiu-se com esse estudo que a utilização das planilhas eletrônicas desenvolvidas poderão contribuir para a empresa em termos de informatização do sistema, criando um critério de controle e rastreabilidade dos resíduos provenientes do tratamento realizado pela ETE, facilitando assim as possíveis tomadas de decisões relativas ao processo, e no quesito referente a conformidade com a NBR ISO 14000, pode apresentar uma melhoria na qualidade do serviço prestado pela padronização dos procedimentos, possibilitando uma redução de custos, aumentando produtividade e eliminando desperdícios.

**Palavras-chave:** ISO 14000. Rastreabilidade. Resíduos industriais. Tratamento de efluentes.

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Tela de apresentação do programa.....	34
2 Efluente tratado de Janeiro a Agosto de 2010. ....	39
3 Valores de DBO do Efluente Tratado de Janeiro a Agosto de 2010.....	43
4 Eficiência de DBO do Efluente Tratado de Janeiro a Agosto de 2010. ....	44
5 Gasto com produtos para tratamento de efluentes de Janeiro a Agosto de 2010.....	51
6 A) Caçamba no pátio de resíduos. B) Acondicionamento da caçamba para armazenagem do lodo.....	53
7 Caminhão aguardando liberação para a viagem. ....	54
8 A) Descarregamento da caçamba vazia. B) Carregamento da caçamba de lodo.....	55
9 Transporte de lodo por estrada.....	56
10 Descarregamento do lodo no aterro. ....	57
11 Lodo disposto no aterro. ....	57
12 Monitoramento do efluente bruto. ....	63
13 Monitoramento da água tratada. ....	64
14 Monitoramento do lodo. ....	65
15 Monitoramento do transporte do lodo até o aterro.....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Efluente tratado de janeiro a agosto de 2010.....	38
2 Resultados de amostra da água .....	41
3 Monitoramento de eficiência do tratamento de efluentes.....	42
4 Controle de qualidade da água - Metais dissolvidos.....	45
5 Análise de massa bruta do lodo - NBR 10004.....	46
6 Análise de preparação do extrato lixiviado do lodo - NBR 10005.....	47
7 Análise de preparação do extrato solubilizado do lodo - NBR 10006.....	48
8 Produtos utilizados na ETE de Janeiro a Agosto de 2010.....	49
9 Valor médio dos produtos utilizados na ETE. ....	50
10 Gasto com produtos da ETE de Janeiro a Agosto de 2010. ....	50
11 Custos relativos ao tratamento e transporte de resíduos.....	52
12 Itinerário do transporte do resíduo. ....	55

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

CADRI – CERTIFICADO DE APROVAÇÃO PARA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS  
INDUSTRIAIS

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

DBO – DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

DQO – DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO

EIA – ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

ETA – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

ETE – ESTAÇÃO DE TARATAMENTO DE EFLUENTES

ISO – *INTERNATIONAL STARDARDIZATION FOR ORGANIZATION*

LI – LICENÇA DE INSTALAÇÃO

LO – LICENÇA DE OPERAÇÃO

LP – LICENÇA PRÉVIA

LQ – LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO

MOPP – MOVIMENTAÇÃO E OPERAÇÃO DE PRODUTOS PERIGOSOS

PAC – POLICLORETO DE ALUMÍNIO

PCP – PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO

RIMA – RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SGA – SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

VMP – VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1 Objetivos.....	10
1.2 Justificativa .....	10
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>11</b>
2.1 Impactos ambientais .....	11
2.1.1 Resíduos .....	12
2.1.2 Efluentes .....	15
2.1.3 Tratamento de efluentes .....	16
<u>2.1.3.1 Processos de tratamento de efluentes</u> .....	<u>18</u>
2.1.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio e Demanda Química de Oxigênio .....	18
2.1.5 Disposição de efluente tratado em corpos d'água.....	19
2.1.6 Armazenamento de resíduos classe II .....	21
2.1.7 Transporte de resíduos .....	21
2.1.8 Aterro industrial .....	22
2.1.9 Incineração .....	22
2.2 Qualidade .....	23
2.2.1 Logística .....	24
2.2.2 Rastreabilidade .....	24
2.2.3 Certificação ISO 9000 .....	25
2.2.4 Certificação ISO 14000 .....	26
2.2.5 Sistema de Gestão Ambiental .....	28
2.3 Sistemas de Informação .....	29
2.3.1 Planilha Eletrônica .....	30
<u>2.3.1.1 Excel</u> .....	<u>30</u>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>32</b>
3.1 Materiais.....	32
3.2 Métodos .....	32
3.3 Estudo de Caso .....	34
3.3.1 Apresentação da empresa .....	34
3.3.2 Estação de Tratamento de Efluentes .....	35
3.3.3 Armazenagem, transporte e destinação final do resíduo industrial.....	37
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
4.1 Geração de resíduo.....	38
4.1.1 Água tratada .....	40
4.1.2 Lodo.....	45
4.2 Custo do processo de tratamento de efluentes .....	49
4.3 Armazenagem, transporte e destino final do resíduo .....	53
4.4 NBR ISO 14000 .....	58
4.5 Rastreabilidade do resíduo .....	62
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>69</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>75</b>
APÊNDICE 1. Roteiro de entrevista .....	76
APÊNDICE 2. Banco de dados desenvolvido para monitoramento e rastreabilidade do lodo da empresa Anidro do Brasil Extrações Ltda. em anexo. ....	78
<b>ANEXOS</b> .....	<b>79</b>
ANEXO 1 Autorização de Pesquisa .....	80

## 1 INTRODUÇÃO

A questão ambiental nunca esteve tão em alta como nos dias atuais, onde fatos como o efeito estufa e o aquecimento global estão freqüentemente sendo citados nos diversos meios de comunicação e mesmo entre a população. Muito disso é decorrente das transformações que o homem aplica à natureza, que com o tempo tem seu equilíbrio afetado em grandes níveis.

Por esse motivo, muito tem sido feito para a preservação do meio ambiente, considerando as normas e regulamentações para os diversos níveis da sociedade, principalmente às empresas, que vem se preocupando cada vez mais com o tratamento adequado dado aos seus resíduos industriais, e qual o seu destino final, devendo estar de acordo com a legislação vigente.

A maioria das indústrias conta com uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) e/ou Estação de Tratamento de Água (ETA), que visam captar os efluentes produzidos nos processos produtivos, e tratá-los para reaproveitamento, ou para o descarte apropriado de cada material tratado, seja no estado líquido ou sólido.

Neste contexto é apresentada a importância da logística e da rastreabilidade aplicada com a tecnologia da informação, não só nos processos produtivos, mas como também no estudo das substâncias que estão na composição dos resíduos a serem tratados, para que haja uma maior eficiência quanto à armazenagem, transporte e destino final deste resíduo.

Para todo o controle do processo ambiental, nos anos 90 foi criada a certificação ISO (*International Standardization for Organization*) 14000, que contém um conjunto de normas e procedimentos para toda a gestão ambiental da empresa, desde a entrada da matéria-prima no processo produtivo, até o destino final do resíduo gerado.

As empresas que têm essa certificação, a utilizam não só pelo fato de estarem de acordo com as normas e legislação, mas também por uma questão de redução de custos logísticos e de produção, e também uma vantagem a mais a se levar em conta na competitividade cada vez mais acirrada entre as empresas de diversos setores.

### **1.1 Objetivos**

O presente estudo tem por objetivo avaliar por meio do desenvolvimento de planilhas eletrônicas, com enfoque na NBR ISO 14000, a utilização da rastreabilidade, na logística e transporte de resíduos industriais de uma empresa do setor alimentício do município de Botucatu – SP, visando também a melhoria no processo e controle da Estação de Tratamento de Efluentes, .

### **1.2 Justificativa**

A implantação da NBR ISO 14000 é de suma importância nos dias de hoje. Com o controle de todo o processo produtivo e também sua logística e Sistema de Gestão Ambiental, há uma contribuição não só à sociedade como um todo, mas também à imagem da empresa para com seus *stakeholders*, (designa uma pessoa, grupo ou entidade com legítimos interesses nas ações e no desempenho de uma organização) e também em um constante aperfeiçoamento de seus processos com base na constante busca pela qualidade.

A rastreabilidade, é item essencial para as exigências e enquadramento das normas para destinação dos resíduos gerados pelas empresas, pois a informação obtida, do tratamento, tais como por exemplo, onde é levado esse resíduo e descartado após o tratamento, além da necessidade de obtenção da conformidade, e o cumprimento das exigências da legislação, são pré requisitos necessários para empresas do perfil dessa analisada nesse estudo. A partir da utilização de técnicas logísticas e de transporte, com ferramentas do sistemas de informação adequadas a todo o processo da Estação de Tratamento de Efluentes que isso pode ser feito.

Neste contexto, o presente trabalho justifica-se.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Impactos ambientais**

A partir de 1960, o ritmo acelerado do processo industrial e a concentração cada vez maior da população em áreas urbanas passou a provocar profundos impactos ao meio ambiente, e as atividades industriais foram fatores cruciais nessas transformações ocorridas (DONAIRE, 1995 citado por PADILHA et al., 2005).

Segundo Valle (1995 citado por PADILHA et al., 2005), impacto ambiental é toda alteração das propriedades biológicas, físicas e químicas do meio ambiente, acarretada por qualquer atividade humana que afete a segurança, saúde pública, bem-estar, atividades sócio-econômicas, fatores estéticos, fatores sanitários, e que altere a qualidade dos recursos ambientais.

Barbieri (2004 citado por PADILHA et al., 2005) defende que uma nova atitude deve ser tomada pelos empresários e administradores, para a minimização e solução das questões ambientais, levando em conta o meio ambiente nas suas decisões, adotando medidas administrativas e tecnológicas com o intuito de ampliar a capacidade de suporte ao planeta. A partir do momento que os problemas quanto à legislação ambiental são perceptíveis pelos diferentes segmentos da sociedade, há uma pressão maior na busca das devidas soluções.

Viola et al. (2001 citado por PADILHA et al., 2005) argumenta que se atitudes no atual cenário econômico não forem tomadas, e se não existir uma aproximação entre os processos econômicos e os critérios ecológicos, a sobrevivência dos seres humanos está correndo sérios riscos a médio prazo, já que a população cresce mais que a capacidade de produção para sua subsistência.

Monterosso (2001 citado por PADILHA et al., 2005) afirma que o problema é complexo para aqueles que trabalham com resíduos sólidos e líquidos, pois devem ser considerados muitos aspectos envolvendo o aumento significativo de resíduos a serem coletados. E em relação a isso, há um grande problema apresentado devido a sua inevitabilidade e aos limites impostos às condições de descarte final, somando-se à inexistência de uma política dos setores técnico-administrativos, e à impunidade em relação a sua legislação.

Segundo Fritsch (2002 citado por PADILHA et al., 2005), só a partir da Constituição de 1988 que as questões relativas ao meio ambiente tiveram um destaque maior, apresentando um enfoque na responsabilização aos geradores de resíduos sólidos e líquidos, dando maior apoio à fiscalização e atuação dos órgãos ambientais públicos aplicados nas três esferas: federal, estadual e municipal.

O fato de a empresa, que é a fonte geradora de resíduos, devolver os resíduos ao meio ambiente sem dar o tratamento adequado a estes, necessita da adoção de um sistema de gestão ambiental que oriente as decisões de como, quando, onde e com quem os problemas ambientais deverão ser discutidos e analisados, e como deverão ser relacionadas essas questões como um todo (CAMPOS, 2001 citado por PADILHA et al., 2005).

Segundo Romm (1996 citado por AVILA; PAIVA, 2006) “[...] o aproveitamento máximo dos recursos naturais proporciona a criação de um ecossistema industrial, no qual as sobras de uma empresa podem ser matérias-primas para ela própria ou para outras [...]”. Isso faz com que um sistema de produção passe a não ser somente composto pelo processo de produção da empresa, de acordo com Klassen e Vachon (2003 citado por AVILA; PAIVA, 2006), mas também por outros processos que envolvem as questões ecológicas e de otimização no aproveitamento de seus recursos.

### ***2.1.1 Resíduos***

Classificam-se como resíduos sólidos todos aqueles materiais sólidos ou semi-sólidos que o possuidor desconsidera seu valor para conservação em seu atual estado (TCHOBANOGLIOUS, 1993 citado por GUNTHER, 2008).

Segundo Sisino (2003), é necessário que seja feita uma classificação do resíduo, segundo as normas brasileiras, para que este tenha um destino adequado. Para Padilha (2005), os resíduos sólidos são classificados de acordo com a Norma NBR 10004, conforme os riscos ao meio ambiente e à saúde pública, nas seguintes classes:

- Classe I perigosos – apresentam riscos á saúde pública e ao meio ambiente, o que exige que tenham um tratamento de acordo com suas características, e uma destinação especial, pois nesta classe encontram-se resíduos que apresentam: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;

- Classe II (também denominada Classe IIA) não-inertes – apresentam certa periculosidade, ou seja, uma possibilidade de contaminação, mas não são inertes, contendo propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade, ou solubilidade em água;

- Classe III (também denominada Classe IIB) inertes – são aqueles que se submetidos a testes de solubilização, conforme indica a NBR 10007 da ABNT, não têm constituintes solubilizados em concentrações superiores aos limites exigidos para os padrões de potabilidade de água, ou seja, a água permanecerá potável em contato com estes. Esses resíduos também podem ser recicláveis, alguns não se desagradam em contato com o solo, e outros se degradam de maneira muito lenta. Alguns deles são: entulho de construções e demolições, pedras, areias de escavações, etc.

Conforme a ABNT (2004), para a classificação dos resíduos sólidos devem ser considerados parâmetros de análise como massa bruta do resíduo, análise de extrato lixiviado e análise de extrato solubilizado. Na análise de massa bruta devem ser considerados os itens relativos à periculosidade Sisinho (2003).

Na análise de extrato lixiviado, que corresponde a extração de uma substância de um sólido através da dissolução em um líquido, são avaliados as seguintes propriedades e seus respectivos limites, conforme Anexo F da NBR 10004 (ABNT, 2004):

- Arsênio – 1,0 mg/l
- Bário – 70,0 mg/l
- Cádmio – 0,5 mg/l
- Chumbo – 1,0 mg/l
- Cromo Total – 5,0 mg/l
- Fluoreto – 150,0 mg/l
- Mercúrio – 0,1 mg/l
- Prata – 5,0 mg/l
- Selênio – 1,0 mg/l

A ABNT (2004), no anexo G da NBR 10004, também estabelece restrições quanto a algumas propriedades físicas e químicas do lodo para determinação de sua classe:

- Solubilidade – 0,323%
- Alumínio – 0,2 mg/l

- Arsênio – 0,01 mg/l
- Bário – 0,7 mg/l
- Cádmio – 0,005 mg/l
- Chumbo – 0,01 mg/l
- Cianeto total – 0,07 mg/l
- Cloreto – 250,0 mg/l
- Cobre – 2,0 mg/l
- Cromo Total – 0,05 mg/l
- Fenóis – 0,01 mg/l
- Ferro – 0,3 mg/l
- Fluoreto – 1,5 mg/l
- Mercúrio – 0,001 mg/l
- Nitrato – 10,0 mg/l
- Prata – 0,05 mg/l
- Selênio – 0,01 mg/l
- Sulfato – 250,0 mg/l
- Surfactantes – 0,5 mg/l
- Zinco – 5,0 mg/l
- Manganês Total – 0,1 mg/l
- Sódio – 200,0 mg/l

Segundo Sisino (2003), na maioria dos processos produtivos há uma geração de resíduos, que precisam de tratamento e um destino apropriado, já que este contém várias substâncias comuns nos resíduos industriais que são tóxicas e algumas têm a capacidade de bioacumulação nos seres vivos, o que pode acarretar na contaminação da cadeia alimentar e por fim chegar até o homem.

Sisino (2003) também salienta que a falta de informações e de alternativas disponíveis para com a destinação dos resíduos, e também a carência de profissionais especializados, fazem com que algumas indústrias deixem a responsabilidade de lado, em relação ao destino dado a esse resíduo.

De acordo com Viterbo Júnior (1998) os resíduos sólidos podem ser aterrados em aterros industriais, incinerados, tratados por coprocessamento, ou tratados em aterros tipo *landfarming*, onde os resíduos são biodegradados através da ação de micróbios e bactérias.

### 2.1.2 Efluentes

Segundo Costa, Silva e Martins (2009 citado por GONÇALVES, 2010) pode-se definir efluentes como: “despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, que comprovadamente apresentem poluição por produtos utilizados ou produzidos no estabelecimento industrial”.

Costa, Silva e Martins (2009) apontam que as indústrias são um dos principais responsáveis pelos impactos ambientais, através principalmente do lançamento de efluentes gerados pelos processos produtivos. Existem diversas formas de utilização da água na indústria, como: matéria-prima, fluido de aquecimento ou resfriamento, geração de energia, fluido auxiliar, entre outros, e essas diversas utilizações acabam resultando em efluentes que necessitam de coleta, tratamento e destinação adequados (GONÇALVES, 2010).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define como poluição da água quando há alteração de seu estado ou em sua composição, e que já não reúna as condições necessárias para uso na qual estava destinada em suas condições naturais (COSTA; SILVA; MARTINS, 2009).

Telles e Guimarães (2007 citado por GONÇALVES, 2010) apontam que o controle da poluição da água varia de acordo com o uso a que ela é destinada, fazendo com que as principais fontes poluidoras sejam analisadas para diminuir seus efeitos degradantes.

Segundo Telles e Guimarães (2007 citado por GONÇALVES, 2010), pode-se dizer que a indústria utiliza-se da água para:

- **Consumo humano:** sanitários, vestiários, cozinhas, bebedouros, equipamentos de segurança como lava-olhos, e qualquer atividade com contato humano direto;
- **Matéria-prima:** a água pode ser incorporada ao produto final, como ocorre nas indústrias de cervejas e refrigerantes, de cosméticos, de alimentos e de fármacos;
- **Fluido auxiliar:** preparação de suspensões e soluções químicas, reagentes químicos, e operações de lavagem;
- **Geração de energia:** transformação de energia cinética, potencial ou térmica, acumulada na água, em energia mecânica e posteriormente em energia elétrica;
- **Fluido de aquecimento ou resfriamento:** utilização de água como fluido de transporte de calor para remoção de calor de misturas reativas ou outros dispositivos que necessitem de resfriamento devido à geração de calor;
- **Outros usos:** combate à incêndios, rega de áreas verdes, ou incorporação em diversos subprodutos gerados os processos industriais.



Harada (2006) aponta as seguintes características que os efluentes industriais podem apresentar:

- baixa ou alta carga orgânica;
- baixa ou alta carga de compostos inorgânicos;
- combinação das hipóteses anteriores.

Harada (2006) também enfatiza que através da remoção da carga poluidora do efluente, há a geração de lodos, que devem ser separados de acordo com suas características processuais, e são divididos da seguinte maneira:

- lodos primários provenientes de decantadores primários (têm maior carga poluidora, pois são extraídos no início do processo);
- lodos de processo de tratamento físico-químico;
- lodos secundários (processos biológicos aeróbios e anaeróbios);
- lodos provenientes de processos de filtração.

Esses lodos gerados podem apresentar as seguintes características (HARADA, 2006):

- lodo digerido ou estabilizado (sem atividade biológica);
- lodo não digerido (com capacidade biológica de remoção de carga orgânica biodegradável).

### ***2.1.3 Tratamento de efluentes***

Os resíduos industriais provenientes das atividades humanas devem ser tratados adequadamente em estações de tratamento de efluentes (ETE), com a função de remover o máximo de poluentes, minimizar os efeitos nocivos ao meio ambiente, prevenindo assim a poluição e protegendo a saúde pública (LAMBOLEZ et al, 1994; FERNÁNDEZ et al, 1995 citado por OLIVEIRA, 2009).

O tratamento de efluentes é de vital importância para todos os processos produtivos, pois a água pura ou em solução com outra substância tem a necessidade de tratamento (HARADA, 2006).

Segundo Harada (2006), grande parte das mudanças processuais ocorridas no interior das fábricas podem ser detectadas no processo de tratamento de efluentes, pois existe uma vasta gama de parâmetros envolvidos no tratamento de efluentes que podem ser controladas através de análises químicas e medições de pH, temperatura, vazão, etc.

Harada (2006) também salienta que qualquer alteração de processo, ocasionada por aumento de produção, manutenção em algum estágio deste processo ou alguma forma de desperdício de energia ou matéria-prima podem ser detectados na ETE através dos parâmetros de controle de tratamento como temperatura, pH, DQO (demanda química de oxigênio), DBO (demanda bioquímica de oxigênio), análise de metais, etc.

Os processos de uma estação de tratamento de efluentes são formados por operações unitárias com a finalidade de remover substâncias indesejáveis ao efluente a padrões aceitáveis, ou transformá-las em outras aceitáveis, de acordo com sua finalidade, seja para descarte em corpos d'água ou reuso (HARADA, 2006).

Segundo Harada (2006), os métodos de tratamento de efluentes podem ser divididos da seguinte maneira:

- **Métodos físicos de tratamento:** consiste na separação de sólidos grosseiros através de grades e peneiras, sólidos sedimentáveis através de caixas de areia e separadores de óleo e gorduras, que são separados por meio de decantação. Esse métodos protegem o sistema de tratamento contra possíveis entupimentos das tubulações, quebra de motores devido a presença de sólidos e materiais com viscosidade maior, prevenindo também possíveis desgastes de tubulações e bombas pelo contato com os materiais abrasivos.

- **Métodos físico-químicos:** abrange a coagulação-floculação para remoção de material coloidal, odor, ácidos, metais e óleos. Destinam-se a dar uma um nível de estética mais apropriado ao esgoto, e promover uma adequação do efluente para a etapa biológica.

- **Métodos biológicos:** através da oxidação do material orgânico biodegradável do efluente, através da ação de microrganismos aeróbios ou anaeróbios presentes no próprio esgoto. Seu objetivo é adequar o efluente a uma carga orgânica satisfatória para o próximo processo de tratamento, ou para seu descarte em corpos d'água. Para o lodo que é formado nesses processos, existe também a estabilização do lodo, que pode ser através de processos aeróbios ou anaeróbios, para a obtenção de um lodo com o mínimo possível de atividade oxidativa para uma destinação final livre de odor.

De acordo com Giordano (1999 citado por CARVALHO, 2006), o tratamento de efluentes pode ser dividido em três categorias:

- Tratamento primário – remoção de sólidos por sedimentação, flotação e filtração;
- Tratamento secundário – remoção de matéria orgânica dissolvida ou coloidal;
- Tratamento terciário – melhoria da qualidade e desinfecção da água tratada.

### **2.1.3.1 Processos de tratamento de efluentes**

Harada (2006) aponta as seguintes operações como principais no sistema de tratamento de efluentes:

- Gradeamento – processo em que o resíduo flutuante é removido através de retenção nas grades.

- Sedimentação – processo de remoção de sólidos por gravidade.

- Coagulação química – processo de desestabilização das cargas de partículas coloidais presente no efluente, formando assim flocos.

- Floculação química – processo em que há a união dos flocos formados pela coagulação química, facilitando a sedimentação.

- Flotação – remoção de sólidos suspensos a partir do aumento do empuxo dos mesmos no efluente através da adição de agentes químicos flotantes

- Filtração – remoção de substâncias do efluente através de materiais filtrantes, como membranas e areias.

- Absorção – transferência de massa no qual o contaminante é absorvido em material poroso.

- Neutralização química – adição de alcalinizantes ou acidificantes no efluente, levando o pH para faixas aceitáveis para o seu descarte.

- Desinfecção – eliminação de organismos patogênicos, pela ação de substâncias desinfectantes.

- Processo biológico - microorganismos aeróbios ou anaeróbios degradam a matéria orgânica biodegradável, utilizando-a para produtos finais mais simples.

### ***2.1.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio e Demanda Química de Oxigênio***

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) são métodos indiretos para determinação de matéria orgânica por meio da medição de oxigênio em corpos d'água (VON SPERLING, 2005).

Segundo von Sperling (2005), a DBO “está associada a fração biodegradável dos componentes orgânicos”. A DBO representa a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar, através de processo bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea, ou seja, do carbono orgânico biodegradável (VON SPERLING, 2005).

Von Sperling (2005) afirma que a estabilização completa da análise de DBO demora em torno de 20 dias, o que corresponde a Demanda Última de Oxigênio ( $DBO_u$ ), mas para evitar que o teste de laboratório fique sujeito a toda essa demora, e para poder comparar resultados, foi padronizado que a análise seja de 5 dias, numa temperatura de 20°C, obtendo-se assim uma DBO padrão, expressa por  $DBO_5^{20}$ .

O teste de DBO é feito determinando-se a concentração de oxigênio dissolvido (OD) da amostra, e cinco dias depois, com a amostra armazenada em um recipiente fechado e incubada a 20°C determina-se a nova concentração, reduzida devido ao consumo de oxigênio durante o período. A diferença entre os teores de OD representa o oxigênio consumido para a oxidação da matéria orgânica, sendo assim a  $DBO_5$  (VON SPERLING, 2005).

Já a DQO representa a quantidade de oxigênio necessária para realizar a estabilidade química da matéria orgânica carbonácea (VON SPERLING, 2005).

De acordo com von Sperling (2005), o teste da DQO mede o oxigênio consumido em relação à oxidação química da matéria orgânica, e a principal diferença entre a DBO e a DQO é que a primeira é relacionada a uma oxidação bioquímica da matéria orgânica, realizada somente por microrganismos, já a DQO é uma oxidação química da matéria orgânica, através de um oxidante em meio ácido.

Von Sperling (2005) salienta que a DBO e a DQO são os parâmetros mais importantes na caracterização do nível de poluição dos corpos d'água, podendo variar amplamente conforme o tipo de processo industrial, e se provenientes do tratamento de efluentes, variam em função do nível e do processo de tratamento.

### ***2.1.5 Disposição de efluente tratado em corpos d'água***

De acordo com o Artigo 18 do Decreto 8.468, de 8 de setembro de 1976, da Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, CETESB, existem várias restrições quanto às condições do efluente para ser devolvido aos corpos d'água.

**Artigo 18** - Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nas coleções de água, desde que obedeçam às seguintes condições:

- I – pH entre 5,0 (cinco) e 9,0 (nove);
- II – temperatura inferior a 40°C (quarenta graus Celsius);
- III – materiais sedimentáveis até 1,0 ml/l (um mililitro por litro) em teste de uma hora em "cone *imhoff*";
- IV – substâncias solúveis em hexano até 100 mg/l (cem miligramas por litro);

V – DBO 5 dias, 20°C no máximo de 60 mg/l (sessenta miligramas por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento);

VI – concentrações máximas dos seguintes parâmetros:

- a) Arsênico – 0,2 mg/l (dois décimos de miligrama por litro);
- b) Bário – 5,0 mg/l (cinco miligramas por litro);
- c) Boro – 5,0 mg/l (cinco miligramas por litro);
- d) Cádmio – 0,2 mg/l (dois décimos de miligrama por litro);
- e) Chumbo – 0,5 mg/l (cinco décimos de miligrama por litro);
- f) Cianeto – 0,2 mg/l (dois décimos de miligrama por litro);
- g) Cobre – 1,0 mg/l (um miligrama por litro);
- h) Cromo hexavalente – 0,1 mg/l (um décimo de miligrama por litro);
- i) Cromo total – 5,0 mg/l (cinco miligramas por litro);
- j) Estanho – 4,0 mg/l (quatro miligramas por litro);
- k) Fenol – 0,5 mg/l (cinco décimos de miligrama por litro);
- l) Ferro Solúvel ( $\text{Fe}^{2+}$ ) – 15,0 mg/l (quinze miligramas por litro);
- m) Fluoretos – 10,0 mg/l (dez miligramas por litro);
- n) Manganês solúvel ( $\text{Mn}^{2+}$ ) – 1,0 mg/l (um miligrama por litro);
- o) Mercúrio – 0,01 mg/l (um centésimo de miligrama por litro);
- p) Níquel – 2,0 mg/l (dois miligramas por litro);
- q) Prata – 0,02 mg/l (dois centésimos de miligrama por litro);
- r) Selênio – 0,02 mg/l (dois centésimos de miligrama por litro);
- s) Zinco – 5,0 mg/l (cinco miligramas por litro);

VII – outras substâncias, potencialmente prejudiciais, em concentrações máximas a serem fixadas, para cada caso, a critério da CETESB;

VIII – regime de lançamento contínuo de 24 (vinte e quatro) horas por dia, com variação máxima de vazão de 50% (cinquenta por cento) da vazão horária média.

§ 2º - Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes despejos ou emissões individualizados, os limites constantes desta regulamentação aplicar-se-ão a cada um destes, ou ao conjunto após a mistura a critério da CETESB.

§ 3º - Em caso de efluente com mais de uma substância potencialmente prejudicial, a CETESB poderá reduzir os respectivos limites individuais, na proporção do número de substâncias presentes.

§ 4º - Resguardados os padrões de qualidade do corpo receptor, a CETESB poderá autorizar o lançamento com base em estudos de impacto ambiental, realizado pela entidade responsável pela emissão, fixando o tipo de tratamento e as condições desse lançamento.

### ***2.1.6 Armazenamento de resíduos classe II***

O armazenamento dos resíduos de classe II devem estar em conformidade com a NBR 11174, da ABNT, devidamente classificados conforme NBR 10004, também da ABNT.

O local para o armazenamento do resíduo deve ter uma estrutura que faça com que o risco de contaminação seja o mínimo possível, e deve também ser aprovado pelo Órgão Estadual de Controle Ambiental (ABNT, 1990).

Segundo a ABNT (1990), o local a ser armazenado o resíduo deve levar em conta fatores como uso do solo, topografia, geologia, recursos hídricos, acesso, área disponível e meteorologia. Para o acondicionamento desse resíduo podem ser usados contêineres e/ou tambores, em tanques e a granel, conforme as características físicas do mesmo.

Na NBR 11174 da ABNT (1990), é apresentado que na execução e operação do local onde será feito o armazenamento dos resíduos sólidos não inertes, devem ser considerados aspectos referentes ao isolamento, sinalização, acesso à área, medidas de controle de poluição ambiental, treinamento de pessoal e segurança da instalação.

### ***2.1.7 Transporte de resíduos***

O transporte por meio terrestre de resíduos deve estar de acordo com a NBR 13221, da ABNT, de modo a evitar danos ao meio ambiente.

De acordo com a ABNT (2003), o transporte do resíduo deve ser realizado por meio de equipamentos adequados, em bom estado de conservação, para que, durante o transporte, não haja vazamento ou derramamento do resíduo. Durante o transporte o resíduo deve estar protegido de intempéries, acondicionado de forma adequada para evitar seu espalhamento em via pública.

O transporte de resíduos deve estar em conformidade com a legislação ambiental específica, e deve estar acompanhado dos documentos referentes ao controle ambiental pelo órgão competente, devendo informar as características como acondicionamento (ABNT, 2003).

### **2.1.8 Aterro industrial**

Segundo Viterbo Júnior (1998), aterro é uma maneira de disposição de resíduos no solo que, a partir de critérios de engenharia e normas operacionais específicas, tem o objetivo de garantir um confinamento seguro em termos de poluição ambiental e proteção à saúde pública, e sua construção deve evitar exalação de odores, fumaças, gases tóxicos e poluição das águas superficiais, ou poluição do solo e das águas subterrâneas.

Viterbo Junior (1998) ainda salienta que o aterro deve estar localizado a um mínimo de 5 metros acima do lençol freático, e também dispor de duas camadas de proteção, garantindo assim sua impermeabilização. Deve ter ainda um sistema de drenagem de águas pluviais e percolado, para que haja sua captação e tratamento.

Para Viterbo Junior (1998), ainda que o aterro sanitário seja a opção mais barata para o destino final dos resíduos, não pode haver a disposição dos seguintes dejetos:

- resíduos líquidos;
- resíduos que possam liberar gases explosivos ou venenosos;
- resíduos radioativos;
- resíduos de má compactação;
- resíduos com odor intenso;
- resíduos com substâncias altamente tóxicas;
- resíduos com solventes orgânicos;
- resíduos que gerem reações exotérmicas com a água;
- resíduos com substâncias altamente inflamáveis.

Outra desvantagem em se utilizar do aterro industrial para o descarte de resíduos é que ele indisponibiliza a área para construção ou ampliação, havendo a necessidade de ser interditado por um período de até 100 anos após ter sido completamente preenchido com resíduos (VITERBO JÚNIOR, 1998).

### **2.1.9 Incineração**

“A incineração é um método de disposição de resíduos que se utiliza da decomposição térmica via oxidação, com o objetivo de tornar o resíduo menos volumoso, menos tóxico ou atóxico ou ainda eliminá-lo, em alguns casos” (VITERBO JÚNIOR, 1998).

Segundo Viterbo Júnior (1998) as instalações podem variar de pequenas unidades de incineração de tipos específicos de resíduos, até grandes unidades para também incineração de combinações de resíduos. Estas instalações requerem equipamentos de controle de poluição do ar, e também da água de lavagem dos gases, e o que determina como os resíduos devem ser misturados, estocados e introduzidos no incinerador são as características destes e seu comportamento durante a combustão.

## 2.2 Qualidade

Analisando as perspectivas atuais do mercado, a crescente busca pela competitividade, e a necessidade de sustentabilidade ambiental, as empresas estão buscando melhorias tanto no que diz respeito ao contato com clientes quanto às melhorias nos processos de preservação ambiental (JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010).

De acordo com Shigunov Neto e Campos (2004 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010) “[...] a qualidade tem origem do latim ‘*qualitate*’ e significa propriedade, característica”, podendo designar atributo ou condição às coisas ou pessoas, distinguindo-as ou determinando-lhes a natureza.

A qualidade também pode ser definida como o valor do bem ou serviço, onde é quantificado o nível de satisfação do consumidor em relação a alguns itens, tais como confiabilidade, durabilidade, estética, entre outros, em que os clientes levam em conta dependendo das diferentes características dos produtos e serviços (COSTA et al., 2004, GATTHER; FRAZIER, 2002 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010).

Segundo Slack et al. (1999 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010) “[...] há uma consciência de que bens e serviços de alta qualidade podem fornecer a uma organização considerável vantagem competitiva [...]”, ou seja, a qualidade é considerada por muitos como o fator que é determinante para a escolha do produto ou serviço pelos consumidores, às vezes desconsiderando fatores como custo do produto, devido a sua atual credibilidade.

Para Rissatto (2009 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010), redução de custos devido à racionalização dos processos, diminuição dos desperdícios, eliminação do retrabalho, fim da burocracia e controles desnecessários, e direção a ser seguida, são fatores alcançados a partir da efetivação do compromisso com a qualidade na empresa, aproximando esta de sua clientela e aumentando a melhorando o sistema de troca de informações, podendo conduzir a inovações e melhorias em tecnologias e processos garantidos.



Em vários segmentos da indústria são sentidos alguns reflexos como o aumento da competitividade, a disponibilidade de novas tecnologias gerenciais, e uma mudança comportamental do mercado consumidor, que cada vez mais aumenta a exigência da qualidade e o nível de informação (VENANZI, 2000 citado por ALIGLERI, 200\_).

Segundo Venanzi (2000 citado por ALIGLERI, 200\_), a responsabilidade social das empresas acaba por se transformar em um sistema de gestão interorganizacional, envolvendo a integração dos diversos processos, desde suprimentos até o destino final do produto, o que significa uma considerável mudança de valores.

### ***2.2.1 Logística***

Segundo Ballou (2004), Logística é um processo que inclui todas as atividades importantes para disponibilizar bens ou serviços aos consumidores quando e onde estes quiserem, envolvendo o planejamento e controle, e abrangendo todo o fluxo no acompanhamento das mercadorias, desde o momento da obtenção da matéria-prima até o seu descarte.

Já Moura (2006), define logística como um processo do gerenciamento do fluxo de produtos, serviços e informação, entre clientes e fornecedores ou vice-versa, levando os produtos e serviços aos clientes, onde quer que estejam, nas melhores condições.

Moura (2006) ainda defende que a logística é vital não só para os consumidores e organizações, como também para a economia em geral, por várias razões, nomeadamente por ter uma enorme dispersão geográfica de clientes e fornecedores, com a necessidade de ofertas compatíveis com a procura, o que proporciona aos clientes os bens ou serviços que necessitam, e assegura às empresas que sua produção seja escoada, para além do abastecimento de matérias-primas e outros *inputs* que são utilizados nas operações de produção.

### ***2.2.2 Rastreabilidade***

Segundo Juran (1991 citado por MACHADO, 2000), de acordo a Norma A3 da ANSI/ASQC, Terminologia dos Sistemas da Qualidade (1987), define-se rastreabilidade como: “[...] a possibilidade efetiva de estabelecer o conjunto de acontecimentos ao longo do tempo e das ações, utilização ou localização de um item ou atividade e itens ou atividades semelhantes através de informações devidamente registradas”.

Gryna (1992 citado por MACHADO, 2000) conceitua rastreabilidade como “a capacidade de preservar a identidade do produto e suas origens”.

Segundo Machado (2000), a norma NBR ISO 8402/1994 define rastreabilidade como a capacidade de localização de uma entidade por meio de identificações registradas, através da recuperação do histórico e sua aplicação. Devido sua complexidade, a rastreabilidade somente deve ser utilizada quando for necessária para um sistema de qualidade.

### **2.2.3 Certificação ISO 9000**

Segundo Martins e Laugeni (2006 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010) o sistema ISO 9000 foi desenvolvido pela *International Organization of Standardization* (Organização Internacional para Padronização), com sede em Genebra, na Suíça, voltada para a padronização e qualidade. Foi criada em 1947 com o objetivo de auxiliar na coordenação internacional, e na unificação da padronização técnica, e atualmente também à normalização dos padrões referentes à gestão (VALLS, 2004 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010).

A série denominada ISO 9000 se constituía de seis normas principais (ROTH, 1998 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010):

- ISO 8402 – definições e conceitos;
- ISO 9000 – diretrizes para seleção e uso das demais normas;
- ISO 9001 – modelo de sistema para garantia da qualidade nos processos (projeto, desenvolvimento, produção e entrega dos produtos);
- ISO 9002 – modelo de sistema para garantia da qualidade em produção e entrega dos produtos;
- ISO 9003 – garantia em testes e inspeção final;
- ISO 9004 – diretrizes para gestão da qualidade.

A partir de dezembro de 2003, as normas NBR ISO 9001, 9002 e 9003 foram convertidas para a ISO versão 2000 (VALLS, 2004 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010). A versão atual da norma é a NBR ISO 9001:2008, com foco principal no atendimento aos requisitos do cliente.

### **2.2.4 Certificação ISO 14000**

De acordo com Stevenson (2001 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010), em 1996 foi criada a ISO 14000, que é um conjunto de normas com o intuito de avaliar o desempenho de uma empresa em relação a sua responsabilidade ambiental. Foi desenvolvida também para ser a base de um sistema de gestão ambiental de uma empresa, onde deverão estar envolvidos a política, planos e ações da mesma (MARTINS; LAUGENI, 2006 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010).

Segundo Stevenson (2001 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010), para a obtenção do certificado, as empresas precisam se basear nos seguintes padrões:

- Sistemas de gerenciamento – integração de todos os sistemas de gerenciamento da empresa, voltados à responsabilidade ambiental;
- Operações – aproveitamento de recursos e energia;
- Sistemas ambientais – análise e avaliação de emissões, efluentes e outros fluxos de resíduos industriais.

Deve-se levar em conta que a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental precisa estar de acordo com a legislação ambiental vigente no local, e o comprometimento para melhoria contínua no setor ambiental (MARTINS; LAUGENI, 2006 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010).

A partir da implantação da norma ISO 14000, é desencadeado todo um processo de mudança cultural, em relação às ações de preservação e sustentabilidade ambiental nas organizações (JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010).

Para Valle (2004), a conciliação das características ambientais dos produtos e serviços com os paradigmas da conservação ambiental tem sido um requisito essencial para a competitividade das organizações e para manterem posições comerciais conquistadas.

Valle (2004) também aponta que um dos méritos das normas ISO 14000 é a uniformização das rotinas e dos procedimentos que são necessários para a certificação ambiental da organização, cumprindo um roteiro-padrão de exigências válido internacionalmente. A norma da série que orienta esse tipo de certificação é a ISO 14001, a qual denomina-se Sistemas de Gestão Ambiental – Especificação e Diretrizes para Uso.

De acordo com Valle (2004), para a empresa adquirir a certificação ambiental, deve-se cumprir três exigências básicas expressas na norma ISO 14001 (norma certificadora da série ISO 14000):

- ter implantado um SGA;
- cumprir a legislação ambiental aplicável ao local de instalação;
- e assumir um compromisso para melhoria contínua de sua performance industrial.

Há a recomendação de que uma organização faça a identificação dos aspectos ambientais dentro do escopo de seu SGA, levando-se em consideração as entradas e saídas associadas às suas atividades, produtos e serviços presentes, passados, planejados ou de novos desenvolvimentos, ou também associadas a atividades, produtos e serviços novos ou modificados (ABNT, 2004).

A ABNT (2004) também apresenta que a organização deve estabelecer, implementar e manter objetivos e metas ambientais documentados, nas funções e níveis relevantes na organização, devendo ser mensuráveis, específicos e coerentes com a política ambiental, recomendando-se que os objetivos considerem questões de curto e longo prazo.

Segundo a ABNT (2004), a documentação de um SGA deve incluir:

- política, objetivos e metas ambientais;
- descrição do escopo do sistema de gestão ambiental;
- descrição dos elementos do SGA, interação e referência aos documentos associados;
- documentos requeridos por esta norma;
- documentos, incluindo registros, determinados pela organização como sendo necessários para assegurar o planejamento, operação e controle eficazes dos processos que estejam associados com seus aspectos ambientais significativos.

Não é necessário ter a certificação ISO 9000 para aderir à norma ISO 14001 e vice-versa, pois são sistemas diferentes, embora ambos podem gerar economias de escala quanto à documentação e à prática de auditorias periódicas que esses sistemas exigem (VALLE, 2004).

Valle (2004) afirma que “a decisão de uma organização de aderir às normas da série ISO 14000 constitui certamente um importante passo para a conscientização ambiental de todos os seus colaboradores, influenciando, dessa forma, seus fornecedores e clientes”.

Gavronski (2003 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010) conclui que, de acordo com dados levantados, empresas brasileiras certificadas pela NBR ISO 14000 tiveram benefícios em relação à capacitação de redução no consumo de água, energia e matéria-prima, capacitação de redução da geração de resíduos e poluentes, e capacitação na redução de acidentes de caráter ambiental.

A partir da NBR ISO 14000, foi desenvolvida também a ISO 19011, responsável pela auditoria ambiental, que pode ser definida como um conjunto de ações organizadas com a intenção de analisar e avaliar a relação entre a produção e o meio ambiente (ABNT, 2002).

Segundo a NBR ISO 19011 (ABNT, 2002), esta orienta sobre os princípios de auditoria, gestão de programas de auditoria, realização de auditorias de sistema de gestão de qualidade e de gestão ambiental, e também busca a orientação sobre a competência de auditores de sistemas de gestão da qualidade ambiental.

As normas relativas às auditorias ambientais tem um importante papel no sistemas das normas ISO 14000, pois asseguram a credibilidade a todo o processo de certificação ambiental, e cobrem não apenas os procedimentos para a auditoria do SGA, como também define os critérios para a qualificação dos auditores ambientais que dela participarão (VALLE, 2004).

### ***2.2.5 Sistema de Gestão Ambiental***

Cada vez mais tem aumentado o número de empresas que tem voltado o olhar para o meio ambiente, já que a conservação do ecossistema e as condições de crescimento sustentável estão sendo integradas as expectativas dos *stakeholders*, considerando esta visão como um fator de grande importância para a competitividade a longo prazo (CAGNO et al., 1999 citado por AVILA; PAIVA, 2006).

Avila e Paiva (2006) afirmam que vários fatores como proteção ambiental, aumento do custo de matéria-prima e recursos naturais, e políticas legislativas mais pró-ativas vem causando impactos na economia da empresa, onde a competitividade e seus resultados são afetados, exigindo revisões nos atuais sistemas de gestão, onde o sistema de gestão ambiental pode atuar para futuras melhorias.

Segundo Porter (1999 citado por AVILA; PAIVA, 2006), o SGA (Sistema de Gestão Ambiental) é uma estrutura organizacional, utilizada por empresas de diversos ramos de atividades, para de certo modo gerenciar todo o controle das atividades que afetam o meio ambiente natural em que se encontram.

Ridgway (1999 citado por AVILA; PAIVA, 2006) defende que o SGA disponibiliza ferramentas que visam estabelecer mudanças através de técnicas e processos ordenados, e Epstein e Roy (1998 citado por AVILA; PAIVA, 2006) ainda acrescentam que o SGA tem grande importância na melhoria do desempenho e também ajuda na identificação e possível gestão das obrigações e riscos ao ambiente.

É neste contexto em que se encontra o sistema de gestão padronizado internacional buscado pelas empresas, a ISO 14001, que está contida em um conjunto de normas aplicadas ao SGA da NBR ISO 14000, onde as empresas podem obter esta certificação por organismos independentes (EPSTEN; ROY, 1998; RONDINELLI; VASTAG, 2000 citado por AVILA; PAIVA, 2006).

### **2.3 Sistemas de Informação**

De acordo com Primak (2009), sistemas são “[...] sequências lógicas de comando e instruções que servem para obter resultados específicos”.

Gonçalves (2010), define sistemas de informação como “[...] programas que coletam, processam, armazenam, analisam e disseminam informações para um fim específico”.

Segundo Gonçalves (2010), os sistemas de informação podem subdividir-se em três itens:

- Dado: unidade da informação, descrição elementar de coisas, atividades e transações registradas, classificadas e armazenadas, mas sem organização e significado.

- Informação: dados que foram organizados que passam a ter valor e significado em um contexto.

- Conhecimento: informações processadas para transmissão de experiência, aprendizagem acumulada e prática, aplicados a um problema ou atividade empresarial.

As informações são geradas através de três atividades (LAUDON; LAUDON, 2007 citado por GONÇALVES, 2010):

- Entrada: coleta de dados brutos.
- Processamento: organização e tratamento dos dados para obter um significado.
- Saída: transferência das informações aos usuários dos sistemas de informação.

Para Primak (2009) pode-se separar os sistemas em cinco grandes grupos:

• Operacionais: controla a operacionalização do computador, demais equipamentos e outros sistemas.

• Administrativos: auxilia nos processos de gestão, pessoas ou de empresas.

• Específicos: para uma determinada função administrativa.

• Gerenciadores de banco de dados: controla e administra os dados inseridos nestes através de programas específicos.

- **Segurança:** garante a integridade e segurança de todas as informações que são armazenadas no computador.

Segundo Primak (2009), o principal objetivo dos Sistemas de Informação é a satisfação dos clientes internos e externos da empresa.

Segundo Turban, Rainer e Potter (2007 citado por GONÇALVES, 2010), os sistemas de informação servem para a obtenção informações, para que sejam usadas pelas pessoas certas, no momento certo, na quantidade certa e nos formatos corretos.

### ***2.3.1 Planilha Eletrônica***

Segundo Silva (2009), planilha eletrônica é um programa de computador, que tem em sua constituição uma coleção de fileiras e colunas, expostas em uma janela.

A maior das vantagens do uso da planilha eletrônica é a possibilidade de construir fórmulas, podendo ser relacionados valores digitados em células (cruzamento de fileira com coluna) diferentes, e as fórmulas são recalculadas caso modificados os valores (SILVA, 2009).

A planilha eletrônica é um dos softwares mais utilizados por profissionais que trabalham com cálculos (financeiros, contábeis, estatísticos e científicos), e é adotado por empresas com o intuito de agilizar e facilitar o controle de dados através de tabelas por exemplo (MARTINS, 2007).

Segundo Martins (2007), as funções de uma planilha eletrônica são a organização de dados (tabulação), produção de gráficos, realização de cálculos, criação de arquivos-base para utilização em bancos de dados, e muitas outras funções que podem variar de acordo com o tipo e fabricante.

“A planilha é o substituto eletrônico das ferramentas tradicionais de planejamento, como o lápis e a borracha, a folha do contador e a calculadora” (SILVA, 2009). A planilha eletrônica ainda pode ser usada também como um gerenciador de banco de dados.

#### **2.3.1.1 Excel**

Segundo Moraz (2006), o Microsoft Excel é um aplicativo desenvolvido para a confecção, manipulação e controle de planilhas eletrônicas, também chamadas de tabelas, que organizam as informações e demonstrativos de valores relativos às mais diversas aplicações. De acordo com a inserção de valores em uma determinada fórmula, todos os tipos de cálculos,

simples e complexos, podem ser realizados, permitindo um ajuste automático nos valores que estiverem ligados à função, e também há a possibilidade de gerar vários tipos de gráficos, recurso esse utilizado para exibição de resultados de forma mais simples (MORAZ, 2006).

A interface do Excel oferece um ambiente amigável e de uma manipulação simples, onde seus recursos de ajuda para questões sobre seu programa e suas funções podem ser acessados instantaneamente (MORAZ, 2006).

O Microsoft Excel foi lançado no ano de 1987, fazendo parte do pacote Microsoft Office, e desde lá ele vem sendo modificado constantemente, não só para melhorar sua interface e desempenho das ferramentas existentes, como também visa acrescentar novos recursos que possam cada vez mais simplificar a interação com o usuário, aumentar a segurança e confiabilidade, e ampliar a quantidade de tarefas que podem ser realizadas pelo aplicativo (MORAZ, 2006).

Segundo Moraz (2006), a planilha do Excel é dividida em células, que são formadas pela interseção de linhas com colunas. Cada linha é numerada seqüencialmente na parte esquerda da janela (eixo y), e as colunas são identificadas por letras do alfabeto em ordem crescente, na parte de cima da tabela (eixo x). Ao todo existem 65.536 linhas e 256 colunas no Excel (MORAZ, 2006).

Na maioria das vezes, as células de uma planilha eletrônica recebem dados pequenos como nomes, números de telefone, siglas, quantias de dinheiro, datas, horários, dentre outros (MORAZ, 2006).

Ainda de acordo com Moraz (2006), com o auxílio de aplicativos como o Excel, o controle de dados através de planilhas eletrônicas tornou-se muito mais rápido e intuitivo, pois basta abrir o programa pelo computador que ele estará pronto para receber as informações a serem inseridas.



### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Materiais**

No desenvolvimento da pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

- Softwares Word® e Excel® (Windows XP®);
- Micro-computador Athlon® 2.8 GHz;
- Impressora HP Deskjet 4480;
- Pen-drive de 4GB;
- Máquina fotográfica digital marca Sony, com definição de 4.1 MP.

#### **3.2 Métodos**

A metodologia aplicada tem como base as características de uma pesquisa qualitativa, visando atingir o objetivo proposto (GIL, 1995; MATTAR, 1997 citado por OLIVEIRA, 2006). Esse método foi escolhido pela possibilidade de descrever as funcionalidades do meio a ser estudado e dos dados fornecidos do processo, gerando assim uma relação das características entre os seres humanos e suas intrincadas relações sociais (OLIVEIRA, 2006).

Os dados da pesquisa foram obtidos através do método indutivo, onde o objetivo da informação é levar a conclusão em que o conteúdo é maior que o das premissas em que são baseadas (MARKONI; LAKATOS, 2007).

A pesquisa também é considerada de caráter exploratório, pois de acordo com Koche (2000 citado por OLIVEIRA, 2006), esse tipo de pesquisa é um processo que utiliza da

investigação e que é caracterizado por identificar a natureza do objeto de estudo, e também apontar os pontos essenciais das variáveis.

No desenvolvimento da metodologia da pesquisa, foi aplicado um formulário elaborado de forma estruturada, com perguntas abertas e fechadas, dirigidas ao entrevistado que é o responsável técnico pelo setor de Resíduos Industriais da empresa, tendo o conhecimento de todo o processo da ETE, da captação do efluente ao destino final, e da análise da atual situação. Com os dados obtidos pelas respostas, foi feita a análise desse conteúdo, e foram verificadas as relações destas variáveis, de acordo com a necessidade de aplicação da informação, pelo modelo adotado como base.

A entrevista foi realizada na própria empresa, no dia 30 de setembro de 2010, às 9 horas da manhã, e tiveram como abordagens os fatores relativos a todo o processo da ETE, os aspectos ambientais quanto à visão da empresa e a análise quanto às características do serviço do entrevistado. Também foi feita a observação de todo o processo de tratamento, registrando os dados em fotografias e anotações, com o acompanhamento e detalhamento do operador da ETE.

A partir da análise dos dados obtidos e da observação de documentos relativos ao controle e monitoramento de efluentes industriais, e do próprio processo em si, foi feito um estudo visando a melhoria em todo o sistema de tratamento, com um enfoque nas normas e procedimentos da NBR ISO 14001, utilizando o auxílio de uma planilha eletrônica do Microsoft Excel para identificação de possíveis problemas no processo, e principalmente a rastreabilidade desse resíduo. Os dados inseridos nessa planilha e através do tratamento destes, deram origem aos gráficos e tabelas para uma melhor visualização dos resultados.

A Figura 1 apresenta a tela inicial do programa elaborado no Microsoft Excel.

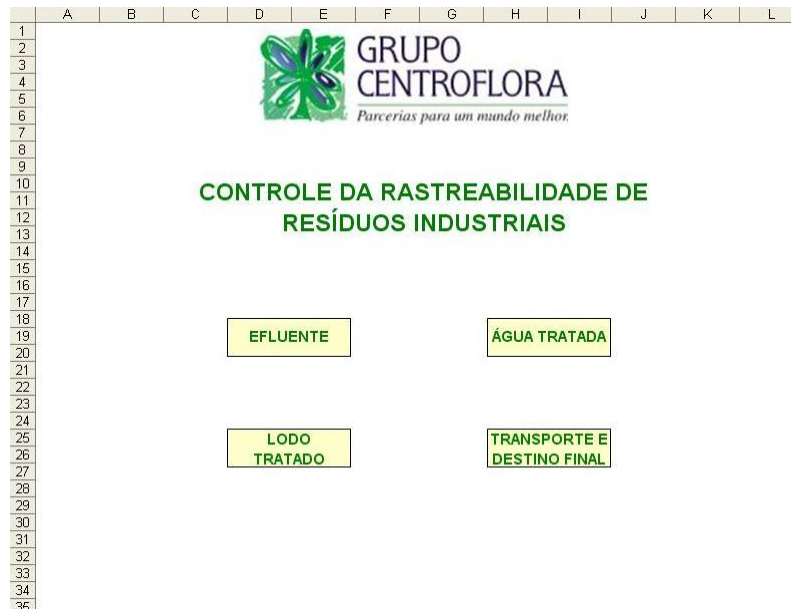


Figura 1 - Tela de apresentação do programa.

O programa possui os seguintes campos na barra de menu:

- Efluente;
- Água tratada;
- Lodo tratado;
- Transporte e destino final.

A ferramenta foi escolhida por apresentar uma sua simplicidade e eficiência em suas operações, e também por oferecer um interface amigável.

### 3.3 Estudo de Caso

#### 3.3.1 Apresentação da empresa

A empresa Anidro do Brasil Extrações Ltda. foi criada em 1993 para com seus serviços atender aos ramos das indústrias alimentícias, farmacêuticas e cosméticas, através do desenvolvimento de extratos vegetais e da desidratação de ingredientes naturais.

A empresa faz parte do Grupo Centroflora, fundado em 1957 na cidade de São Paulo, contando com a experiência trazida da Europa pelo fundador, que inovou a produção de extratos fitoterápicos para o mercado brasileiro. A Centroflora foi pioneira no desenvolvimento de extratos secos de plantas medicinais (processo de secagem por atomização) destinados á indústria farmacêutica, que até então conhecia apenas extratos

líquidos e moles, os quais eram transformados em comprimidos após um difícil processamento tecnológico. Em junho de 2001, a Centroflora transferiu sua planta de extração para onde se encontra hoje a empresa Anidro (empresa do estudo de caso em questão).

A Anidro dispõe de mão-de-obra qualificada contando com aproximadamente 170 funcionários, e no setor de produção os operadores são qualificados através de um curso oferecido pela empresa em parceria com uma empresa de serviços de aprendizagem industrial, com o título de operador de processos técnicos e fitoquímicos. Também dispõe de infraestrutura e tecnologia necessárias para a secagem de extratos fluidos e de polpas vegetais sem que hajam degradação de seus princípios ativos ou perda de suas propriedades nutricionais através de seu processo. A empresa tem capacidade para desidratar 100 toneladas de pó por mês, e está equipada com tanques de preparo de soluções, homogeneizador de alta pressão, pasteurizador de placas e dois equipamentos tipo *Spray Drier* (atomizador), sendo todos estes equipamentos fabricados em aço inox 304.

Atualmente a empresa segue as Boas Práticas de fabricação (BPF), está certificada pelo Instituto Biodinâmico (IBD) credenciado pela Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica (*International Federation of Organic Agriculture Movements - IFOAM*) para secagem de extratos orgânicos. É também certificada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture – USDA*), pela ECOCERT, e também possui certificado *Kosher*, que indica que os produtos obedecem às leis judaicas. Nos últimos anos a empresa conquistou a certificação ISO 9001, relativa às normas de padronização de trabalhos de diversos ramos de atividades, e certificação ISO 22000, norma que diz respeito à padronização de trabalhos específicos sendo utilizados em empresas de produtos alimentícios para a gestão da segurança alimentar (APPCC).

A Anidro está localizada a 230 Km a oeste da cidade de São Paulo, no Pólo Industrial da cidade de Botucatu, tendo optado por esta região por sua qualidade de vida, mão-de-obra especializada e condições favoráveis de acesso através das rodovias que servem a região.

### ***3.3.2 Estação de Tratamento de Efluentes***

A empresa conta com uma estação de tratamento de efluentes e água, cuja rede é ligada aos setores produtivos da empresa (captação do efluente gerado nos processos da Extração e Secagem), e também aos demais setores (captação do esgoto proveniente da cozinha, refeitório e sanitários).

O tratamento do resíduo industrial pode ser dividido nas seguintes etapas: tratamento primário ou físico-químico (realizado na ETE), tratamento secundário ou biológico (realizado na ETE) e tratamento terciário (realizado na ETA).

O tratamento primário, ou físico-químico, se inicia com a captação do efluente bruto, e a seguir passa por uma peneira estática, cujo objetivo é a remoção de sólidos contidos neste. Após a peneiração, o efluente vai para o tanque de equalização, onde através de aeradores é feita uma agitação, e por uma bomba pneumática a água é bombeada para um tanque, onde é feita a dosagem de policloreto de alumínio (PAC) para o controle do pH do efluente, de acordo com os padrões estabelecidos (entre 5,0 e 9,0). Após esse controle do pH, o efluente vai para um tanque de mistura rápida, onde se dosa o cloro, e em seguida vai para o tanque de floculação, onde é dosado o polímero para realizar a floculação completa, que será feita no tanque de sedimentação. A água separada nessa fase vai para a lagoa anaeróbia, e o lodo é transferido para o adensador, onde através desse adensamento é feito um preparo desse lodo para o envio a decanter, equipamento que através de um processo centrífugo, realiza a separação do sólido e líquido, fazendo assim toda a compactação do lodo.

No tratamento secundário, também denominado tratamento biológico, o efluente permanece na lagoa anaeróbia por um período de sete dias, a partir daí a água é bombeada para os tanques de aeração, onde é feito um processo de degradação desse resíduo através da ação de bactérias presentes no tanque. O efluente sanitário (esgoto proveniente da cozinha, refeitório e sanitários) é bombeado para o tanque de aeração, se misturando com a água em tratamento na lagoa anaeróbia, onde há a ação de bactérias em um período de cinco dias, e após isso o efluente é transferido para outro tanque de sedimentação, onde a parte líquida é enviada a etapa seguinte do tratamento, e o lodo decantado retorna para o tanque de aeração até atingir a idade necessária para seu descarte, onde é enviado então para um tanque adensador, e após esse ciclo é destinado ao processo da decanter.

O tratamento terciário é responsável pela última fase do tratamento da água, sem levar em consideração a parte sólida (lodo). Primeiramente a água recebe uma carga de cloração, cujo objetivo é alinhar os microrganismos nela presentes. Após esse processo de cloração, a água passa por uma torre de aeração a base de carvão, com o objetivo de iniciar a absorção de cloro. Em seguida a água vai para um tanque de mistura rápida onde são acrescentados diversos itens (como sulfato de alumínio, hidróxido de cálcio, polímero aniônico e policloreto de alumínio) para que haja sua floculação. A água então é enviada a um filtro de areia para a eliminação de qualquer resíduo presente nela, finalizando assim o seu tratamento.

### ***3.3.3 Armazenagem, transporte e destinação final do resíduo industrial***

A partir do momento em que o lodo é compactado pelo decanter, esse lodo é levado para uma caçamba localizada no pátio de resíduos industriais da empresa, onde ficam dispostos os materiais recicláveis e que ofereçam algum perigo no seu descarte. Essa caçamba tem capacidade para aproximadamente 10 toneladas de lodo, o que é gerado em cerca de um mês, e é acondicionada de forma totalmente segura, protegida por uma lona. Quando alcança seu limite, o responsável pelo setor comunica a empresa responsável pelo transporte da caçamba para que a busque no outro dia.

No outro dia, no momento em que o caminhão chega à empresa, ele deixa uma nova caçamba no local e carrega a outra cheia. É feito um *check-list* para verificar as condições do transportador quanto a segurança do transporte do resíduo e aos documentos pertinentes a esse transporte, devendo estar de acordo com as normas exigidas para tal.

Após todo o processo de carregamento da caçamba e de documentação, o caminhão sai da empresa acompanhado por um veículo da própria empresa guiado por um dos funcionários do setor de Resíduos Industriais. Todo esse acompanhamento visa um maior controle desse sistema, considerando este um fator importante no sistema de gestão ambiental da empresa.

O transporte é realizado até a cidade de Paulínia, onde existe um aterro específico para o descarte deste tipo de resíduo, contendo toda tecnologia, infra-estrutura e mão-de-obra especializada para o manejo destes. Após todo o descarregamento da caçamba no local previamente destinado e a devida verificação dos documentos, o funcionário da empresa retorna à cidade de Botucatu.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Geração de resíduo

A geração do efluente proveniente dos setores produtivos está diretamente ligada a variedade de processos e também a variedade de produção, onde são utilizados os mesmos equipamentos para os diversos lotes de produtos. A Tabela 1 demonstra a quantidade de efluente tratado de janeiro a agosto de 2010.

Tabela 1 - Efluente tratado de janeiro a agosto de 2010.

Meses	Efluente tratado (m <sup>3</sup> )
Janeiro	2088
Fevereiro	2072,5
Março	1640
Abril	1539,5
Maió	1900
Junho	1682,5
Julho	1550
Agosto	893,5
<b>Total</b>	<b>13366</b>

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Considerando que a ETE tem uma capacidade de tratamento de aproximadamente 5 m<sup>3</sup> (metros cúbicos) para cada hora trabalhada da estação, todo o efluente é tratado, com uma grande eficiência no processo físico-químico até o lodo compactado pelo decanter, o que confirma observações realizadas por Harada (2006) onde coloca que os processos de uma estação de tratamento de efluentes são formados por operações unitárias com a finalidade de

remover substâncias indesejáveis ao efluente a padrões aceitáveis, ou transformá-las em outras aceitáveis, de acordo com sua finalidade, seja para descarte em corpos d'água ou reuso.

A Figura 2 apresenta a variação do efluente tratado no período de janeiro a agosto de 2010.

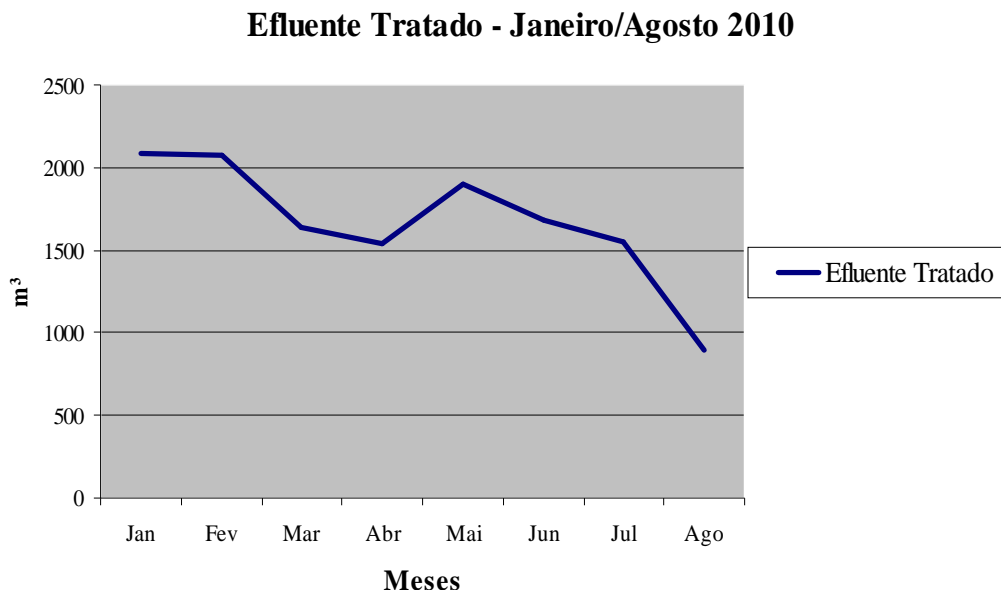


Figura 2 - Efluente tratado de Janeiro a Agosto de 2010.

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Na Figura 2 é possível analisar a variação da quantidade de efluente tratado pela ETE, devendo-se principalmente aos seguintes fatores:

- Variedade de produção – a quantidade de efluente é diretamente proporcional a variedade de lotes de itens a serem produzidos, pois para cada lote a ser produzido, principalmente se forem produtos diferentes, na preparação dos equipamentos para a produção (*set-up*), estes sofrem um forte processo de limpeza, constituído basicamente de água e alguns produtos químicos dissolvidos, além da própria água utilizada nos processos de extração, que são destinadas a rede de efluentes da empresa.

- Padronização da produção – se a produção for contínua, mas o item a ser produzido for o mesmo, as paradas para limpeza de equipamentos será menor, resultando assim numa geração de efluentes menor comparada a uma produção mais variada.

- Volume de produção – quanto maior a produção, conseqüentemente mais efluente será gerado no processo.

No período de fevereiro a abril houve uma queda de mais de 400 m<sup>3</sup> de efluente devido a produção de um determinado extrato vegetal que estava ocupando uma grande faixa



da escala de produção definida pelo PCP (Planejamento e Controle da Produção) da empresa no período. De abril a maio houve um acréscimo de cerca de 360 m<sup>3</sup>, pois começaram a ser produzidos mais itens, resultando assim em mais limpeza de equipamentos e uso da água na produção em si. A partir de junho houve outra queda na geração de efluentes decorrente de uma queda no volume de produção, e principalmente a pouca variedade de produção. Harada (2006) aponta essa variação da quantidade de efluentes pelo fato de que qualquer alteração de processo, ocasionada por aumento de produção, manutenção em algum estágio deste ou alguma forma de desperdício de energia ou matéria-prima podem ser detectados na ETE também, além da quantidade de efluente gerado, através dos parâmetros de controle de tratamento como temperatura, pH, DQO, DBO, análise de metais, etc.

A partir dessa análise, Harada (2006) ainda aponta que grande parte das mudanças processuais ocorridas no interior das fábricas podem ser detectadas no processo de tratamento de efluentes, pois existe uma vasta gama de parâmetros envolvidos no tratamento de efluentes que podem ser controladas através de análises químicas e medições de pH, temperatura, vazão, etc.

#### ***4.1.1 Água tratada***

Para que a água tratada pela estação seja descartada adequadamente na natureza, é necessário que suas características estejam em conformidade com o Artigo 18 da CETESB, do Decreto Estadual 8468/76, que refere-se aos padrões de lançamentos para efluentes. A Tabela 2 mostra a análise da água tratada no mês de julho de 2010, realizada por uma empresa responsável por este tipo de serviço, onde existem dois limites de controle quanto aos resultados obtidos, o Limite de Quantificação (LQ), que leva em consideração as diretrizes de análise da própria empresa responsável por esta, e o Valor Máximo Permitido (VMP), que leva em consideração os padrões para lançamento de efluentes do Artigo 18 da CETESB.

Tabela 2 - Resultados de amostra da água

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>LQ</b>	<b>Resultados analíticos</b>	<b>Artigo 18 - VMP</b>
pH (a 20°C)	---	0 - 14	7,82	5,0 - 9,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/l	0,3	< 0,3	1
Óleos e graxas totais	mg/l	2	< 2	100
DBO	mg/l	26	148	60
DQO	mg/l	100	292	---
Arsênio	mg/l	0,01	< 0,01	0,2
Bário	mg/l	0,01	< 0,01	5
Boro	mg/l	0,01	0,021	5
Cádmio	mg/l	0,001	< 0,001	0,2
Chumbo	mg/l	0,01	< 0,01	0,5
Cianeto	mg/l	0,1	< 0,1	0,2
Cobre	mg/l	0,005	0,01	1
Cromo Hexavalente	mg/l	0,01	< 0,01	0,1
Cromo	mg/l	0,01	< 0,01	5
Estanho	mg/l	0,01	< 0,01	4
Índice de fenóis	mg/l	0,02	< 0,02	0,5
Ferro Dissolvido	mg/l	0,01	< 0,01	15
Fluoreto	mg/l	0,5	< 0,5	10
Manganês Dissolvido	mg/l	0,01	< 0,01	1
Mercurio	mg/l	0,000058	< 0,00006	0,001
Níquel	mg/l	0,01	< 0,01	2
Prata	mg/l	0,005	< 0,005	0,02
Selênio	mg/l	0,008	< 0,008	0,02
Zinco	mg/l	0,01	0,079	5

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Verifica-se pela Tabela 2 que a maioria dos itens estão em conformidade, se não pelo LQ imposto pela empresa responsável pela análise, estão de acordo com os VMP do Artigo 18 (CETESB, 1976), como o zinco, que apresenta 0,079 mg/l em sua análise, estando em conformidade com o VMP de 5 mg/l do Artigo 18, que é o fator a ser considerado nesse estudo, mas estando acima do limite estipulado pela empresa de análise, que é de 0,01 mg/l.

Pela Tabela 2 também é indicado que os valores de DBO e DQO, 148 mg/l e 292 mg/l, respectivamente, estão acima do LQ da empresa e do VMP do Artigo 18, podendo considerar assim que a água não apresenta condições adequadas de tratamento para seu possível descarte.

Porém, o parágrafo V do Artigo 18 (CETESB, 1976) aponta que:

- V – DBO 5 dias, 20°C no máximo de 60 mg/l (sessenta miligramas por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento).

A Tabela 3 apresenta, mediante a realização da média mensal, alguns dados referentes ao monitoramento de eficiência do tratamento do efluente, e destacam-se os valores relativos a eficiência da DBO e DQO, em todos os meses valores acima de 80 %, numa faixa compreendida entre 89,11%, em maio, até 94,92%, em abril. Von Sperling (2005) salienta que a DBO e a DQO são os parâmetros mais importantes na caracterização do nível de poluição dos corpos d'água, podendo variar amplamente conforme o tipo de processo industrial, e se provenientes do tratamento de efluentes, o autor ainda afirma que os valores podem variar em função do nível e do processo de tratamento.

Tabela 3 - Monitoramento de eficiência do tratamento de efluentes.

<b>Parâmetros</b>	<b>Norma</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>
<b>Efluente Bruto</b>									
pH Efl. Bruto	5,0 à 9,0	7,1	7,2	7,1	7	7,3	7,4	7	8,6
Temp. Efl. Bruto	°C	27	29	26	24	26	26	26	23
DQO Efl. Bruto	mg/l	10236	10320	8360	7364	14376	12648	12674	12740
DBO Efl. Bruto	mg/l	3583	4680	3626	2126	6786	5842	5362	5374
<b>Lagoa Maturação</b>									
pH	5,0 à 9,0	6,1	6,4	6	6,2	6,1	6,2	6,1	6
Temp.	<40°C	26	27	24	24	24	24	23	22
<b>Efluente Aerador</b>									
pH Tq. Aeração	6 a 9	7,7	7,6	7,7	7,6	7,7	7,3	7,4	7,3
Temp. Efl. Tq. Aeração	<40°C	27	28	27	27	26	24	26	23
OD Tq. Aeração	>0,5 mg/l	2,4	2,4	2,2	2,1	2,1	2	2,1	2
IVL - Lodo ML	<500ml/l	800	800	800	400	400	400	400	400
<b>Efluente Tratado</b>									
pH ETA	5,0 à 9,0	7,7	7,7	7,7	7,1	7,2	7,2	7	7,3
DQO Efl. Trat.	-	860	868	886	515	1495	1644	1394	509
DBO Efl. Trat.	≤60 mg/l	318	374	362	108	739	525	536	483
Eficiência DQO ETE	>80%	99,16	91,59	89,4	93,01	89,6	87	89	96
Eficiência DBO ETE	>80%	91,12	92,01	90,02	94,92	89,11	91,01	90	91,01

Fonte: Anidro do Brasil. 2010.

É possível verificar essa relação de DBO na Figura 3, em que é apresentado o limite em que este deveria se encontrar para estar em conformidade com o VMP do Artigo 18, onde pode-se verificar que o mais próximo do limite estabelecido foi alcançado em abril, com o índice de DBO de 108 mg/l, ou seja, 48 mg/l a mais do que o estabelecido.

### Valores de DBO do Efl. Trat. - Janeiro/Agosto 2010

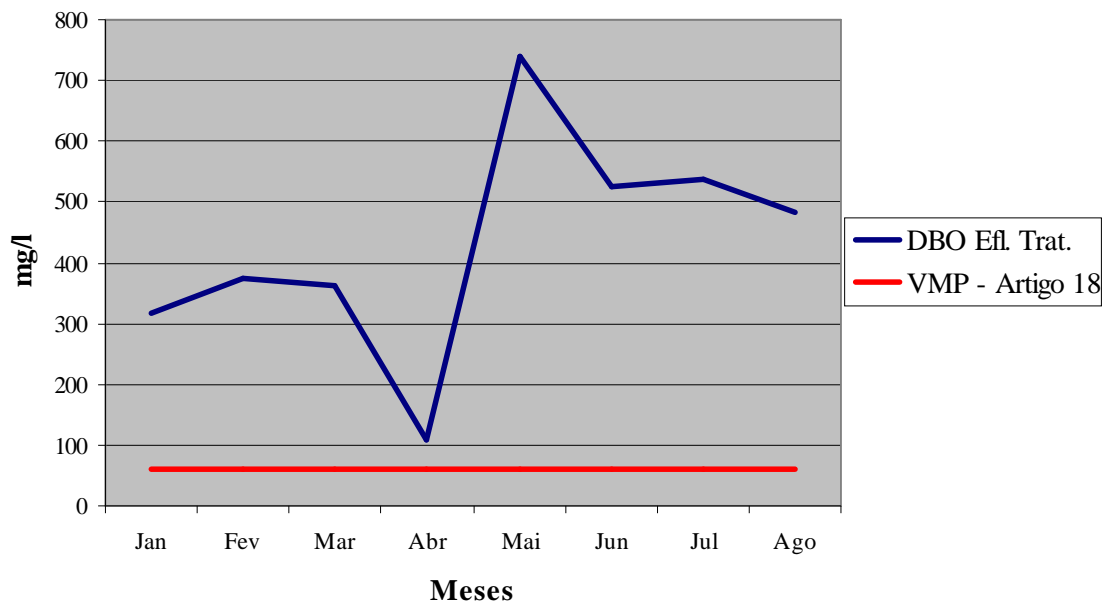


Figura 3 - Valores de DBO do Efluente Tratado de Janeiro a Agosto de 2010.  
Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Mas como já foi citado anteriormente pela CETESB (1976), o parágrafo V do Artigo 18, do Decreto 8468/76, que diz respeito às restrições e ao padrão das condições em que o efluente deve se encontrar para seu lançamento em corpos d'água, apresenta que é aceitável que a DBO do efluente se encontre acima do limite de 60 mg/l, desde que este apresente uma eficiência acima de 80%, assim como é demonstrado na Figura 4.

### Eficiência de DBO Efl. Trat. - Janeiro/Agosto 2010

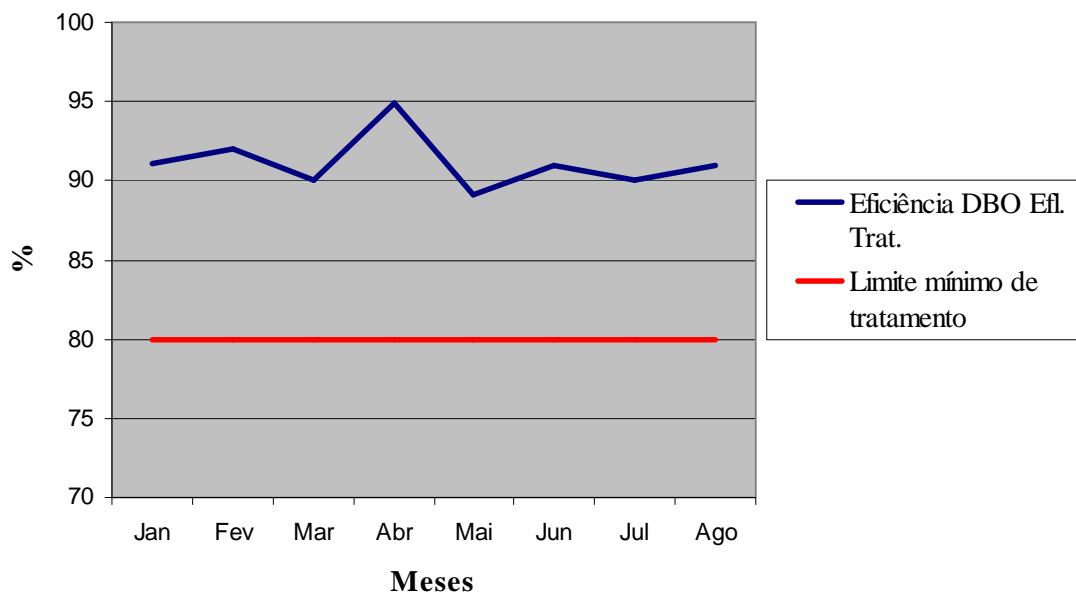


Figura 4 - Eficiência de DBO do Efluente Tratado de Janeiro a Agosto de 2010.  
Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Pela Figura 4, pode-se analisar que no período estudado houve uma eficiência acima de 80% estipulado pelo Artigo 18, com uma média de 91,15%. Isso demonstra que o tratamento realizado pela ETE apresenta um alto índice de eficiência no tratamento, pois apesar de não apresentar conformidade com os limites de VMP do Artigo 18, se enquadra no aspecto de sua grande capacidade de redução de DBO, o que identifica uma redução de matéria orgânica na água.

Além destas análises, a Tabela 4 também aponta os resultados de análise de metais dissolvidos em água, para um melhor controle de qualidade da água tratada pela ETA.

Tabela 4- Controle de qualidade da água - Metais dissolvidos.

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>LQ</b>	<b>Resultados analíticos</b>
Prata	mg/l	5	< 5
Arsênio	mg/l	10	< 10
Boro	mg/l	10	< 10
Cádmio	mg/l	1	< 1
Cromo	mg/l	10	< 10
Cobre	mg/l	5	< 5
Ferro Dissolvido	mg/l	10	< 10
Manganês Dissolvido	mg/l	10	< 10
Níquel	mg/l	10	< 10
Chumbo	mg/l	10	< 10
Selênio	mg/l	8	< 8
Estanho	mg/l	10	< 10
Zinco	mg/l	10	< 10

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Os dados da Tabela 4 apontam que a análise de metais dissolvidos feita pela empresa responsável por esse serviço estão em total conformidade, sem exceder qualquer limite imposto.

#### **4.1.2 Lodo**

Antes de verificar qual o destino do lodo proveniente da estação de tratamento, é preciso realizar a análise deste para verificar em qual classe de resíduo ele se encontra para verificar quais os cuidados no acondicionamento, manuseio, transporte e destino final deste. Segundo Sisino (2003), a classificação do resíduo é necessária para que este tenha um destino adequado, segundo as normas brasileiras.

Sisino (2003) também defende que na maioria dos processos há uma geração de resíduos, que necessitam de tratamento e um destino apropriado, já que este contém várias substâncias comuns nos resíduos industriais que são tóxicas e algumas têm a capacidade de bioacumulação nos seres vivos, o que pode acarretar na contaminação da cadeia alimentar e por fim chegar até o homem.

Para a determinação da classe do resíduo, foram seguidas 3 etapas de análise do lodo: massa bruta, extrato lixiviado e extrato solubilizado, conforme apresentado pela NBR 10004, da classificação de resíduos sólidos (ABNT, 2004). A Tabela 5 apresenta a análise de massa

bruta do lodo realizada por uma empresa especializada em análise de resíduos, diferente das análises da água tratada vistas anteriormente.

Tabela 5 - Análise de massa bruta do lodo - NBR 10004.

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>LQ</b>	<b>Resultado</b>
<i>Painter Filter Test</i>	-	#	Passa o teste
Aspecto	-	#	Sólidos em grumos de coloração avermelhada com odor característico
Sólidos Totais	%	0,1	42,01
Densidade	g/cm <sup>3</sup>	#	0,67
Inflamabilidade	-	#	Não apresenta
Reatividade	-	#	Não apresenta
pH (1:1)	-	0,1	12,4
Óleos e Graxas totais	%	0,1	0,2

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

A partir da observação da Tabela 5, são apresentadas algumas propriedades do lodo como características físicas, para ajudar na identificação do resíduo e para tomar suas devidas providências quanto ao manuseio. Por exemplo, o resíduo não apresenta inflamabilidade e reatividade, fatores cruciais para analisar o tipo de cuidado a ser tomado e a determinação de sua classe, de acordo com a NBR 10004 da ABNT, que cita a classificação dos resíduos sólidos, não se enquadrando na Classe I, que é referente aos resíduos perigosos (PADILHA, 2005).

A Tabela 6 apresenta outra análise do lodo, referente a preparação do extrato lixiviado, em que é feita a extração de uma substância de um sólido através da dissolução em um líquido, seguindo os procedimentos da NBR 10005, de obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, a concentração de metais presentes no lodo tratado.

Tabela 6 - Análise de preparação do extrato lixiviado do lodo - NBR 10005.

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>LQ</b>	<b>Resultado</b>	<b>NBR 10004 - Lixiviado</b>
Arsênio	mg/l	0,004	< LQ	1
Bário	mg/l	0,008	1,49	70
Cádmio	mg/l	0,0001	0,023	0,5
Chumbo	mg/l	0,0006	0,01	1
Cromo Total	mg/l	0,001	0,093	5
Fluoreto	mg/l	0,63	0,86	150
Mercúrio	mg/l	0,001	< LQ	0,1
Prata	mg/l	0,002	0,028	5
Selênio	mg/l	0,006	< LQ	1

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

A análise da Tabela 6 apresenta, através do processo de lixiviação, que todos os itens estão de acordo com a NBR 10004 para a caracterização do resíduo.

Além da análise de extrato lixiviado, é necessário para a caracterização do lodo a análise de extrato solubilizado, conforme indica a Tabela 7.

Destacam-se na Tabela 7 os seguintes itens:

- Alumínio – resultado obtido pela análise de 8,65 mg/l, acima do estabelecido pela NBR 10004 de 0,2mg/l.
- Cádmio – resultado obtido de 0,007 mg/l, acima do estabelecido de 0,005 mg/l.
- Fenóis – resultado obtido de 0,07 mg/l, acima do estabelecido de 0,01 mg/l.



Tabela 7 - Análise de preparação do extrato solubilizado do lodo - NBR 10006.

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultado	NBR 10004
				- Solubilizado
Solubilidade	%	#	0,323	-
Alumínio	mg/l	0,1	8,65	0,2
Arsênio	mg/l	0,004	< LQ	0,01
Bário	mg/l	0,008	0,484	0,7
Cádmio	mg/l	0,0001	0,007	0,005
Chumbo	mg/l	0,0006	0,01	0,01
Cianeto Total	mg/l	0,035	< LQ	0,07
Cloreto	mg/l	0,5	< LQ	250
Cobre	mg/l	0,001	0,09	2
Cromo total	mg/l	0,001	0,034	0,05
Fenóis	mg/l	0,008	0,07	0,01
Ferro	mg/l	0,017	< LQ	0,3
Fluoreto	mg/l	0,63	0,89	1,5
Mercúrio	mg/l	0,001	< LQ	0,001
Nitrato	mg/l	0,4	1,9	10
Prata	mg/l	0,002	< LQ	0,05
Selênio	mg/l	0,006	< LQ	0,01
Sulfato	mg/l	5,7	< LQ	250
Surfactantes	mg/l	0,011	0,183	0,5
Zinco	mg/l	0,007	0,033	5
Manganês Total	mg/l	0,005	< LQ	0,1
Sódio	mg/l	13,6	56,37	200
Massa utilizada (preparação)	g	0,01	595,1	-
pH inicial (preparação)	-	0,1	12,94	-
pH final (preparação)	-	0,1	12,83	-

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Devido às características obtidas nas análises físico-químicas dos ensaios realizados e com base nas demais informações apresentadas pelo gerador, o resíduo conforme Norma NBR 10004 pode ser classificado como resíduo de Classe II A – Não Inerte, em função de apresentar na análise de extrato solubilizado parâmetros de alumínio, cádmio e fenóis acima do especificado no Anexo G – Padrões para o ensaio de solubilização..

Através dessas informações, salienta-se que o lodo da ETE da empresa pode ser disposto em aterro industrial, e que sua classificação e destinação final devem ser definidas pelo órgão de controle ambiental mediante a apreciação da devida documentação.

## 4.2 Custo do processo de tratamento de efluentes

Para uma melhor visualização de toda a sistemática aplicada ao processo de tratamento de efluente, é interessante analisar seus custos básicos para fim de futuras aplicações, e também para um melhor controle financeiro e estatístico.

A Tabela 8 demonstra a quantidade de produtos utilizados no processo de tratamento do efluente, no período compreendido de janeiro a agosto de 2010. Esses produtos são utilizados em algumas operações do sistema de tratamento, como na coagulação química, floculação química, flotação, neutralização química e desinfecção (HARADA, 2010).

Tabela 8 - Produtos utilizados na ETE de Janeiro a Agosto de 2010.

<b>Produto</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>
Policloreto de alumínio PAC (Kg)	1193,4	1310,2	1411,4	1532,3	1589,2	1306,3	1050,2	764,2
Cal hidratada(Kg)	1220	1060	1000	160	0	0	0	80
Polímero aniônico (Kg)	5,94	3,37	3,87	3,02	4,81	3,15	17,8	6,8
Hipoclorito (Kg)	0	10	0	0	10	14	13	8
Anti-Espumante (Kg)	0	0	0	2,25	0	0	0	0
Soda Cáustica (Kg)	17	0	0	0	0	0	0	0
Polímero Catiônico (Kg)	0	0	0	0	0	0	3,8	5,2

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Verifica-se através da Tabela 8 que há uma grande variação na demanda dos produtos com o passar do tempo, fato este decorrente de diversos testes e aplicações com o intuito de melhorias no processo.

O principal item a ser destacado é a utilização da cal hidratada, que de 1000 Kg no mês de março passou para 160 Kg no mês de abril, e não foi utilizado no mês de maio. Isso pode ser explicado através de uma mudança ocorrida a partir do mês de abril, em que a última etapa do processo do tratamento de efluentes passava pelo equipamento denominado filtro-prensa, que tem a função de separar líquidos e sólidos (água e lodo) por pressão, necessitando de um acréscimo de cal para aumentar o teor de sólidos da separação, e a partir do mês citado este foi substituído pelo decanter centrífugo, equipamento que separa e faz a compactação do lodo sem necessidade de acrescentar cal hidratada, através da desidratação mecânica de lodo por meio de centrífugas, visando a redução do seu volume e possibilitando seu manuseio separando o líquido do sólido.

A Tabela 9 aponta uma média dos valores por quilo dos produtos utilizados no tratamento de efluentes, do período que vai de janeiro a agosto de 2010, onde os produtos vão desde a cal hidratada a R\$0,56 o quilo, até o polímero catiônico, que chega a R\$28,00 por quilo.

Tabela 9 - Valor médio dos produtos utilizados na ETE.

<b>Produto</b>	<b>Valor (R\$/Kg)</b>
Policloreto de alumínio PAC	1,79
Cal hidratada	0,56
Polímero aniônico	19,10
Hipoclorito	2,50
Anti-Espumante	2,80
Soda Cáustica	1,85
Polímero Catiônico	28,00

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

De acordo com a Tabela 10, são apresentados os valores referentes ao gasto total com produtos utilizados nas operações de tratamento de efluentes da empresa, de janeiro a agosto de 2010.

Tabela 10 - Gasto com produtos da ETE de Janeiro a Agosto de 2010.

<b>Meses</b>	<b>Valor gasto (R\$)</b>
Janeiro	2964,29
Fevereiro	3028,17
Março	3160,23
Abril	2896,43
Maio	2961,50
Junho	2433,44
Julho	2358,74
Agosto	1708,20
<b>Gasto Total</b>	<b>21511,01</b>
<b>Gasto Médio Mensal</b>	<b>2688,88</b>

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

A Figura 5 apresenta uma análise da Tabela 10 para uma melhor compreensão dos gastos com produtos para ETE.

### Gasto com produtos para tratamento de efluentes - Janeiro/Agosto 2010

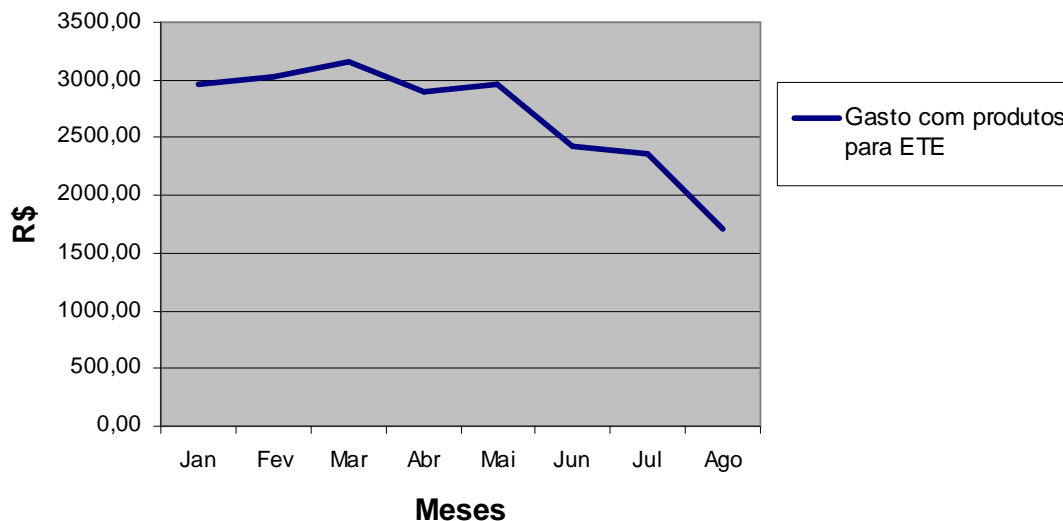


Figura 5 - Gasto com produtos para tratamento de efluentes de Janeiro a Agosto de 2010.  
Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Através da Figura 5 pode ser verificado que a partir do mês de maio foi constatada uma crescente queda no gasto com os produtos para tratamento de efluentes. Esta queda é decorrente de alguns fatores já citados anteriormente e elucidados pela Figura 2, que trata da quantidade de efluente tratado, mas também leva em conta outros fatores, como por exemplo a queda no uso de cal hidratada, conforme mostrado na Tabela 8. Mesmo considerando a utilização de polímero catiônico a partir do mês de julho, e que seu valor de R\$28,00 por quilo é superior aos outros produtos, o gasto com os produtos continua apresentando queda no período.

A Tabela 11 apresenta os custos básicos referentes ao tratamento e transporte do lodo da empresa. Para os gastos com pessoal, levou-se em conta que a empresa possui 6 funcionários trabalhando no setor (5 operadores de ETE e ETA e 1 técnico de laboratório), com salário médio na faixa de R\$1.120,00, somando assim um custo mensal de R\$6.720,00.

Tabela 11 - Custos relativos ao tratamento e transporte de resíduos.

<b>Despesas</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
Salário médio do setor	R\$/mês	1120,00
Quantidade de funcionários	Un.	6
Custo total de pessoal	R\$/mês	6720,00
Taxa de aterro	R\$/ton	81,75
Quantidade média de lodo transportado	Ton/viagem	10
Custo total de aterro	R\$/viagem	817,50
Valor do transporte	R\$/viagem	1418,00
Gasto com transporte da própria empresa no acompanhamento da viagem	R\$/viagem	120,00
Gasto médio com produto da ETE	R\$/mês	2688,88
<b>Total</b>	<b>R\$/mês</b>	<b>12982,13</b>

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

A taxa cobrada pela empresa responsável pelo aterro industrial é de R\$81,75 para cada tonelada de resíduo a ser depositado, e como há uma geração mensal de aproximadamente 10 toneladas de lodo, o que equivale a uma caçamba cheia, o custo com o aterro é de R\$817,50 para cada viagem, considerando também que é realizada uma viagem por mês.

A empresa responsável pelo transporte e disponibilidade de caçamba cobra exatos R\$1.418,00 por viagem, com locação de caçamba inclusa, ou seja, esse valor é referente ao transporte e também à armazenagem da caçamba.

Para toda a viagem até o aterro é realizado um acompanhamento com um veículo da empresa, em que é gasto em média R\$120,00, contando com combustível, alimentação, pedágio, etc.

Como calculado anteriormente, o gasto médio com produtos utilizados nos processos de tratamento de efluente equivale a R\$2.688,88, variando principalmente em função da produção (volume, padronização e variedade).

Somando todos esses custos obtém-se um valor médio de R\$12.982,13 ao mês, ou R\$155.785,56 ao ano, referente ao custo de tratamento e transporte do lodo proveniente da ETE.

### 4.3 Armazenagem, transporte e destino final do resíduo

Como visto anteriormente, o lodo proveniente do tratamento de efluentes da empresa pertence ao grupo de Resíduos Classe II – Não inerte. No momento em que o resíduo passa por todas as etapas do tratamento, ele é levado até uma caçamba tipo *Roll on Roll off*, localizada no pátio de resíduos da empresa, onde o risco de contaminação ambiental é mínimo e atende a legislação específica. A Figura 6 A e 6 B apresenta o local onde a caçamba é acondicionada.



Figura 6 - A) Caçamba no pátio de resíduos. B) Acondicionamento da caçamba para armazenagem do lodo.

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Conforme a NBR 11174, da ABNT (1990), que diz respeito ao armazenamento de resíduos, na escolha do local foram considerados alguns fatores como área disponível, acesso, e uso do solo. A armazenagem dos resíduos também é feita de maneira que não possibilite qualquer alteração de sua classificação.

Pela Figura 6 B pode-se analisar qual a forma de acondicionamento do lodo, depositado numa caçamba tipo *Roll on Roll off*, com capacidade para 27m<sup>3</sup>. A caçamba fica protegida com uma lona em sua parte superior, evitando assim que ocorram infiltrações ou que qualquer outro material que não seja o resíduo seja depositado em seu interior.

O transporte desse resíduo é realizado conforme a NBR 13221, da ABNT (2003), referente ao transporte de resíduos industriais. Toda essa logística do resíduo foi integrada ao sistema de produção e controle da empresa, abrangendo assim todo o fluxo deste (BALLOU, 2004).

A empresa responsável pelo transporte conta com dois tipos de caminhão, o 17-300 e o 24-250, ou seja, o primeiro com uma capacidade de 17 toneladas e com motor de 300 cv de potência, e o segundo com capacidade para transporte de 24 toneladas e motor de 250 cavalos. A Figura 7 mostra um exemplo do caminhão utilizado, aguardando liberação para a viagem até o aterro.



Figura 7 - Caminhão aguardando liberação para a viagem.  
Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Antes do caminhão carregar a caçamba, é feita uma checagem do caminhão e da própria caçamba, para verificar se estão de acordo com as regulamentações pertinentes, se o equipamento está adequado, e se não há a possibilidade de vazamento do resíduo (ABNT, 2003).

Moura (2006) apresenta que para um melhor aproveitamento dessa logística e transporte, que é o gerenciamento do fluxo de produtos, serviços e informação, entre clientes e fornecedores, ao solicitar o caminhão, este já traz consigo uma caçamba vazia para substituição da que será levada até o aterro, como demonstrado na Figura 8 A e 8 B.



Figura 8 - A) Descarregamento da caçamba vazia. B) Carregamento da caçamba de lodo.  
Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Após descarregar a caçamba vazia, o transportador realiza o carregamento da caçamba com o resíduo, conforme mostrado na Figura 8 B.

O aterro fica localizado na cidade de Paulínia – SP, com uma distância de aproximadamente 200 Km da empresa, na cidade de Botucatu. O percurso é feito basicamente através das rodovias João Hipólito Martins, Castelo Branco e Anhanguera.

Na Tabela 12 pode ser verificado o itinerário do transporte do resíduo, desde a chegada do caminhão do transportador à empresa, até a chegada do carro que acompanha o trajeto até Botucatu. Todo esse processo pode levar de 8 a 10 horas, dependendo de diversos fatores como clima e possíveis contratempos encontrados, desconsiderando também o fato de que a empresa responsável pelo transporte do resíduo se encontra no município de Campo Limpo Paulista, a aproximadamente 200 Km de Botucatu, ou seja, o caminhão inicia seu trajeto num período de 2 a 3 horas antes da chegada à empresa.

Tabela 12 - Itinerário do transporte do resíduo.

<b>Horário</b>	<b>Atividade</b>
8h00min	Chegada do caminhão à empresa
8h20min	Descarregamento da caçamba vazia
8h35min	Carregamento da caçamba com o resíduo
8h45min	Pesagem do caminhão
9h00min	Verificação da documentação, <i>check-list</i> e preparativos para a viagem
9h30min	Saída da veículo da empresa
13h00min	Chegada ao aterro, em Paulínia
13h30min	Descarregamento do lodo
13h50min	Viagem de volta à Botucatu
18h00min	Retorno à empresa

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.



Após o carregamento da caçamba do resíduo, é feita a pesagem do caminhão numa balança própria para esse tipo de serviço, localizada próximo à empresa. De acordo com a pesagem, é informado o peso bruto do caminhão e a quantidade de lodo transportado. Essa pesagem é de suma importância para o controle do sistema, e para a geração dos documentos necessários para o transporte.

Antes do início da viagem, é realizado um *check-list* para verificar as condições de acondicionamento e do equipamento de transporte em geral, como também se toda a documentação referente ao transporte desse tipo de resíduo está em ordem, quanto ao transportador.

A viagem toda é acompanhada por um funcionário da própria empresa com um veículo de sua frota, para um melhor controle da rastreabilidade do resíduo e para garantir que a coleta e o transporte de resíduos sejam efetuados até a destinação final, utilizando técnicas que garantam a preservação das condições de acondicionamento e a integridade dos trabalhadores, da comunidade e do meio ambiente, devendo estar de acordo com as orientações dos órgãos competentes, conforme defende a NBR 13.221, da ABNT (2003). A Figura 9 mostra parte do trajeto percorrido por estrada até a cidade de Paulínia.



Figura 9 - Transporte de lodo por estrada.

Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Na operação do aterro são considerados todos os aspectos relativos ao isolamento, sinalização, acesso a área, medidas de controle de poluição ambiental, treinamento de pessoal e segurança da instalação, conforme NBR 11174, da ABNT (1990).

A Figura 10 apresenta a imagem do momento em que o caminhão realiza o descarregamento do lodo, de forma correta e segura.



Figura 10 - Descarregamento do lodo no aterro.  
Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

A Figura 11 apresenta o lodo depositado no aterro, após o descarregamento feito pelo transportador.



Figura 11 - Lodo disposto no aterro.  
Fonte: Anidro do Brasil, 2010.

Após o descarregamento, os operadores do aterro realizam os procedimentos para o acondicionamento adequado do mesmo, através da utilização de princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos a menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível,

cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, se necessário, utilizando de equipamentos especializados para lidar com esse tipo de material, para evitar inconvenientes como infiltração de água de chuva, proliferação de vetores, emissões de gases pela superfície e dispersão de materiais leves pelo vento, levando em consideração a Norma NBR 11174 de Armazenamento de resíduos classes II – não inertes e III – inertes (ABNT, 1990).

Além disso, o aterro sanitário oferece Sistemas de Proteção Ambiental como impermeabilização do solo, drenagem de líquidos percolados, tratamento de líquidos percolados, drenagem e tratamento de biogás, drenagem de águas pluviais. Além dos sistemas de proteção ambiental, o aterro possui instalações compostas por isolamento físico e virtual, controle de recebimento de resíduos por meio de uma portaria e balança, instalações administrativas, galpões para abrigo de equipamentos, pátio para estocagem de materiais, acessos internos e iluminação. O aterro garante um confinamento seguro em termos de poluição ambiental e proteção à saúde pública, e sua construção evita exalação de odores, fumaças, gases tóxicos e poluição das águas superficiais, ou poluição do solo e das águas subterrâneas (VITERBO JÚNIOR, 1998).

Conforme as evidências constatadas a partir dos documentos e do relatório emitido pela própria empresa, não há qualquer anormalidade no transporte e destinação do resíduo mencionado. O acompanhamento é realizado garantindo o cumprimento das técnicas do procedimento de transporte de resíduos de Classe II A.

#### **4.4 NBR ISO 14000**

Como a empresa já contava com a certificação NBR ISO 9000, que é voltada para a padronização e qualidade (MARTINS; LAUGENI, 2006 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010), ela já apresentava uma base quanto à documentação para as padronizações e gestão da qualidade necessárias para implantação da ISO 14000, conforme argumenta Stevenson (2001 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010), em que para obter a certificação a empresa precisa se basear nos padrões de sistemas de gerenciamento, operações e sistemas ambientais.

Valle (2004) também aponta que para a empresa adquirir essa certificação ambiental, deve-se cumprir três exigências básicas da norma ISO 14001: ter implantado um SGA, cumprir a legislação ambiental aplicável ao local de instalação, e assumir um compromisso para melhoria contínua de sua performance industrial.

A partir dessas informações, e levando em conta o foco do estudo, que se inicia no tratamento de efluentes e vai até o destino final no aterro, iniciou-se um processo de padronização e regulamentação das etapas do processo, para que estejam de acordo com o sistema de gestão ambiental implantado.

Primeiramente foram definidos objetivos e metas, para que sejam implementados e mantidos conforme sua aplicação, nas funções e níveis relevantes da organização, propriamente mensurados, específicos a área em questão e coerentes com a política ambiental, conforme apresentado pela NBR ISO 14001 (ABNT, 2004).

Logo após a definição das metas e objetivos, averiguou-se a necessidade de uniformização das rotinas e procedimentos necessários para a certificação ambiental da organização, através do desenvolvimento de roteiro padrão de exigências válido internacionalmente, apontado por Valle (2004) como sendo um dos méritos da ISO 14000.

Foram identificados os parâmetros de entrada da ETE, ou seja, do que é constituído e quais são as características do efluente proveniente dos setores produtivos. Os produtos utilizados junto às matérias-primas na produção e os produtos químicos diluídos na água para limpeza de equipamentos foram catalogados e registrados para cada lote de produção, para um maior controle do que sai da produção e entra na ETE.

Pela análise do efluente bruto gerado por cada etapa do processo, feita por um laboratório especializado e também pela própria empresa de estudo, conforme já verificado anteriormente, verificou-se as características deste quanto a níveis de pH, DBO, DQO, metais dissolvidos, etc. Essas análises foram devidamente identificadas, registradas e arquivadas para controle de documentos, conforme indicam os procedimentos pertinentes ao SGA.

Na ETE, os operadores devem ter a consciência da política ambiental da empresa, e analisar desse modo que fazem parte de um SGA, com metas devidamente definidas e claras, junto a seus objetivos no setor, conforme defende Valle (2004), em que a decisão de aderir às normas ISO 14000 constitui um importante passo para a conscientização ambiental de todos os seus colaboradores. A partir dessas conclusões, os operadores passaram por treinamentos, com o intuito de mostrar-lhes a associação de seus serviços com os aspectos ambientais e o SGA. Os registros desses treinamentos também foram arquivados e documentados, conforme indica a ABNT (2004).

Todo o procedimento da ETE referente às funções dos trabalhadores, como por exemplo à segurança, e ao próprio processo em si, seja do manuseio dos produtos químicos utilizados no tratamento ou até medidas a serem tomadas em caso de emergência, foram devidamente discutidos e analisados para a formulação de um documento com todos esse

procedimentos, registrando assim todo os aspectos do processo, não só quanto ao serviço dos operadores, como também quanto às instalações e às etapas do tratamento, já que o SGA disponibiliza ferramentas que visam estabelecer mudanças através de técnicas e processos ordenados (RIDGWAY, 1999 citado por AVILA; PAIVA, 2006).

Após o tratamento do efluente e da água, foram enviadas amostras de lodo e água para as respectivas empresas responsáveis por esses tipos de análise, salientando que na própria empresa também são feitas análises desses materiais, mas levando em conta somente alguns parâmetros. Essas análises, como as que foram feitas do efluente, também foram registradas e arquivadas em um documento para controle do SGA.

Com a classificação do lodo como resíduo classe II A – não inerte, obtida pela análise, seguindo os padrões da NBR 10004 (ABNT, 2003), foi descrito um procedimento para o modo de realizar a armazenagem na caçamba no pátio de resíduos da empresa. Nesse procedimento ficou estabelecido quais os cuidados a serem tomados quanto à segurança do local e dos operadores, sinalização e identificação da caçamba, informando algumas características físicas e químicas do lodo, e sinalização do local (ABNT, 1990).

Quanto ao transportador, foi verificado se este apresenta as licenças para realizar este tipo de serviço, se está agindo atualmente de acordo com a legislação e às normas pertinentes quanto ao cuidado e preservação do meio ambiente, se os motoristas do veículo transportador possuem treinamento quanto a Movimentação e Operação de Produtos Perigosos (MOPP), e também se carregam os equipamentos necessários e indispensáveis para o transporte desse tipo de resíduo. Todos esses dados foram arquivados em um documento relativo ao transporte desse tipo de resíduo, informando os procedimentos necessários para o transporte e também todos os dados do transportador.

Para que seja realizado o transporte, a empresa precisou obter o Certificado de Aprovação para Destinação de Resíduos Industriais (CADRI), e para cada tipo de resíduo e destinação é elaborado um desse documento. Para obtenção do CADRI a empresa procurou a Agência Ambiental da CETESB mais próxima, retirou o formulário e guia para recolhimento de taxa, no valor de R\$ 806,00. Da análise do lodo foi emitido um relatório, incluindo metodologia e resultados, que foi anexado junto ao CADRI, e devidamente registrado.

Para um maior controle desse transporte, antes do caminhão iniciar a viagem até a empresa, é gerada uma Nota Fiscal de simples remessa para ser acompanhada no transporte, contendo alguns dados como placa do caminhão, quantidade transportada, dados da empresa e do transportador, data e horário. Além disso, também é feito um relatório do transporte, feito pelo funcionário que acompanha o trajeto com o veículo da empresa, com todo o

detalhamento do transporte, incluindo algumas fotos deste. Todos esses documentos foram identificados e arquivados em lugar de fácil acesso (ABNT, 2004).

Para o aterro, também foi verificado qual a relação que este se encontra quanto às normas e a legislação ambiental vigente. Verificou-se que ele possui:

- Licença Prévia (LP) – obtida após análise e aprovação de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA – RIMA), atestando a viabilidade do empreendimento;

- Licença de Instalação (LI) – atendimento às exigências dos órgãos ambientais na emissão da LP e análise do projeto executivo;

- Licença de Operação (LO) – emitida após sua instalação no local designado, devendo ser renovada a cada 10 anos.

Verificou-se também que o aterro está localizado a mais de 5 metros acima do lençol freático, dispõe de duas camadas de proteção, garantindo assim sua impermeabilização, e também ainda tem um sistema de drenagem de águas pluviais e percolado, para que haja sua captação e tratamento (VITERBO JUNIOR, 1998).

Todos os documentos pertinentes aos procedimentos do aterro e uma cópia de suas licenças também foram registradas, identificadas e arquivadas, conforme o procedimento padrão sugerido pela NBR ISO 14001 (ABNT, 2004).

Seguindo a proposta da ABNT (2002), foi implantado um sistema de auditorias internas periódicas para atuar como uma ferramenta de gestão, com o intuito de monitorar e verificar a eficácia da implementação da política da qualidade e política ambiental da organização. A equipe responsável pela auditoria é escolhida conforme sua competência quanto ao SGA adotado, definidos pela NBR ISO 19011, que segundo ABNT (2002), pode ser definida como um conjunto de ações organizadas com a intenção de analisar e avaliar a relação entre a produção e o meio ambiente.

Valle (2004) ainda salienta que as normas relativas às auditorias ambientais tem importante papel no sistema das normas ISO 14000, pois asseguram a credibilidade a todo o processo de certificação ambiental, cobrindo não apenas os procedimentos para a auditoria do SGA, como também define critérios para a qualificação dos auditores ambientais que dela participarão.

Em relação a implementação da NBR ISO 14000, Gavronski (2003 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRENTO, 2010) afirma que empresas brasileiras com essa certificação tiveram benefícios em relação à capacitação de redução no consumo de água, energia e matéria-prima, capacitação de redução da geração de resíduos e poluentes, e

capacitação na redução de acidentes de caráter ambiental, e Epstein e Roy (1998) ainda acrescentam que o SGA tem grande importância na melhoria do desempenho e também ajuda na identificação e possível gestão das obrigações e riscos ao ambiente.

Todo esse processo de padronização do SGA, promoveu uma redução de custos devido à racionalização dos processos, diminuição dos desperdícios e melhoria do atual método de controle utilizado, conforme salientou Rissatto (2009 citado por JOAQUIM JUNIOR; TARRETO, 2010).

#### **4.5 Rastreabilidade do resíduo**

Para o controle da rastreabilidade do resíduo proveniente do tratamento de efluentes da empresa, foi desenvolvido um banco de dados através do *software* Microsoft Excel, este escolhido por oferecer um ambiente amigável e uma manipulação simples, onde seus recursos de ajuda para questões sobre seu programa e suas funções podem ser acessados instantaneamente, conforme afirma Moraz (2006).

Moraz (2006), ainda afirma que com o auxílio de aplicativos como o Excel, o controle de dados através de planilhas eletrônicas tornou-se muito mais rápido e intuitivo, pois basta abrir o programa pelo computador que ele estará pronto para receber as informações a serem inseridas.

Através desse aplicativo pode-se analisar parte do controle organizacional e logístico do efluente bruto, da água tratada, do lodo tratado e do transporte realizado até o aterro, simplesmente inserindo os dados em suas respectivas células, apresentando também uma geração de gráficos para uma melhor visualização e monitoramento. Somente o responsável técnico pelo setor de resíduos industriais da empresa tem acesso a essas planilhas, para que haja um maior controle e credibilidade das informações inseridas.

A Figura 12 refere-se à tela onde são inseridos dados referentes ao efluente bruto, que devem ser obtidos por meio de análises, como pH, DBO, DQO e a quantidade de efluente gerada no dia, por meio do próprio controle dos setores produtivos já utilizado anteriormente. Além da inserção desses dados, deve-se informar o mês e o ano, e além disso existem dois botões que levam até a tela de gráficos (DBO, DQO e quantidade de efluente), e à tela inicial.

	A	B	C	D	E
1	<b>MONITORAMENTO DO EFLUENTE BRUTO</b>				
2					
3		MÊS		ANO	
4					
5	DIAS	pH	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	QUANTIDADE GERADA (Kg)
6	1				
7	2				
8	3				
9	4				
10	5				
11	6				
12	7				
13	8				
14	9				
15	10				
16	11				
17	12				
18	13				
19	14				
20	15				
21	16				
22	17				
23	18				
24	19				
25	20				
26	21				
27	22				
28	23				
29	24				
30	25				
31	26				
32	27				
33	28				
34	29				
35	30				
36	31				
37			TOTAL		0
38	Gráficos - Efluente				
39	← INICIO				
40					
41					
42					
43					

Figura 12 - Monitoramento do efluente bruto.

A Figura 13 refere-se à tela onde são inseridos dados referentes à água já tratada, que devem ser obtidos por meio de análises, como pH, DBO, DQO, eficiência de DBO, eficiência de DQO e a quantidade de água tratada no dia. Além da inserção desses dados, deve-se informar o mês e o ano, e também existem dois botões que levam até a tela de gráficos (DBO, eficiência de DBO e quantidade de água tratada), e à tela inicial. Pelos gráficos pode-se obter um controle da qualidade da água pelo índice de DBO, e uma previsão quanto à quantidade de água que será tratada.



	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>MONITORAMENTO DA ÁGUA TRATADA</b>						
2							
3		MES		ANO			
4							
5	DIAS	pH	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Efic. DBO (%)	Efic. DQO (%)	QUANTIDADE TRATADA (LITROS)
6	1				#DIV/0!	#DIV/0!	
7	2				#DIV/0!	#DIV/0!	
8	3				#DIV/0!	#DIV/0!	
9	4				#DIV/0!	#DIV/0!	
10	5				#DIV/0!	#DIV/0!	
11	6				#DIV/0!	#DIV/0!	
12	7				#DIV/0!	#DIV/0!	
13	8				#DIV/0!	#DIV/0!	
14	9				#DIV/0!	#DIV/0!	
15	10				#DIV/0!	#DIV/0!	
16	11				#DIV/0!	#DIV/0!	
17	12				#DIV/0!	#DIV/0!	
18	13				#DIV/0!	#DIV/0!	
19	14				#DIV/0!	#DIV/0!	
20	15				#DIV/0!	#DIV/0!	
21	16				#DIV/0!	#DIV/0!	
22	17				#DIV/0!	#DIV/0!	
23	18				#DIV/0!	#DIV/0!	
24	19				#DIV/0!	#DIV/0!	
25	20				#DIV/0!	#DIV/0!	
26	21				#DIV/0!	#DIV/0!	
27	22				#DIV/0!	#DIV/0!	
28	23				#DIV/0!	#DIV/0!	
29	24				#DIV/0!	#DIV/0!	
30	25				#DIV/0!	#DIV/0!	
31	26				#DIV/0!	#DIV/0!	
32	27				#DIV/0!	#DIV/0!	
33	28				#DIV/0!	#DIV/0!	
34	29				#DIV/0!	#DIV/0!	
35	30				#DIV/0!	#DIV/0!	
36	31				#DIV/0!	#DIV/0!	
37						<b>TOTAL</b>	0
38	<b>Gráficos - Água</b>						
39							
40							
41	<b>← INICIO</b>						
42							
43							

Figura 13 - Monitoramento da água tratada.

A Figura 14 refere-se à tela onde são inseridos dados referentes ao lodo já tratado, basicamente pela quantidade de lodo gerado no dia, já que suas análises são feitas fora da empresa, não sendo possível a obtenção de outros dados devido ao tempo que leva a análise. Além da inserção desses dados, deve-se informar o mês e o ano, e também existem dois botões que levam à tela de gráficos (quantidade de lodo tratado), e à tela inicial. Pelos gráficos, pode-se obter uma previsão da quantidade de lodo gerado, facilitando assim o processo de logística da caçamba do lodo, informando com antecedência ao transportador quando a caçamba alcançará o limite de 10 toneladas.

	A	B	C	D	E	F
1	<b>MONITORAMENTO DO LODO TRATADO</b>					
2						
3	<b>MÊS</b>		<b>ANO</b>			
4						
5	<b>DIAS</b>	<b>QTDE. TRATADA (Kg)</b>	<b>QTDE. ACUMUL. (KG)</b>	<b>PREVISÃO</b>	<b>TROCA (PREV)</b>	<b>TROCA</b>
6	1		0	0	OK	OK
7	2		0	0	OK	OK
8	3		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
9	4		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
10	5		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
11	6		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
12	7		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
13	8		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
14	9		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
15	10		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
16	11		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
17	12		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
18	13		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
19	14		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
20	15		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
21	16		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
22	17		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
23	18		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
24	19		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
25	20		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
26	21		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
27	22		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
28	23		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
29	24		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
30	25		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
31	26		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
32	27		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
33	28		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
34	29		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
35	30		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
36	31		0	#DIV/0!	#DIV/0!	OK
37	<b>TOTAL</b>	0				
38						
39	<b>Gráficos - Lodo</b>					
40						
41	<b>← INICIO</b>					
42						
43						
44						

Figura 14 - Monitoramento do lodo.

A Figura 15 refere-se à tela onde são inseridos dados referentes ao processo de transporte do lodo até o aterro, como data, quantidade de lodo transportado, placa do caminhão que realizou o transporte, número da nota fiscal do transporte gerada pela empresa, horário que o caminhão saiu da empresa, horário que o caminhão chegou ao aterro, e observações gerais em relação a problemas constatados durante a viagem.


	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>MONITORAMENTO TRANSPORTE DO LODO ATÉ O ATERRO</b>						
2							
3	DATA	QUANTIDADE	PLACA DO CAMINHÃO	NF EMPRESA	HORARIO SAIDA EMPRESA	HORARIO CHEGADA ATERRO	OBSERVAÇÕES
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							

Figura 15 - Monitoramento do transporte do lodo até o aterro.

A Figura 15 apresenta o principal item do *software* desenvolvido, pois é através dele que observa-se o histórico do resíduo, ligando este as demais planilhas, e aos gráficos de controle, criando assim a possibilidade efetiva de estabelecer o conjunto de acontecimentos ao longo do tempo e das ações, utilização ou localização de um item ou atividade e itens ou atividades semelhantes através de informações devidamente registradas (JURAN, 1991 citado por MACHADO, 2000).

Primak (2009) afirma que o principal objetivo dos Sistemas de Informação é a satisfação dos clientes internos e externos da empresa, e esse sistema foi desenvolvido para um maior controle das informações de todo esse processo, para que possa haver a rastreabilidade desse resíduo, conforme defende Machado (2000), que a rastreabilidade é a capacidade de localização de uma entidade por meio de identificações registradas, através da recuperação do histórico e sua aplicação, e só deve ser utilizada quando for necessária para um sistema de qualidade e, no caso do estudo em questão, também para um Sistema de Gestão Ambiental.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu concluir que a utilização das planilhas eletrônicas desenvolvidas poderão contribuir para a empresa em termos de informatização do sistema, criando um critério de controle de rastreabilidade do processo, e também logístico, dos resíduos provenientes do tratamento realizado pela ETE, facilitando assim as possíveis tomadas de decisões relativas ao sistema.

O sistema desenvolvido através do *software* Microsoft Excel irá analisar alguns aspectos de todo o processo de tratamento até o destino final do resíduo, por meio de variáveis relacionadas às propriedades do efluente, da água tratada e do lodo tratado, verificando assim a eficiência do tratamento realizado, e da rastreabilidade do resíduo, pois além de informar as características desse, também é possível a visualização das informações quanto ao seu transporte, e uma previsão da geração de resíduo.

Ainda pode-se concluir que a conformidade com a NBR ISO 14000, além de melhorar a qualidade do serviço prestado pela padronização dos procedimentos, também pode causar uma redução de custos, aumentando assim a produtividade e eliminando desperdícios, seja em relação ao próprio sistema adotado pela empresa, como ao serviço prestado pelas demais empresas que também participam de algum processo do setor de resíduos industriais, como as responsáveis pelas análises, transporte e aterro. A partir dessa conformidade do setor de Resíduos Industriais, a empresa pode verificar a possibilidade de obter a certificação ISO 14000, cada vez mais exigida por clientes, confirmando assim sua responsabilidade ambiental.

Para futuras pesquisas, há a possibilidade de melhoria quanto ao sistema de informação utilizado, pois o mesmo é eficiente, porém muito simples, o que limita em partes

uma análise mais apurada. Um exemplo é o *software* desenvolvido por Gonçalves (2010), que apresenta um controle dos processos de tratamento da água, pela informação de sua quantidade, que apresenta uma interface mais elaborada, com mais recursos que facilitam sua operação.

Outra proposta que pode ser verificada em futuros trabalhos é quanto a um aprofundamento do custo de todo o processo da ETE, verificando assim quais suas relações, quantificando a performance obtida após o processo de implantação do sistema de padronização abordado através das normas da NBR ISO 14000.

## REFERÊNCIAS

ALIGLERI, L. Responsabilidade social na cadeia logística: Uma visão integrada para o incremento à competitividade. **Instituto Ethos**, Londrina, [200\_]. 21 p. Disponível em: <[http://www.ethos.org.br/\\_Uniethos/Documents/Responsabilidade%20Social%20na%20Cadeia%20Logística\\_%20Uma%20Visão%20Integrada%20para%20o%20Incremento%20da%20Competitividade.pdf](http://www.ethos.org.br/_Uniethos/Documents/Responsabilidade%20Social%20na%20Cadeia%20Logística_%20Uma%20Visão%20Integrada%20para%20o%20Incremento%20da%20Competitividade.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 19011: Diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental**. Rio de Janeiro, 2002. 25 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11174: Armazenamento de resíduos classes II – não inertes e III – inertes**. Rio de Janeiro, 1990. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13221: Transporte terrestre de resíduos**. Rio de Janeiro, 2003. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001: Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 2004. 27 p.

AVILA, G. J.; PAIVA, E. L. Processos operacionais e resultados de empresas brasileiras após a certificação ambiental ISO 14001. **Gestão e Produção**, São Leopoldo, RS, v. 13, n. 3, p. 475-487, set.-dez. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v13n3/09.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2010.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2004. 619 p.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2004. 15 p.

CAGNO et al. *A methodological framework for the initial environmental review (IER) in EMS implementation*. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 1, n. 4, p. 505-532, dec. 1999.

CAMPOS, J. de. Q. **Qualidade de Vida e Meio Ambiente**. São Paulo: Jotacê, 2001.

CARVALHO, J. H. da. S. **Conservação de água, tratamento, reuso e reciclo de efluentes em refinaria de petróleo**. 2006. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade do Estado Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CETESB, **DECRETO Nº 8.468, de 08 DE SETEMBRO DE 1976 (Atualizado com redação dada pelo Decreto 54.487, de 26/06/09, que passa a vigorar em 180 dias após sua publicação em 27/06/09)**, 2009. Disponível em:  
<[http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/agua\\_sub/arquivos/Decreto\\_Estadual\\_8468\\_76.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/agua_sub/arquivos/Decreto_Estadual_8468_76.pdf)>.  
Acesso 21 set.. 2010.

COSTA et al. **Controle estatístico de qualidade**. São Paulo: Atlas, 2004. 334 p.

COSTA, A. P.; SILVA, A. L.; MARTINS, R. S. Um estudo sobre estações de tratamento de efluentes industriais e sanitários da empresa Dori Alimentos LTDA. **REGRAD – Revista de Graduação UNIVEM**, Marília-SP, v.1, n. 2, p. 6-22, 2009. Disponível em:  
<<http://galileu.fundanet.br/revista/index.php/REGRAD/article/viewArticle/165>>. Acesso em: 10 ago. 2010.

DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na Empresa**. São Paulo: Atlas, 1995. 176 p.

EPSTEIN, M., ROY, M. J. *Managing corporate environmental performance: a multinational perspective*. **European Management Journal**, v. 16, n. 3, p. 284-296, jun. 1998.

FERNÁNDEZ et al. *Assessment of toxicity of river water and effluents by the bioluminescence assay using Photobacterium phosphoreum*. **Water Research**, v. 29, n. 5, p. 1281-1286, 1995.

FRITSCH, I. E. **Resíduos Sólidos e seus Aspectos Jurídicos, Legais e Jurisprudências**. Porto Alegre: Unidade Editorial da Secretaria Municipal da Cultura, 2000, 8 p.

GAVRONSKI, I. **Gestão estratégica de operações sustentáveis: levantamento das empresas brasileiras certificadas na norma NBR ISO 14001**. 172 f. Dissertação (Mestrado em Administração) Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995. 159 p.

GONÇALVES, M. A. **Controle das fases de tratamento de efluentes (ETE) e água (ETA) em uma empresa da cidade de Botucatu-SP, utilizando ferramenta da tecnologia da informação**. 2010. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Informática para Gestão de Negócios) – Faculdade de Tecnologia de Botucatu (FATEC), Botucatu, 2010.

GRYNA, F. M. Marketing. In: JURAN, J. M.; GRYNA, F. M. (Org.) *Controle da Qualidade: Handbook*. São Paulo: Makron Books, 1991. v. 1, p. 10-31.

GUNTHER, W. M. R. **Resíduos sólidos no contexto da saúde ambiental**. 2010. 136 f. Tese (Livre Docência em Saúde Pública) – Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

HARADA, F. H., **Uso da técnica produção mais limpa em estação de tratamento de efluentes industriais**. 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-08122006-162955/>>. Acesso em 21 set. 2010.

JOAQUIM JUNIOR, C. F.; TARRENTO, G. E. Avaliação do panorama da distribuição das certificações das normas ISO 9000 e ISO 14000 em empresas nacionais e estrangeiras. **Tékhn e Logos**, Botucatu, v. 1, n. 3, p. 80-97, jun. 2010. Disponível em: <<http://www.fatecbt.edu.br/ojs/index.php/RevTec/article/viewArticle/72>>. Acesso em: 10 ago. 2010.

JURAN, J. M. A função qualidade. In: JURAN, J. H.; GRYNA, F. M. (Org.) *Controle da Qualidade: handbook*. São Paulo: Makron Books, 1991. v. 1, p. 10-31.

KLASSEN, R. D.; VACHON, S. *Collaboration and evaluation in the supply chain: the impact on plant-level environmental investment*. **Production and Operations Management**, v. 12, n. 3, p. 336-353, 2003.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e prática da pesquisa**. Rio de Janeiro: Vozes, 2000, 182 p.

LAMBOLEZ et al. *The environmental risks of industrial waste disposal: an experimental approach including acute and chronic toxicity studies*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 28, n. 3, p. 317-328, 1994.

LAUDON, K. C.; LAUDON J. P. **Sistema de Informações Gerenciais**. 7. ed. São Paulo: Editora Prentice-Hall, 2007, 452 p.



MACHADO, R. T. M. **Rastreabilidade, Tecnologia da Informação e Coordenação de Sistemas Agroindustriais**. 2000. 239 f. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MARCONI, M. de. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 315 p.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2006. 562p.

MARTINS, L. **Informática para negócios**. 1. ed. São Paulo: Digerati Books, 2007. 128 p.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1997, 336 p.

MONTEROSSO, E. P. Resíduos Sólidos. In: Conferência Regional de Pelotas. Pelotas, 1998.

MORAZ, E. **Curso essencial de Excel**. 1. ed. São Paulo: Digerati Books, 2006. 128 p.

MOURA, C. do. B. **Logística: Conceitos e tendências**. 1. ed. Lisboa: Centro Atlântico, 2006. 351 p.

OLIVEIRA, G. S. de. Microbiologia de sistema de lodos ativados e sua relação com o tratamento de efluentes industriais: a experiência da Cetrel. **Eng Sanit Ambient**, Camaçari, BA, v. 14, n. 2, p. 183-192, abr.-jun. 2009. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/esa/v14n2/a06v14n2.pdf](http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n2/a06v14n2.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2010.

OLIVEIRA, L. de. Capacidades diferenciadoras como vantagem competitiva nas empresas torrefadoras de café. In: CONGRESSO DA SOBER, 44., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, Universidade do Rio Grande do Sul, jul. 2007, p. 1-16.

PADILHA et al. Gestão ambiental de resíduos da produção na Perdigão Agroindustrial S/A – Unidade Industrial de Serafina Corrêa – RS. In: CONGRESSO DA SOBER, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005, p. 5-15.

PORTER, M. E. **Competição: estratégias competitivas essenciais**. 9. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 515 p.

PRIMAK, F. V. **Infortabilidade: A contabilidade na era da informática**. 1. ed. São Paulo: Ciência Moderna, 2009. 176 p.

RICARDO, M. A. **Controle do tratamento e armazenamento de resíduos industriais**. Anidro do Brasil Extrações Ltda. Botucatu, 2010.

RIDGWAY, B. *The project cycle and role of EIA and EMS*. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, v. 1, n. 4, p. 393-405, dec. 1999.

RISSATTO, I. L. Implantação coletiva de sistema de qualidade ISO 9001. **Revista Eletrônica de Educação e Tecnologia do SENAI-SP - REETS-SP**, v.3, n.7, 2009.

ROMM, J. J. **Um passo além da qualidade: como aumentar seus lucros e produtividade através de uma administração ecológica**. São Paulo: Futura, 1996, 245 p.

RONDINELLI, D., VASTAG, G. *Private investment and environmental protection: Alcoa-Köfém's strategy in Hungary*. *European Management Journal*, v. 16, n. 4, p. 422-430, aug. 1998.

ROTH, J. L. **Impactos da ISO 9000 sobre a gestão das empresas**. 1998. 120 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

SCHENINI, P. C.; SANTOS, J. A. dos.; OLIVEIRA, F. V. de. A importância da auditoria ambiental nas organizações. In: CONGRESSO DA SOBER, 45., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2007. p 5-11.

SHIGUNOV NETO, A.; CAMPOS, L. M. F. **Manual de gestão da qualidade aplicado aos cursos de graduação**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 2004. 203p.

SILVA, M. G. da. **Informática – Terminologia: Microsoft Windows Vista, Internet, Segurança, Microsoft Office Word 2007, Microsoft Office Excel 2007, Microsoft Office Access 2007, Microsoft PowerPoint 2007**. 2. ed. São Paulo: Erica, 2009. 368 p.

SISINNO, C. L. S. Disposição em aterros controlados de resíduos sólidos não-inertes: avaliação dos componentes tóxicos e implicações para o ambiente e para a saúde humana. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, p. 369-374, mar-abr 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v19n2/15402.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2010.

SLACK et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1999. 525p.

STEVENSON, W. J. **Administração das operações de produção**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2001, 701p.

TELLES, D. A.; GUIMARÃES, R. H. P. **Reuso da Água: conceitos, teorias e práticas**. 1. ed. São Paulo: Editora BLUCHER, 2007, 311 p.

TURBAN, E.; RAINER JUNIOR, R. K.; POTTER, R. E. **Introdução a sistemas de informação**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2007. 364 p.

VALLE, C. E. do. **Qualidade Ambiental: O desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente**. São Paulo: Pioneira, 1995, 117 p.

VALLE, C. E. do. **Qualidade Ambiental: ISO 14000**. 5. ed. São Paulo: Senac, 2004. 149 p.

VALLS, V. M. O enfoque por processos da NBR ISO 9001 e sua aplicação nos serviços de informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 2, ago. 2004.

VENANZI, D. **Análise dos ganhos das novas configurações na indústria automotiva e a gestão da cadeia de suprimento**. São Paulo, 2000. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Produção – Centro Universitário Sant’ Anna.

VIOLA et al. **Meio Ambiente, Desenvolvimento e Cidadania: Desafios para as Ciências Sociais**. São Paulo: Cortez, 2001, 224 p.

VITERBO JUNIOR, Ê. **Sistema integrado de gestão ambiental: Como implementar a ISO 14000 a partir da ISO 9000, dentro de um ambiente de GQT**. 1. ed. São Paulo: Aquariana, 1998. 68 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452 p.

## APÊNDICES

**APÊNDICE 1. Roteiro de entrevista****ROTEIRO DE ENTREVISTA**

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Há quanto tempo trabalha na empresa: \_\_\_\_\_

Importância do seu trabalho na empresa (nota de 1 a 5):

1  2  3  4  5

Importância que a empresa dá a questão ambiental (nota de 1 a 5):

1  2  3  4  5

Qualidade do serviço da ETE (nota de 1 a 5):

1  2  3  4  5

Participou de cursos ou treinamentos nos últimos dois anos?

Sim  Não

Se sim, quais?

---

---

Qual o maior problema encontrado em relação ao seu serviço?

---

---

Na sua opinião, quais os problemas da empresa em relação ao tratamento, captação e destinação dos resíduos?

---

---

O que a empresa vem fazendo em relação ao meio ambiente?

---

---

---

Armazenagem do resíduo da ETE (nota de 1 a 5):

1  2  3  4  5

Transporte do resíduo (nota de 1 a 5):

1  2  3  4  5

Aterro industrial (nota de 1 a 5):

1  2  3  4  5

Quais sugestões você daria para um melhor tratamento dos resíduos?

---

---

Nesse período em que trabalha na empresa, que nota você dá para o que foi investido na ETE?

1  2  3  4  5

Cite alguns pontos importantes que aconteceram nesse período:

---

---

---

Em relação ao transporte, como está sendo feito hoje em dia?

---

---

---

São feitas auditorias (internas ou externas) na ETE?

Sim  Não

Se sim, quais e de quanto em quanto tempo?

---

---

**APÊNDICE 2.** Banco de dados desenvolvido para monitoramento e rastreabilidade do lodo da empresa Anidro do Brasil Extrações Ltda.

**ANEXOS**





## **ANEXO 1 Autorização de Pesquisa**

**Botucatu, 11 de novembro de 2010.**

### **AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA**

Em relação à solicitação, do estudante do curso de Logística e Transportes, da Faculdade de Tecnologia de Botucatu - SP, Leandro de Pontes Nogueira, RG N°. 35.100.886-X, informamos que autorizamos utilizar os dados da Anidro do Brasil Extrações Ltda., em Botucatu com o objetivo de elaborar o Trabalho de Conclusão do Curso superior de Tecnologia em Logística e Transportes, com vistas à obtenção do título correspondente.

Atenciosamente,

**ANIDRO DO BRASIL EXTRAÇÕES LTDA.**



---