



Indicadores de Desempenho Ambiental em uma Indústria Metalúrgica da Serra Gaúcha

Engenheira Química Valesca Costantin ¹

Bióloga Mestre em Engenharia Civil Neide Pessin ²

¹Universidade de Caxias do Sul (valescacostantin@hotmail.com)

²Universidade de Caxias do Sul (npessin@ucs.br)

Resumo

Este estudo foi baseado em um trabalho de conclusão de curso em engenharia química, onde foi realizado o levantamento quali-quantitativo e avaliação do histórico de geração de resíduos sólidos do ano de 2014, e consequentemente criação de quatorze indicadores de desempenho ambiental para uma indústria metalúrgica da serra gaúcha. Este artigo apresenta nove destes indicadores de desempenho ambiental. Entre os indicadores encontram-se, o total absoluto de resíduos gerados, relação entre resíduos e quantidade de peças produzidas, percentual de resíduos de cada classe, custos operacionais em relação ao faturamento, consumo de água e energia por peça produzida, e consumo de água e energia pelo faturamento. Estes indicadores objetivam revelar o desempenho ambiental da organização e auxiliar no estabelecimento de metas ambientais.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Indicadores Ambientais.

Área Temática: Gestão Ambiental na Indústria

Environmental Performance Indicators in a Metallurgical Industry Serra Gaúcha

Abstract

This study was based on working course completion in chemical engineering, where was the quality survey conducted quantitative and historical evaluation of solid waste generation on 2014. And consequently creating of fourteen performance indicators environmental paragraph a metal industry in serra gaúcha. This article presents nine of environmental performance indicators. Between this indicators are the, total waste absolute generated relationship between waste and parts of quantity produced, waste percentage of each class, cost of operating in relation billing, water consumption and energy part produced and consumption water billing and energy. These indicators aim to reveal the environmental performance of the organization and assist in the establishment of environmental goals.

Key words: Solid Waste. Environmental indicators.

Theme Area: Environmental Management in Industry



1 Introdução

Com vistas a elaboração do trabalho de conclusão de curso da Universidade de Caxias do Sul (UCS), e obtenção do grau de bacharel em engenharia química, foi desenvolvido um estudo exploratório em uma indústria metalúrgica da serra gaúcha. Quando menciona-se “serra gaúcha” entende-se por cidade sediada na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Este estudo objetivou a elaboração do levantamento quali-quantitativo e avaliação do histórico de geração de resíduos sólidos do ano de 2014 e consequentemente dar subsídios para criação de indicadores de desempenho ambiental para a organização.

Inicialmente foram desenvolvidos 14 indicadores de desempenho ambiental para a organização, identificando oportunidades de otimização no gerenciamento de resíduos sólidos, redução no consumo de água e energia, além de facilitar o entendimento e cumprimento a requisitos legais. Porém para tornar este artigo mais sucinto foram excluídos 5 indicadores, entre eles: absenteísmo em capacitações, percentual de resíduos aterrados pelo total de resíduos gerados, atendimento a requisitos legais, transporte de resíduos, fornecedores com licença ambiental (COSTANTIN, 2015). Observa-se que os indicadores excluídos não são diretamente aplicáveis a qualquer tipo de organização, assim buscou-se manter os indicadores que trarão mais dados úteis para comparação em trabalhos futuros.

Os indicadores para avaliação do desempenho ambiental são ferramentas muito úteis na gestão ambiental, tanto na priorização de ações de redução de impactos ambientais, como na definição de metas de desempenho ambiental para qualquer organização. Os indicadores também são essenciais na implantação de uma norma como a ISO 14001:2004 que estabelece os requisitos para implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (ABNT, 2004).

1.2 Organização em estudo

A metalúrgica em questão é uma multinacional de grande porte, sediada na zona norte da cidade de Caxias do Sul. Sua estrutura inclui dois pavilhões totalizando 12.000m² e 120 funcionários. O ramo de atividade é descrito segundo o órgão ambiental estadual como, fabricação de autopeças, motopeças, sem tratamento de superfície inclusive tratamento térmico, sem fundição e sem pintura (sit).

Os principais produtos fabricados pela organização são comandos e válvulas eletrohidráulicas, com seus conjuntos e cabos, estes produtos possuem alto valor agregado, pois necessitam de precisão de um mícron em sua usinagem. Os principais setores envolvidos no estudo foram: administrativo, recebimento, almoxarifado, usinagem, retífica, brunitimento, lavagem industrial, montagens e expedição. As principais matérias-primas para confecção do produto incluem: ferro cinzento, óleo hidráulico sintético, anéis de borracha e tampões plásticos.

2 Metodologia

Para elaboração dos indicadores de desempenho ambiental escolheu-se temas como: consumo de água e energia, geração de resíduos classe I e classe II, além de geração de efluente industrial.

A partir de uma seleção específica dos indicadores fornecidos pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2003), ou do próprio autor, foram escolhidos os indicadores mensais de desempenho ambiental que melhor se adaptaram a realidade da organização, como pode-se observar no Quadro 1.



Quadro 1 – Indicadores de Desempenho Ambiental

Indicador	Descrição	Fórmula
a. total de resíduos gerados	valor absoluto de resíduos gerados, pode-se diferenciar o valor absoluto de geração de cada resíduo e após somar todos para encontrar o total	absoluto = kg [1]
b. geração de resíduos sobre a produção de peças	quantifica o total de resíduos gerados pela quantidade de produtos fabricados	<u>resíduos totais gerados</u> = kg/un[2] produtos fabricados
c. percentual de resíduos por classe	total de resíduos classe I gerados pela organização dividido pelo total de resíduos	<u>classe (kg)</u> = % [3] total (kg)
d. parcela de custos operacionais	quantificação do custo operacional de limpeza e recolhimento de resíduos, em reais, dividido pelo faturamento em reais	<u>custos operacionais</u> = % [4] faturamento em reais
e. geração de efluente pela produção	quantificação do efluente industrial gerado pela quantidade de produtos fabricados	<u>geração de efluente</u> = L/un [5] produtos fabricados
f. consumo de água pela produção	consumo de água da organização pela quantidade de produtos fabricados	<u>consumo de água</u> = L/un[6] produtos fabricados
g. consumo de energia pela produção	consumo de energia elétrica da organização pela quantidade de produtos fabricados	<u>consumo de energia</u> = Wh/un [7] produtos fabricados
h. consumo de água pelo faturamento	consumo de água da organização pelo faturamento	<u>consumo de água</u> = % [8] faturamento em reais
i. consumo de energia pelo faturamento	consumo de energia elétrica da organização pelo faturamento	<u>consumo de energia</u> = % [9] faturamento em reais

Fonte: adaptado de Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2003)

3 Resultados

Os indicadores de desempenho ambiental são uma ferramenta importante para avaliar e acompanhar o desempenho ambiental dos processos da empresa, (SIMIÃO, 2011). Segundo a CETESB (2002), de posse destes dados, é possível quantificar gastos decorrentes da implementação dos mesmos, como por exemplo:

- redução dos problemas ambientais;
- economia advinda da redução do consumo de água e energia;
- redução dos custos relativos ao tratamento e disposição de resíduos;
- rendimentos em projetos de reciclagem;
- aumento da produtividade, entre outros.

A seguir são apresentados os resultados obtidos nos indicadores ambientais aplicados na organização:

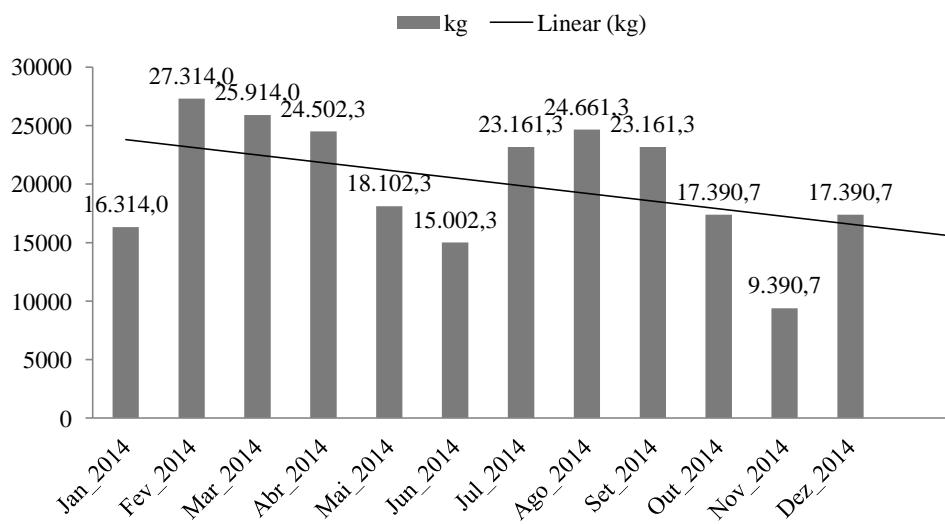
a. total de resíduos gerados: o indicador de valores absolutos de resíduos gerados é muito importante, pois ele viabiliza as comparações entre os valores obtidos em todos os próximos indicadores apresentados. A Equação 1 é muito versátil, pode-se utilizá-la para realizar quantificações diárias, semanais, mensais ou anuais, bem como pode-se agrupar os resíduos por classe ou apresentar seus valores individualmente. A Figura 1 revela a geração mensal de resíduos ao longo do ano de 2014.



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

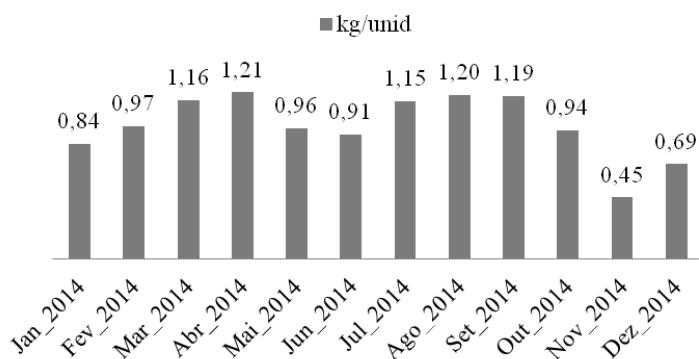
Figura 1 – Total de resíduos gerados no ano de 2014



Através de planilhas eletrônicas pode-se determinar a linha de tendência de previsão linear e a média anual de geração de resíduos 20.192,08 kg/mês. Importante ressaltar que para os cálculos os resíduos classe I gerados inclui-se, efluente industrial (emulsão oleosa), resíduo contaminado diverso e borra de retífica. Entre os resíduos classe II inclui-se, papel, plástico, cavaco metálico, sucata de peças não conformes e sucata de metais diversos. O total de resíduos gerados no ano de 2014 foi de 242.305kg, não incluindo embalagens contaminadas, lâmpadas fluorescentes, resíduo têxtil e EPI's contaminados, orgânico e sanitário.

b. geração de resíduos pela produção de peças: segundo a Equação 2, para a quantidade total de resíduos considerou-se 242.305 quilos de resíduos gerados, pela produção anual 250.295,72 peças, ou seja 0,9680 kg/unid ao ano. Na Figura 2 pode-se observar o gráfico do indicador de resíduos sobre produtividade gerado ao longo dos meses de janeiro a dezembro de 2014.

Figura 2 – Indicador de resíduos sobre produtividade



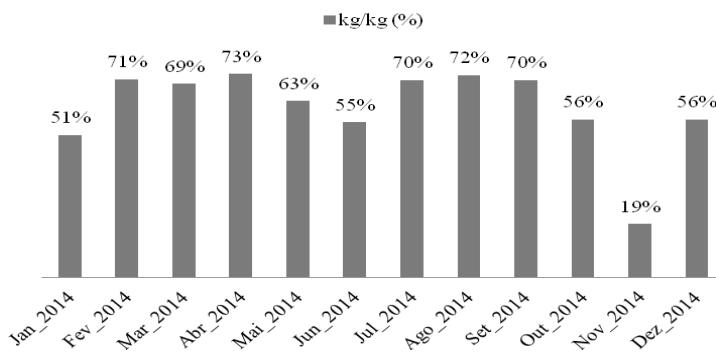
c. percentual de resíduos de cada classe: levando em consideração a Equação 3, o total de resíduos classe I gerados pela organização dividido pelo total de resíduos, obtém-se a Figura 3.



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

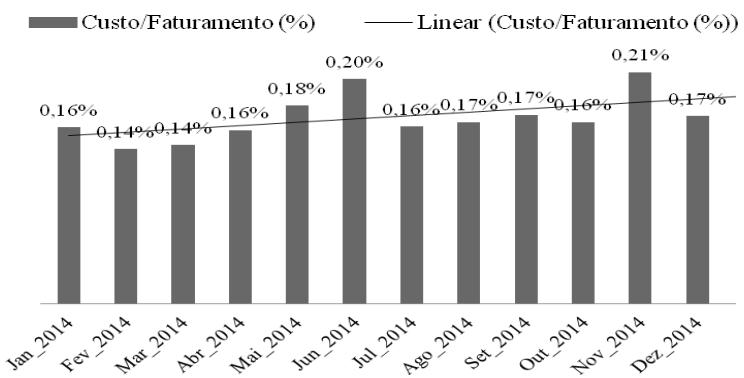
Figura 3 – Resíduos classe I pelo total



A variação do indicador de geração de resíduos classe I pelo total foi de 19 a 73%, com uma média de 60,53%. Comprovando que em 11 dos 12 meses amostrados, a geração de resíduos classe I, correspondeu a mais que 50% do total de resíduos gerados.

d. parcela de custos operacionais: considerando a Equação 4, que representa o custo operacional de limpeza e coleta interna dos resíduos, dividido pelo faturamento em reais de cada mês do ano de 2014, gera-se a Figura 4.

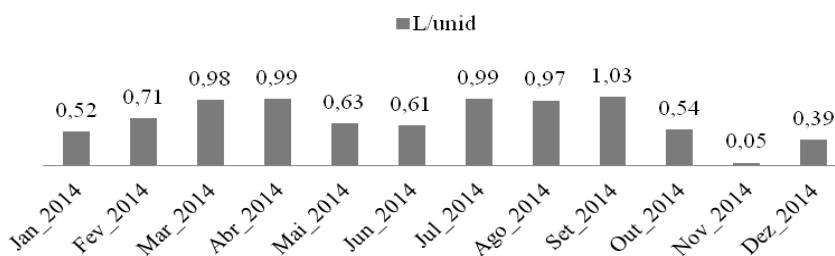
Figura 4 – Parcela de custos operacionais



Observa-se uma tendência crescente, reflexo da diminuição do faturamento da organização no último trimestre do ano, em comparação ao custo operacional fixo.

e. geração de efluente pela produção: considerando a Equação 5, quantificação do efluente industrial (emulsão oleosa) gerado pela quantidade de produtos fabricados, gera-se a Figura 5.

Figura 5 – Geração de efluentes pela produção



A organização gerou cerca de 170mil litro de emulsão oleosa no ano de 2014, proveniente das lavadoras industriais e da limpeza dos pisos da fábrica. Observa-se que este indicador pode ser interpretado por geração de efluente em litros, por peça produzida. No mês de novembro não houve envio, assim para fins de cálculos antecipou-se 1000L de efluente de



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

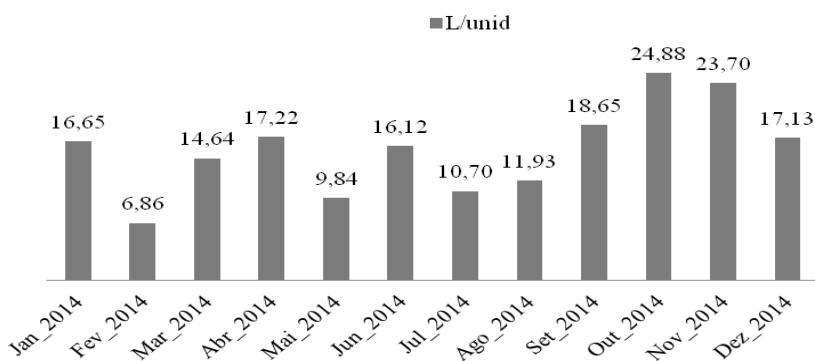
Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

dezembro. No mês de setembro houve a maior geração de efluente por peça produzida 1,03litros. E a média de geração anual foi de 0,7L/unid.

Este indicador é crítico visto que a empresa gera aproximadamente 14mil litros e gasta em média R\$ 4.600,00 reais com seu transporte e tratamento.

f. consumo de água pela produção: a organização consumiu no ano de 2014 uma média de 321.156L/mês de água e produziu uma média de 20.857,92 produtos por mês. A Equação 6 representa o consumo de água em litros, da organização, pela quantidade de produtos fabricados mês a mês, conforme Figura 6.

Figura 6 – Consumo de água pela produção



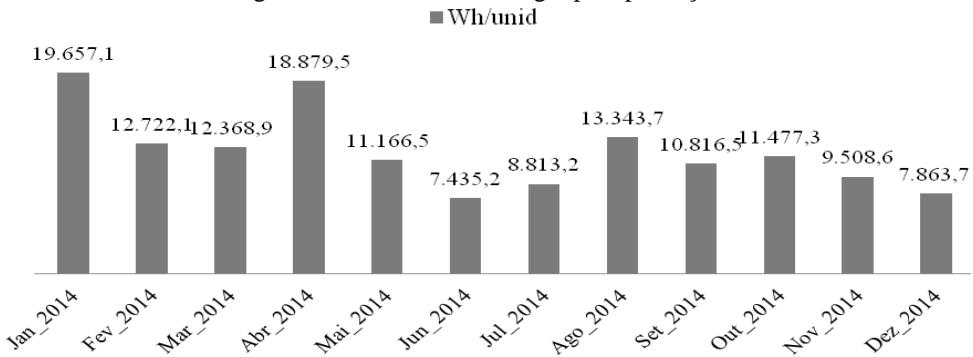
O mês de fevereiro mostrou um consumo de 6,86L/peça. Já o último trimestre do ano teve consumos muito elevados, possivelmente causados por vazamentos nos canos da organização. Tal fato veio a ser comprovado no inicio de 2015, onde foi identificado e reparado o vazamento. Sendo assim a média de consumo de água por peça produzida ficou em 15,69L/unid.

Quanto ao consumo de água pela indústria, Derisio (2000) cita as seguintes situações de uso: na utilização no processo de fabricação do produto; na utilização quando o recurso integra-se ao produto fabricado e na utilização em serviços complementares ao processo de fabricação (MISTURA E PEDROTTI, 2010).

A organização possui captação da água da chuva em uma cisterna de 40.000L, utilizado somente para hidrantes e vasos sanitários, observado que o consumo médio de água por mês no ano de 2014 foi de 321.156L/mês. É viável que seja realizado um estudo para viabilizar a utilização deste recurso, no processo de fabricação do produto, como por exemplo, nas lavadoras industriais e centros de usinagem, visto que o consumo diário da organização seria inferior à 10.700L.

g. consumo de energia pela produção: a Equação 7 representa o consumo de energia elétrica em Watt.hora (Wh) da organização pela quantidade de produtos fabricados mês a mês, conforme Figura 7.

Figura 7 – Consumo de energia pela produção





5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

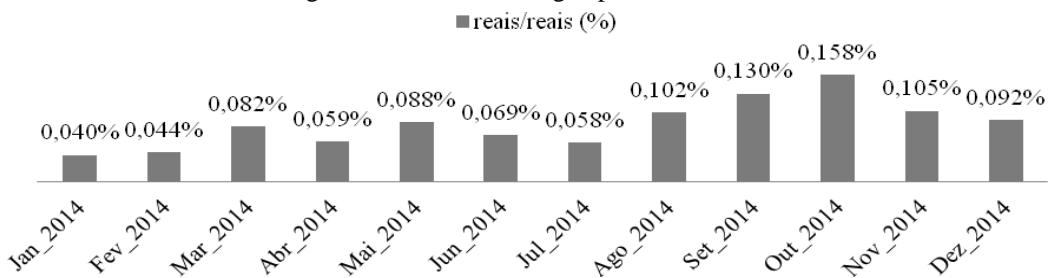
Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

Este indicador mostra que o consumo de energia da organização é elevado, chegando a 381MWh no mês de janeiro e gerando um consumo de energia por peça produzida médio de 12.004Wh/unid.

Segundo Barros, (2011) constata-se que no ano de 2008 a parcela do consumo de energia elétrica do setor industrial representou 43% do consumo total deste insumo no país. E o setor metalúrgico, no mesmo ano, foi responsável por 31% do consumo total de energia elétrica na indústria brasileira. O mesmo autor a partir de dados do Balanço Energético Nacional de 2010, definiu que houve um consumo de 57.712GWh a cada 1000 toneladas de peças produzidas pelo setor metalúrgico. Não está disponível a informação de toneladas de peças produzidas pela organização, para que este indicador possa ser comparado.

h. consumo de água pelo faturamento: a Equação 8 representa o consumo de água em reais da organização pela quantidade faturada mês a mês, conforme Figura 8.

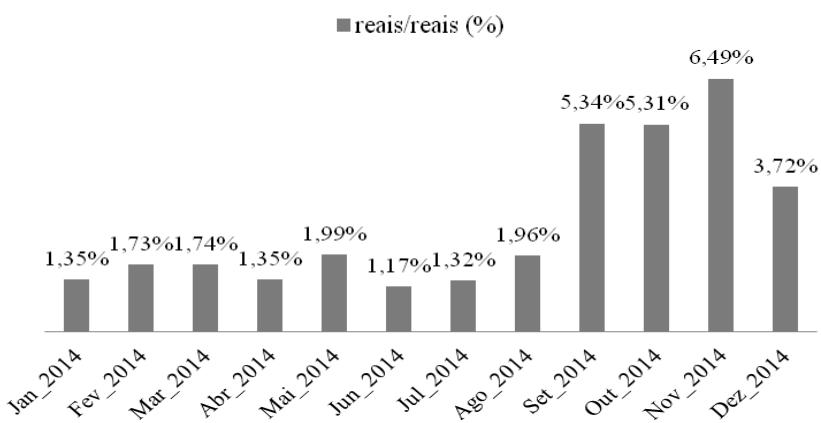
Figura 8 – Consumo de água pelo faturamento



Este indicador pode ser interpretado como a porcentagem que corresponde ao consumo de água para o faturamento da organização. Observou-se o maior porcentual no mês de outubro de 2014. E claramente deve-se trabalhar a redução do consumo de água para os meses subsequentes a fim de reduzir este percentual.

i. consumo de energia pelo faturamento: a Equação 9 representa o consumo de energia em reais da organização pela quantidade faturada mês a mês, conforme Figura 9.

Figura 9 – Consumo de energia pelo faturamento



Este indicador pode ser interpretado como a porcentagem que corresponde ao consumo de energia elétrica para o faturamento da organização. Observa-se um crescimento nas despesas com energia elétrica a partir do mês de setembro de 2014, e uma redução em dezembro devido as férias coletivas de final de ano. Sabe-se que o sistema de ar condicionado do pavilhão produtivo consome entre 40% a 50% do total de energia. Por esta razão no final de 2014 iniciou-se um projeto de eficiência energética para aumentar o range de temperatura controlado no pavilhão.



4 Conclusão

Através da aplicação dos indicadores de desempenho ambiental a organização será capaz de monitorar continuamente a geração de resíduos sólidos e efluente, assim como o consumo de água e energia, e será capaz de analisar criticamente quais as prioridades de seu sistema de gestão ambiental. Segundo Simião, (2011) através dos indicadores ambientais é possível avaliar se os objetivos e metas estão sendo alcançados, além do desempenho do processo industrial. Deve-se notar também que não faz sentido uma organização investir em recursos financeiros e humanos, sem que tenha uma preocupação em obter resultados ambientais satisfatórios e incontestáveis externamente.

A aplicação de um indicador de geração de resíduos por si só não traz benefícios para a organização, somente com a análise crítica dos resultados e priorização de ações, será possível a melhoria contínua dos processos industriais. Importante ressaltar que indicadores como consumo de energia e água, e geração de efluente ou resíduos pela produção são muito importantes quando busca-se observar “o todo” de uma gestão ambiental. Pois não pode-se penalizar uma empresa pelo simples fato de estar gerando mais resíduos ou consumindo mais energia em um determinado mês, se não for comparado o aumento de produção no mesmo período.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ISO 14001, **Requisitos do Sistemas de Gestão Ambiental**. Brasília. 2004

BARROS, Regiane Silva de. **Caracterização do uso da energia elétrica em empresas do segmento metalúrgico e perspectivas de ganhos de eficiência em sua utilização**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2011.

COSTANTIN, Valesca. **Plano de Gerenciamento de Resíduos de uma Indústria Metalúrgica e Subsídios para Indicadores de Desempenho Ambiental**. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Engenharia Química. Universidade de Caxias do Sul. Brasil, 141p, 2015.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Manual para implementação de um programa de prevenção à poluição**. São Paulo: CETESB, 2002.

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2. ed. São Paulo: Signus, 2000.

MISTURA, Clóvia Marozzin. PEDROTTI, Marisa. Avaliação de aspectos e impactos ambientais do processo produtivo de uma metalúrgica de pequeno porte. **Revista CIATEC – UPF**, vol.2 (2), p.p.22-45, 2010

SIMIÃO, J. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa**. 2011. 170 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2011.