

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

SERGIO DA SILVA CARDOSO

**LOGÍSTICA REVERSA E SUSTENTABILIDADE: O RETORNO DE METAIS
TÓXICOS OU POTENCIALMENTE TÓXICOS AO CICLO PRODUTIVO**

Botucatu-SP
Junho – 2012

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

SERGIO DA SILVA CARDOSO

**LOGÍSTICA REVERSA E SUSTENTABILIDADE: O RETORNO DE METAIS
TÓXICOS OU POTENCIALMENTE TÓXICOS AO CICLO PRODUTIVO**

Orientador: Prof. Edson Aparecido Martins

Projeto de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de
Botucatu, para obtenção do título de
Tecnólogo no Curso Superior de Logística.

Botucatu-SP
Junho – 2012

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar eu tenho que agradecer a DEUS que tem me dado força e saúde para lutar cada dia, sei que está sempre presente na minha vida, pois tudo posso naquele que fortalece.

Agradeço aos meus pais Ozair Cardoso e Eni da Silva Cardoso que me deram total incentivo na minha vida acadêmica, me incentivando a lutar por meus objetivos com dignidade e fé.

Agradeço meus irmãos Reginaldo, Ednaldo e Renato que sempre me incentivaram a cursar o ensino superior, e sempre me ajudaram quando possível.

Agradeço a Faculdade Tecnológica de Botucatu por me proporcionar um ótimo curso, aprimorando minha vida profissional.

Não posso deixar de agradecer o corpo Docente da faculdade, pois me deparei ao longo do curso com ótimos professores, que além de exercer o papel de profissionais, exerceram o papel de amigos.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Edson Aparecido Martins que me ajudou com seu amplo conhecimento a desenvolver um bom trabalho de conclusão de curso.

Agradeço ao Professor e doutor Gustavo da Rocha Castro do Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu, que me auxiliou durante o desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço a empresa TECNAUT que abriu as portas e me autorizou realizar a pesquisa deste trabalho, mesmo eu não trabalhando na mesma. Envio um muito obrigado aos técnicos em química da empresa Valdir Burgarelli e Reginaldo Guilherme que me explicaram as etapas do tratamento de efluente da empresa.

Agradeço, e como agradeço pela minha Turma de Faculdade, a Décima Quinta turma do curso de Logística, com certeza a melhor de todas, onde pude encontrar muitas amigas que irão se perdurar por toda a minha vida.

RESUMO

A Logística Reversa tem por finalidade o reaproveitamento e reutilização de materiais no ciclo produtivo. Dessa forma a implantação de um sistema que consiga reutilizar metais tóxicos ou potencialmente tóxicos novamente ao ciclo produtivo, torna-se uma forma de garantir um desenvolvimento sustentável, ecológico e econômico, para as empresas que detêm produtos que apresentam este tipo de metal na sua composição, ou faz parte de alguma etapa do processo de fabricação que irá ser descartado no efluente da empresa, onde há a necessidade de tratamento especial. Este trabalho teve como objetivo, desenvolver um estudo em uma empresa, para que possa garantir o reaproveitamento de metais tóxicos ou potencialmente tóxicos, encontrados em seus produtos no final de sua vida útil ou presente no seu efluente. Para a sustentação do estudo foram utilizados os métodos e as técnicas da documentação direta e indireta, sendo a primeira por meio da observação sistemática e a segunda por meio do levantamento documental e bibliográfico.

PALAVRAS-CHAVE: Logística Reversa. Reaproveitamento. Sustentabilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma logística reversa de pós-venda.....	13
Figura 2 - Fluxograma Logística Reversa do Pós Consumo	14
Figura 3 - Processo de desmontagem de CPU.....	21
Figura 4 - Vista parcial da unidade Ajax em 2002	23
Figura 5 - Minério de chumbo	24
Figura 6 - Vista parcial da armazenagem da sucata: controle inexistente.....	25
Figura 7 - Empresa TECNAUT Botucatu	34
Figura 8 - Visão panorâmica da Empresa TECNAUT em 2009	35
Figura 9 - Tanque de armazenamento	36
Figura 10 - Tanque de Tratamento	37
Figura 11 - Tanque de Decantação	37
Figura 12 - Filtro de Prensa	38
Figura 13 - Big Bag com resíduo sólido.....	39
Figura 14 - Tanque de Correção	40
Figura 15 - Água após o tratamento	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Determinação de Parâmetros Físico-Químico de Efluentes antes do tratamento ...	43
Tabela 2 - Determinação de Parâmetros Físico-Químico de Efluentes após o tratamento	45
Tabela 3 - Capacidade de remoção	47
Tabela 4 - Quantidade extraída pelo filtro	48
Tabela 5 - Quantidade removida de cada metal tóxico	49

LISTA DE ABREVIATURAS

CFC – Cloro flúor carbono

CPU – Unidade de Processamento Central

SGA - Sistema de Gestão Ambiental

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira

ISO - International Organization for Standardization – Organização internacional para padronização

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

ISO /TS - Organização internacional para padronização / Sistema da Qualidade

Ph – Potencial Hdrogeniônico

PVC - Policloreto de Pinila

VMP – Valor Maximo Permitido

MOPP – Curso de Movimentação e Operação de Produtos Perigosos

Km - Quilometragem

CDR – Canais de Distribuição Reversos

Lt ou L - Litro

Kg - Quilograma

EPI – equipamento de Proteção Individual

< - menor

> - maior

Mg - miligrama (10^{-3} g)

Ni-Cd – Níquel e Cádmió

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivo	10
1.2 Justificativa e relevância do tema	10
2 REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1 Definindo o conceito de Logística Industrial e Logística Reversa	11
2.2 Desenvolvimento Sustentável	15
2.3 A Importância da Logística Reversa para a sociedade	17
2.4 O Sistema de Gestão Ambiental Empresarial.....	18
2.5 Canais reversos de Reaproveitamento.....	20
2.6 Questões legais para o descarte de produtos e concorrência de mercado.....	26
2.7 Conceitos de metais tóxicos e potencialmente tóxicos	28
2.7.1 Objetivos da logística reversa de reaproveitamento de metais tóxicos ou potencialmente tóxicos	29
2.7.2 Utilização na indústria	31
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Material	33
3.2 Métodos e técnicas	33
3.3 Estudo de Caso.....	33
3.3.1 Local onde a pesquisa foi realizada	33
3.3.2 Histórico da Empresa.....	34
3.3.3 Características do tratamento de efluentes da empresa TECNAUT.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 Objetivos do estudo dentro da Empresa TECNAUT	42
4.2 Metais tóxicos detectado no efluente da empresa	42
4.3 Métodos de Reaproveitamento Utilizado	46
4.4 Eficácia do método	46
4.5 Como reaproveitá-lo no ciclo produtivo.....	47
4.6 Redução da quantidade de metal no efluente	47
4.7 Concentração extraída do material.....	48
4.7.1 Concentração mensal de metais tóxicos detectada na empresa	48
4.8 Desenvolvendo canais reversos de distribuição	49
5 CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	54
ANEXOS	56

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da concorrência dos mercados de produção, decorrentes da globalização, surge a Logística Empresarial como estratégia de obter maiores vantagens competitivas para a organização. Seu papel é fazer com que os produtos estejam no lugar certo, na hora certa e com o menor custo possível, garantindo a eficácia e eficiência dos fluxos de materiais (Logística de suprimentos) e produtos (Logística de distribuição), para a total satisfação do cliente.

A globalização fez com que as pessoas passassem a consumir cada vez mais, ocasionando no encurtando o ciclo de vida dos produtos, surge então a Logística Reversa com o objetivo de dar um destino adequado aos mesmos, após sua vida útil.

A Logística Reversa começa a ser vista como estratégia de reutilização e reaproveitamento de materiais pelas indústrias. Servindo também de suporte para resolver problemas relacionados à pós-venda de materiais e produtos que apresentam defeitos ou falhas, para tal suporte é necessário o desenvolvimento de canais reversos de distribuição.

Com o aumento da quantidade de materiais descartados nos aterros e lixões, surgiram leis e penalidades para regulamentar o destino adequado, levando em consideração as características de cada produto (tóxico, químico, radioativo, infectante e etc.).

A conscientização da população sobre os impactos ambientais, fez com que adotassem uma nova postura com respeito ao modo de consumir, dessa forma passaram a dar mais preferência por marcas ambientalmente responsáveis, que desfrutavam do marketing ecológico (leva em seu nome uma imagem de responsabilidade sustentável).

Outro fator que contribuiu para o desenvolvimento da Logística Reversa foi a possibilidade de esgotamento dos recursos naturais utilizados como matéria prima para a fabricação de uma série de produtos, sem ter que mencionar o impacto ambiental decorrente do extrativismo dos mesmos.

A possibilidade de reutilizar determinados materiais novamente no ciclo produtivo tornou-se uma estratégia econômica para a organização através de processo economicamente viável para conseguir o máximo desempenho do mesmo.

1.1 Objetivo

Desenvolver um estudo que possa garantir o reaproveitamento de metais tóxicos ou potencialmente tóxico (metal pesado) em uma indústria que apresenta esse tipo de metal em seu produto ou em seu efluente, com a finalidade detectar e retirar-lo para que se possa retorná-lo ao ciclo produtivo.

1.2 Justificativa e relevância do tema

Com o aumento e diversificação de produtos produzidos pelas indústrias, que levam consigo metais tóxicos ou potencialmente tóxicos, podendo estes estar presente na estrutura do produto ou fazer parte em algum momento do processo de fabricação, se faz necessário que os mesmos tenham tratamento especial quanto ao seu descarte, do mesmo jeito os efluentes das empresas, que utilizam esses metais no processo produtivo devem receber tratamento especial, antes de serem lançados seguramente na rede de esgoto.

A Logística Reversa se torna uma estratégia para que as organizações possam produzir e descartar seus produtos de forma sustentável, evitando que os mesmos venham a trazer riscos diretos ou indiretos ao meio ambiente e a sociedade.

Deve-se ressaltar que com a abertura do mercado, as pessoas passaram a ter mais opções de compra, devido ao aumento da concorrência, de maneira que o governo e a sociedade passaram a ter mais exigências quanto aos princípios ecológicos envolvidos no processo de fabricação, no descarte de produtos e no tratamento de efluentes.

O processo de reutilização do metal tóxico ou potencialmente tóxico, de forma economicamente viável, irá agregar valor ao mesmo e também valor a imagem da empresa, perante a sociedade, o governo e aos acionistas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para a sustentação do estudo proposto tomou-se como referência os conceitos apresentados pelos autores a seguir.

2.1 Definindo o conceito de Logística Industrial e Logística Reversa

Segundo Schwartz (2007, p. 16):

Pode-se definir Logística como um processo de planejamento, organização e controle do fluxo de produtos a fim de se obter o máximo de eficiência e com menor custo possível através de um canal direto de distribuição, ou seja, desde o ponto de aquisição de matérias primas até o consumidor final. [...].

A Logística tem por objetivo desenvolver a máxima otimização dos recursos presente dentro das empresas, devendo ser abordada pelo planejamento estratégico de todas as empresas, sendo assim, uma empresa que não possui um bom Planejamento Logístico que abranja as áreas de movimentação, distribuição, informação, pós-venda, armazenagem, dentre outras, torna se vulnerável em termos de concorrência de mercado, onde a globalização dos mercados de produção de bens e prestação de serviços esta cada vez mais competitiva.

Segundo Ballou 2006 (citado por SCHWARTZ, 2007, p. 18), “A Logística Empresarial pode ser definida como a gestão integrada das áreas de finanças, marketing e produção dentro da empresa no curso do processo logístico [...]”.

Sendo assim, a alta direção da empresa não deve tratar da Logística de uma forma isolada, pelo contrario, deve ser considerada como um todo, abrangendo e interagindo com outros departamentos da mesma.

Outro segmento da logística que tem se destacando nas últimas décadas é a Logística Reversa, que surgiu para equacionar e resolver os problemas referentes ao destino final dos produtos após o término da sua vida útil.

Segundo Lacerda (citado por YTOSHI; GIRO; ROBERTO, 2010, p. 4):

A logística reversa pode ser entendida como um processo complementar à logística tradicional, pois enquanto a última tem o papel de levar produtos dos fornecedores até os clientes intermediários ou finais, a logística reversa deve completar o ciclo, trazendo de volta os produtos já utilizados dos diferentes pontos de consumo a sua origem.

É a forma pela qual o produto retorna ao ponto de origem inicial de distribuição, ou seja a empresa fabricante, seja por motivos ambientais, econômicos ou legais.

“Nesse contexto podem-se classificar os canais de distribuição reversa do pós consumo em canais reversos de reciclagem e canais reversos de reuso” (SCHWARTZ, 2007, p. 19).

Por esses canais os produtos irão retornar ao ciclo produtivo, onde poderão ser reaproveitados total ou parcialmente.

Segundo Leite 2003 (citado por YTOSHI; GIRO; ROBERTO, 2010, p. 4): “A logística reversa é um termo bastante genérico e significa em seu sentido mais amplo, todas as operações relacionadas com a reutilização de produtos e materiais, [...] a fim de assegurar uma recuperação sustentável”.

A Logística reversa cuida de todas as operações envolvidas no retorno dos produtos, abrangendo o planejamento até o suporte físico de apoio (instalações e equipamento).

A questão da Logística Reversa teve maior enfoque a partir do ano de 1990, mas vários historiadores relatam datas anteriores. “Foi anos 90 que começaram a surgir abordagens sobre o assunto, graças ao aumento da preocupação com questões ambientais, novas legislações, atuações dos órgãos de fiscalização e inquietação por perdas econômicas nas empresas, [...]” (SCHWARTZ, 2007, p. 11).

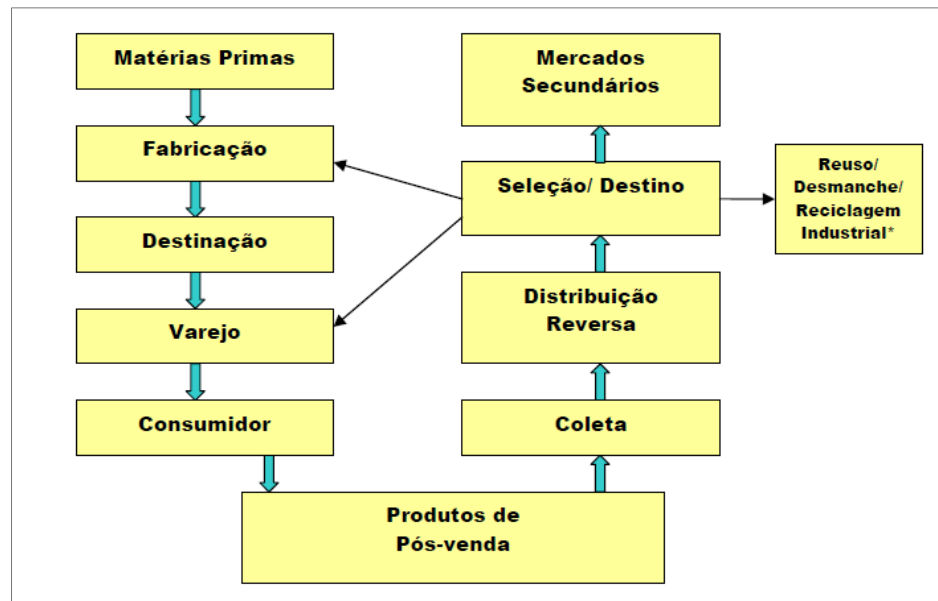
De acordo com Paoleschi (2010, p. 170):

A logística reversa é a área da logística integrada que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, o retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo dos negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

O canal reverso de pós-venda cuida do retorno de informações e dos produtos que apresentam avarias e danos, impossibilitando o uso do mesmo pelo consumidor final, sendo

assim funciona como a devolução do mesmo ao fabricante inicial, tomando sentido inverso aos canais de distribuição convencionais, onde o produto irá sair do cliente, passando pelo varejista e posteriormente pelo atacadista (se houver), até chegar ao seu ponto de fabricação, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1- Fluxograma logística reversa de pós-venda



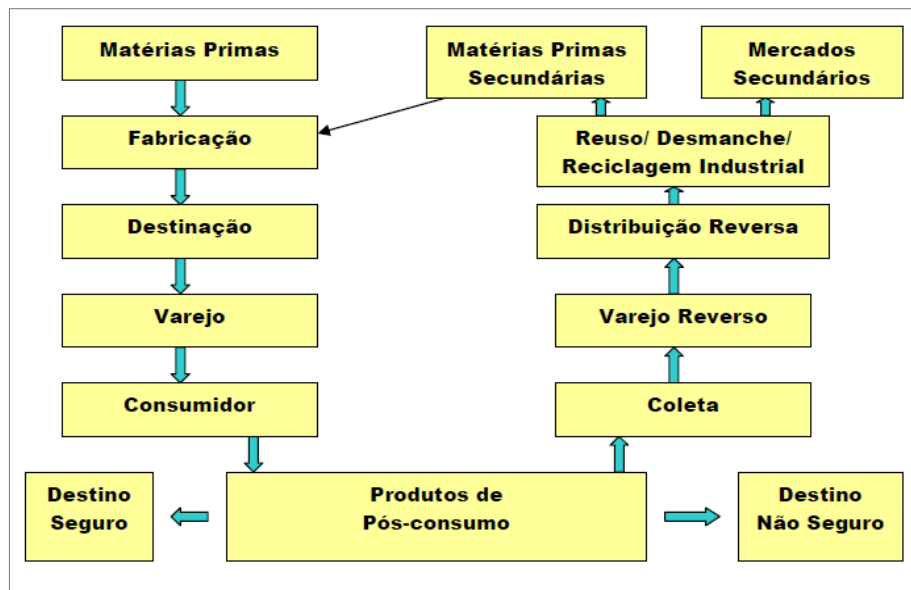
Fonte: Mueller, 2005.

A Figura 1 demonstra na primeira coluna a sequência tradicional do canal de distribuição, onde o mesmo pode ser encurtado quando há o caso das vendas sem a necessidade de loja física (varejo), sendo o produto comercializado por sites ou central de televendas. Já a segunda coluna demonstra os processos realizados no canal de distribuição reverso, onde os materiais são coletados, transportados até os centros de seleção, e posteriormente seguem para ser reutilizados ou descartados seguramente.

“Evidentemente, quando se fala que o produto deve retornar a sua origem, não se pretende dizer que ele deve ser devolvido exatamente ao ponto em que foi fabricado, mas sim voltar para a Empresa que o produziu [...]” (YTOSHI; GIRO; ROBERTO, 2010, p. 5).

Já o canal reverso de pós-consumo cuida de recolher e destinar o produto seguramente após o término de sua vida útil, conferido um local adequado para depósito do mesmo, onde ele pode ser reaproveitado (total ou em partes) ou descartado, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma Logística Reversa do Pós Consumo



Fonte: Mueller, 2005

Ytoshi, Giro e Roberto (2010, p. 4) sustentam que:

Em termos práticos a logística reversa tem como objetivo principal reduzir a poluição do meio ambiente e os desperdícios de insumos, assim como a reutilização e reciclagem de produtos. Por exemplo, organizações como supermercados, industriais e lojas descartam volumes consideráveis de material que podem ser reciclados como papel, papelão, *pallets* de madeira, plástico, entre outros resíduos industriais com grande potencial de reutilização ou reciclagem.

Pode se observar que Logística Reversa cuida da reutilização dos materiais e resíduos, com o objetivo de reduzir custos através do aproveitamento das matérias primas empregadas, poupando que tais tenham que ser novamente extraída dos recursos naturais, faz com que não tenha que degradar o meio ambiente com a prática do extrativismo. Dessa forma o domínio das técnicas de aproveitamento pode se tornar uma vantagem competitiva para a organização, sem contar com o marketing (mercadologia) ecológico que a mesma vai desfrutar perante a sociedade e os acionistas.

“O Marketing Social aparece nas empresas como um instrumento importante no sentido de projetar e manter a imagem da empresa, divulgando uma postura correta junto aos stakeholders (acionistas, consumidores e fornecedores)” (SCHWARTZ, 2007, p. 27).

Ytoshi, Giro e Roberto (2010, p. 12) afirmam que:

Assim, a implantação da logística reversa é uma grande oportunidade de se desenvolver a sistematização dos fluxos de resíduos, bens e produtos descartados, seja por intermédio do fim de sua vida útil, seja por obsolescência tecnológica, e o seu reaproveitamento, dentro ou fora da cadeia produtiva que o originou, contribui para a redução do uso de recursos naturais e dos demais impactos ambientais. A logística reversa consiste em uma ferramenta com o objetivo de viabilizar técnica e economicamente as cadeias reversas de forma a contribuir para a promoção da sustentabilidade de uma cadeia produtiva.

Não se deve encarar a Logística Reversa como um custo adicional ao produto, e sim como uma oportunidade de agregar valor ao mesmo, e obter vantagens econômicas com o seu reaproveitamento.

2.2 Desenvolvimento Sustentável

De acordo com Schwartz (2007, p. 28):

O crescimento mundial gerou enormes desequilíbrios econômicos, sociais e ambientais. O que existe hoje é uma grande riqueza e fartura concentrada ao lado de uma degradação ambiental e poluição progressiva. Neste contexto a ideia de Desenvolvimento Sustentável busca conciliar um desenvolvimento econômico com a preservação ambiental e, ainda, o fim da pobreza no mundo.

Outros fatores que contribuem para o aumento da poluição ambiental e da degradação dos recursos naturais é o crescimento no modo de consumir (consumismo) da população, e a redução do tempo de vida do produto, sendo essa característica presente nos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Schwartz ainda afirma (2007, p. 28):

A Logística Reversa se insere nesse conjunto de ideias uma vez que ela é um importante instrumento de preservação ambiental que atua no processo reverso do subproduto através do seu destino correto via canais reversos, com o aproveitamento de estabelecimentos que façam a coleta e reciclagem de materiais o que acarreta geração de emprego e renda contribuindo também para o desenvolvimento social e econômico [...].

Com isso se faz necessário todo um suporte físico de apoio ao recolhimento, armazenagem, manuseio e transporte dos itens até seu ponto de origem. Dessa forma a Logística Reversa além de contribuir para a preservação ambiental é também uma fonte de renda e vínculos empregatícios.

Segundo Barbieri e Dias (citado por YTOSHI; GIRO; ROBERTO, 2010, p. 9):

Portanto, a logística reversa torna-se sustentável e pode ser vista como um novo paradigma na cadeia produtiva de diversos setores econômicos, pelo fato de reduzir a exploração de recursos naturais na medida em que recupera materiais para serem retornados aos ciclos produtivos e também por reduzirem o volume de poluição constituída por materiais descartados no meio ambiente.

Um exemplo bem claro é a lata de alumínio (embalagem de cerveja), que apresentam um alto índice de reaproveitamento, deixando de ser necessária a extração de matéria prima da natureza, sem dizer no ganho econômico decorrente de tal atividade à organização.

De acordo com Ballou (2010, p. 384):

A preocupação com a ecologia e o meio ambiente cresceu junto com a população e a industrialização. Uma das principais questões é a da reciclagem de resíduos sólidos. O mundo industrializado criou sofisticados canais de distribuição para matérias-primas e produtos acabados, porém deu-se pouca atenção para reutilização desses materiais de produção [...].

Nas concepções antigas não se considerava o retorno do produto ao ciclo produtivo, apenas levava-se em consideração a entrega do produto ate o consumidor final, e a partir daí acabava a responsabilidade do fabricante.

“[...] existe no Brasil uma tendência de que a legislação ambiental caminhe para tornar as empresas cada vez mais responsáveis por todo ciclo de vida de seus produtos. [...] pelo seu destino após a entrega dos produtos aos clientes e do impacto que estes produzem ao meio ambiente” (YTOSHI; GIRO; ROBERTO, 2010, p. 6).

De acordo com Leite (2003, p. 22):

Novos princípios de proteção ambiental estão sendo propagados, como o de EPR (Extended Product Responsibility – responsabilidade estendida do produto), ou seja, a idéia de que a cadeia industrial produtora ou o próprio produtor, que de certa maneira agridem o meio ambiente, devem se responsabilizar pelo seu produto até a decisão correta do seu destino após seu uso original. Trata-se de uma das idéias das novas teorias econômicas sobre o meio ambiente, [...] o também chamado ‘principio do poluidor pagador’. Esse conceito é semelhante às legislações já cristalizadas na sociedade atual, relativas ao tratamento de efluentes industriais como condicionante do funcionamento industrial, ou seja, as industriais só podem funcionar se seus afluentes industriais não provocarem poluição ambiental.

Outra questão importante é a do devido tratamento de efluentes, antes que os mesmo venham a ser descartados no esgoto, posteriormente causando impactos prejudiciais ao meio ambiente.

Na visão de Ballou (2010, p. 385)

A falta de atenção dada aos canais de distribuição reversos explica apenas parcialmente o desprezo pelos resíduos sólidos como fonte de matéria-prima. Há, em primeiro lugar uma estrutura de intermediários no canal reverso que ainda não é especialmente bem desenvolvida e eficiente. Centros de reciclagem, depósitos para resíduos e rejeitos, especialistas em coleta de lixo e centrais de reaproveitamento da manufatura são apenas alguns dos pontos de entrada para o canal de retro movimentação e que ainda devem ser desenvolvidos [...].

Empresas que possuem uma vasta variedade de produtos no mercado necessitam de canais reversos mais sofisticados, devido às características presente em cada item, o que implicara maiores custos de operação, um planejamento logístico abrangente e a necessidade de sistema de informação eficiente, para que se possa controlar o fluxo reverso de materiais até o centro produtivo.

2.3 A Importância da Logística Reversa para a sociedade

Segundo Leite (2003, p. 20):

A sociedade, em todas as partes do globo, tem se preocupado cada vez mais com os diversos aspectos do equilíbrio ecológico. Muitas pesquisas de opinião têm sido elaboradas para comprovar essa maior conscientização e inúmeros são os exemplos que evidenciam o aumento da sensibilidade ecológica na sociedade atual, com maior ênfase nos países de maior desenvolvimento econômico e social. [...] entretanto, a importância crescente desse aspecto como gerador de pressões sociais de diversas naturezas, transformando-se em fator de influência modificador em alguns casos de cadeias reversas, sugere que se antecipem alguns comentários sobre seus reflexos na organização e na estruturação dos canais de distribuição reversos.

Com a conscientização de que é responsabilidade de todos zelarem pela preservação do meio ambiente, as pessoas estão ficando mais críticas e rigorosas na hora de comprar. Desse modo, a empresa que for taxada como poluidora ou inimiga do meio ambiente (danos a imagem perante a sociedade), irá sofrer prejuízos irreversíveis ou até mesmo sair do mercado. Um exemplo que pode ser dado é o dos aerossóis que continham clorofluorcarbono (cfc) que destruía a camada de ozônio.

“Com o aumento do rigor das legislações ambientais e a conscientização ambiental se faz necessário o uso de conceitos para educar e minimizar os riscos ambientais para toda a sociedade” (CRISTIANE; ALCÂNTRA; CANCEGLIERI JUNIOR, 2008, p. 6).

Segundo Schwartz (2007, p. 11):

O crescimento populacional, a industrialização, a urbanização acelerada, a inovação tecnológica, o aumento do consumo e conseqüentemente o esgotamento dos recursos naturais, principalmente nos países mais industrializados, trouxeram efeitos danosos ao meio ambiente e à saúde humana causando uma forte pressão social nas

organizações, em virtude dos prejuízos ambientais. A agilidade com que um produto chega ao mercado, o rápido avanço da tecnologia, a alta competitividade das empresas e o crescimento da consciência ecológica quanto às conseqüências provocadas pelos descartes dos subprodutos no meio ambiente, estão contribuindo para a adoção de novos comportamentos por parte das organizações e da sociedade de um modo geral, o que acarreta uma valorização dos processos de retorno dos produtos descartados no meio ambiente.

O aumento populacional influi grandemente nas questões sociais, pois cada vez se produz mais e com isso acaba gerando maiores quantidades de lixo, ou melhor, fonte de matéria prima. “A reciclagem tornou-se muito importante do ponto de vista econômico, ambiental e social, pois beneficia a empresa e também a população de baixa renda, [...]” (SCHWARTZ, 2007, p. 19).

2.4 O Sistema de Gestão Ambiental Empresarial

“O Sistema de Gestão Ambiental Empresarial consiste em um conjunto de medidas e ações que visam diminuir os impactos ambientais causados pelas organizações decorrentes de sua implantação e operação”. (SCHWARTZ, 2007, p.22).

A criação da família das normas ISO 14000 tem por objetivo desenvolver um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), no qual as empresas possam demonstrar seu comprometimento com as questões ambientais perante a sociedade. “[...] A sua finalidade geral é equilibrar a proteção ambiental bem como prevenir a poluição com as necessidades socioeconômicas”. (MUNIZ, 2009, P. 23).

“O sistema de gestão ambiental com base na norma ABNT NBR ISO 14001 (2004) tem como objetivo prover as organizações de elementos de um SGA eficaz que possam ser integrados a outros requisitos da gestão e auxiliá-las a alcançar seus objetivos ambientais e econômicos [...]” (MUNIZ, 2009, P. 23).

Segundo Muniz (2009, p. 24):

Um dos méritos do sistema de normas ISO 14000, de acordo com Valle (2002), é a uniformização das rotinas e dos procedimentos necessários para uma organização certificar-se ambientalmente, cumprindo um roteiro padrão de exigências válido internacionalmente. As normas da série ISO 14000 não substituem a legislação local vigente, mas a reforça ao exigir o seu cumprimento integral para que seja concedida a certificação.

Contudo há também por parte do governo, órgão que cuidam da fiscalização quanto a questões ambientais, como é o caso da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

(CETESB), que fiscaliza os efluentes industriais e os resíduos sólidos decorrente do processo de tratamento do mesmo, ou de resíduos restante do processo produtivo.

Segundo NBR-10004 (2004) (citado por LUIZ; JOSÉ; WAGNER, 2009, p. 126):

A NBR-10004 (2004) define resíduos sólidos, como: resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. [...], cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo d água, ou exijam soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível.

Com a definição descrita acima se pode dizer que resíduos sólidos são todos os materiais descartados na forma rígida, que pode vir a contaminar o meio ambiente devido a suas particularidades, em suma, é o lixo resultante do consumo industrial ou de origem doméstica.

Segundo Teixeira (2006) (citado por LUIZ; JOSÉ; WAGNER, 2009, p. 127): “[...] é colocado como resíduo aquele descarte da produção e do consumo que pode ainda ser reaproveitado, reciclado; e rejeito é tratado como o que não tem aproveitamento econômico, por nenhum processo tecnológico disponível e acessível.

Os resíduos que apresentarem condições de ser reaproveitados deverão voltar ao ciclo produtivo, já os resíduos que forem classificados com rejeitos, ou seja, que não apresentarem utilidade industrial, por falta de tecnologia para processá-los ou por não serem economicamente viável, estes deverá seguir conforme a lei, para locais que apresentem condições de armazenagem adequadas prevista pelo órgão de fiscalização competente.

Cada estado possui seu órgão de fiscalização, o qual tem por finalidade regulamentar, instruir e penalizar o descumprimento da norma, com base na lei. No estado de São Paulo o órgão fiscalizador é a CETESB. “[...] a CETESB, desde o final da década de 1970, tem realizado levantamentos de dados de indústrias em regiões preestabelecidas, [...] como produto destes trabalhos, foram definidos critérios para identificar os tipos de segmentos responsáveis pela geração de resíduos perigosos” (CETESB, 2008).

Segundo Schwartz (2007, p. 23):

A Gestão Ambiental inclui uma série de atividades que partem de um compromisso da alta direção através de uma política ambiental da empresa no sentido de implementar um Sistema de Gestão Ambiental. Nesse contexto, a política de gestão ambiental deve programar ações como treinamento, prevenções e controle, medir os resultados dessas ações, monitorar, avaliar e redefinir objetivos, aperfeiçoando ou corrigindo essas ações.

O sistema de Gestão Ambiental deve englobar todas as atividades da empresa, desse modo todos os colaboradores da mesma devem ter conhecimento de medidas que visem prevenir a ocorrência de possíveis impactos ambientais negativos. Para isso a alta direção deve estabelecer o planejamento, controle e fiscalização das atividades que zelam das questões relacionadas ao meio ambiente, tanto externo quanto interno da organização, garantindo a qualidade de vida da população e dos colaboradores.

Deve-ser implantado indicadores de desempenho, que possam medir a eficiência e eficácia do sistema de gestão, servindo de ferramenta para a tomada de decisão da empresa.

De acordo com Baenas (2008, p. 18):

Numa visão ecológica, as empresas pensam com seriedade nos descartes de seus produtos, sendo estes sempre vistos como uma agressão à natureza. Numa visão econômico-estratégica, a preocupação fica por conta da redução de custos, promovendo a reciclagem como uma situação valorativa da aquisição da matéria-prima.

Dessa forma as questões ecológicas e as econômicas podem andar juntas, tornando-se mais atraentes na visão dos acionistas, onde o reaproveitamento de resíduos, que posteriormente irá servir de matéria prima para fabricação de novos produtos.

2.5 Canais reversos de Reaproveitamento

Os canais de distribuição reversos de reaproveitamento são responsáveis pelo retorno dos produtos descartados após sua vida útil ao ciclo produtivo, desde a coleta do material onde estiver disposto, passando pelo transporte, até chegar à indústria, devendo ficar armazenado em locais seguros, para o posterior processo de reciclagem ou reuso que poderá reaproveitá-los total ou parcialmente. Os canais reversos de informações darão suporte em todos os momentos da operação, garantindo a agilidade e confiança das informações, para que todas as etapas ocorram da maneira esperada.

Segundo Leite (2003, p. 5):

Os canais de distribuição reversos de pós-consumo são constituídos pelo fluxo reverso de uma parcela de produtos e de materiais constituintes originados no descarte dos produtos após finalizada sua utilidade original e que retornam ao ciclo produtivo de alguma maneira. Distinguem-se dois subsistemas reversos: os canais reversos de reciclagem e os canais reversos de reuso. Observamos também, no esquema geral apresentado, a possibilidade de uma parcela desses produtos de pós-consumo ser dirigida a sistemas de destinação final seguros ou controlados, que não provocam poluição, ou não seguros, que provocam impactos maiores sobre o meio ambiente [...].

Nem todo o material descartado consegue ser reaproveitado, os canais reversos de reuso são caracterizado pelo desmanche dos produtos, onde eles serão desmontados e aproveitados os componentes interessantes. Na Figura 4 pode-se observar o desmanche de uma unidade de processamento central de computador de mesa (CPU).

Figura 3 - Processo de desmontagem de CPU



Fonte: Vieira, 2009.

Leite (2003, p. 7) afirma que:

Podemos definir ‘desmanche’ como um sistema de revalorização de um produto durável de pós-consumo que, após sua coleta, sofre um processo industrial de desmontagem no qual seus componentes em condições de uso ou de remanufatura são separados de partes ou materiais para os quais não existem condições de revalorização, mas que ainda são passíveis de reciclagem industrial. Os primeiros são enviados, diretamente ou após remanufatura, ao mercado de peças usadas, enquanto os materiais inservíveis são destinados a aterros sanitários ou são incinerados.

O canal reverso de reciclagem é o processo em que os produtos descartados voltam ao ciclo produtivo através da separação e coleta integral (sem ter que desmontar partes) dos mesmos, logo após os materiais são enviados para cada seguimento de indústria de reciclagem (indústria de plásticos, indústrias de metais, indústrias de papel, etc.) que irá encarregar se de transformar os resíduos de materiais em fontes de matéria prima secundaria, retornando-as ao processo produtivo de novos produtos.

Leite (2003, p. 7) cita e exemplifica que:

‘Reciclagem’ é o canal reverso de revalorização, em que os materiais constituintes dos produtos descartados são extraídos industrialmente, transformando-se em matérias-primas secundárias ou recicladas que serão reincorporadas à fabricação de novos produtos. O exemplo mais ilustrativo é o da revalorização dos metais em geral: são extraídos de diferentes tipos de produtos descartados ou de resíduos industriais para se constituírem em materiais- primas secundarias a serem reintegradas ao ciclo produtivo, fechando-se seu ciclo de reciclagem. Para que essa reintegração se realize, são necessárias as etapas de coleta, seleção e preparação, reciclagem industrial e reintegração ao ciclo produtivo.

Tudo o que não é possível reaproveitar pelos processos de reuso e reciclagem, são encaminhados para os aterros sanitários. Muitos desses poderiam ainda ser utilizados, mas falta tecnologia e incentivos para que isso aconteça, ou até mesmo o processo não é economicamente viável, sendo mais fácil extrair a matéria prima do meio ambiente, do que implantar um sistema de logística reversa para aproveitar o mesmo. Um exemplo que pode ser citado é a reutilização de embalagens de vidros, as quais por possuírem preço muito inferior, comparados com os metais (alumínio, cobre e ferro), sendo assim pequena parcela dessas embalagens retornam ao ciclo produtivo.

Leite (2003, p.7) sustenta o que foi dito anteriormente:

A 'disposição final' é entendida neste livro como o último local de destino para o qual são enviados produtos, materiais e resíduos em geral sem condições de revalorização. Tradicionalmente, são considerados 'disposições finais seguras' sob o ponto de vista ecológico, os aterros sanitários tecnicamente controlados, nos quais os resíduos sólidos de diversas naturezas são 'estocados' entre camadas de terra. Para que ocorra sua absorção natural, ou são incinerados, obtendo-se a revalorização pela queima e pela extração de sua energia residual. A 'disposição final não controlada' constituída pela deposição desses resíduos em lixões não controlados e pelo despejo em córregos, rios terrenos etc. acarreta poluição ambiental.

Grandes parcelas de resíduos seguem omitida ou despercebidamente para aterros que não apresentam condições adequadas para abrigá-los, onde muitas vezes são meros lixões ou em terrenos baldios, que recebem esses resíduos de forma ilegal por parte de empresas que os depositam sem consentimento do poder público e das instituições fiscalizadora. Caso esse que foi constatado na cidade de Bauru, interior de São Paulo, no ano de 2002, onde uma fabrica de baterias automotivas depositava tais produtos em um terreno sem infra-estrutura necessária, que servia de deposito de baterias velhas, o que ocasionou a contaminação do solo da região, devido ao chumbo presente nas mesmas. A Figura 5 mostra o galpão onde ocorreu o incidente.

Figura 4 - Vista parcial da unidade Ajax em 2002



Fonte: Baenas, 2008.

De acordo com Ytoshi, Giro e Roberto (2010, p. 9):

Porém, com os problemas de poluição ambiental, os aterros superlotados e a escassez de incineradoras em número e capacidade, têm sido envidados esforços no sentido de reintegrar os resíduos nos processos produtivos originais tendo em vista a minimização das substâncias descartadas na natureza bem como a redução do consumo de recursos naturais. A reintegração dos resíduos nos processos produtivos permite um desenvolvimento mais sustentável, reduzindo o risco para as gerações futuras.

Devido a dificuldades encontradas para disposição final de produtos, as empresas começaram reaproveitar insumos por meio do processo de reciclagem, houve a percepção de que poderia trazer ganhos econômicos para a organização e conseqüentemente amenizar problemas ecológicos, o que evita possíveis multas dos órgãos competentes.

“Percebe-se então que a logística reversa é de extrema importância para o meio ambiente, pois é a preocupação com a redução e minimização da poluição do nosso planeta. A mesma visa o retorno dos produtos seja para aterros, reciclagem, reutilização, reposição, etc” (CRISTIANE; ALCÂNTRA; CANGIOLIERI JUNIOR, 2008, p. 7).

Segundo Leite 2003 e Chaves e Martins 2005 (Cristiane; Alcântara; Canciglieri Junior, 2008. p. 8):

[...] Assim sendo, um produto ou material torna-se bem de pós-consumo quando sua vida útil é encerrada e, mesmo assim, ainda pode ser aproveitado para algum fim específico. O retorno desse bem de pós-consumo ao ciclo produtivo constitui a principal preocupação da logística reversa. A descartabilidade de um produto é que dá início ao processo de logística reversa. “O foco de atuação da logística reversa envolve a reintrodução dos produtos ou materiais à cadeia de valor através do ciclo produtivo ou de negócios e, portanto, um produto só é descartado em último caso”.

A logística reversa de reutilização visa explorar ao máximo a capacidade de reciclagem dos produtos, para que possam servir novamente de matéria prima, garantido com isso, que só será descartado o produto ou o insumo que não apresentar a faculdade de reaproveitamento, devido à característica do mesmo.

“A reciclagem é considerada o principal elemento para minimizar a demanda de resíduos comuns ou o consumo de produtos de grande relevância, como os produtos químicos que são utilizados pelas indústrias de transformação [...]” (BAENAS 2008, p. 19).

Outro fato relevante é a dificuldade de extrair certos insumos do meio ambiente. Tal dificuldade pode ser justificada pela falta do item no mercado interno ou por não existirem reservas naturais no solo nacional, tendo-se que importar de outros países, o que resulta no aumento de custos do produto. As questões burocráticas que envolvem a compra de materiais nocivos a saúde humana, caso esse, que pode ser citado, é o minério de chumbo (Figura 6) utilizado na produção de baterias automotivas.

Figura 5 - Minério de chumbo



Fonte: Baenas, 2008

Baenas (2008, p. 33) afirma que:

No Brasil, os minérios de chumbo estão praticamente esgotados e os subprodutos que contêm compostos deste metal (concentrados de chumbo), gerados pelas indústrias mineradoras de outros metais, têm sido exportados. Conseqüentemente, o chumbo metálico necessário para a fabricação de baterias automotivas chumbo-ácido tem sido suprido por importação e pela reciclagem de baterias exauridas nas indústrias metalúrgicas nacionais.

É notória a implantação de processo de reciclagem para os materiais citado, onde destaca-se duas características fundamentais. A primeira diz respeito à periculosidade decorrente da má destinação das baterias, após sua vida útil, tais como aterros sanitários, terrenos baldios ou até mesmo em galpões inadequados quanto à infra-estrutura física, causando contaminação do solo e do lençol freático, ocasionando danos irreversíveis à saúde humana, e também fauna e flora da região. A segunda característica é resultante da escassez desse minério, o que resultará maiores dificuldades de aquisição do insumo, atenuando o processo de fabricação de baterias. A Figura 6 mostra as condições irregulares onde foram encontradas algumas baterias.

Figura 6 - Vista parcial da armazenagem da sucata: controle inexistente



Fonte: Baenas, 2008.

Segundo Leite 2003 (citado por Cristiane; Alcântara; Canciglieri Junior, 2008, p. 6): “a maior parte dos produtos que são consumidos e descartados pode ser reciclado. Podem ser reaproveitados de diversas maneiras. E é dentro deste contexto que surge a importância da logística reversa dentro das organizações de uma forma geral”.

Muito ainda do que é jogado no lixo poderia ser reaproveitado pelas indústrias, o que poderia gerar ganhos econômicos à organização.

Cristiane, Alcântara e Canciglieri Junior (2008, p. 8) afirma que:

[...] O reaproveitamento de materiais e a economia com embalagens retornáveis têm trazido ganhos que estimulam cada vez mais novas iniciativas e esforços em desenvolvimento e melhoria nos processos de logística reversa. Gomes & Ribeiro (2004), afirmam que a logística de fluxos de retorno, ou logística reversa, visa à eficiente execução da recuperação de produtos. Tem como propósitos a redução, a disposição e o gerenciamento de resíduos tóxicos e não tóxicos [...].

O planejamento da implantação de canais reversos irá abordar a necessidades e características presentes da organização e do produto, levando em consideração os custos que os mesmo acarretara a organização.

De acordo com Ytoshi, Giro e Roberto (2010, p. 5):

[...] A Empresa, por sua vez, dará o destino que lhe for mais conveniente, pode ser recuperá-lo, reciclá-lo, vendê-lo para outra empresa ou, até mesmo, jogá-lo no lixo. Logística reversa, diz respeito ao fluxo de materiais que voltam à empresa por algum motivo tal como, devolução de produtos com defeitos, retorno de embalagens, retorno de produtos e/ou materiais para atender à legislação. A atividade principal é a coleta dos produtos a serem recuperados e sua distribuição após reprocessamento.

Constata-se que cada empresa irá gerir o canal de reverso de distribuição, segundo seus objetivos diretos e indiretos.

2.6 Questões legais para o descarte de produtos e concorrência de mercado

Segundo Leite (2003, p. 22):

Como reação aos impactos dos produtos sobre o meio ambiente, as sociedades têm desenvolvido uma serie de legislações e novos conceitos de responsabilidade empresarial, de modo a adequar o crescimento econômico às variáveis ambientais. O conceito de desenvolvimento sustentado, cujo objetivo é o crescimento econômico minimizando os impactos ambientais, tem sido constantemente utilizados nos dia de hoje, baseado na idéia de atender às necessidades do presente sem comprometer às gerações futuras no atendimento de suas necessidades.

Na tentativa de minimizar os impactos ambientais decorrente do descarte de produtos, foram criadas inúmeras leis e resoluções, que por meio de instituições governamentais são incumbidas de fiscalizar e punir qualquer prática que venha a causar danos ao meio ambiente, às empresas que desrespeitar ou omitir os devidos cuidados, que são abordados por tal legislação, fica sujeita a multas, sendo o valor estipulado pala proporção do impacto causado, podendo até ocorrer à suspensão do processo produtivo (paralisação da empresa), até a mesma regulamentar a situação

Segundo a CETESB (2008):

Diante dessa situação o setor, por meio da análise de projetos de sistemas de armazenamento, reaproveitamento, tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos industriais, e da elaboração/revisão de normas técnicas, legislação ambiental estadual e federal e resoluções, tem contribuído para a melhoria dos índices de qualidade ambiental.

Como já mencionado anteriormente no estado de São Paulo a CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) fica incumbida de fiscalizar e punir as empresas, pelo devido descarte de produtos e pelo tratamento adequado de efluentes industriais.

De acordo com Leite (2003, p. 22):

As legislações ambientais envolvem diferentes aspectos do ciclo de vida útil de um produto, desde a fabricação e o uso de matérias-primas virgens até sua disposição final ou a dos produtos que a constituem. Dessa maneira, essas legislações regulamentam a produção e o uso de selos verdes para identificar produtos 'amigáveis' ao meio ambiente, os produtos de pós-consumo que podem ou não ser depositados em aterros sanitários, a restrição ao uso de produtos com conteúdos de matérias-primas secundárias, entre outros aspectos. As regulamentações que existem atualmente na maioria das grandes metrópoles proíbem o descarte de moveis, eletrodoméstico, eletrônicos, baterias de automóveis e pilhas em aterros sanitários.

Observa-se a criação de selos verde (diferenciação), que diz respeito a produtos que não apresentam risco potencial ao meio ambiente, podendo estes produtos ser descartados em aterros ou lixões sem maiores complicações. Essa iniciativa tem por finalidade levar a informação ao consumidor final do que ele pode estar jogando normalmente no lixo residencial.

Ytoshi, Giro e Roberto (2010, p. 3) diz respeito às novas tendências de mercado:

As empresas estão tomando um comportamento ambiental ativo, transformando uma postura passiva em oportunidades de negócios, segundo Lora (2000). O meio ambiente deixa de ser um aspecto para atender as obrigações legais e passa a ser uma fonte adicional de eficiência. No atual cenário econômico, muitas empresas procuram se tornar competitivas, nas questões de redução de custos, minimizando o impacto ambiental e agindo com responsabilidade. E descobriram que controlar a geração e destinação de seus resíduos é uma forma a mais de economizar e que possibilita a conquista do reconhecimento pela sociedade e o meio ambiente, pois não se trata apenas da produção de produtos, mas a preocupação com a sua destinação final após o uso.

As empresas começaram a enxergar as possibilidades decorrentes do reaproveitamento de matérias primas, com o intuito de reduzir custo de produção, também foram observadas as novas tendências de mercado onde as empresa que dão o devido cuidado com as questões ambientais, poderão ser chamadas de empresas amiga do meio ambiente, onde as mesmas podem aproveitar essa informação no marketing (mercadologia) de vendas, agregando valor tangível no produto e valor intangíveis para a imagem da organização.

Cristiane, Alcântara e Canciglieri Junior, (2008, p. 2) afirma que:

O estabelecimento de estratégias competitivas relacionadas ao mercado atual é fator de sobrevivência. O conceito básico de estratégia está relacionado à ligação da empresa ao seu ambiente. Assim, a empresa procura definir e operacionalizar estratégias que maximizem os resultados da interação estabelecida. Numa empresa a estratégia está relacionada à arte de utilizar adequadamente os recursos físicos, financeiros e humanos, tendo em vista a minimização dos problemas e a maximização das oportunidades.

Com a abertura do mercado diversificou-se a concorrência, o que fez com que as empresas passassem a se preocuparem cada vez mais com estratégias para maximizar as vendas e aumentar sua parcela de mercado. Contatando-se então a devida importância as novas tendências relacionadas ao meio ambiente.

2.7 Conceitos de metais tóxicos e potencialmente tóxicos

“Os metais classificados como tóxicos não têm função metabólica conhecida. São eles prata (Ag), cádmio (Cd), estanho (Sn), ouro (Au), mercúrio (Hg), tálio (Tl), chumbo (Pb), bismuto (Bi) e alumínio (Al)” (IBCCF, UFRJ, 2000).

São classificados como metais tóxicos aqueles que não são presentes no organismo, não tendo nenhuma importância para a manutenção do metabolismo.

“O termo metal potencialmente tóxico se refere a uma classe de elementos químicos, muitos dos quais extremamente perigosos aos seres humanos. Dentre esses metais, o chumbo é um dos que apresentam o maior risco ambiental, em razão de seu uso intenso, toxicidade e ampla distribuição” (NORONHA, et al, 2009).

Existem alguns metais que são essenciais ao organismo ou podem ser tolerados em baixíssimas quantidades, sendo este o caso dos metais potencialmente tóxicos, mas que possuem determinado nível aceitável de concentração, se esse nível for ultrapassado devido a ingestão ou exposição excessiva, pode vir a causar intoxicação do organismo (humano, animal ou vegetal), posteriormente causando doenças degenerativas. Daí vem à diferenciação de metais tóxicos ou potencialmente tóxicos, pois se ultrapassar o nível aceitável ele se torna prejudicial ao organismo.

“Os metais apenas são úteis em pequenas quantidades para o homem, como o ferro, zinco, magnésio, cobalto que constituem a hemoglobina. Mas se a quantidade limite desses metais for ultrapassada, eles se tornarão tóxicos ocasionando problemas de saúde” (ALVES, 2011).

De acordo com IBCCF, UFRJ (2000):

Os metais com funções essenciais na matéria viva são: Sódio (Na), Potássio (K), Magnésio (Mg), Cálcio (Ca), Vanádio (V), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Molibdênio (Mo), e Tungstênio (W). Os quatro primeiros são requeridos como elementos construtores no meio intracelular e, por isso mesmo sua concentração costuma ser elevada, sendo conhecidos como macronutrientes. Já os metais como cobalto (Co), níquel (Ni), zinco (Zn), e Mo são necessários em baixíssimas concentrações, acima das quais passam a ser tóxicos. São por isso mesmo, chamado micronutrientes.

“Deve-se, entretanto, lembrar que os metais essenciais micronutrientes, também passam a ser tóxicos quando sua concentração está acima daquela requerida para o bom desempenho das atividades metabólicas” (IBCCF, UFRJ, 2000).

No cotidiano das indústrias é mais comum trabalhar com o termo “metal pesado”, sendo esses responsáveis por maiores contaminações ambientais devido ao seu maior grau tóxicos.

“O termo metal pesado refere-se aos metais com densidade acima de 5, esta definição é arbitrária por representar um grupo diverso de metais. Entretanto a expressão metal pesado geralmente está associada a uma conotação de poluição e/ou toxicidade” (Whitton, 1984) (IBCCF, UFRJ, 2000).

Segundo Inés (2002, p 13):

A expressão “metal pesado” é comumente utilizada para designar metais classificados como poluentes, englobando um grupo muito heterogêneo de metais, semi-metais e mesmo não metais como o selênio. Na lista de metais pesados estão com maior frequência os seguintes elementos: Cobre, Ferro, Manganês, Molibdênio, Zinco, Cobalto, Níquel, Vanádio, Alumínio, Prata, Cádmio, Cromo, Mercúrio e Chumbo.

“Os metais pesados apresentam peso atômico relativamente alto e caracterizam-se pelo efeito bioacumulativo. Os metais pesados, em concentrações superiores às legalmente recomendadas, têm sido responsabilizados por causar agravos à saúde de uma serie de doenças carcinogênicas” (INÉS, 2002, p. 16)

2.7.1 Objetivos da logística reversa de reaproveitamento de metais tóxicos ou potencialmente tóxicos

A Logística reversa de reaproveitamento de metais tóxicos ou potencialmente tóxicos, mais conhecido como metais pesados, tem por objetivo retirar este tipo de material, estando presente em produtos descartados após sua vida útil ou retirar-los tais metais de efluentes

industriais, para que possam ser reaproveitados novamente no ciclo produtivo, garantindo vantagens econômicas através da reutilização como matéria prima e também amenizar ou evitar possíveis impactos ambientais.

Segundo Inés (2002, p. 13):

“Os resíduos sólidos podem conter substâncias químicas com características tóxicas, dentre elas os metais pesados presentes em diversos materiais provenientes de indústrias, funilarias, atividades agrícolas, laboratórios, hospitais e residências. A contaminação por metais pesados apresentam um amplo espectro de toxicidade que inclui efeitos neurotóxicos, hepatóxicos, nefratóxicos, teratogênicos carcinogênicos ou mutagênicos” (INÉS, 2002).

Os efeitos descritos acima são responsáveis respectivamente por (BUARQUE, 2001):

- Neurotóxico: efeitos tóxicos ocasionando danos ao sistema nervoso;
- Hepatóxico: efeitos tóxicos causando a contaminação do fígado;
- Nefratóxico: efeitos tóxicos no sistema renal;
- Teratogênicos: efeitos tóxicos sobre a estrutura e o desenvolvimento genético dos seres vivos;
- Carcinogênicos: efeitos tóxicos na estrutura genética ocasionando o aparecimento de câncer;
- Mutagênicos: efeitos tóxicos causadores de mudanças genéticas, alteração dos cromossomos.

“Os efeitos tóxicos desses metais encontram-se descritos na literatura, sendo que a gravidade depende do grau de exposição aos mesmos” (INÉS, 2002, p. 16).

A contaminação decorrente de ingestão ou exposição a metais pesados podem trazer danos irreversíveis a saúde humana, muitas das vezes levando a morte. A fauna e a flora também são vítimas da contaminação, que pode ocorrer pela com o lançamento desse material por efluentes industriais, onde pode contaminar os corpos d'água, extinguindo a vida aquática que ali se encontrava, e causar a infertilidade do solo ao redor onde é despejado.

“A principal fonte de contaminação das águas de rios é a indústria, com seus despejos de resíduos ricos em metais pesados” (ALVES, 2011).

“Os efluentes líquidos industriais apresentam uma composição química bastante complexa, contendo compostos orgânicos e inorgânicos. Os resíduos contendo cátions de metais pesados possuem alto poder de contaminação e, com facilidade, atingem os lençóis

freáticos ou mesmo reservatórios e rios, que são as fontes de abastecimento de água das cidades” (CARVALHO, 2006).

Segundo Inés (2002, p.14):

A concentração de metais pesados no meio ambiente, com sua disseminação no solo, água e atmosfera tem sido motivo de crescente preocupação no mundo. Os metais pesados podem ser percolados por meios do chorume, que é o líquido resultante da decomposição de resíduos. O chorume mistura-se com a água de chuva e outros líquidos, originalmente existentes no lixo, infiltrando-se no solo e, quando alcança o lençol freático, contamina a água subterrânea. A contaminação dessas águas tem conseqüências que perduram por tempo indefinido e são de difícil controle. Além de provocar a contaminação da água, essa disposição inadequada polui também o solo, atingindo as plantas, os animais e o homem.

No parágrafo seguinte pode observar a vasta utilização de metais tóxicos nas estruturas dos produtos.

Segundo Alves (2011):

Do ponto de vista químico, a grave conseqüência parece não ter solução, já que esses metais não podem ser destruídos e são altamente reativos. A cada dia se fazem mais presentes em nossas vidas, em aparelhos eletrodomésticos ou eletroeletrônicos e seus componentes, inclusive pilhas, baterias e produtos magnetizados. Mercúrio, Chumbo, Cádmiio, Manganês e Níquel são alguns dos metais pesados presentes nesses aparelhos. O chumbo é usado na soldagem de computadores, e o mercúrio está no visor de celulares.

Tais produtos devem ser destinados corretamente para aterros sanitários adequados.

2.7.2 Utilização na indústria

“As indústrias de tintas, de cloro, de plásticos (PVC) e as metalúrgicas, utilizam em seus processos metais pesados como o mercúrio e vários outros, esses metais são descartados nos efluentes após serem usados na linha de produção” (ALVES, 2011).

É vasta a utilização de metais pesados na indústria, tanto no que abrange a estrutura do produto quanto decorrente de alguma etapa do processo produtivo, a seguir são dados alguns exemplos da sua aplicabilidade desses metais na indústria.

“O Alumínio (Al) e seus sais são usados no tratamento da água, como aditivo alimentar, na fabricação de latas, telhas, papel alumínio, na indústria farmacêutica, etc.” (CETESB, 2011).

“Os compostos de Bário (Ba) são usados na indústria da borracha, têxtil, cerâmica, farmacêutica, entre outras (CETESB, 2011)”.

“O Cádmio (Cd) é liberado ao ambiente por efluentes industriais, principalmente, de galvanoplastias, produção de pigmentos, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes e acessórios fotográficos, bem como por poluição difusa causada por fertilizantes e poluição do ar local” (CETESB, 2011).

“O Chumbo (Pb) o chumbo tem ampla aplicação industrial, como na fabricação de baterias, tintas, esmaltes, inseticidas, vidros, ligas metálicas etc”. (CETESB, 2011).

“O Cobre (Cu) tem vários usos, como na fabricação de tubos, válvulas, acessórios para banheiro e está presente em ligas e revestimentos” (CETESB, 2011).

“O Crômio (Cr) é utilizado na produção de ligas metálicas, estruturas da construção civil, fertilizantes, tintas, pigmentos, curtumes, preservativos para madeira, entre outros usos” (CETESB, 2011).

“O Ferro (Fe) esta presente em efluentes industriais, pois muitas indústrias metalúrgicas desenvolvem atividades de remoção da camada oxidada (ferrugem) das peças antes de seu uso, processo conhecido por decapagem, que normalmente é procedida através da passagem da peça em banho ácido” (CETESB, 2011).

“O Manganês (Mn) e seus compostos são usados na indústria do aço, ligas metálicas, baterias, vidros, oxidantes para limpeza, fertilizantes, vernizes, suplementos veterinários, entre outros usos” (CETESB, 2011).

“O Mercúrio (Hg) é usado na produção eletrolítica do cloro, em equipamentos elétricos e como matéria prima para compostos de mercúrio. No Brasil é largamente utilizado em garimpos para extração do ouro. Casos de contaminação já foram identificados no Pantanal, no norte brasileiro e em outras regiões” (CETESB, 2011).

“O Níquel (Ni) e seus compostos são utilizados em galvanoplastia, na fabricação de aço inoxidável, manufatura de baterias Ni-Cd, moedas, pigmentos, entre outros usos” (CETESB, 2011).

“O Zinco (Zn) e seus compostos são muito usados na fabricação de ligas e latão, galvanização do aço, na borracha como pigmento branco, suplementos vitamínicos, protetores solares, desodorantes, xampus, etc.” (CETESB, 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

O levantamento de dados que serviu de base e parâmetro para o estudo proposto, foram utilizados sites de instituições de ensino e empresas idôneas, que garantiram a qualidade das informações publicadas, podendo ser artigos científicos, teses de mestrado ou doutorado, monografia e livros eletrônicos.

3.2 Métodos e técnicas

Para a sustentação do assunto proposto, teve-se como base de dados, a documentação direta e indireta, sendo a primeira por meio da observação sistemática não participante e individual do assunto proposto, e a segunda foi feita por meio do levantamento documental e bibliográfico.

3.3 Estudo de Caso

3.3.1 Local onde a pesquisa foi realizada

O estudo de caso foi realizado na empresa TECNAUT, localizada no município de Botucatu / SP, as margens da Rodovia Marechal Rondon, km 254.

3.3.2 Histórico da Empresa

A TECNOUT Indústria e Comércio de Metais Ltda. começou suas atividades no ano de 1993, com a finalidade de atender as indústrias do setor náutico, sendo que em meados do ano de 1997 começou a atender as necessidades do mercado de veículos e máquinas agrícolas.

Figura 7 - Empresa TECNOUT Botucatu



Fonte: TECNOUT, 2012.

A empresa utiliza tecnologia de ponta e mão de obra altamente qualificada dentro de seu processo produtivo, a empresa tem condições de atender os mais diversos segmentos do mercado. Diante da grande exigência de mercado e com a visão focada na satisfação do cliente e na melhoria contínua de seus processos e produtos, a empresa investe em equipamentos modernos com tecnologia de ponta; na manutenção de seu sistema de Gestão da qualidade ISO 9001: 2008 que foi conquistada em 2002; na Certificação ISO/TS 16949:2009, conquistada em 2010, credenciando a TECNOUT a fornecer para a indústria automobilística e no treinamento de seus funcionários (TECNAUT, 2012).

Figura 8 - Visão panorâmica da Empresa TECNAUT em 2009



Fonte: TECNAUT, 2012.

Atualmente a planta unidade produtiva contempla 9.850 m² de área construída. (TECNAUT, 2012).

3.3.3 Características do tratamento de efluentes da empresa TECNAUT

A empresa TECNAUT atua no seguimento de industrialização e comercio de metais, devido ao processo de corte a lazer e banho das chapas em soluções antioxidantes (para não enferrujar). Seu efluente apresenta vários metais tóxicos ou potencialmente tóxicos, (Chumbo, Ferro, Mercúrio, Bário, Cádmiio, Cobre, Níquel, Prata, Zinco, Manganês), além de conter outras substâncias que agridem o meio ambiente, e se faz necessário todo um processo de remoção desse metal.

Para realizar a remoção são necessárias as seguintes etapas:

Realizar o bombeamento do posto de trabalho gerador do resíduo até a estação de tratamento, esse processo conta com bombas de sucção e todo um sistema hidráulico subterrâneo.

A partir do momento que o material chega à estação de tratamento, ficará armazenado em dois tanques que somados podem receber o volume de 9000 litros, esses tanque tem a

função de coletar uma quantidade de material (água com diversas substâncias), para que se possa começar o tratamento, sendo feito em períodos diários pré estabelecidos, conforme a Figura 10.

Figura 9 - Tanque de armazenamento



Fonte: TECNAUT, 2012.

O material segue por gravidade até o tanque onde é realizado o tratamento inicial, e são adicionados ao material ácido sulfúrico e cal, em dosagens pré-estabelecidas para o volume a ser tratado. Este tanque conta com o sistema de bateladas, onde pás impulsionadas por motores giram dentro do tanque, tendo por objetivo realizar a mistura do material junto ao ácido sulfúrico e a cal.

Essa mistura resulta em um lodo onde o material sólido fica retido, conseqüente do processo hidroxidativo (aglomeração de partículas), a mistura consegue capturar as partículas, e separar parte líquida da sólida. Após esse processo a água apresenta ph entre 7 e 8, fazendo-se necessária uma nova correção, para que possa chegar ao padrão estabelecido pela CETESB (ph = 10).

O processo hidroxidativo é resultante da mistura de cal e ácido sulfúrico, a cal será responsável por agregar as partículas existentes no tanque de tratamento, fazendo com que o material tome forma mais densa. Já o ácido sulfúrico irá, forçar à precipitação do material retido pela cal para o fundo do tanque, onde à separação por decantação.

Figura 10 - Tanque de Tratamento



Fonte: TECNAUT, 2012.

O material irá seguir para o tanque de decantação, Figura 12, esse tanque tem por objetivo separar a parte líquida da sólida, onde o lodo vai ficar na parte de baixo do tanque, separando-se da parte líquida. O lodo é extraído por meio de uma bomba de sucção, que leva o material na forma pastosa para um filtro de prensa.

Figura 11 - Tanque de Decantação



Fonte: TECNAUT, 2012.

O filtro de prensa irá compactar o material sólido para que seja feita sua remoção, conforme a Figura 13, o material restante, na forma líquida, voltará para o tanque de decantação, e com isso tem-se a garantia de que todos os resíduos sólidos foram extraídos.

Figura 12 - Filtro de Prensa



Fonte: TECNAUT, 2012.

O material sólido extraído é armazenado em Big Bag (sacos de 500 kg), para que possa ser descartado seguramente em um aterro sanitário tipo 2 (aterros para resíduos com potencial de contaminação do solo e lençol freático), essa operação é feita por uma empresa contratada, que atende todos os requisitos estabelecidos para o transporte, armazenagem do material e sua disposição final, de acordo com os princípios estabelecidos pela CETESB, órgão responsável pela fiscalização e aplicação de multas, quando detectada irregularidades ou descumprimento da lei de resíduos industriais.

Figura 13 - Big Bag com resíduo sólido



Fonte: TECNAUT, 2012.

Já a parte líquida que está no tanque de decantação será bombeada para o tanque de correção, Figura 14, cuja sua função é de servir de recipiente para que possa ser corrigido o ph da água antes que termine o tratamento. Para que o ph fique no padrão desejável (10), é adicionado mais uma porção pré-estabelecida de ácido sulfúrico, esta porção será definida por uma amostra retirada minutos antes.

Figura 14 - Tanque de Correção



Fonte: TECNAUT, 2012.

Após este processo a água que está retida no tanque de correção, pode ser descartada seguramente no efluente da empresa ou pode retornar para ser reutilizada em outros processos, por exemplo, retornar para ser utilizada nos banheiros da empresa, servindo de água de descarga. Para que possa ser armazenada esta água a empresa conta com um tanque reservatório de 12000 Lt (Figura 16).

Figura 15 - Água após o tratamento



Fonte: TECNAUT, 2012.

O volume médio tratado por dia é de aproximadamente 8000 litros, dependendo da demanda diária decorrente do processo de produção da empresa.

Anualmente é feito uma análise por um órgão competente ou por uma empresa idônea, das concentrações de produtos químicos contidos no pré-tratamento e no pós-tratamento do efluente. Essa análise tem por objetivo documentar e resguardar a empresa, pois se trata de um documento exigido pela CETESB, para conferir que o efluente não apresente níveis insatisfatórios de poluentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Objetivos do estudo dentro da Empresa TECNAUT

O estudo teve por finalidade detectar a presença de metais tóxicos ou potencialmente tóxicos, e os retirar do efluente da empresa, visto que, decorrente do processo do corte a laser (secção de peças por meio de feixe de luz) e do preparo de soluções para lavar as peças metálicas, para que as mesmas não sofram o processo de oxidação (enferrujarem), irá resultar conseqüentemente na presença de metais com alto poder de intoxicação.

O material extraído poderá ser encaminhado a uma empresa que o utilizará como matéria prima para ser usado em seu processo produtivo, fazendo parte de um novo produto.

A pesquisa toma como parâmetro níveis aceitável desses metais para descarte no meio ambiente, na tentativa evitar qualquer dado ambiental.

O estudo dará atenção maior aos metais com alto teor tóxico, também conhecido nas indústrias como “metais pesados”, sendo eles: o cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco, cobalto, níquel, vanádio, alumínio, prata, cádmio, cromo, mercúrio e chumbo. (INÉS, 2002, p. 14)

4.2 Metais tóxicos detectado no efluente da empresa

As tabelas 1 e 2, demonstram a presença de metais tóxicos ou potencialmente tóxicos e outros resíduos detectados dentro do efluente da empresa pesquisada. São documentos

realizados pelo CENTRO DE APOIO QUIMICO AO ENSINO, À PESQUISA E DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS (CEAQUIM), do Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu.

Tabela 1 - Determinação de Parâmetros Físico-Químico de Efluentes antes do tratamento

Protocolos CEAQUIM	Parâmetros	Resultado	VMP	Unidades
1893/2009	pH	1,96	6-10	-
1894/2009	Resíduos sedimentáveis	60	20	mg L ⁻¹
1895/2009	Óleo e graxas	966	150	mg L ⁻¹
1896/2009	DQO	2067	-	mg L ⁻¹
1897/2009	Fluoreto	112	10	mg L ⁻¹
1898/2009	Nitrogênio total	346	-	mg L ⁻¹
1899/2009	Sulfato	2617	1000	mg L ⁻¹
1900/2009	Sulfeto	<0,1	1	mg L ⁻¹
1901/2009	Cianeto	<0,1	0,20	mg L ⁻¹
1902/2009	Ferro solúvel	4,1	15	mg L ⁻¹
1902/2009	Bário	0,0023	-	mg L ⁻¹
1904/2009	Cádmio	0,0009	1,5	mg L ⁻¹
1905/2009	Chumbo	0,0080	1,5	mg L ⁻¹
1906/2009	Cobre	0,0110	1,5	mg L ⁻¹
1907/2009	Crômio total	0,0050	5	mg L ⁻¹
1908/2009	Crômio VI	<0,0001	1,5	mg L ⁻¹
1910/2009	Estanho	0,0055	4	mg L ⁻¹
1911/2009	Mercúrio	<0,0001	1,5	mg L ⁻¹
1912/2009	Niquel	0,050	1,5	mg L ⁻¹
1913/2009	Prata	0,0025	1,5	mg L ⁻¹
1914/2009	Selênio	0,0018	1,5	mg L ⁻¹
1915/2009	Zinco	0,0001	5	mg L ⁻¹
1916/2009	Arsênio	0,0013	1,5	mg L ⁻¹
1917/2009	Manganês	0,0750	-	mg L ⁻¹

Fonte: TECNAUT, 2012.

A análise da Tabela 1 foi realizada no ano de 2009, tendo o objetivo de detectar as concentrações (miligramas por litro) de resíduos presentes no efluente antes de passar pelo processo de tratamento do mesmo, de forma que as informações contidas na mesma mostra a situação real dos níveis de poluentes. Reafirma-se que essa amostra foi retirada pela empresa TECNAUT para controle próprio, e que até o momento não tinha passado pela estação de tratamento, e que em nenhuma circunstância tais concentrações foram observadas no pós-processo do tratamento.

Já a análise da Tabela 2 foi realizada no ano de 2010, após a água passar pela estação de tratamento de efluente, onde pode ser descartada seguramente ou reaproveitada pela a empresa para uso específico. Observa-se a eficiência do processo de tratamento por meio da inserção de ácido sulfúrico e cal, ocorrendo à formação de lodo e posteriormente sua precipitação, como já foi dito anteriormente.

Tabela 2 - Determinação de Parâmetros Físico-Químico de Efluentes após o tratamento

Protocolos CEAQUIM	Parâmetros	Resultado	VMP	Unidades
345/2010	pH	6,71	6-10	-
346/2010	Resíduos sedimentáveis	<0,1	20	mg L ⁻¹
347/2010	Óleo e graxas	62	150	mg L ⁻¹
348/2010	DQO	41,7		mg L ⁻¹
349/2010	Fluoreto	<0,1	10	mg L ⁻¹
350/2010	Nitrogênio total	39,2		mg L ⁻¹
351/2010	Sulfato	2036	1000	mg L ⁻¹
352/2010	Sulfeto	0,4	1	mg L ⁻¹
353/2010	Cianeto	<0,1	0,20	mg L ⁻¹
354/2010	Ferro solúvel	0,18	15	mg L ⁻¹
355/2010	Bário	0,0110		mg L ⁻¹
356/2010	Cádmio	0,0018	1,5	mg L ⁻¹
357/2010	Chumbo	0,0042	1,5	mg L ⁻¹
358/2010	Cobre	0,0024	1,5	mg L ⁻¹
359/2010	Crômio total	0,0038	5	mg L ⁻¹
360/2010	Crômio VI	<0,0001	1,5	mg L ⁻¹
361/2010	Estanho	0,0043	4	mg L ⁻¹
362/2010	Mercúrio	0,0001	1,5	mg L ⁻¹
363/2010	Niquel	0,0180	1,5	mg L ⁻¹
364/2010	Prata	0,0008	1,5	mg L ⁻¹
365/2010	Selênio	0,0009	1,5	mg L ⁻¹
366/2010	Zinco	2,6	5	mg L ⁻¹
367/2010	Arsênio	0,0010	1,5	mg L ⁻¹
368/2010	Manganês	0,0030		mg L ⁻¹

Fonte: TECNAUT, 2012.

No cabeçalho da tabela o campo intitulado como resultado leva as informações dos níveis de concentração de cada resíduo, já o campo VMP demonstra os níveis máximos

estabelecidos para descarte de efluente, segundo o órgão fiscalizador, a medida estabelecida foi mililitro por litro e miligramas por litro.

Com base no resultado da análise apresentada nas Tabelas 1 e 2, pode-se concluir que os metais tóxicos ou potencialmente tóxicos encontrados foram os seguintes: Ferro (Fe), Bário (Ba), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Cromio (Cr), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni), Prata (Ag), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Estanho (Sn), decorrente do processo de corte a laser e da solução antioxidante.

4.3 Métodos de Reaproveitamento Utilizado

O método utilizado foi desenvolvido no INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DA UNESP DE BOTUCATU, pelo Professor Dr. Gustavo Rocha de Castro, o método foi testado e comprovado pelo mesmo, o que garante a assiduidade da pesquisa, podendo ser encontrado na Revista Industrial & Engineering Chemistry Research.

O material utilizado para fabricação do filtro é a casca da Banana Nanica, pelas características presentes na mesma. As cascas são extraídas e posteriormente deixadas para secar, após estarem secas são passadas por pelo processo de moagem até apresentarem a forma de pó, logo após são coadas para a possível separação de impurezas, a partir daí já pode se utilizar como matéria prima para a fabricação do filtro, podendo ser utilizada para a fabricação de placas filtrantes.

O método consiste na ionização de metal por Hidrogênio, onde as proteínas presentes na casca da banana irão interagir com os íons do metal pesado, a reação química desencadeada irá fazer com que o metal fique retido na casca do filtro (ROCHA, 2011, tradução nossa).

4.4 Eficácia do método

Os testes realizados no laboratório do INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DA UNESP DE BOTUCATU comprovaram a eficiência do mesmo, com poder de retenção de 98% do metal submetido pelo processo de filtragem, com a utilização do filtro exposto nesse trabalho.

Também foi constatada laboratorialmente a capacidade de se utilizar o filtro por onze ciclos de utilização, sem que o mesmo perca a eficiência na retenção do material.

4.5 Como reaproveitá-lo no ciclo produtivo

Para que se possa reaproveitar o metal é feito a retro lavagem do mesmo com ácido sulfúrico ou ácido clorídrico. Este procedimento faz com que o metal tóxico que está preso nas placas dos filtros ser soltem, é o processo inverso utilizado na captura do metal, ocorrendo à liberação do elétron de Hidrogênio, que catalisa a molécula do metal. Sendo assim o acido irá desencadear a reação química que irá desprender o material do filtro e forçar que os mesmo segreguem-se de acordo com a característica de cada um, onde os metais irão se separar um do outro (ferro, chumbo, mercúrio, etc.), facilitando sua posterior coleta.

4.6 Redução da quantidade de metal no efluente

A Tabela 3 mostra a eficiência comprovada do método de remoção do metal tóxico ou potencialmente tóxico, onde 98% do material foi removido.

Tabela 3 - Capacidade de remoção

Metais presentes	Concentração antes da remoção	Concentração pós-remoção	Unidades
Ferro	4,1	0,08	mg L ⁻¹
Bário	0,0023	0,000046	mg L ⁻¹
Cádmio	0,0009	0,000018	mg L ⁻¹
Chumbo	0,0080	0,000160	mg L ⁻¹
Cobre	0,0110	0,00022	mg L ⁻¹
Cromio Total	0,0050	0,0001	mg L ⁻¹
Cromio VI	<0,0001	0,000002	mg L ⁻¹
Estanho	0,0055	0,00011	mg L ⁻¹
Mercúrio	<0,0001	0,000002	mg L ⁻¹
Níquel	0,050	0,001	mg L ⁻¹
Prata	0,0025	0,00005	mg L ⁻¹
Zinco	0,0001	0,000002	mg L ⁻¹
Manganês	0,0750	0,0015	mg L ⁻¹

4.7 Concentração extraída do material

A Tabela 4 demonstra a quantidade removida do metal em miligramas, contido em 1 litro do material a ser tratado no efluente.

Tabela 4 - Quantidade extraída pelo filtro

Metais presentes	Qtd. Extraída	Unidades
Ferro	4,02	mg L ⁻¹
Bário	0,002254	mg L ⁻¹
Cádmio	0,000882	mg L ⁻¹
Chumbo	0,007840	mg L ⁻¹
Cobre	0,010780	mg L ⁻¹
Cromio Total	0,0049	mg L ⁻¹
Cromio VI	0,00098	mg L ⁻¹
Estanho	0,00539	mg L ⁻¹
Mercúrio	0,00098	mg L ⁻¹
Níquel	0,049	mg L ⁻¹
Prata	0,002450	mg L ⁻¹
Zinco	0,00098	mg L ⁻¹
Manganês	0,0735	mg L ⁻¹
TOTAL	4,179936	mg L⁻¹

Pode se concluir que em um litro do efluente tratado pode se remover aproximadamente 4,18 miligramas de metais tóxicos.

4.7.1 Concentração mensal de metais tóxicos detectada na empresa

Pode se constatar que a empresa TECNAUT trata em média 8000 litros de efluente por dia, podendo variar de acordo com as características produtivas da mesma, totalizando aproximadamente 192000 litros de efluente tratado por mês.

Com a quantidade detectada na ultima tabela, verifica-se o potencial mensal de reutilização de 80,23 kg de metal tóxico por mês presente no efluente da empresa.

A próxima tabela demonstra a possibilidade mensal de remoção do metal, caso haja a implantação do filtro proposto, podendo se observar a quantidade específica de cada metal a ser removida.

Tabela 5 - Quantidade removida de cada metal tóxico

ESPECIFICAÇÃO	PERCENTUAL	VOLUME TOTAL	Qtd. em KG
Ferro	96,17%	80,23	77,15719
Bário	0,05%	80,23	0,043281
Cádmio	0,02%	80,23	0,01691165
Chumbo	0,19%	80,23	0,1505217
Cobre	0,25%	80,23	0,2069473
Cromio Total	0,12%	80,23	0,0940961
Cromio VI	0,02%	80,23	0,01883525
Estanho	0,13%	80,23	0,104299
Mercúrio	0,02%	80,23	0,01883525
Níquel	1,17%	80,23	0,9408007
Prata	0,06%	80,23	0,04704805
Zinco	0,02%	80,23	0,01883525
Manganês	1,75%	80,23	1,41120105
TOTAL			80,2300802

Pode observar que dentre os metais presente, os que apresentam maiores quantidades para ser reaproveitados são: O Ferro com 77,15 kg; o Manganês com 1,41 kg e o Níquel com 0,94 kg e os demais somando 0,72 kg.

4.8 Desenvolvendo canais reversos de distribuição

Para que esse material possa ser reaproveitado no ciclo produtivo é necessária a implantação de canais reversos que irão levar o material do ponto de coleta até o centro produtivo, para que possa fazer parte de um novo produto.

4.8.1 Da coleta e separação

Dentre as etapas dos canais de distribuição reversos, pode se concluir que este trabalho apresenta as duas primeiras fases, sendo elas a coleta e a separação do metal pesado, para que

as fazes possam ser realizadas de modo seguro, se faz obrigatória a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI), para que os operadores não venham a ter contado diretamente com o metal, para evitar sua possível contaminação. Outro fator importante é a necessidade de instalações adequadas para tais atividades, assegurando que não venha a apresentar riscos ao meio ambiente, tais instalações deveram ser monitoradas pelo órgão competente local (CETESB).

4.8.2 Do manuseio

Para que esse tipo de material possa ser manuseado de forma segura, ou seja, para que quando for movimentado para realização da coleta, separação, embalar para transporte e carregado no veículo, os trabalhadores que irão desempenhar tais atividades não venha a sofrer danos a saúde, decorrente da exposição e falta de equipamentos adequados para a realização das atividades mencionadas.

4.8.3 Do transporte

Na etapa de realização do transporte, devem se tomar os seguintes cuidados:

O motorista deve ter treinamento para a realização de transporte de cargas perigosas, sendo obrigatório o certificado de conclusão do curso de movimentação e Operação de produtos perigosos (MOPP).

O veículo deve estar em perfeitas condições mecânicas, sendo obrigatória a revisão periódica, deve conter a sinalização adequada para este tipo de transporte (rótulos de segurança), deve conter também, os equipamentos obrigatórios para o caso de acidentes (extintores, faixas, cones, calços, etc.).

A rota a ser realizada a o transporte deve ser pré-definidas, observados os pontos críticos evitados, tais como: declives acentuados, curvas perigosas, serras, cruzamento, etc.

A realização do transporte deve ser documentada, para que se possa ter controle, por parte do poder público, dos deslocamentos realizados com esse tipo de material.

4.8.4 Do armazenamento

Entende-se aqui a Armazenagem como a ultima etapa do canal reverso de distribuição, pois o material se encontra dentro da unidade que irá encarregar-se de industrializá-lo novamente. Onde o metal tóxico poderá ser fundido, e ser re introduzido na indústria.

A armazenagem consiste na alocação segura do material, sendo provida de instalações e equipamentos necessários, para que não afete suas características principais, para que possa ser reutilizada como matéria prima.

No processo de armazenagem também de serem observados os cuidados referentes à saúde dos trabalhadores e as condições legais para a armazenagem.

4.9 Considerações finais

4.9.1 Teor de metal tóxico encontrado

Devido às características do processo de produção pode-se afirmar que a quantidade do material extraído será relativamente pequena (aproximadamente 80,23 kg), o que pode vir a inviabilizar o processo por motivos econômicos, pelo fato de não compensar o investimento tecnológico e a infra-estrutura de apoio necessária para se retirar uma pequena quantidade de metal tóxico, mesmo sendo o custo do material utilizado (casca de banana) relativamente baixo.

Pelo fato do Ferro apresentar maior concentração (96,17%), o valor arrecadado com o reaproveitamento desse material vai ser baixo, devido a abundancia desse minério. Mas se o Chumbo, Cromio, Cádmiu ou a Prata, apresenta-se a mesma quantidade Ferro, tornaria o projeto viável, visto que, esses metais apresentam alto custo, devido a sua escassez no meio ambiente, os que os torna mais caros na indústria.

4.9.2 Sugestão de melhoria para a empresa

Caso a empresa queira optar por reduzir ainda mais o quantidade de metal tóxico no efluente, após passar pelo processo de tratamento, a mesma pode introduzir o material utilizado no filtro proposto (casca de banana), ao filtro já existente na empresa (filtro prensa –

Figura 13), o material seria adicionado nas placas do filtro, o que resultaria em uma maior retenção do metal tóxico no filtro. Vale ressaltar que tal técnica permite maior eficiência do processo de tratamento, mas não existe a possibilidade de reaproveitamento do metal pesado, pelo fato de estar misturado a outros materiais particulados que foram retidos (Figura 14).

4.9.3 Comprometimento da empresa

Durante a pesquisa a empresa TECNAUT apresentou seu total apoio ao estudo, o que demonstra seu total comprometimento com as questões ambientais, a empresa possui uma excelente estação de tratamento de efluente, provida de recursos tecnológicos e pessoal altamente qualificado, tal resultado pode ser visto anteriormente na Tabela 2, que mostra o resultado do seu trabalho, níveis totalmente aceitáveis de concentrações de metais pesados e outros resíduos em seu efluente, dentro dos padrões legais.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o método utilizado na pesquisa para remoção dos metais tóxicos ou potencialmente tóxicos, apresenta elevado grau de eficiência na retenção dos mesmos, garantindo sua aplicabilidade para tal finalidade.

A pesquisa realizada demonstrou a possibilidade de reutilização de metais tóxicos novamente ao ciclo produtivo, por meio de uma técnica econômica e sem a utilização de processo química sofisticados, o que representa menores custos de implantação.

O estudo de caso na empresa TECNAUT possibilitou demonstrar na prática as condições encontradas nos efluentes industriais, servindo para aplicação de medida solução padrão para tal seguimento industrial, por meio da logística reversa. No estudo realizado constatou a inviabilidade econômica caso fosse de interesse vender o material para obter vantagens econômicas, devido à maior presença de ferro, metal que apresentou maior concentração e que de tem custo relativamente baixo na indústria. Mas caso haja a intenção de intensificar a eficiência do tratamento de efluente, se torna uma opção eficaz.

Levando em consideração a análise da amostra realizada, pode se concluir que em média podem ser removidos 80,23 kg de metal tóxico por mês do efluente da empresa.

Durante a pesquisa observou-se a falta de métodos e técnicas de baixo custo, para o mesmo propósito, o que serviu para demonstrar a falta de estudos e pesquisa para reverter tal situação.

A pesquisa possibilitou juntar a teoria com a prática resultando um estudo que garante a perfeita harmonia entre processos industriais e o meio ambiente, que atualmente é abordada como a sustentabilidade dos meios de produção.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. **Metais pesados**. Brasil escola. 2011. Graduação em Química Disponível em <<http://www.brasilecola.com/quimica/metais-pesados.htm>>. Acesso em 10 Mar. 2012

BAENAS, J. M. H. **Cadeia de reciclagem das baterias veiculares**: estudo da gestão de um fluxo logístico reverso para os pequenos fabricantes, 2008. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia - UNESP, Bauru, SP, 2008. Disponível em <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bba/33004056086P6/2008/hojas_baenas_jm_me_bauru.pdf>. Acesso em 10 Mar. 2012

BALLOU, R. H. Em Busca do Amanhã. In: _____ **Logística Empresarial** - Transporte, administração de materiais, distribuição física. São Paulo: Atlas S.A, 1993.

BUARQUE, A. H. F. **O Mini dicionário da Língua Portuguesa**. 4. ed. Brasília: Nova Fronteira. 2001.

CARVALHO, W. A. **Remoção de metais potencialmente tóxicos de efluentes aquosos por argilas modificadas: retenção de Ni (II)**. Iniciação científica de Agos. 2005 a Dez. 2006. Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-CAMP). Campinas, 2006. Disponível em <<http://www.bv.fapesp.br/pt/bolsas/43097/remocao-metais-potencialmente-toxicos-efluentes/>>. Acesso em 10 Mar. 2012.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. CETESB. **Resíduos sólidos industriais**. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/residuos-solido/s/residuos-urbanos/3-residuos-solidos-industriais>>. 2008. Acesso em 10 Mar. 2012.

_____. **Variáveis de qualidade das águas**. 2011. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/Águas-Superficiais/34-Variáveis-de-Qualidade-das-Águas#>>. Acesso em 10 Mar. 2012.

CRISTIANE, A. S. L.; ALCÂNTRA, P. C.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. **Logística reversa**: o caso do Destino de produtos químicos e Vidrarias de uma instituição de Ensino profissionalizante em Curitiba. XXVIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_077_540_11254.pdf>. Acesso em 10 Mar. 2012.

IBCCF, UFRJ. Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho e ao Programa de Tutoria da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2000. **Apostila ministrada durante o curso de pós-graduação em biofísica**. Disponível em <http://www.radioisotopos.ufrj.br/radioiso/arquivos/apostila_metais.pdf>. Acesso em 10 Mar. 2012.

INÉS, S. S. M. **Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto, SP** – avaliação dos níveis de metais pesados. 2002. 131 f. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. 2002. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22133/tde-25072003-084308/pt-br.php>>. Acesso em 10 Mar. 2012.

LEITE, P. R. **Logística Reversa - Meio Ambiente e Competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

LUIZ, B. M.; JOSÉ, F. E.; WAGNER, J. S. M. **Resíduos sólidos urbanos - modelo de gestão em municípios de pequeno e médio porte**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas – Ano 4, nº 2, Abr-Jun/2009, p. 123-137 Jun. 2009. Disponível em <<http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/viewFile/751/230>>. Acesso em 10 Mar. 2012

MUELLER, C. F. **Logística Reversa Meio-ambiente e Produtividade**. Grupo de estudos Logísticos Universidade Federal de Santa Catarina. 2005. Disponível em <http://empresa.responsavel.com/aulas/logistica_texto_meioambiente.pdf>. 2005. Acesso em 10 Mar. 2012.

MUNIZ, C. R. S. P. **Práticas para implantação de sistemas de gestão Ambiental certificáveis - um enfoque na gestão de pessoas**. 2009. 102 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Bauru, 2009. Disponível em <<http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bba/.pdf>>. Acesso em 10 Mar. 2012.

NORONHA, N. F. et al. **Substâncias húmicas - possibilidade de um novo agente terapêutico**. 2009. Revista Uniara, v. 12, n. 2. Dez. 2009. Disponível em <http://www.uniara.com.br/revistauniara/pdf/23/denilson_15.pdf>. Acesso em 10 Mar. 2012.

PAOLESCHI, B. Logística Reversa. In: _____. **Logística Industrial Integrada - Do planejamento, Produção, Custos e Qualidade à Satisfação do Cliente**. 2. ed. São Paulo: Editora Érica Ltda. 2010.

ROCHA, G. C.; **Banana Peel Applied to the Solid Phase Extraction of Copper and Lead from River Water: Preconcentration of Metal Ions with a Fruit Waste**. Revista Industrial & Engineering Chemistry Research. p. 3446-3451. Fev. 2011. Disponível em <<http://pubs.acs.org/doi/citedby/10.1021/ie101499e>>. Acesso em 10 Mar. 2012.

SCHWARTZ, H. C. C. **A logística reversa viabilizando ganhos econômicos, sociais, ambientais e de imagem empresarial**. 2007. 42 f. Monografia de final de curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Logística Empresarial - Instituto de Educação Superior de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.empresaresponsavel.com/links/logistica%20reversa%20e%20ganhos%20empresariais.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2012.

TECNAUT. **Tecnaut Indústria e Comercio de Metais Ltda**. 2012. Disponível em <[http://201.76.50.20/\\$sitepreview/tecnaut.ind.br/Cont_Default.aspx?cont=emp](http://201.76.50.20/$sitepreview/tecnaut.ind.br/Cont_Default.aspx?cont=emp)>. Acesso em 10 Mar. 2012.

VIEIRA, M. J. **Logística reversa aplicado a reciclagem de lixo eletrônico – Estudo de caso: Oxil manufatura reversa**. 2009. 44 f. Trabalho de conclusão de curso. Faculdade de tecnologia da zona leste. São Paulo, 2009. Disponível em <<http://www.fateczl.edu.br/TCC/2009-2/tcc-256.pdf>>. 2008. Acesso em 10 Mar. 2012.

YTOSHI, F. S.; GIRO, R. M.; ROBERTO, M. S. **A Logística Reversa E A Sustentabilidade Empresarial**. XIII SEMEAD, Seminários em Administração, p. 1-17, Set. 2010. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/semead/13semead/resultado/trabalhosPDF/521.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2012.

ANEXOS

**ANEXO A – ANÁLISE FÍSICO – QUÍMICA DE EFLUENTE DA EMPRESA
TECNAUT 2009**

CEAQUIM

CENTRO DE APOIO QUÍMICO AO ENSINO, À PESQUISA E DE PRESTAÇÃO DE
SERVIÇOS

SERVIÇO AUXILIAR ANEXO AO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E BIOQUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – UNESP – BOTUCATU

BOTUCATU, SP - RUA SÃO JOÃO - CEP 13.033-000 - CAIXA POSTAL 2315 - FONE/FAX 35 (16) 3811-3222 e 3811-3223

Of. N° 0128/2009-CEAQUIM

Botucatu, 5 de dezembro de 2009.

À
TECNAUT IND. E COM. DE METAIS LTDA
Rodovia Marechal Rondon, km 254
18603.970 – BOTUCATU – SP

Amostra: Água de efluente bruto
Botucatu - SP
Coleta: Realizada pelo interessado

Determinação de Parâmetros Físico-Químicos de Efluente

Protocolos CEAQUIM	Parâmetros	Resultado	VMP	Unidades
1893/2009	pH	1,96	6-10	-
1894/2009	Resíduos sedimentáveis	60	20	mL L ⁻¹
1895/2009	Óleo e graxas	966	150	mg L ⁻¹
1896/2009	DQO	2670		mg L ⁻¹
1897/2009	Fluoreto	112	10	mg L ⁻¹
1898/2009	Nitrogênio total	346		mg L ⁻¹
1899/2009	Sulfato	2617	1000	mg L ⁻¹
1900/2009	Sulfeto	<0,1	1	mg L ⁻¹
1901/2009	Cianeto	<0,1	0,20	mg L ⁻¹
1902/2009	Ferro solúvel	4,1	15	mg L ⁻¹
1902/2009	Bário	0,0023		mg L ⁻¹
1904/2009	Cádmio	0,0009	1,5	mg L ⁻¹
1905/2009	Chumbo	0,0080	1,5	mg L ⁻¹
1906/2009	Cobre	0,0110	1,5	mg L ⁻¹
1907/2009	Crômio Total	0,0050	5	mg L ⁻¹
1908/2009	Crômio VI	<0,0001	1,5	mg L ⁻¹
1910/2009	Estanho	0,0055	5	mg L ⁻¹
1911/2009	Mercurio	<0,0001	1,5	mg L ⁻¹
1912/2009	Níquel	0,050	1,5	mg L ⁻¹
1913/2009	Prata	0,0025	1,5	mg L ⁻¹
1914/2009	Selênio	0,0018	1,5	mg L ⁻¹
1915/2009	Zinco	0,0001	5	mg L ⁻¹
1916/2009	Arsênio	0,0013	1,5	mg L ⁻¹
1917/2009	Manganês	0,0750		mg L ⁻¹

VMP (Valor Máximo Permitido): ART. 19-A Decreto 8468

< = menor

> = maior

mg = miligrama (10⁻³g)

L = Litro

CEAQUIM

CENTRO DE APOIO QUIMICO AO ENSINO, A PESQUISA E DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS
SERVIÇO AUXILIAR ANEXO AO DEPARTAMENTO DE QUIMICA E BIOQUIMICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – UNESP – BOTUCATU
BOTUCATU, SP - RUIBRO JR. - CEP18 618-000 - CAIXA POSTAL 510 - FONE/FAX: 55 (16) 2811-6255 e 2811-6228

Metodologia

De acordo com os métodos recomendados pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater e normas da CETESB.

Prof. Dr. José Pedro Serra Valente

Responsável pelas Análises
CRQ No. 05100278 4ª. Região

**ANEXO B – ANÁLISE FÍSICO – QUÍMICA DE EFLUENTE DA EMPRESA
TECNAUT 2010**

CEAQUIM				
CENTRO DE APOIO QUÍMICO AO ENSINO, À PESQUISA E DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS				
SERVIÇO AUXILIAR ANEXO AO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E BIOQUÍMICA				
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – UNESP – BOTUCATU				
<small>BOTUCATU, SP - RUA SÃO JOÃO - CEP 13.048-908 - CAIXA POSTAL 518 - FONE/FAX 35 (31) 3611-8295 e 3611-6228</small>				
Of. Nº 031/2010-CEAQUIM			Botucatu, 24 de agosto de 2010.	
À				
TECNAUT IND. E COM. DE METAIS LTDA				
Rodovia Marechal Rondon, km 254				
18603.970 – BOTUCATU – SP				
Amostra: Água de efluente				
Botucatu - SP				
Coleta: Realizada pelo interessado				
<i>Determinação de Parâmetros Físico-Químicos de Efluente</i>				
Protocolos CEAQUIM	Parâmetros	Resultado	VMP	Unidades
345/2010	pH	6,71	6-10	-
346/2010	Resíduos sedimentáveis	<0,1	20	mL L ⁻¹
347/2010	Óleo e graxas	62	150	mg L ⁻¹
348/2010	DQO	41,7		mg L ⁻¹
349/2010	Fluoreto	<0,1	10	mg L ⁻¹
350/2010	Nitrogênio total	39,2		mg L ⁻¹
351/2010	Sulfato	2036	1000	mg L ⁻¹
352/2010	Sulfeto	0,4	1	mg L ⁻¹
353/2010	Cianeto	<0,1	0,20	mg L ⁻¹
354/2010	Ferro solúvel	0,18	15	mg L ⁻¹
355/2010	Bário	0,0110		mg L ⁻¹
356/2010	Cádmio	0,0018	1,5	mg L ⁻¹
357/2010	Chumbo	0,0042	1,5	mg L ⁻¹
358/2010	Cobre	0,0024	1,5	mg L ⁻¹
359/2010	Crômio Total	0,0038	5	mg L ⁻¹
360/2010	Crômio VI	<0,0001	1,5	mg L ⁻¹
361/2010	Estanho -	0,0043	4	mg L ⁻¹
362/2010	Mercurio	<0,0001	1,5	mg L ⁻¹
363/2010	Níquel	0,0180	1,5	mg L ⁻¹
364/2010	Prata	0,0008	1,5	mg L ⁻¹
365/2010	Selênio	0,0009	1,5	mg L ⁻¹
366/2010	Zinco	2,6	5	mg L ⁻¹
367/2010	Arsênio -	0,0010	1,5	mg L ⁻¹
368/2010	Manganês	0,0030		mg L ⁻¹

VMP (Valor Máximo Permitido): **ART. 19-A Decreto 8468**
 < = menor
 > = maior
 mg = miligrama (10⁻³g)
 L = Litro

ppad


CEAQUIM

CENTRO DE APOIO QUÍMICO AO ENSINO, À PESQUISA E DE PRESTAÇÃO DE
SERVIÇOS
SERVIÇO AUXILIAR ANEXO AO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E BIOQUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS – UNESP – BOTUCATU

BOTUCATU, SP – RUIBÃO JR. - CEP 13.084-900 - CAIXA POSTAL 513 - FONE/FAX: 35 (041) 3511-4333 e 3511-4535

Metodologia

De acordo com os métodos recomendados pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater e normas da CETESB.


Prof. Dr. José Pedro Serra Valente
Responsável pelas Análises
CRQ No. 05100278 4ª. Região

ANEXO C – DECLARAÇÃO DA EMPRESA TECNAUT**DECLARAÇÃO****BOTUCATU, 15 JULHO DE 2012**

A Empresa TECNAUT, CNPJ 73056731/0001-22, situada as margens da Rodovia Marechal Rondon, km 254, declara para fins acadêmicos que autoriza o aluno Sérgio da Silva Cardoso, RA 921011336, matriculado no curso de Logística da Faculdade Tecnológica de Botucatu, a utilizar fotos e dados da empresa para elaboração de seu trabalho de conclusão de curso, cujo tema é Logística Reversa e Sustentabilidade – O Retorno de metais tóxicos e potencialmente tóxicos ao ciclo produtivo, apresentado perante banca examinadora na data 26 de Junho de 2012.

Declara por ser verdade, firmo o presente.


TECNAUT
73.056.731/0001-22
Tecnaut Ind. Com. Metais Ltda
Rod. Marechal Rondon, Km 254
Distr. Industrial - Cep: 13.600-000
Botucatu - SP

Botucatu, ____ de _____ de 2012.

Nome Completo do aluno

De Acordo:

Prof. Edson Aparecido Martins
Orientador

Prof^a Ms. Bernadete Rossi Barbosa Fantin
Coordenadora do Curso de Logística