



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AMBIENTAL
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA
AMBIENTAL**

GIL CÉSAR ALVES MARTINS

**CUSTOS COM TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS
NA FABRICAÇÃO DE BANCOS AUTOMOTIVOS**

**Florianópolis/SC
2013**

GIL CÉSAR ALVES MARTINS

**CUSTOS COM TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS
NA FABRICAÇÃO DE BANCOS AUTOMOTIVOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental, com ênfase em Gestão Ambiental, do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ENS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Rejane Helena Ribeiro da Costa

Florianópolis/SC
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Martins, Gil César Alves

M379c Custos com tratamento de efluentes industriais na
fabricação de bancos automotivos / Gil César Alves Martins;
Orientadora, Rejane Helena Ribeiro da Costa - Florianópolis,
SC, 2013.
77 p.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal
de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Ambiental.

Inclui referências

1. Engenharia Ambiental. 2. Custos. 3. Efluentes
Industriais. 4. Custeio baseado em atividades (ABC). I. Costa,
Rejane Helena Ribeiro da Costa. II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Ambiental. III. Título.

"Custos com Tratamento de Efluentes Industriais na Fabricação de Bancos Automotivos"

GIL CÉSAR ALVES MARTINS

Dissertação submetida ao corpo docente do Curso de Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de

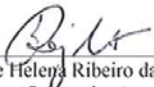
MESTRE PROFISSIONAL EM ENGENHARIA AMBIENTAL

na Área de Gestão Ambiental na Indústria.

Aprovado por:

Prof. Paulo Belli Filho, Dr.

Prof. Joel Dias da Silva, Dr.



Prof. Rejane Helena Ribeiro da Costa, Dr.
(Orientadora)

Prof. Pablo Heleno Sezerino, Dr.

Prof. Maurício Luiz Sens, Dr.
(Coordenador)

FLORIANÓPOLIS, SC – BRASIL
ABRIL/2013

*O fracasso jamais lhe surpreendera se sua decisão de
vencer for suficientemente forte.*

(Og Mandino)

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas valiosas e inúmeras oportunidades que tive em minha vida e em especial pela alegria de concluir o presente trabalho

A Elizabete companheira incansável e incentivadora, aos nossos filhos João Pedro, Julia Cristina e Lucas Silva, razão de nossas vidas, pelo apoio nos momentos difíceis e pela compreensão durante minhas ausências.

A Professora Dra. Rejane Helena Ribeiro da Costa, minha orientadora, pela orientação, estímulo e confiança e principalmente paciência.

À RESIL MINAS INDÚSTRIA E COMERCIO S.A. na figura do seu presidente e seus diretores, não só por permitirem a realização deste trabalho, mas e principalmente pela concessão integral da bolsa de estudo, a pesquisa e o desenvolvimento profissional, fomentando uma cultura que aproxima a academia da sociedade em busca de um mundo melhor.

Ao Instituto de Competências Empresarial da Fiat em parceria com Universidade de Santa Federal de Santa Catarina que me deram à oportunidade de realizar este trabalho.

A Maria Rita de Souza, amiga companheira e incentivadora durante todo o curso.

A todos os amigos, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos amigos do Mestrado, pela troca de experiências, enriquecedora em todos os planos.

E a todos aqueles que conviveram comigo e me aturaram nestes anos de mestrado, por compartilharem essa experiência enriquecedora e gratificante do ponto de vista acadêmico, profissional e acima de tudo humano.

MARTINS, GIL CÉSAR ALVES. **Custos com tratamento de efluentes industriais na fabricação de bancos automotivos**. 2013. 77f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, com ênfase em Gestão Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Rejane Helena Ribeiro da Costa

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo a identificação e análise dos custos em uma estação de tratamento de efluentes industriais de uma empresa de autopeças de fabricação de bancos automotivos. Tal estudo se justifica em função do crescente consumo de água nas empresas em seus processos de fabricação e a obrigatoriedade de seu tratamento e atendimento legal antes do seu descarte, que têm contribuindo para o aumento dos custos. Esse fato não é sempre compreendido pelas empresas que possuem sistema de tratamento de seus efluentes, devido à ausência de uma gestão que forneça informações apuradas referentes ao processo utilizado. Dessa maneira, baseado em estudos realizados na empresa depois de caracterizar o processo fabril e apontar os principais elementos da produção que possuem relação com a geração de efluentes industriais, foi mapeado as principais etapas do tratamento de efluentes e as técnicas relacionadas ao tratamento utilizado. Na sequência, com base na metodologia de “Custeio Baseado em Atividades” (ABC), calculou-se os custos das atividades do tratamento, compreendidos pelos custos: fixos estruturais, operacionais e variáveis, chegando ao custo total empregado pela empresa durante o tratamento de seus efluentes industriais. Como resultados do trabalho, foram evidenciados as atividades mais onerosas e os recursos mais utilizados e com maior intensidade no desenvolvimento das atividades durante o tratamento dos efluentes industriais, referente ao ano de 2011. Constatou-se que os custos com o tratamento dos efluentes industriais (R\$ 378.295,00) representam uma parcela considerável dos custos totais da empresa, correspondendo a 6,0% dos custos fixos total da empresa. Os custos com maior intensidade foram aqueles relativos aos gastos com a mão de obra (R\$ 190.183,00), representando 50,27% do custo total anual com tratamento dos efluentes industriais.

Palavras-chave: Custos. Efluentes Industriais. Custeio baseado em atividades (ABC).

ABSTRACT

The present study aimed at the identification and analysis of the costs of a treatment plant wastewater in industrial auto Parts Company manufacturing automobile seats. This study is justified due to the increasing water consumption in companies in their manufacturing processes and mandatory treatment and legal compliance before its disposal, which have contributed to rising costs. This fact is not always understood by companies that have their treatment system effluent due to the absence of a management that provide briefings regarding the process used. Thus, based on studies conducted in the company after characterizing the manufacturing process and identify the main elements of the production that are related to the generation of industrial effluents, was mapped the main stages of wastewater treatment and techniques related to the treatment used. Subsequently, based on the methodology of "Activity Based Costing" (ABC), we calculated the cost of treatment activities, included the costs: fixed structural and operational variables, reaching the total cost employed by the company during the treatment their industrial effluents. As results of the work were highlighted activities more expensive and most frequently used features and with greater intensity in the development of the activities during the treatment of industrial effluents was found that the cost of treatment of effluents represent a considerable portion of the total costs of company (R \$ 378,295.00). Costs with greater intensity were those related to spending on labor R \$ 190,183.00 for the year, 50.27% of the total cost.

Keywords: Costs. Industrial Effluents. Activity-based Costing (ABC).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do processo produtivo.....	44
Figura 2. Bobinas de Arames.	45
Figura 3. Tubos Metálicos.....	45
Figura 4. Cortes das Chapas Metálicas.	46
Figura 5. Dobra das Chapas Metálicas.....	46
Figuras 6 e 7. Processos de Solda dos Bancos Automotivos.	47
Figuras 8 e 9. Processo de Fosfatização nos Bancos Automotivos.	47
Figuras 10 e 11. Tratamento superficial, pintura dos bancos automotivos.	47
Figuras 12 e 13. Expedição dos bancos automotivos.	48
Figura 14. Fluxograma da Estação de Tratamento dos Efluentes Industriais.....	50
Figura 15. Fluxograma dos processos e o cálculo dos custos em três etapas.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Variáveis utilizadas para cálculo dos custos.....	55
Tabela 2 Efluentes Industriais Bruto 2011.	55
Tabela 3 Efluentes Industriais Tratado 2011.....	58
Tabela 4. Custos fixos estruturais, análises dos efluentes industriais...	59
Tabela 5. Custos fixos operacionais, mão de obra efetiva e terceirizada.....	59
Tabela 6. Custo com aquisição insumos.....	60
Tabela 7. Volumes de efluentes industriais tratados na estação de tratamento de efluentes industriais.	60
Tabela 8. Custos com o tratamento dos efluentes industriais tratados na estação de tratamento de efluentes industriais.	60
Tabela 9. Custo Total com o tratamento dos efluentes industriais tratados na estação de tratamento de efluentes industriais...	60
Tabela 10. Custo Tratamento de Efluente vs Bancos Automotivo Produzido.	62

LISTA DE SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
CFE	- Custos Fixos Estruturais
CFO	- Custos Fixos Operacionais
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	- Conselho Estadual de Política Ambiental
CERH	- Conselho Estadual de Recursos Hídricos
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	- Demanda Química de Oxigênio
ETE	- Estação de Tratamento de Efluentes
ONU	- Organização das Nações Unidas
pH	- Potencial Hidrogeniônico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS	25
2.1 OBJETIVO GERAL	25
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	27
3.1 EFLUENTES	27
3.2 Tratamento de Efluentes Industriais	29
3.3 Legislação Ambiental.....	30
3.4 Tratamento Superficial - Pintura	32
4.1 Custos x Processos de fabricação de bancos automotivos	34
4.2 Métodos de custeios	35
5 METODOLOGIA	43
5.1 CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO INDUSTRIAL.....	44
5.2 GERAÇÃO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	49
5.3 PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAL	50
5.4 CÁLCULOS DOS CUSTOS RELATIVOS AO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	53
5.4.1 Custos Fixos Estruturais e Operacionais	53
5.4.2 Custos Variáveis.....	54
5.4.3 Custo Total	54
6 RESULTADOS.....	57
6.1 CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE BRUTO E TRATADO	57
6.2 CUSTOS FIXOS ESTRUTURAIS E OPERACIONAIS.....	60
6.3 CUSTOS VARIÁVEIS	60
6.4 CUSTOS TOTAIS	61
6.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	61
7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	65

REFERÊNCIAS.....67

APÊNDICES - MAPEAMENTO DE CUSTOS71

Apêndice A - Identificação dos custos fixos estruturais durante o processo de tratamento dos efluentes líquidos industriais 73

Apêndice B - Identificação dos Custos Fixos Operacionais durante o processo de tratamento dos efluentes líquidos industriais 74

Apêndice C - Identificação dos Custos Variáveis durante o processo de tratamento dos efluentes líquidos industriais 75

Apêndice D - Identificação do custo total durante o processo de tratamento dos efluentes líquidos industriais. 77

1 INTRODUÇÃO

O crescimento econômico na última década impulsionou um grande aumento na produção de veículos, com isso um grande número de empresas de autopeças se instalaram no estado de Minas Gerais na região metropolitana de Belo Horizonte. Este forte desenvolvimento da região deve-se ao fato do estado ser grande produtor de minérios metálicos e de uma farta disponibilidade de água, contribuindo de forma decisiva para o acelerado crescimento industrial (IBGE, 2012).

Esse crescimento, associado ao crescimento populacional, influenciou no aumento do consumo dos recursos hídricos, despertando para uma grande preocupação em particular com a poluição hídrica, pois o desenvolvimento industrial vem se caracterizando como uma das principais causas para o agravamento desse problema. Hoje os processos de fabricação das autopeças geram diferentes tipos de poluentes que contaminam os mananciais, devido ao descarte muitas vezes deficiente e irregular.

Na tentativa de solução desses problemas, as políticas ambientais associadas às inovações tecnológicas têm contribuindo para o desenvolvimento de técnicas que buscam a adoção de novos valores e de uma reflexão acerca deste desenvolvimento industrial.

A dimensão ambiental vem sendo incorporada ao processo produtivo das indústrias e a gestão empresarial, inclusive com base para a redução dos custos por meio de medidas para minimizar o consumo de insumos e geração de poluentes. (NUNES, 2004).

Apesar da crescente participação da indústria na demanda do consumo de água e do impacto causado pelo lançamento de seus efluentes nas bacias hidrográficas mineiras, o levantamento de dados referente ao tratamento e aos seus custos ainda é assunto pouco estudado. Tal fato pode ser explicado pela limitada disponibilidade de dados consistentes.

São muitas as dificuldades que se encontra ao se trabalhar com o levantamento de custos com o tratamento de efluentes devido à ausência

de um gerenciamento dos efluentes líquidos, processo de tratamento e o seu descarte final.

O conhecimento dos custos com tratamento dos efluentes, e seu correto tratamento, permitem a obtenção de resultados mais próximos da realidade e um melhor gerenciamento das operações de tratamento. Isso pode ser obtido através da internalização desses custos e, portanto, em menores impactos ao custo total da empresa, meio ambiente e para a sociedade, uma vez que quando a empresa não assume um papel pró-ativo em relação às suas dispensas, esta se torna vulnerável à concorrência global (SANTOS, 2000). Outra questão da apropriação adequada dos custos com tratamento dos efluentes torna-se crucial, na medida em que o consumo de água associado à sua escassez tem aumentado significativamente nos últimos tempos. Isso decorre de um aumento da população e do consumo de produtos industrializados no mercado nacional.

As escassas informações existentes baseiam-se em poucos dados de empresas e órgãos estaduais de controle dos recursos hídricos, não se dispondo de uma consolidação de abrangência estadual. De acordo com estimativas realizadas pela Secretaria de Saúde Estadual, citada no plano estadual de recursos hídricos, o uso industrial representa 12% da demanda de água na região (PERH/MG, 2010).

Esses fatores representam um obstáculo para a efetiva caracterização das indústrias em termos de uso de água, tratamento, custos e aporte de poluentes às bacias hidrográficas, provocando a exaustão dos recursos hídricos e elevando os custos da água para o uso industrial, estimulando as empresas a avaliarem seus sistemas de tratamento, buscando desenvolver sistemas de tratamento mais eficientes e enxutos.

Nas empresas de autopeças, a água é utilizada em diversos processos de fabricação principalmente no tratamento superficial (ALMEIDA, 2000) e proteção à corrosão. Porém essas empresas realizam seus tratamentos tendo como meta somente atingir os padrões de lançamento vigentes no estado (Deliberação Normativa COPAM / CERH-MG Nº. 1, 2008), deixando de lado o trabalho de levantamento de custos decorrentes do processo de tratamento de seus efluentes, o que permitiria uma redução destes custos. Porém, a crescente competitividade do setor de fabricação de autopeças tem despertado o interesse das empresas em conhecer os seus gastos, principalmente no que se refere ao sistema de custos com o tratamento de seus efluentes industriais.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo principal a

identificação e mensuração dos custos com o tratamento de efluentes em uma empresa metalúrgica de fabricação de bancos automotivos instalada na cidade de São Joaquim de Bicas - Minas Gerais, unidade esta que conta com 1.500 funcionários diretos e produz cerca 400.000 unidades de bancos automotivos por mês, o que equivale a 13.000 veículos por mês e um consumo de 4.000 m³ de água mensal, correspondendo a um consumo de 0,01 m³ para cada banco automotivo produzido. Para tal, realizou-se inicialmente uma avaliação do processo de fabricação de forma a identificar as características quantitativas dos efluentes gerados, bem como análises dos controles internos e demais instrumentos de apoio na coleta dos dados necessários. Dessa forma, foram mapeadas as matérias primas utilizadas, quantidade de efluentes gerados e destinação dos mesmos. Finalmente, foram apurados os valores finais que a empresa gasta em decorrência do tratamento dos efluentes gerados.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar uma metodologia de custeio para a identificação dos custos gerados no tratamento de efluentes líquidos de uma indústria de bancos automotivos, visando proporcionar melhor prática para uma gestão ambiental da empresa.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar os processos e operações desenvolvidos na indústria.
- Caracterizar quantitativamente os efluentes gerados no processo de fabricação de bancos automotivos e avaliar a eficiência do tratamento desses efluentes.
- Aplicar a metodologia de custeio baseada em atividades (ABC) para auxiliar a empresa a identificar e quantificar os gastos relacionados com o tratamento de efluentes.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 EFLUENTES

Conforme a NORMA NBR 9648 (ABNT 1986), efluentes são todos os fluidos líquidos provenientes das diversas atividades humanas, quando estes são descartados no meio ambiente constituem-se nos maiores contaminantes dos corpos hídricos.

Para a NBR 9800 (ABNT, 1987) efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanções de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgotos domésticos.

A grande diversidade dos processos industriais de autopeças ocasiona a geração de efluentes industriais, para os quais é preciso observar as diferentes composições físicas, químicas e biológicas, as variações de volumes gerados em relação ao tempo de duração do processo produtivo, a potencialidade de toxicidade, pontos de geração, além de tratar adequadamente antes da disposição final no meio ambiente e identificar os custos com o tratamento dos efluentes.

Uma grande parcela das águas utilizadas nos processos de produção retorna contaminada para os cursos d'água, em muitos casos levando ao comprometimento de sua qualidade para outros fins/ usos, e dependendo do grau de contaminação, essas águas residuais podem ser impróprias para a vida.

Apesar de ser um recurso natural encontrado em grande quantidade na superfície da Terra, o uso desordenado e a ação poluidora das indústrias está causando a escassez das reservas hídricas de boa qualidade para o abastecimento da população, havendo crescente necessidade de sua preservação e a adoção de melhores estratégias de produções mais limpa.

Durante décadas o processo de contaminação das reservas hídricas cresceu exponencialmente devido o avanço industrial descontrolado e o lançamento de seus efluentes industriais nos corpos receptores causando danos muitas vezes irreparáveis aos corpos hídricos, tornado estes impróprio para a espécie humana. Contudo algumas indústrias impulsionadas pela competitividade e pelo potencial de redução de custos, aumento de produtividade e principalmente

buscando atender uma população de consumidores cada dia mais exigente, têm buscado práticas de produção mais limpa, pois conforme afirma Figueiredo (2004), a sociedade passou a exigir da indústria a adoção das melhores técnicas, não sendo suficiente somente atender a determinados padrões ambientais e sim a adoção de prática de produção mais limpa em seus processos de negócio. Isso porque a sociedade está, cada vez mais, tomando consciência de que a variável ambiental é importante e que ela diz respeito a todos, não somente a um segmento ou uma parcela da população. A partir de então é necessário que as empresas busquem a integração de práticas socialmente responsáveis e ambientalmente corretas associadas às técnicas tradicionais de produção e de gestão do setor industrial, dado o anseio da sociedade de consumir produtos livres de desperdícios e ou efeitos danosos ao meio ambiente.

A Organização Mundial da Saúde apresentou a seguinte definição de poluição das águas: a água está poluída quando a sua composição ou o seu estado está de tal modo alterado que já não reúnem as condições necessárias, propriedades físicas, químicas e biológicas, para a utilização às quais estava destinada no seu estado natural. Sendo assim, é imprescindível a necessidade do tratamento dos efluentes líquidos industriais, antes que estes sejam lançados nos rios e corpos receptores.

Na indústria, a água é utilizada em muitos processos como matéria-prima, solvente de processos, meio de transporte, agente de limpeza, fonte de vapor, etc. Geralmente parte dessa água é devolvida para a natureza com contaminantes, ocasionando a sua poluição. Segundo Von Sperling (2005), as características dos despejos industriais variam essencialmente pelo tipo da indústria e pelo tipo de processo industrial utilizado. Portanto, diversos parâmetros devem ser investigados para a caracterização dos despejos, considerando que cada indústria possui um tipo de matéria-prima, o que gera despejos diferentes.

Com as inovações tecnológicas é possível tratar os efluentes gerados através de procedimentos e atividades de controle para cada tipo de efluente industrial. Porém, as diferentes composições físicas, químicas e biológicas, as variações de volumes gerados em relação ao tempo de duração do processo produtivo, a potencialidade de toxicidade e os diversos pontos de geração na mesma empresa de processamento, recomendam que os efluentes sejam caracterizados, quantificados e tratados e ou acondicionados, adequadamente, antes da disposição final no meio ambiente.

Por muito tempo não existiu por parte das empresas a preocupação de caracterizar a geração de efluentes líquidos industriais e

de avaliar seus impactos no meio ambiente. No entanto, a legislação ambiental vigente faz com que as indústrias desenvolvam atividades de tratamento para quantificar a vazão e determinar a composição dos efluentes industriais gerados, sendo que as características físicas, químicas e biológicas do efluente industrial são variáveis com o tipo de indústria, com o período de operação, com a matéria-prima utilizada. Com isso, o efluente líquido pode ser solúvel ou com sólidos em suspensão, com ou sem coloração, orgânico ou inorgânico, com temperatura baixa ou elevada.

Para Viterbo Jr. (1998), entre as determinações mais comuns para caracterizar a massa líquida estão as determinações físicas (temperatura, cor, turbidez, sólidos), as químicas (pH, alcalinidade, teor de matéria orgânica, metais) e as biológicas (bactérias, protozoários, vírus). O conhecimento da vazão e da composição do efluente industrial possibilita a determinação das cargas de poluição e contaminação, o que é fundamental para definir o tipo de tratamento, avaliar o enquadramento na legislação ambiental e estimar a capacidade de autodepuração do corpo receptor. Desse modo, é preciso quantificar e caracterizar os efluentes, para evitar danos ambientais, atuações legais e prejuízos para a imagem da indústria junto ao consumidor final.

A prevenção à poluição hídrica refere-se a qualquer prática que vise à redução e/ou eliminação, em relação ao volume, concentração ou toxicidade, das cargas poluentes na própria fonte geradora. Inclui modificações nos equipamentos, processos ou procedimentos, reformulação ou replanejamento de produtos e substituição de matérias-primas e substâncias tóxicas que resultem na melhoria da qualidade ambiental.

Qualquer que seja a solução adotada para o lançamento dos resíduos originados no processo produtivo ou na limpeza das instalações, é fundamental que a indústria disponha de sistema de tratamento dos seus efluentes.

3.2 Tratamento de Efluentes Industriais

As questões referentes ao tratamento de efluentes industriais nas últimas décadas vêm evoluindo de forma bem consciente a partir da percepção de que o aumento do número de indústrias, consumo de água e a conseqüente carga de contaminação gerada está levando à saturação os corpos hídricos. Contudo a busca pelas empresas para o desenvolvimento de soluções tecnológicas de tratamento de seus

efluentes industriais que atendam à legislação ambiental vigente ainda depende das condições econômicas para a definição do processo de tratamento a ser implantado, o que torna de grande importância a identificação dos custos empregados, sendo de suma importância uma abordagem para um correto monitoramento das operações das estações de tratamento de efluentes industriais.

Existem diferentes processos empregados nas unidades de tratamento de efluentes industriais, em função dos diferentes tipos de contaminantes gerados nos processos produtivos, classificados de acordo com princípios físicos, químicos e biológicos (NUNES, 2004):

Processos físicos: depende das propriedades físicas do contaminante tais como, tamanho de partícula, peso específico, viscosidade. Exemplos: gradeamento, sedimentação, filtração, flotação, regularização e equalização, etc.

Processos químicos: dependem das propriedades químicas dos contaminantes ou das propriedades químicas dos reagentes incorporados. Exemplos: coagulação, precipitação, troca iônica, oxidação, neutralização, osmose reversa, ultrafiltração.

Processos biológicos: utilizam reações bioquímicas para a eliminação dos contaminantes solúveis ou coloidais. Podem ser anaeróbios ou aeróbios. Exemplo: lodos ativados, lagoas aeradas, biodiscos (RBC), filtro percolador, valos de oxidação, reatores sequenciais.

Processos físico-químicos: apresenta maiores custos, em razão da necessidade de aquisição, transporte, armazenamento e aplicação dos produtos químicos. No entanto, é a opção mais utilizada nas indústrias que geram resíduos líquidos tóxicos, inorgânicos ou orgânicos não biodegradáveis. Em algumas estações de tratamento de resíduos líquidos industriais estão sendo implantadas combinações de unidades anaeróbias ou aeróbias seguidas de unidades físico-químicas. Como exemplos desses últimos, citam-se: oxidação de cianetos; redução de cromo hexavalente; homogeneização e neutralização; coagulação-floculação e decantação; e desidratação mecânica do lodo (CETESB, 1992).

3.3 Legislação Ambiental

A legislação ambiental para o lançamento de efluentes líquidos industriais é um instrumento essencial de controle da poluição hídrica, sendo a sua efetiva implementação complexa devido as dificuldades

existentes entre a aplicação legal para o campo do órgão ambiental, público e privado, causando um distanciamento entre o desejado e o praticado.

Para Von Sperling e Chernicharo (2002), os órgãos ambientais brasileiros vivem uns conflitos, pois de um lado estão às tendências mundiais de restrição dos padrões e do outro lado as pressões locais para um relaxamento na sua aplicação. Os órgãos ambientais, de posse de uma legislação baseada em padrões internacionais restritivos, mas também cientes da dificuldade na implementação de tratamento dos efluentes no País, encontram-se perdido entre o desejado e o atualmente praticável, isto associado que as legislações internacionais têm buscado padrões de lançamento mais restritivos como também o cumprimento ao atendimento dos mesmos.

A legislação ambiental referente ao descarte de efluentes em Minas Gerais vem sendo muito aplicada às indústrias de autopeça que possuem tratamento de superfícies. É difícil generalizar quais parâmetros são priorizados pelo órgão estadual na etapa de licenciamento e fiscalização, pois tal depende da realidade de cada local e da tipologia da empresa.

Segundo Junqueira (1996), em Minas Gerais, face ao desenvolvimento de seu parque industrial, há uma maior preocupação com componentes tóxicos e metais pesados. Com isso, a legislação é a primeira condicionante para um projeto de uma estação de tratamento de efluentes, sendo importante ressaltarem que as diferenças das legislações aplicadas muitas vezes impossibilitam uma experiência de sucesso de um estado para o outro devido à diferença dos parâmetros aplicados em cada estado.

A legislação ambiental tem com principal objetivo minimizar os problemas de poluição aos corpos hídricos devido ao lançamento deficiente e irregular de efluente industrial. Ela busca estabelecer padrões de lançamento e garantir a qualidade dos recursos hídricos, através do atendimento pelas empresas, sendo a sua eficácia verificada periodicamente pelos órgãos fiscalizadores.

No Brasil, existem normas que estabelecem o controle hídrico. A Constituição Federal de 1988 e a Lei n.º938, de 31 de agosto de 1981 apresentam artigos sobre o controle do lançamento de poluentes no meio ambiente, proibindo aqueles que são considerados nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida. O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, por meio da Resolução Nº. 430, de 13 de Maio de 2011, estabelecem as condições e os padrões de lançamento de efluentes.

A Resolução CONAMA/430 em seu capítulo IV, artigos 24 e 34 e respectivos incisos, determina que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água rios, lagos, depois do devido tratamento e desde que obedeçam às condições, aos padrões e às exigências dispostos na referida Resolução. Já no Artigo 35, é estipulado que o órgão ambiental competente poderá, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência, estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, aos lançamentos de efluentes que possam, dentre outras consequências, acarretarem efeitos tóxicos agudos em organismos aquáticos, e/ou inviabilizar o abastecimento das populações.

3.4 Tratamento Superficial - Pintura

O tratamento de superfície garante a conservação das estruturas metálicas do bancos automotivos, aumentando a resistência aos agentes atmosféricos umidade, efeitos mecânicos tais como desgaste e riscamento, além de dar um efeito estético de acabamento. Portanto é fundamental, contudo, limpar e preparar as superfícies antes da aplicação da pintura, uma vez que elas podem estar impregnadas com óxidos, graxa ou impurezas oriundas de operações como conformação, armazenamento ou transporte. Sendo assim se torna necessário o consumo de água para realizar um pré-tratamento a fim de alcançar uma superfície suficientemente limpa que atenda aos requisitos dos processos subsequentes (PONTE et al, 2000, LIMA-NETO et al, 2008).

Desengraxantes: neste processo a estrutura sofre uma limpeza para retirar as impurezas, contaminantes e sujeiras no substrato (óleos e graxas) provenientes das operações de manufatura ou oleamento, obtendo uma superfície limpa, isenta de impurezas.

Fosfatização: é a deposição sobre as superfícies de uma camada de fosfatos metálica flexível e firmemente aderida ao substrato, preparando para receber revestimentos orgânicos, proporcionando melhor aderência e resistência à corrosão, ou lubrificantes nas operações de deformação a frio ou em partes móveis. A fosfatização sozinha não tem muito valor protetivo contra a corrosão nas superfícies metálicas, porém, quando associada à pintura, ela assume uma importância muito grande, pois, além de melhorar a aderência da tinta, converte à superfície metálica que é sensível a corrosão, em uma superfície não metálica, de fosfato e com isso mais resistente (ALMEIDA, 2000).

Enxaguantes: trata da remoção dos resíduos das superfícies provenientes do estágio anterior, evitando a contaminação do estágio □subsequente do processo, araste alcalino, sais residuais, subprodutos de reação (ALMEIDA, 2000).

4. CUSTOS

A definição e a conceituação de custos constituem uma parte fundamental no entendimento dos sistemas e métodos de custeio; para tanto, é importante que seja definido qual é o objeto de custos.

Padoveze (2003) define objeto de custo como o elemento do qual se deseja ter o custo específico apurado, ou seja, objeto de custo é o elemento que será alvo de mensuração monetária, para a obtenção de seu custo total ou unitário.

Para Jordão & Pêsoa (2005), é relativamente grande a disparidade de custos encontrados nos projetos nacionais, devido, em parte aos fatores extrínsecos ao processo de tratamento, e de natureza econômica, como inflação, moeda nacional, custos financeiros. Nem sempre as empresas de saneamento ou as empresas de consultoria dispõem de indicadores para estimativa e projeção de custos.

No passado, para muitas empresas os custos eram considerados como informação externa que nada tinha a ver com margens e resultados, hoje são reconhecidos que o seu conhecimento e controle são fundamentais para uma gestão estratégica. Assim as empresas têm dado uma maior atenção em relação ao estudo, análise aos custos relevantes, objetivando atingir o melhor desempenho para o negócio como um todo e sua continuidade e competitividade no mercado globalizado. Os custos nas empresas são definidos por Atkinson et al. (2000) como os gastos aplicados direta ou indiretamente no sistema de gerenciamento do processo produtivo.

Conforme Martins (2003), além de serem agrupados em diretos e indiretos, os custos podem também ser agrupados como Fixos e Variáveis. Warren et al (2001) inclui ainda o custo misto.

Custos indiretos: Migliorini (2001) define custos indiretos como aqueles necessários à produção, entretanto não se pode obter seu consumo por unidade do produto ou serviço, estes geralmente são alocados aos custos do produto por meio de rateios.

Custos Diretos: Padoveze (2003) afirma que custos diretos são aqueles que podem ser fisicamente identificados para um segmento particular em consideração; sendo assim, custos diretos são aqueles que

podem ser alocados direta e objetivamente aos produtos e serviços.

Custos Fixos: segundo Warren et al (2001), custos fixos são aqueles que permanecem inalterados, mesmo quando ocorrerem variações nas quantidades produzidas.

Custos Variáveis: de acordo com Megliorini (2001), os custos variáveis são aqueles que apresentam variações em função do volume de atividade; quanto maior for o volume de produção, maiores serão os custos, como, por exemplo, matéria-prima e insumos.

4.1 Custos x Processos de fabricação de bancos automotivos

Durante o processo de fabricação de bancos automotivos a empresa produz, como consequência de seus processos, significativas quantidades de efluentes líquidos com concentrações de contaminantes superiores aos padrões exigidos pela legislação, os quais podem contaminar o solo e a água. Estes efluentes são provenientes dos setores produtivos, linhas de pintura e higienização de equipamentos e estampas, e consistem no descarte periódico de desengraxantes, fosfatizantes e enxaguantes que são águas menos contaminadas provenientes das etapas de lavagem, posterior às operações nos banhos concentrados.

A necessidade de desenvolver um sistema de apuração de custos surgiu em empresas comerciais da era do mercantilismo, onde a apuração do lucro era feita confortando a receita com o custo da mercadoria vendida. O custo era determinado pela adição do valor dos estoques iniciais e do valor das compras no período e a subtração do valor dos estoques finais. No século XVIII, com a revolução industrial ocorreram inúmeras mudanças através das inovações tecnológicas que favoreceram a apuração dos custos dentro das empresas tornando-se muito mais complexas, exigindo com isso sistema que possa emitir informações mais rápidas e eficientes (SANTOS, 2000).

Os principais objetivos do sistema de custos segundo Marion (1998) são auxiliar a administração a controlar a unidade de produção, permitindo uma correta valorização dos estoques, oferecendo bases firmes e confiáveis na projeção de resultados, auxiliando o planejamento. De acordo com Ribeiro e Martins (1998), os custos ambientais compreendem todos os gastos relacionados direta ou indiretamente. No caso do tratamento de efluentes industriais, os custos são em função da aquisição de insumos consumidos no processo.

Para Hansen e Mowen (2001), o conhecimento da estrutura dos

custos e suas causas podem levar a um reprojeto de um processo que como consequência reduz a quantidade de matérias primas consumidas e os poluentes emitidos ao meio ambiente, uma interação entre os incentivos de inovação e redução dos custos.

A competição entre as empresas de autopeças ocorre em um ambiente econômico de muitas dificuldades devido a entrada no país de competidores, com desvantagens em negociações em função do porte de muitas empresas. Em função deste cenário, as empresas são obrigadas a buscar estratégias mais competitivas e adequadas às características competitivas de suas respectivas atividades, como a redução dos custos. A importância da identificação dos custos vem crescendo dentro das empresas como um ponto estratégico, pois o lucro será máximo se o custo for mínimo, segundo Hansen e Mower (2002) uma gestão estratégica de custos é fundamental para desenvolver e identificar estratégias que produzirão vantagens competitivas no mercado altamente concorrencial.

O conhecimento e a identificação dos custos referentes ao tratamento dos efluentes são fundamentais para contribuir para o processo de gestão econômica da empresa, e dependendo do volume de efluente a ser tratado, tornou-se até um processo estratégico para a empresa como o setor de produção, por exemplo. O controle do tratamento abordado, levando em consideração a sua importância, tem adquirido uma preocupação aos custos das empresas, devido o expansivo volume de consumo de água e dos recursos consumido anualmente pelas empresas ao tratar este recurso.

Desta forma, a identificação dos custos empregados no processo de tratamento dos efluentes industriais vai permitir que os gestores possam conhecer e mensurar de maneira precisa as informações suficientes para o estabelecimento e uma gestão estratégica de redução de custos na empresa.

4.2 Métodos de custeios

Para a escolha do sistema de custo foi necessário conhecer os diferentes métodos, os quais serão comentados seguir:

Custo por Absorção

O sistema de custeio integral apresenta características específicas que atendem às disposições legais e operacionais. O sistema de custeio por absorção é o mais tradicional, e sua utilização data de uma época em

que os custos fixos representavam uma parcela bem menor dos custos totais de uma empresa (BEULKE; BERTÓ, 2001). Custeio por Absorção é o método derivado da aplicação dos princípios de contabilidade geralmente aceitos, nascido da situação histórica mencionada. Consiste na apropriação de todos os custos de produção aos bens elaborados, e só os de produção; todos os gastos relativos aos esforços de produção são distribuídos para todos os produtos ou serviços feitos (MARTINS, 2003).

Custo Variável

O custeio variável apresenta uma estrutura semelhante ao custeio por absorção, porém possui algumas diferenças importantes a serem observadas. Martins (2003) afirma que o critério de custeio variável traz mais vantagens, do ponto de vista gerencial, do que o custeio por absorção, em função de três grandes problemas apresentados pelo método de absorção:

Primeiro: Os custos fixos independem do volume produzido, incorrendo no período, mesmo que haja aumento ou redução da produção, embora essa variação represente também uma variação nos custos unitários de produção; sendo assim, os custos fixos tendem a ser mais um encargo para que a empresa possa ter capacidade de produção, do que um sacrifício para a produção de determinado bem ou serviço.

Segundo: Uma vez que os custos fixos não estão diretamente relacionados a um produto/serviço específico, sua alocação é feita de maneira arbitrária, quase sempre por meio de um processo de rateio, este, por sua vez, não vincula efetivamente cada custo a cada produto/serviço.

Terceiro: O custo fixo por unidade depende diretamente do volume de produção, quando se aumenta o volume produzido, diminui-se o custo fixo unitário, porém caso a empresa opte por reduzir a produção de um determinado item em função de sua baixa rentabilidade, essa decisão poderá agravar ainda mais o quadro, uma vez que o custo fixo unitário se elevará.

Custo Padrão

Segundo Prado (2001), o termo custo padrão possui diversos significados e implicações como, por exemplo, o fato de que todos eles sejam pré-determinados; porém, não são todos os custos preparados antes das operações que são incluídos nessa categoria.

Para estabelecer o custo padrão, é necessária uma análise científica, utilizando-se dados passados e presentes; sendo assim, o

processo de estabelecimento do custo padrão geralmente inclui uma seleção cuidadosa do material, estudos de tempo e motivação das operações e um estudo de engenharia do equipamento e das operações de manufatura ou dos equipamentos aplicados na prestação de serviços.

Custo Padrão Ideal

O custo padrão ideal, segundo Padoveze (2003), é o custo padrão calculado cientificamente, tomando-se como base condições ótimas de produção; assim, esse custeio ideal considera que não há desperdício, capacidade ociosa, ou seja, nesse modelo deve ser considerada a utilização máxima dos recursos produtivos.

Padoveze (2003) afirma ainda que o custo ideal, como meta, nunca será alcançado. Sua aplicação poderia fazer com que todos os setores da empresa buscassem o cumprimento dessa meta, porém em função de ser muito difícil de ser alcançada, pode, em casos de insucesso, trazer desmotivação para a equipe.

Custo padrão corrente

Na elaboração do custo padrão corrente, Padoveze (2003) afirma que, mesmo calculado cientificamente, ele busca aproximar-se mais da realidade da empresa, considerando as suas condições correntes. Diferentemente do custo padrão ideal, o custo padrão corrente, por ser uma aproximação da realidade do mercado, pode ser alcançado; então, esse custo tomado como meta permite que, além do comprometimento de todos os envolvidos, reduzir-se a possibilidade de insucesso, evitando-se possíveis fatores desmotivantes pela não obtenção das metas estipuladas.

Custo padrão com base em dados passados

A utilização de um histórico de custos pode ser aplicada também para a elaboração de um custo padrão, partindo-se do princípio de que esses dados possam servir de parâmetro para a elaboração de custos futuros. Padoveze (2003) alerta que fatos ocorridos no passado seguramente não se repetirão no futuro; dessa forma, a construção de um modelo de custeio pode apresentar falhas se for com base em dados passados.

Custo Rkw (Reichskuratorium Fur Wirtschaftlichkeit)

Com origem na Alemanha, esse método foi muito utilizado no Brasil nas décadas de 1960 e 1970, quando os preços das empresas eram controlados pelo CIP – Conselho Interministerial de Preços

(VICECONTI; NEVES, 1998). No método Rkw, existe o conceito de centros de custos, os quais podem ser definidos como um lugar, seção ou departamento da empresa onde são alocados os custos inerentes às atividades nele exercidas. Bornia (2002) diz que os centros de custos são determinados, considerando-se o organograma, a localização, as responsabilidades e homogeneidade das atividades sob a responsabilidade de cada gestor.

Custo total

O custo total é uma das ferramentas usadas para custear uma parcela específica da cadeia logística, podendo ser empregado como suporte decisório para selecionar fornecedores. De acordo com Gasparetto (1999), o custo total reconhece que os custos de aquisição de um item não são somente aqueles do item propriamente dito, mas de todas as atividades executadas para que ele seja adquirido e utilizado. Assim, as atividades envolvidas no recebimento dos suprimentos podem ser associadas aos vários fornecedores da empresa, com o objetivo de identificar gastos gerados por cada um deles e, a partir daí, esses gastos podem ser utilizados para a avaliação desses fornecedores.

Custo de ciclo de vida

Conhecer os custos incorridos pelo ciclo de existência de um produto ou serviço, em face das cada vez mais rápidas inovações, torna-se um diferencial competitivo, uma vez que permite uma análise mais completa dos custos tanto na produção quanto no pós venda. Para Bruni e Fama (2003), o custo de determinado produto ou serviço deveria ser analisado ao longo de sua vida útil. Hansen e Mowen (2002) classificam o ciclo de vida de um produto de duas formas: vida produtora de receita e vida consumível.

Custo UEP (Unidade de Esforço de Produção)

Com origem na França na época da segunda guerra mundial, o método da Unidade de Esforço de Produção (UEP) chegou ao Brasil em 1960, porém teve aplicações práticas apenas em 1978. Bornia (2002) destaca que o método UEP trabalha somente com os custos de transformação, deixando de fora os de matéria-prima, os quais devem ser tratados separadamente. Peres Jr. et al. (1999) afirmam que, na apuração de custos por processo, ocorre a acumulação dos custos para posterior distribuição às unidades produzidas, porém, com situações em que existam unidades que ainda não estão concluídas e serão finalizadas somente no período seguinte; assim, podem-se distinguir três situações

comuns: unidades iniciadas em períodos anteriores e concluídas neste; unidades iniciadas e concluídas no próprio período e, por fim, unidades iniciadas neste período que serão concluídas em períodos futuros.

A forma encontrada pelo método UEP é a simplificação do modelo de cálculo da produção do período por meio da determinação de uma unidade de medida comum a todos os produtos (e processos) da empresa, a UEP (BORNIA, 2002).

Custo com base no Sistema ABC

O sistema de custeio ABC (Activity-based Costing) é uma ferramenta de gestão que tem como objetivo identificar os custos e as etapas onde estes são consumidos, de forma que os gestores ao identificar os custos indiretos possam atuar em seus processos buscando redução ao custo total. Este método é uma tentativa de corrigir as falhas dos sistemas tradicionais de forma bastante sensível, das distorções provocadas pelos métodos de rateio arbitrário dos custos indiretos, embora esse método possa também ser aplicado aos custos diretos, principalmente à mão-de-obra direta, apesar de não trazer diferenças significativas, se comparado aos métodos tradicionais de custeio (MARTINS, 2003).

O sistema de custo baseados em atividade, ou metodologia ABC, surgiu na década de oitenta como uma tentativa de solucionar a grande dificuldade de identificar os custos indiretos aos produtos. Hoje em dia as aplicações baseadas nesta metodologia abrangem diversos setores da indústria, tanto em indústrias de manufatura como de produção de serviços conforme Mauad e Pamplona (2001), e podem ser encontradas aplicações em empresas dos mais diversos tamanhos segundo Gonçalves Jr. e Pamplona (2000).

Para Kaplan e Cooper (1998), as indústrias são candidatas ideais ao custeio com base em atividade, uma vez que quase a totalidade de seus custos ambientais, neste caso com o tratamento de efluentes, é classificada como indiretos.

Razões que Motivaram o Interesse pelo Sistema ABC

- A evolução da tecnologia alterou a composição dos custos indiretos, tornando-os tão significativos quanto os custos diretos, os quais nas empresas são de valores mais elevados.
- A competição global determinou mudanças nos processos de comercialização e, conseqüentemente, nos modelos de administração dos custos.

- A gerência necessita de informações mais precisas quanto aos custos.

As Vantagens do Sistema ABC

O ABC não é uma técnica nova, mas tem sido utilizada há pouco tempo com grande ênfase, pois tem demonstrado ser muito mais eficiente que os métodos tradicionais nos novos sistemas produtivos, quando se necessita de informações mais apuradas sobre os custos para direcionar as decisões estratégicas. O ABC propicia isto devido à relação entre os custos indiretos, responsáveis pela perda da relevância das informações contábeis dos sistemas tradicionais, e os direcionadores de custos que representam realmente o consumo dos recursos da empresa por parte das atividades que geram os custos indiretos.

O método ABC apropria os custos indiretos às atividades e os custos das atividades aos produtos, apresentando assim resultados confiáveis e gerando informações valiosas para controle dos custos, servindo de base sólida para o processo de decisão gerencial e proporcionando um custeio coerente e realista aos produtos e ou serviços da empresa, informações estas que o sistema de contabilidade moderno deve proporcionar.

Conforme Pereira Filho e Amaral (2000), as vantagens apresentadas pelo método ABC são as seguintes:

- Com os atributos revelados pela análise das atividades, permite identificação de detalhes importantes que antes estavam obscuros;
- Permite ações de melhoria contínua para a redução de custos indiretos;
- Facilita a determinação de custos que agregam ou não valor ao produto;
- Inova o critério de custeio, principalmente aos custos indiretos, evitando as distorções encontradas nos métodos tradicionais.

Cooper e Kaplan (1991) caracterizam o ABC como uma ferramenta importante para se definir as prioridades de lucro da empresa. Para esses autores, o ABC auxilia a gerência a visualizar oportunidades lucrativas para a empresa. A própria estrutura baseada em atividades permite aos gerentes focalizar as atividades que causam impactos nos custos e possibilita, através de esforços de melhoria, reduzir os efeitos destas atividades no custo do final. Em outro artigo Cooper e Kaplan (1988) colocam a idéia de que:

[...] o ABC gera informações mais acuradas que permitem ao gerenciamento lançar foco em seus processos com maior possibilidade de aumentar lucros e facilita as decisões sobre projeto do produto, preço, marketing, mix de produção além de encorajar medidas de melhoria contínua.

O método ABC, ainda segundo Cooper e Kaplan (1991), também permite, dentro deste panorama, que os gestores tenham conhecimento de como a empresa projeta, e envia os seus produtos, facilitando a visualização das atividades que geram maior ou menor custo.

Esse método é considerado também, como ferramenta estratégica, que permite a gestão da organização através do acompanhamento do comportamento dos custos das atividades, e principalmente dos direcionadores de custo (DRUCKER, 1999). O conceito de gestão baseada em atividade levanta essas questões. A metodologia ABC tem se mostrado adequada para o tratamento de alguns tipos de custos que, apesar de importantes dentro do contexto organizacional, não estavam sendo tratados de maneira apropriada e conveniente. Esse é o caso dos custos com tratamento de efluentes. Através desse novo enfoque, os custos podem ser classificados segundo sua natureza, utilizando para isto o conjunto de atividades mapeadas numa dada organização. A coleta de informações relacionadas pode favorecer um processo de melhoria contínua e a busca pela minimização de desperdícios de recursos na empresa.

Tradicionalmente os custos indiretos eram lançados aos produtos usando critérios subjetivos e imprecisos. Esta situação, apesar de ter sido diagnosticada muitos anos antes, não tinha sido tratada com profundidade, visto que tradicionalmente os custos indiretos não conformavam uma parte significativa dos custos totais dos produtos. Isto pode ser considerado como uma herança da era onde os sistemas produtivos eram intensivos em mão de obra, e a estrutura de suporte era praticamente insignificante. Com o advento de ferramentas computacionais e uma sofisticação das estruturas organizacionais, a parcela atribuída a custos indiretos ganhou peso relativo em relação aos custos diretos, e com isto, a imprecisão e subjetividade das apropriações tornou-se uma questão relevante. Assim surge a metodologia ABC, que visa à identificação dos custos indiretos baseando-se em relações de causalidade entre, primeiro, os recursos consumidos pela organização e as atividades que nela se desempenham, e logo, num segundo momento, entre as atividades e os objetos de custo (COOPER, 1990).

Essas relações de causalidade se materializam na forma dos chamados direcionadores de primeiro e segundo estágio respectivamente. Através desses direcionadores, elemento central desta metodologia, representa-se como as atividades, e não mais os produtos, consomem os recursos que a empresa adquiriu, e, portanto, como essas atividades existem para servir aos objetos de custo (PAMPLONA, 1997).

5 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em uma empresa de fabricação de bancos automotivos, os dados coletados referem-se ao ano de 2011 compreendendo os efluentes provenientes dos banhos de tratamentos superficiais, esses efluentes são tratados em uma estação de tratamento de efluentes industriais (ETE) própria, localizada nas mesmas dependências da empresa. Conforme informações coletadas, a estação de tratamento trata aproximadamente 4.000 m³/mês por meio de tratamento físico-químico, reduzindo e eliminando os contaminantes, tendo a empresa como condicionante informar trimestralmente ao órgão fiscalizador o volume tratado e os resultados das análises químicas.

A ETE produz efluente tratado e lodo. O efluente tratado é reutilizado na irrigação de jardins e higienização de vias internas da fábrica, enquanto que o lodo final é enviado para coprocessamento.

Como o objetivo é estabelecer uma estrutura que permita o cálculo do custo do tratamento dos efluentes industriais gerados pelos banhos químicos, o trabalho foi realizado nas seguintes etapas:

- Conhecimento do sistema de tratamento;
- Identificação das etapas de tratamento;
- Identificação dos custos por etapas individualmente;
- Identificação dos insumos utilizados no processo de tratamento.

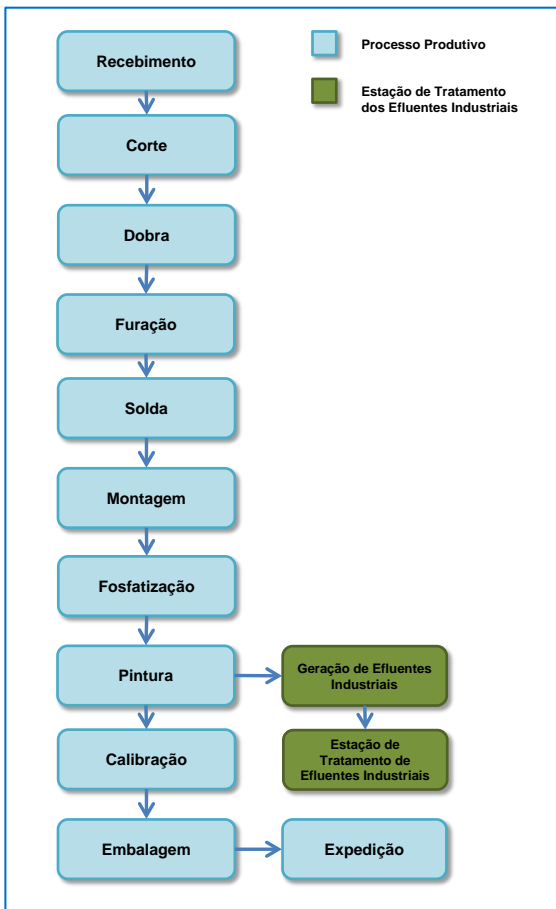
Desta forma foi possível estabelecer uma estrutura de custo para o caso do tratamento dos efluentes industriais e definir uma estrutura de cálculo de custo do processo de tratamento dos bancos automotivos. Em função destes cálculos é possível conhecer o impacto econômico que o tratamento dos efluentes gera na empresa.

Para a determinação dos custos com o tratamento dos efluentes industriais gerados durante o processo de fabricação dos bancos automotivos foram mapeados os processos da empresa identificando-se as atividades que possuem correlação com a geração dos efluentes, com o objetivo de identificar os custos de cada etapa das atividades de controle do tratamento até a disposição final dos efluentes tratados.

5.1 CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO INDUSTRIAL

As atividades industriais realizadas na empresa estudada são correlatas à fabricação de estruturas metálicas para bancos automotivos. As mesmas incluem o recebimento de bobinas, tubos, chapas e arames; o processo de fabricação possui etapas de corte, dobra, solda, montagem, furação, calibragem e tratamento de superfície com geração de efluentes líquidos industriais durante o processo de pintura dos bancos automotivos (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma do processo produtivo.



Fonte: do Autor 30/01/2012.

Recebimento

O primeiro estágio do processo de produção é o recebimento da matéria prima pelo setor da qualidade que verifica a apresentação, especificação e conformidade dos materiais (Figuras 2 e 3).

Figura 2. Bobinas de Arames.



Fonte: do Autor 30/01/2012.

Figura 3. Tubos Metálicos.



Fonte: do Autor 30/01/2012.

Corte

A matéria-prima em conformidade com as especificações é encaminhada ao corte, próxima atividade do processo (Figura 4).

Figura 4. Cortes das Chapas Metálicas.



Fonte: do Autor 30/01/2012.

Dobra

Após o corte, as chapas de aço carbono são encaminhadas para o setor de estamparia que recebe o material e realiza o processo de conformação de acordo com a geometria das peças. As peças são dobradas em prensas que variam de 25 a 1.000 toneladas conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5. Dobra das Chapas Metálicas.



Fonte: do Autor 30/01/2012.

Furação

Os tubos são dobrados e conformados de acordo com o tipo de estruturas a serem produzidas, utilizando máquinas de dobrar hidráulicas, através de comando numérico computadorizado, e são perfurados para serem fixados para a próxima etapa.

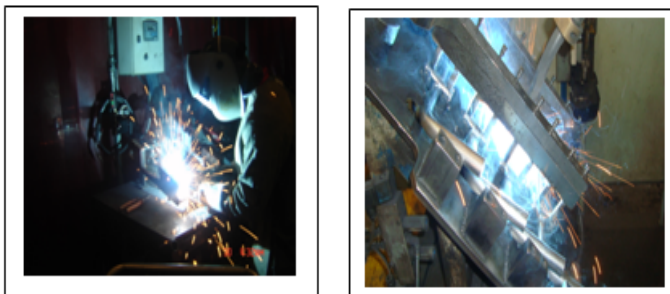
Montagem

Nesta etapa, as peças e conjuntos são dispostos em suas posições conforme definido no projeto, o operador de montagem utiliza gabaritos para fixação das peças. São utilizadas instruções de trabalho para o correto dimensionamento de cotas e posições das peças e conjuntos.

Solda

Após a união das peças nos dispositivos, estas são unidas através do processo de solda MIG, solda projeção e solda ponto (Figuras 6 e 7).

Figuras 6 e 7. Processos de Solda dos Bancos Automotivos.

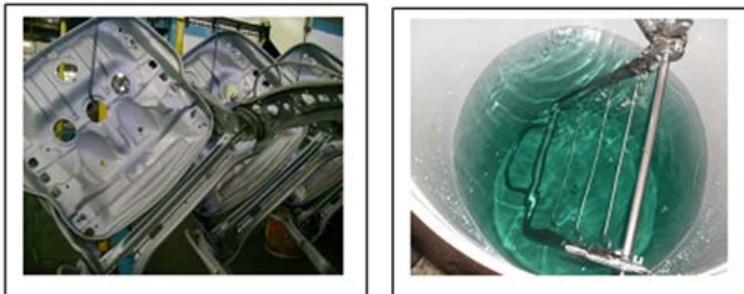


Fonte: do Autor 30/01/2012.

Fosfatização

A fosfatização é um tratamento de conversão do metal em um fosfato insolúvel (íon metálico), que se deposita sobre o metal, modificando as suas propriedades superficiais, aumentando a porosidade e permitindo uma ótima aderência da tinta, aumentando a resistência da superfície à corrosão, ilustrado nas Figuras 8 e 9.

Figuras 8 e 9. Processo de Fosfatização nos Bancos Automotivos.



Fonte: do Autor 30/01/2012.

Pintura

As estruturas são encaminhadas para as linhas de pinturas eletrostáticas e hidrossolúvel, onde as mesmas são submetidas a um tratamento superficial, pintura do bancos automotivos, este processo garante a conservação das peças, aumentando a resistência aos agentes atmosférico, aos agentes químicos e aos efeitos mecânicos, além de dar um efeito estético de acabamento e obter propriedades físicas especiais.

É fundamental, contudo, limpar e preparar as superfícies antes da aplicação da pintura, uma vez que elas podem estar impregnadas com óxidos, graxas ou impurezas oriundas das operações anteriores (Figuras 10 e 11).

Figuras 10 e 11. Tratamento superficial, pintura dos bancos automotivos.



Fonte: do Autor 30/01/2012.

Calibração

As estruturas após serem pintadas são calibradas para o ajuste final das especificações e conformidade das medidas de montagem nos automóveis.

Embalagem

Após a conclusão final de fabricação dos bancos automotivos, estes são acondicionadas em tubulares metálicos e em seguida são levados por empilhadeira ao setor de estoque, onde são armazenadas.

Expedição

Os bancos automotivos armazenados no estoque em caixas e em tubulares metálicos são expedidos para a montadora de veículos onde são fixados nos automóveis, conforme apresentado nas Figuras 12 e 13.

Figuras 12 e 13. Expedição dos bancos automotivos.



Fonte: do Autor 30/01/2012.

5.2 GERAÇÃO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Devido à dificuldade de se obter informações reais, sobre o processo de controle de custos com tratamento dos efluentes industriais gerados no processo de fabricação de banco automotivos, o primeiro passo foi definir a caracterização dos efluentes gerados, bem como sua composição química.

A empresa é abastecida por água oriunda de três poços tubulares profundos, sendo que os efluentes industriais gerados no processo de fabricação dos bancos automotivos, principalmente nos setores de pinturas, são encaminhados para uma estação de tratamento de efluentes industriais e trata aproximadamente 4.000 m³/ mês de efluente.

Os efluentes líquidos do processo de fabricação de bancos automotivos geralmente são incolores, com temperatura superior a ambiente e não emitem vapores; os valores de pH podem atingir os extremos ácido ou alcalino, conforme as características dos insumos.

A realização da caracterização do efluente utilizado no processo de fabricação dos bancos automotivos permitiu identificar os poluentes a serem reduzidos durante o tratamento dos efluentes. Estes poluentes são: Cr³⁺, Zn, Cu, Ni, Fe, CN; Al, F, Pb.

Os poluentes identificados são metais e reativos químicos que são à base dos insumos utilizados no processo de tratamento de superfície após a fabricação de bancos automotivos. A utilização destes insumos contamina os efluentes gerados, e caso não sejam tratados, estes irão contaminar os corpos hídricos e afetar de forma drástica o meio ambiente, bem como causar sérios problemas de saúde na população. Alguns efeitos podem ser observados rapidamente, outros levam alguns

anos até se manifestarem em sua forma mais agressiva.

É importante se insistir que, independentemente de sua concentração ou nível de toxicidade, todo efluente deve ser tratado adequadamente conforme exige a legislação ambiental.

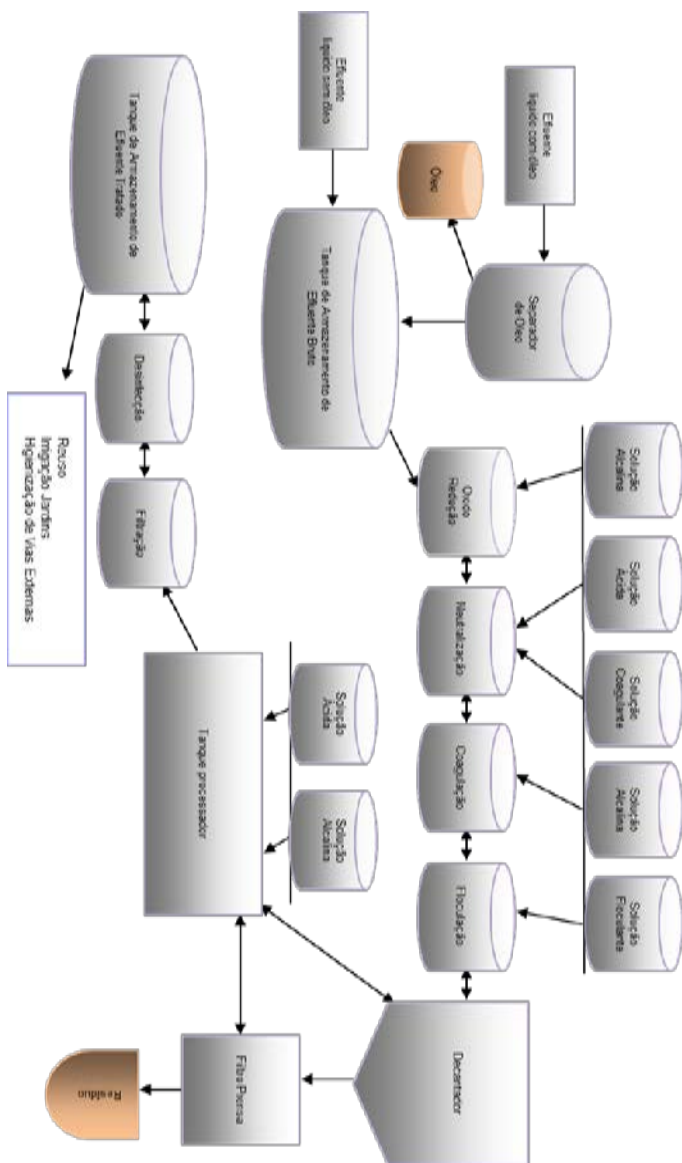
De uma forma em geral, os efluentes gerados em operações de tratamento de superfície após o processo de fabricação de bancos automotivos consistem nos descartes periódicos dos diversos banhos concentrados exauridos desengraxantes, fosfatizantes e enxaguantes, provenientes das etapas de lavagem posterior às operações nos banhos concentrados. Estes efluentes são compostos por água e reativos com altos teores de metais. Uma forma de se reduzir o volume destes efluentes é através da mensuração dos custos como tratamento, possibilitando a redução das perdas de reativos químicos. Conhecer e mensurar os custos com o tratamento dos efluentes gerados durante o processo de fabricação de bancos automotivos é o objetivo principal, indispensável, independente do volume de descartes.

O sistema de tratamentos dos efluentes objetiva primordialmente atender à legislação ambiental. Para a definição do processo de tratamento dos efluentes industriais são testadas e utilizadas diversas operações unitárias. O processo é classificado em físico-químico em função da natureza dos poluentes a serem removidos e das operações unitárias utilizadas para o tratamento dos efluentes

5.3 PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAL

Os efluentes originados nos processos de tratamento de superfície (pintura), lava jato e limpeza dos estampos, são enviados por gravidade à estação de tratamento de efluente industrial (ETE) – sistema de tratamento - conforme fluxograma apresentado na Figura 14. As operações unitárias que são usadas no tratamento dos efluentes são: armazenamento do efluente bruto; quebra ácida; equalização; óxido redução; neutralização; coagulação; floculação; decantação; tratamento secundário: filtração e desinfecção

Figura 14. Fluxograma da estação de tratamento dos efluentes industriais.



Fonte: do Autor 30/01/2012.

1- Armazenamento do Efluente Bruto

Os efluentes provenientes das linhas de pré-tratamento lava jato e limpeza de estampas são conduzidos por gravidade para a estação de tratamento e armazenado em um reservatório com capacidade para 96 m³.

2- Quebra Ácida (Separador de Óleo).

Nesta etapa é adicionada uma solução de ácido clorídrico (HCl) para favorecer a emulsão do óleo e separá-lo gravitacionalmente através do ajuste de pH a valores abaixo de 2,0.

3- Óxido Redução

Nesta etapa é adicionada uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) para a oxidação de metais existentes no efluente bruto.

4- Neutralização

Nesta etapa é adicionada uma solução de ácido clorídrico (HCl) e de sulfato de alumínio (Al₂(SO₄)₃) para a neutralização do pH do efluente.

5- Coagulação

Nesta etapa o efluente recebe uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) e carbonato de cálcio (CaCO₃), para que as impurezas se aglutinem formando flocos e sejam facilmente removidos.

6- Flocculação

Nesta etapa o efluente recebe uma solução de polímero aniônico. Este produto faz com que as impurezas se aglutinem formando flocos para serem precipitados na próxima etapa.

7- Decantação

Nesta etapa os flocos de sujeira se depositam no fundo do tanque decantador, o resíduo decantado é direcionado através de uma bomba de sucção para o filtro prensa que separa o efluente dos resíduos sólidos; o efluente separado retorna para o reservatório de efluente bruto e o resíduo sólido é prensado, acondicionado em *Big Bag* e destinado ao Aterro Industrial ou Coprocessamento.

8- Filtro Prensa

Nesta etapa, o resíduo decantado é prensado através do filtro prensa, sendo o resíduo acondicionado, armazenado e dada à destinação

correta. O efluente líquido retirado neste processo retorna ao tanque de armazenamento para ser tratado.

Tratamento Secundário:

9- Filtração

Nesta fase, o efluente passa pelo processo de filtração onde ocorre a retenção dos flocos menores que não decantaram. Todas as partículas de impurezas são removidas deixando a água limpa. Para garantir a qualidade da água, após a filtração é feita a desinfecção.

10- Desinfecção

A desinfecção consiste em uma dosagem de solução de hipoclorito de sódio, eficiente no processo de remoção de microorganismos.

Após o tratamento final, o efluente tratado é encaminhado e acondicionado em um tanque de armazenamento com capacidade para 96 m³, onde uma parte do seu volume é reutilizada para irrigação dos jardins e lavagem das vias externas da fábrica.

5.4 CÁLCULOS DOS CUSTOS RELATIVOS AO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Com base no trabalho proposto foram identificados (Apêndices A a D) os custos na área de tratamento e pintura de uma empresa de fabricação de bancos automotivos, onde são gerados efluentes provenientes dos banhos de tratamento superficial.

Para a determinação dos custos neste trabalho foi utilizado o **método ABC**. Os custos foram estruturados em três partes. Na primeira parte foram analisados os custos **Fixos Estruturais**, na segunda os custos **Fixos Operacionais** e na última os custos **Variáveis**.

5.4.1 Custos Fixos Estruturais e Operacionais

Custos fixos estruturais são aqueles que o valor se mantém fixo em curto prazo independente da quantidade produzida, mas podem variar de valor no decorrer do tempo (CREPALDI, 1998). Segundo Ribeiro (2002), custos fixos operacionais são aqueles que permanecem

inalterados, mesmo quando ocorrerem variações nas quantidades produzidas.

5.4.2 Custos Variáveis

De acordo com Megliorini (2002), os custos variáveis são aqueles que apresentam variações em função do volume de atividade; quanto maior for o volume de produção, maiores serão os custos. São aqueles que variam conforme a quantidade produzida. Martins (2003) acrescenta que se não houver produção, o custo variável será nulo.

5.4.3 Custo Total

É o gasto total da empresa com a atividade de tratamento dos efluentes líquidos, ou seja, é a soma dos custos fixos estruturais, operacionais e variáveis, de acordo com Megliorini (2002).

O custo com tratamento de efluentes, industriais ou domésticos, ainda hoje é um assunto de difícil conceituação na maioria das empresas, devido a falta de informações pertinentes, claras e objetivas do que se deve considerar como um custo com tratamento de efluentes.

Como o objetivo foi estabelecer uma estrutura que permita realizar o cálculo do custo do tratamento de efluente industrial gerado na empresa, optou-se por realizar este cálculo em três etapas, conforme evidenciado na Tabela 1, que representam o somatório de todas as despesas e dos recursos utilizados durante o processo de tratamento do efluente industrial, aquisição de insumos e mão de obra com o propósito de controle do custo final.

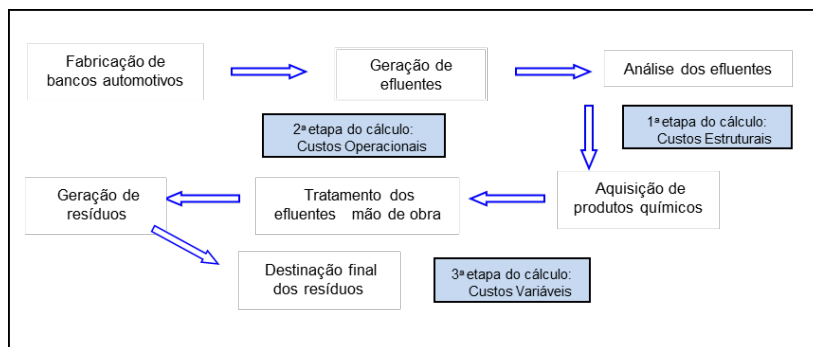
Para os custos fixos estruturais foi levantado o custo com análise do efluente industrial na estação de tratamento, para os custos fixos operacionais foram levantados os custos com mão de obra (efetiva, terceirizada e encargos) e para os custos variáveis foram levantados os custos com a aquisição de insumos, destinação final dos resíduos e o transporte destes.

Tabela 1. Variáveis utilizadas para cálculo dos custos.

Custo	
Custos Fixos Estruturais	Análise de Efluente Industrial
Custos Fixos Operacionais	Mão de Obra Efetiva Com Encargos Mão de Obra Terceirizada Salários Encargos e Taxas Administrativa
Custos Variáveis	Produtos Químicos (Insumos) Destinação de Resíduos Logística de Resíduos Energia Elétrica

Fonte: do Autor 30/01/2012.

Na Figura 15 apresenta-se um esquema do procedimento adotado neste trabalho para o cálculo dos custos.

Figura 15. Fluxograma dos processos e o cálculo dos custos em três etapas.

Fonte: do Autor 30/01/2012.

Inicialmente foi necessário efetuar o cálculo do custo da água tratada na estação de tratamento, para posteriormente, usar esse dado como valor do insumo no processo industrial de tratamento superficial de bancos automotivos. O cálculo do custo final relacionado ao tratamento dos efluentes foi feito de acordo com a metodologia de custeio baseado por atividades, ou metodologia ABC, apresentada por Johnson e Kaplan (2002), referenciada e discutida no item 4.2 do presente trabalho.

6 RESULTADOS

6.1 CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE BRUTO E TRATADO

Nas Tabelas 2 e 3 apresentam-se as características do efluente bruto e após tratamento na ETE durante o ano 2011, respectivamente.

O efluente bruto apresenta-se com elevado poder contaminante/polvente, como pode ser observado na Tabela 2. Esses valores são normais em efluentes dessa natureza, com valores médios de DBO da ordem de 300 mg/L e DQO em torno de 420 mg/L (NUNES, 2004). Ressalta-se ainda elevados valores de nitrogênio amoniacal e óleos e graxas (para ambos média de 41 mg/L). Em relação aos elementos químicos contaminantes, o Zinco é o que mais se destaca, com concentração média de 180 mg/L, seguido pelos Fluoretos (10,6 mg/L), Manganês (2,5 mg/L) e Níquel (1,7 mg/L).

Pode ser evidenciado com os dados da Tabela 3 que foi alcançado o atendimento aos parâmetros de lançamento de efluentes, após o tratamento do efluente industrial, estabelecidos conforme:

- Deliberação normativa COPAM / CERH-MG N°1.
- Resolução CONAMA N°. 357, de 17 de março de 2005.
- Resolução CONAMA N°. 430, de 13 de maio de 2011.

Confrontando-se os resultados das Tabelas 2 e 3, observam-se remoções médias para o ano de 2011: 84% de DQO, 78% de DBO, 95,5% de nitrogênio amoniacal, 88% de óleos e graxas e 93% de sólidos em suspensão. O Ferro não teve remoção, o Fluoreto foi removido 72% em média e os demais parâmetros apresentaram remoções acima de 95%.

Tabela 2. Efluente Industrial Bruto 2011.

Parâmetros	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Média Anual
pH	4,97	5,65	5,80	4,60	5,94	5,13	5,20	4,88	4,93	5,00	4,65	4,87	5,14
DQO	462,88	356,20	346,80	462,00	512,12	411,00	365,50	437,53	456,25	434,20	458,26	460,41	428
DBO	181,28	213,58	420,30	286,30	245,63	255,30	284,30	287,30	235,37	420,35	420,30	357,20	300
Zinco	163,50	245,20	188,30	156,30	198,30	157,30	195,62	197,36	230,25	125,30	145,30	158,60	180
Chumbo	0,008	0,006	0,008	0,008	0,005	0,003	0,005	0,006	0,008	0,004	0,003	0,008	0,006
Ferro	0,90	1,30	1,20	0,8	0,09	1,30	1,50	1,2	1,40	2,50	1,20	1,33	1,65
Fluoreto	12,00	8,00	13,00	7,50	8,50	9,57	9,80	14,00	11,00	16,00	8,30	10,0	10,64
Manganês	1,27	2,33	3,44	2,18	2,40	1,70	2,56	2,70	2,90	3,54	2,75	2,75	2,54
Níquel	1,01	1,30	1,46	1,39	1,22	2,56	2,75	1,56	1,98	2,65	1,06	1,54	1,71
Nitrogênio Amoniacal	33,04	33,87	45,67	58,60	34,98	48,64	33,50	36,40	38,20	41,45	43,50	44,56	41
Óleos e Graxas	44,80	44,30	47,90	42,50	44,36	29,5	67,90	34,75	33,04	20,56	38,90	41,00	41
Surfactantes	2,50	4,76	3,40	3,28	3,57	3,65	2,56	2,33	2,54	2,45	2,64	3,65	3,11
Cromo Trivalente	0,009	0,008	0,006	0,009	0,007	0,005	0,005	0,009	0,008	0,006	0,009	0,003	0,007
Cianeto	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	0,003	0,002	0,004	0,002	0,003	0,004	0,005	0,033
Sólidos Sedimentáveis	1,20	1,26	2,08	2,02	1,53	1,22	1,30	2,10	1,33	1,80	1,50	1,23	1,55
Sólidos em Suspensão	65,00	66,00	61,00	46,00	43,00	51,00	23,00	58,00	68,00	69,00	67,00	56,00	56

Fonte: do Autor 30/01/2012.

Tabela 3. Efluente Industrial Tratado 2011.

Parâmetros	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Media Anual
pH	7,02	7,56	7,33	7,24	7,80	7,45	7,60	7,57	7,33	7,30	7,20	7,20	7,39
DQO	54,51	64,30	70,86	68,30	69,50	78,80	70,50	56,80	54,80	60,65	74,80	70,58	66
DBO	21,30	21,00	33,00	28,00	27,00	26,70	33,50	21,46	20,40	32,00	24,00	26,00	26
Zinco	3,33	2,67	2,65	1,33	1,65	1,20	2,70	2,55	2,04	1,08	1,50	1,45	2,01
Chumbo	0,004	0,008	0,003	0,004	0,007	0,003	0,007	0,008	0,005	0,009	0,003	0,008	0,006
Ferro	1,00	2,50	1,67	2,33	2,56	2,89	3,45	1,60	1,20	1,40	1,50	1,33	1,96
Fluoreto	1,78	2,33	2,50	2,60	3,50	4,50	2,50	2,33	2,80	2,53	3,54	4,78	2,97
Manganês	0,15	0,45	0,55	0,67	0,33	0,24	0,32	0,65	0,35	0,70	0,22	0,31	0,41
Níquel	0,11	0,23	0,21	0,25	0,42	0,13	0,17	0,20	0,26	0,45	0,33	0,25	0,25
Nitrogênio Amoniacal	2,24	1,72	1,75	1,70	1,55	1,53	1,40	2,70	2,40	2,43	1,70	1,42	1,87
Óleos e Graxas	10,0	8,00	6,80	2,43	4,00	2,45	2,05	2,33	3,00	4,90	4,70	6,00	4,72
Surfactantes	0,88	1,03	0,40	0,49	1,05	0,89	0,59	0,44	0,55	0,29	0,37	0,40	0,61
Cromo Trivalente	0,009	0,006	0,006	0,009	0,008	0,005	0,009	0,007	0,005	0,008	0,005	0,008	0,071
Cianeto	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,005	0,005	0,005	0,003	0,002	0,002	0,005	0,035
Sólidos Sedimentáveis	0,02	0,05	0,03	0,06	0,02	0,04	0,06	0,02	0,04	0,06	0,08	0,07	0,045
Sólidos em Suspensão	4,00	3,00	2,00	2,50	1,50	6,00	7,00	8,00	6,00	4,00	3,00	2,00	4,08

Fonte: do Autor 30/01/2012.

6.2 CUSTOS FIXOS ESTRUTURAIS E OPERACIONAIS

Os dados coletados para cálculos dos custos estão em planilhas e tabelas apresentadas em apêndice (A a D). Foram mapeados os processos da empresa identificados àqueles que possuem correlação com a atividade de geração e tratamento de efluentes líquidos industriais, e foram identificados os custos resultantes em cada etapa, conforme descrito no item 4.4.

As Tabelas 4 e 5 apresentam os resultados obtidos para os custos fixos estruturais mensais e anuais, despendidos com a realização das análises de controle dos efluentes gerados: industrial, sanitário, jusante e montante; e custos fixos operacionais com mão de obra efetiva e terceirizada, respectivamente.

Tabela 4. Custos fixos estruturais, análises dos efluentes industriais.

Custos	Média Custo Mensal	Custo Anual	Custo Total
Análises Efluentes Industrial	R\$ 2.650,00	R\$ 31.800,00	R\$ 39.812,00
Análise Jusante Montante	R\$ 668,00	R\$ 2.672,00	
Água Potável	R\$ 445,00	R\$ 5.340,00	

Fonte: do Autor 30/01/2012.

Tabela 5. Custos fixos operacionais, mão de obra efetiva e terceirizada.

Custos	Média Custo Mensal	Custo Anual	Custo Total
Mão de Obra Efetiva	R\$ 5.507,25	R\$ 66.087,00	R\$ 190.183,00
Mão de Obra Terceirizada	R\$ 10.341,33	R\$ 124.096,00	

Fonte: do Autor 30/01/2012.

6.3 CUSTOS VARIÁVEIS

Na Tabela 6 visualizam-se os custos variáveis despendidos com a aquisição insumos consumidos durante o tratamento dos efluentes industriais.

Tabela 6. Custo com aquisição insumos.

Custos	Média Custo Mensal	Custo Anual
Aquisição de insumos	R\$ 12.358,33	R\$ 148.300,00

Fonte: do Autor 30/01/2012.

6.4 CUSTOS TOTAIS

Na Tabela 7 estão apresentados os volumes mensais de efluentes industriais tratados na ETE, resultando em um volume total anual de 55.159 m³ de efluente tratado; e na Tabela 8 tem-se o custo total, desprendido com o tratamento de efluentes.

Tabela 7. Volumes de efluentes industriais tratados na estação de tratamento de efluentes industriais.

Volumes de efluentes industriais tratados	Média de Tratamento mensal	Média Anual
	4.596,58 m ³	55.159 m ³

Fonte: do Autor 30/01/2012.

Tabela 8. Custos com o tratamento dos efluentes industriais tratados na estação de tratamento de efluentes industriais.

Custos com tratamento dos efluentes industriais	Média Custo Mensal	Custo Anual
	R\$ 31.524,58	R\$ 378, 295,00

Fonte: do Autor 30/01/2012.

6.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com base nos resultados obtidos, constata-se que durante o ano de 2011 a atividade em que a empresa gastou maior volume de recursos foi com os custos fixos operacionais, seguindo dos custos variáveis e estruturais, sendo estes divididos em (Tabela 9):

Tabela 9. Custo Total com o tratamento dos efluentes industriais tratados na estação de tratamento de efluentes industriais.

CUSTOS	CUSTO ANUAL	% CUSTO ANUAL
Custos Fixos Estruturais	R\$ 39.812,00	10,50%
Custos Fixos Operacionais	R\$ 190.183,00	50,29%
Custos Variáveis	R\$ 148.300,00	39,21%
Total	R\$ 378.295,00	

Fonte: do Autor 30/01/2012.

Ao analisar mais especificamente a atividade mais cara, verifica-se que o recurso que mais onerou o tratamento dos efluentes industriais foi a mão de obra, sendo esta realizada por funcionários envolvidos diretamente no tratamento dos efluentes líquidos industriais durante a fabricação dos bancos automotivos. A porcentagem dos custos de pessoal, encargos sociais e benefícios, em relação ao custo total da operação da ETE, durante o período analisado, foi de 50,29%.

Durante a realização deste trabalho não foi evidenciado custos com aquisição e manutenção dos equipamentos, em função da estação de tratamento dos efluentes já está instalada e concluída. Desta forma, ao computar todos os custos envolvidos no ano de 2011, constata-se que a empresa apresentou um gasto de R\$ 378.295,00 referente ao tratamento de seus efluentes industriais, o que corresponde a 6,0% dos custos totais da empresa.

Na tabela 10 tem-se um comparativo entre o custo com o tratamento de efluentes industriais e a produção de 1 banco automotivo. A análise dos dados evidencia que o tratamento dos efluentes industriais corresponde a 0,16% dos custos para cada banco produzido.

Tabela 10. Custo Tratamento de Efluente vs Bancos Automotivo Produzido.

Consumo vs custos por banco produzido	
Consumo de água – litro por banco produzido	7,0 litros
Consumo de água – m ³ por banco produzido	0,007 m³
Consumo de efluente m ³ mensal	4.596,58 m³
Consumo de efluente m ³ anual	55.159 m³
Custo Estrutura por unidade Produzida R\$	R\$ 25,00
Custo – m ³ de efluente tratado por banco produzido	R\$ 0,0397
Custo – m ³ de efluente tratado mensal	R\$ 5,67
Custo – m ³ de efluente tratado anual	R\$ 378.295,00
% custo com tratamento de efluentes sobre banco produzido	0,16 %

Fonte: do Autor 30/01/2012.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho buscou identificar os custos relacionados com o tratamento de efluentes líquidos em uma estação de tratamento de uma empresa de fabricação de bancos automotivos, do setor de autopeças.

O estudo de caso baseou-se na análise e classificação de todos os custos incorridos na empresa durante a aquisição de insumos e tratamento dos efluentes líquidos industriais, o conhecimento dos custos em cada etapa do processo de tratamento possibilitou que a empresa obtivesse um maior controle durante o tratamento dos efluentes industriais. Constatou-se que os custos com o tratamento dos efluentes representam uma parcela considerável dos custos totais da empresa (R\$ 378.295,00), correspondendo a 6,0% dos custos totais e a 0,16% dos custos para cada banco produzido.

Os custos com maior intensidade foram àqueles relativos aos gastos com a mão de obra (R\$ 190.183,00 no ano), cerca de 50,27% do custo total, sendo esta representada por funcionários envolvidos diretamente nas atividades de tratamento dos efluentes líquidos industriais.

O trabalho demonstrou que, com um correto monitoramento dos custos, relacionados com as questões de tratamento de seus efluentes industriais, a empresa pode adotar decisões, tais como o melhor controle dos insumos utilizados, substituição de insumos menos impactantes no processo produtivo tendo como exemplo a substituição do óleo mineral pelo óleo vegetal secativo, reuso de parte do efluente tratado em irrigação dos jardins, higienização de vias externas da fábrica contribuindo para a preservação do meio ambiente.

A utilização da metodologia de custeio ABC foi capaz de fornecer informações importantes para uma melhor gestão de custos empregados durante o processo de tratamento dos efluentes.

Considerando que a pesquisa limitou-se a uma área específica da empresa, que foi a estação de tratamento de efluentes industriais, recomenda-se para trabalhos futuros o seguinte:

- Ampliar a aplicação da metodologia de custos de atividades, ou metodologia ABC, na empresa estudada em outras áreas como, por exemplo, geração e destinação dos resíduos sólidos.

- Conhecendo os custos, verificar a viabilidade de aplicação de novas tecnologias e insumos que possam contribuir para um aumento do rendimento do volume do efluente tratado e redução de resíduos.
- Estudar a viabilidade de reuso do efluente tratado no processo de tratamento superficial da empresa.

REFERÊNCIAS

- ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
NBR 9800: Critérios para lançamento de efluentes industriais. Rio de Janeiro, RJ, 1987.
- ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
NBR 9648: Critérios para lançamentos de esgoto líquido resultante dos processos industriais, respeitando os padrões de lançamento estabelecidos, 1986.
- ALMEIDA, E.; DIAMANTINO, T. C.; SOARES, A. M. Corrosão e Proteção de Materiais. v. 4, 18, 1999.
- ATKINSON, A. A.; BANKER R. D.; KAPLAN, R. S.; YOUNG, S. M. Contabilidade Gerencial. São Paulo: Atlas, 2000.
- BEULKE, Ronaldo; BERTÓ, Dalvio José. Estrutura e análise de custos. São Paulo: Saraiva, 2001.
- BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. Gestão de custos e formação de preços, com aplicações na calculadora HP 12C e Excel. São Paulo: Atlas, 2003.
- BORNIA, Antonio Cezar. Gestão estratégica de custos. Manaus: UFSC/CIESA, 2002.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução 430 de 13 de maio 2011. Dispõe sobre a classificação sobre os corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões lançamento de efluentes e da outras providências, 2011.
- CESTESB. Cia de Tecnologia de saneamento Ambiental. Nota Técnica sobre tecnologia de controle –indústria –NT 22.São Paulo, p 31, 1992.
- COPAM / CERH-MG N°. 1 de 05 de Maio. Padrões para lançamento de efluentes em corpos hídricos, 2008.
- COOPER, R. Five Steps to ABC System Design. Accountancy, p. 78-81, 1990.
- CREPALDI, Silvio Aparecido Custos 2. ed São Paulo Atlas, 1998.

- DRUCKER, P. Activity Based Management: Reasons to Implement. Disponível em: http://www.activitybasedmgmt.com/Activity_Based_Costing.htm, 1992.
- Ênio Viterbo Jr. Edition, 2. Publisher, Editora Aquariana. ISBN, 8572170596, 9788572170598. Length, 224 pages, 1998.
- FIGUEIREDO, Reginaldo. Sistema de apuração de Custos ed São Paulo Atlas Cap. 7, 1987.
- GASPARETTO, Valdirene. Uma discussão sobre a seleção de direcionadores de custos na implantação do custeio baseado em atividades. Florianópolis: UFSC. Dissertação Mestrado em Engenharia de Produção) PPGEP/UFSC, 1999.
- GONÇALVES Jr., C.; PAMPLONA, E. O Sistema de Custos para Micro e Pequena Empresa – Uso de Planilha Eletrônica com Macros. In: VII Simpep. Bauru, SP. Novembro, 2000.
- HANNSEN, DON R.; MOWEN, Maryannem. Gestão de custos contabilidade e controle. São Paulo: Pioneira, 2001.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. 2010.
- JOHNSON, H.T. e KAPLAN, R.S. Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1987.
- JORDÃO, E. P; PESSÔA, C.A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 4ª Edição ABES, Rio de Janeiro, RJ, 2005.
- JUNQUEIRA (1996) A visão do órgão ambiental. In: CHERNICHARO, C.A.L; VON SPERLING, M. (eds). Seminário Internacional: Tendências no Tratamento de Águas Residuárias Domésticas e Industriais. Belo Horizonte, 6-8 março, DESA –UFMG, 236P, 1996.
- KAPLAN, Robert S.; COOPER, Robin. Custo e desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo. São Paulo: Futura, 1998.
- LIMA-NETO, P.; ARAÚJO, A.P.; ARAÚJO, W.S.; CORREIA, A.N. Study of the anticorrosive behavior of epoxy binders containing non-toxic inorganic corrosion inhibitor pigment. Progress in Organic Coatings 62 –350, 2008.
- MARION, J. C. Contabilidade Básica. 6. ed. Atlas, São Paulo, SP. 1998

MARTINS, E. Contabilidade de Custos. 9. ed. Atlas, São Paulo, SP. 370 p., 2003.

MAUAD, L.G.A.; PAMPLONA, E. O. O Custeio ABC em Empresas de Serviços: Avaliação dos Problemas da Implantação Em Uma Empresa de Pesquisa. In: VIII Congresso Brasileiro de Custos. São Leopoldo, Rio Grande do Sul. Outubro, 2001.

MEGLIORINI, Evandir. Custos. São Paulo: Makron Books, 2001.

MEGLIORINI, E. Custos. Pearson Education do Brasil, São Paulo, SP, 2002.

NBR 9800 Norma Brasileira . Critérios para lançamentos de efluentes, 1987.

NASCIMENTO, M. S. F.; FERREIRA, O. M. Tratamento de Esgoto urbano: Comparação de Custos e Avaliação da Eficiência. In: 24 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte, MG. Anais, ABES, 2007.

NUNES, J. A. Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais. 5ª Edição, Gráfica Editorial J. Andrade. Aracaju, SE, 2004.

ONU, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Commission on Investment, Technology and Related Financial Matters of Working Group of Experts on International Standards of Accounting and Reporting. Environmental financial accounting and reporting at the corporate level. Disponível em: <<http://www.unctad.org/en/docs/c2isard2.en.pdf>>, 2002.

PADOVEZE, Clóvis Luiz. Curso básico gerencial de custos. São Paulo: Thomson, 2003.

PAMPLONA, E. O. Contribuição para a análise crítica do sistema de custos ABC através da avaliação de direcionadores de custos. São Paulo. Tese de doutorado em Administração Contábil e Financeira. Fundação Getúlio Vargas / EAESP, 1997.

PERH - MG , Plano Estadual de Recursos Hídricos Minas Gerais, 2010.

PEREZ Jr. José Hernandes, OLIVEIRA, Luiz Martins de; COSTA, Rogério Guedes. Gestão estratégica de custos. São Paulo: Atlas, 1999.

PEREIRA FILHO & AMARAL, Vantagens e Desvantagens da utilização do sistema de custeio ABC Nº 126, Nov. p.79-86 Revista Brasileira de Contabilidade, 2000.

PONTE, M.J.J.S. Estudo da remoção do íon cobre de solução aquosa diluída em eletrodos de leito particulado. São Carlos. 216f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Setor de Pesquisa e Desenvolvimento de Processos Químicos, Universidade Federal de São Carlos, 1998.

PRADO, Joel J. Análise de custos: remodelando com ênfase para custo marginal, relatórios e estudos de casos. São Paulo: Atlas, 2001.

Plano Estadual de Recursos Hídricos 2010/Conselho Estadual de Recursos Hídricos /Deliberação CERH/MG,n 260 de 26/11/2010 – Decreto Estadual n 45.565 de 22/03/2011, 2011.

RIBEIRO, M. S. O custeio por atividades aplicado ao tratamento contábil dos gastos de natureza ambiental. Cadernos de Estudos FIPECAR, Vol. 10 Nº 19, pp. 82-91. Setembro/Dezembro, 1998.

RIBEIRO, O. M. Contabilidade Geral. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

RIBEIRO, M.S; MARTINS, E. Apuração dos custos ambientais por meio do custeio por atividades. Boletim IBRACON nº. 243, p. 3-15, 1998.

SAMPAIO, A. O.; GONÇALVES, M. C. Custos Operacionais de estações de Tratamento de Esgotos Por lodos Ativadas: Estudo de caso ETE-Barueri. In: 20 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais, Rio de Janeiro, RJ. ABES, 1999.

SANTOS, Joel J. Análise de custos. Remodelado com ênfase para Custo Marginal, Relatórios e Estudos de Casos. São Paulo: Atlas, 2000.

VICECONTI, Paulo Eduardo V.; NEVES, Silvério das. Contabilidade de custos: um enfoque direto e objetivo. São Paulo: Frase, 1998.

VON SPERLING, M., CHERNICHARO, C. A. L. Urban wastewater treatment technologies and the implementation of discharge standards in developing countries. In: Urban Water, Belo Horizonte [online] v. 4. p. 105-114, 2002. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462075801000668>. Acesso em: 22 de 11 de 2011.

WARREN, Carl, S.; REEVE, James M.; FESS, Philip E. Contabilidade gerencial. São Paulo: Pioneira, 2001.

VANDERBECK, Edward J.; NAGY, Charles F. Contabilidade de custos. São Paulo: Pioneira, 2001.

APÊNDICES - MAPEAMENTO DE CUSTOS

Apêndice A - Identificação dos custos fixos estruturais durante o processo de tratamento dos efluentes líquidos industriais

Custos Fixos Estruturais	Ano 2011												Acumulado
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
	Valores em R\$												
Análise de Efluentes Sanitário Industrial	2.650,00	2.650,00	2.650,00	2.650,00	2.650,00	2.650,00	2.650,00	2.650,00	2.650,00	2.650,00	2.650,00	2.650,00	31.800,00
Análise de Jusante e Montante	-	-	668,00	-	-	668,00	-	-	668,00	-	-	668,00	2.672,00
Análise da Água potável	445,00	445,00	445,00	445,00	445,00	445,00	445,00	445,00	445,00	445,00	445,00	445,00	5.340,00
Licenças e Taxas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total - CFfe	3.095,00	3.095,00	3.763,00	3.095,00	3.095,00	3.763,00	3.095,00	3.095,00	3.763,00	3.095,00	3.095,00	3.763,00	39.712,00

Apêndice B - Identificação dos Custos Fixos Operacionais durante o processo de tratamento dos efluentes líquidos industriais

Custos Fixos Operacionais	Ano 2011												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Acumulado
Valores em R\$													
Mão de Obra Efetiva com encargos	5.373,00	5.373,00	5.373,00	5.373,00	5.373,00	5.373,00	5.373,00	5.373,00	5.373,00	5.910,00	5.910,00	5.910,00	66.087,00
Mão de Obra Terceirizada, Salários + Encargos e Taxas Administrativa	10.360,00	7.318,00	12.633,00	12.235,00	11.174,00	11.035,00	11.252,00	10.763,00	9.878,00	8.376,00	9.536,00	9.536,00	124.096,00
Total - CFo	15.733,00	12.691,00	18.006,00	17.608,00	16.547,00	16.408,00	16.625,00	16.136,00	15.251,00	14.286,00	15.446,00	15.446,00	190.183,00

Apêndice C - Identificação dos Custos Variáveis durante o processo de tratamento dos efluentes líquidos industriais

Custos Variáveis	Ano 2011												Acumulado
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
	Valores em R\$												
Produtos Químicos (Insumos)	4.035,00	3.858,00	2.043,00	2.591,00	3.006,00	5.210,00	1.933,00	3.974,00	4.145,00	4.659,00	2.498,00	3.761,00	31.779,00
Acido Clorídrico	1.926,00	2.888,00	963,00	963,00	1.926,00	2.888,00	963,00	1.926,00	1.212,00	1.926,00	962,00	962,00	18.541,00
Cal (Oxido de cálcio)	348,00	174,00	174,00	174,00	174,00	174,00	174,00	174,00	174,00	348,00	116,00	174,00	1.508,00
Soda Caustica (Hidróxido de Sódio)	-	-	624,00	1.196,00	624,00	1.040,00	624,00	1.248,00	1.040,00	624,00	1.248,00	624,00	8.892,00
Hipoclorito de Sódio	-	-	172,00	258,00	172,00	258,00	172,00	516,00	344,00	516,00	172,00	516,00	2.838,00
Sulfato de Alumínio	-	-	110,00	-	110,00	-	-	110,00	-	195,00	-	110,00	635,00
Anti-Espumante	-	-	-	-	-	-	-	-	525,00	1.050,00	-	525,00	2.100,00
Polímero Aniônico	-	-	850,00	-	-	850,00	-	-	850,00	-	-	850	2.550,00
Destinação Final Resíduos	-	1.120,00	4.015,00	2.797,00	3.213,00	5.882,00	4.806,00	5.463,00	1.547,00	3.615,00	5.405,00	3.761,00	41.624,00
Coprocessamento	-	-	-	-	-	3.360,00	-	536,00	-	945,00	1.960,00	875,00	6.801,00
Preço por tonelada destinada R\$	-	-	-	-	-	0,35	-	0,35	-	0,35	0,35	0,35	-
Geração Resídua	-	-	-	-	-	9.600 kg	-	1.530 Kg	-	2.700 Kg	5.600 Kg	2.500 Kg	-

Custos Variáveis	Ano 2011												Acumulado
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Valores em R\$													
Aterro Industrial (Sólido)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Preço por tonelada destinada	-	0,14	0,35	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geração Resídua	-	8.000 kg	11.470 kg	19.978 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tratamento (Pastoso)	-	-	-	2.619,00	3.213,00	2.522,00	4.806,00	4.928,00	1.547,00	2.670,00	2.195,00	2.160,00	26.660
Preço por tonelada destinada	-	-	-	0,27	0,35	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	-
Geração Resídua	-	-	-	9.700 kg	9.180 kg	9.340 kg	17.800 kg	18.250 kg	5.730 kg	9.890 kg	8.130 kg	8.000 kg	-
Logística Transporte de Resíduos destinados	-	780,00	300,00	600,00	300,00	900,00	600,00	900,00	300,00	600,00	300,00	300,00	5.880,00
Total - Custo Variável	4.035,00	5.758,40	6.357,30	5.987,60	6.344,60	11.142,20	6.368,80	10.162,60	4.967,90	8.249,90	8.981,80	5.921,00	148.300,00

Apêndice D - Identificação do custo total durante o processo de tratamento dos efluentes líquidos industriais.

Custos	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
	Valores em R\$												
Custos Fixos	18.828,16	15.786,00	21.769,00	20.703,00	19.642,00	20.171,00	19.720,00	19.231,00	19.014,00	17.381,00	17.163,00	19.209,00	229.895,00
Custos Variáveis	4.034,10	5.758,40	6.357,30	5.988,00	6.345,00	11.142,00	6.369,00	10.162,60	4.967,90	8.249,90	8.981,80	5.921,00	148.300,00
Custo Total	22.862,30	21.544,00	28.126,00	26.691,00	25.987,00	31.313,00	26.089,00	29.394,00	23.982,00	25.631,00	26.145,00	25.130,00	378.295,00

Volume de efluente	Ano 2011												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Acumulado
Valores em R\$													
Volume Tratado (M ₃) Total	4.087	4.063	4.899	4.997	4.999	4.974	4.394	4.652	4.314	4.588	4.313	4.880	55.160
Demanta Total (M ³)	4.087	4.063	4.899	4.997	4.999	4.974	4.394	4.652	4.314	4.588	4.313	4.880	55.160 m ³
Demanta Total (Litros)	4.087.270	4.062.800	4.899.000	4.997.000	4.999.000	4.974.000	4.394.000	4.652.000	4.314.000	4.588.000	4.313.000	4.880.000	45.967.070,00
Custo por M ³ tratado	5,59	5,30	5,74	5,34	5,20	6,30	5,94	6,32	5,56	5,59	6,06	5,14	
Custo por litro tratado	0,0056	0,0053	0,0057	0,0053	0,0052	0,0063	0,0059	0,0063	0,0056	0,0056	0,006	0,0051	