

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE-
ÊNFASE EM NEGÓCIOS AMBIENTAIS

Leticia Bugança Stelute

Gestão Ambiental na Indústria Jonhson Controls: Analisar substâncias presentes nos efluentes industriais e seus efeitos no meio ambiente e na saúde humana.

Trabalho apresentado ao Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná para a obtenção do título de especialista em Economia do Meio Ambiente.

Orientadora: Prof^a Dr^a Marisa Soares Borges

CURITIBA-PR
2012

RESUMO

Ao implantar um sistema de gestão ambiental, as indústrias precisam conhecer e reduzir ou eliminar os impactos negativos exercidos por suas operações sobre o meio ambiente, compatibilizando-se com a legislação ambiental vigente no país nas esferas federal, estadual e municipal, conforme a abrangência do empreendimento. A importância crescente atribuída a esta questão, pode ser associada ao crescente número de substâncias presentes nos efluentes industriais e seus efeitos no meio ambiente e na saúde humana. Este cenário é justificado pelos significativos trabalhos técnicos ligados à proteção do meio ambiente, provenientes tanto de empresas quanto de universidades e centros de pesquisas. As áreas de interesse têm se concentrado no tratamento de efluentes líquidos, controle das emissões atmosféricas e ruídos, reciclagem, recuperação e reuso de resíduos sólidos, conservação de energia e recursos hídricos, avaliação e tratamento de áreas contaminadas, gestão de materiais perigosos e transporte de resíduos. O objetivo principal desse trabalho merece especial atenção à avaliação das práticas lean para a redução do impacto ambiental através do sistema de gerenciamento ambiental tendo como foco a eliminação sistemática dos desperdícios, e assim, reduzir os impactos ambientais e na saúde humana das substâncias presentes nos efluentes industriais.

Palavras-chaves: Gestão Ambiental, Efluentes industriais, Substâncias químicas.

ABSTRACT

To implement an environmental management system, the industries needs to know and reduce or eliminate the negatives impacts exerted by your operations on the environmental, making it compatible with the country's environmental regulations at federal, state and city, as the scope of enterprise. The growing importance attached to this point, may be associate to the growing number of substances in the industrial effluents and their effects on the environmental and human health. This scenario is justified by the significant technical work related to environmental protection, from companies, universities and research centers. The areas of interest has been concentrated on the liquid effluent treatment, air emissions and noise controls, recycling, recovery and reuse of solid wastes, conserving energy and water resources, assessment and treatment of contaminated areas, dangerous materials' management and waste transportation. The main objective of this work deserves a special attention to the assessment of lean practice to reduce environmental impacts thought the environmental management system focusing on the systematic waste elimination, this way, will reduce the environmental and human health impacts of the industrial effluent chemicals.

Keywords: environmental management, industrial effluents, chemicals.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Quadro da produção lean na redução de impactos ambientais.....	16
FIGURA 2. Flotador (fonte: Johnson Controls).....	21
FIGURA 3. Janela de inspeção do flotador (fonte: Johnson Controls).....	22
FIGURA 4. Captação do lodo.....	23
FIGURA 5. Captação do lodo e do efluente.....	24
FIGURA 6. Decanter do lodo.....	25

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAS – Chemical Abstract Service

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

EPA – Environmental Protection Agency

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Efluentes

GM – General Motors

ISO – International Organization Standardization

NBR – Normas Brasileiras

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

SUMÁRIO

Resumo.....	i
Abstract.....	ii
Lista de Figuras.....	iii
Lista de Siglas.....	iv
1.Introdução.....	1
1.1.Fundamentos da pesquisa e apresentação do problema.....	1
1.2.Objetivos.....	4
1.2.1.Objetivo geral.....	4
1.2.2.Objetivos específicos.....	4
2.Revisão bibliográfica.....	5
2.1.Resíduos industriais gasosos.....	10
2.2.Resíduos industriais sólidos.....	11
2.3.Resíduos industriais líquidos.....	15
2.4.Produção lean.....	16
3.Materiais e métodos.....	20
4.Resultados.....	21
5.Considerações e recomendações.....	32
Referências.....	34
Sites consultados.....	38

1. INTRODUÇÃO

1.1. Fundamentos da pesquisa e apresentação do problema

Do total de água disponível no planeta, aproximadamente 2,5% corresponde à água doce, distribuída entre o solo, rios, lagos, atmosfera e calotas polares (VON SPERLING, 2005). De acordo com World Resource Institute (ONU), apenas 0,007% desse total de água doce é de fácil acesso para o consumo que é uma porcentagem muito baixa frente à demanda, que cresce exponencialmente em função do aumento da população mundial e do consumo per capita, que tem acirrado a disputa por esse valioso recurso.

Nos primórdios da humanidade, a população era pequena e o meio ambiente conseguia compensar os impactos sofridos por tal agressão, sendo assim, não ocorriam desequilíbrios ambientais significativos (RODRIGUES, 2009).

“Entretanto, o cenário atual destaca-se pelo aumento do consumo, principalmente nas últimas décadas, seja devido ao próprio crescimento da população, pelos avanços da ciência e/ou pela expansão da indústria”

RODRIGUES (2009, p.16).

Nesse contexto mundial de estresse hídrico e escassez, a preservação e a manutenção da qualidade das águas são essenciais, já que há uma relação entre a degradação da qualidade das águas e os esgotos domésticos e industriais, deve-se buscar uma gestão local integrada para melhorar o tratamento e abastecimento (http://www.iclei.org.br/residuos/?page_id=400).

A maioria dos problemas ambientais causados pelo homem decorre do uso inadequado do ambiente, no processo de obtenção dos recursos necessários para produção de bens de consumo e serviços, tem-se a geração de resíduos dos quais não estão sendo absorvidos por esse meio (RODRIGUES, 2009).

Os impactos negativos para saúde humana também estão relacionados à falta de tratamento de efluentes, no Brasil, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) gasta-se, aproximadamente, US\$ 2,5 bilhões por ano com doença relacionadas à água contaminada e à falta de esgotamento sanitário.

Como uma técnica que interage nos processos utilizados pela indústria, seus produtos e serviços, a produção mais limpa resulta de uma ou mais medidas combinadas, tais como conservação de matéria-prima, água e energia, eliminação de matéria-prima tóxica ou perigosa e redução na quantidade e toxicidade de todas as emissões e resíduos na fonte durante o processo de produção (MELLO, 2002).

A produção mais limpa objetiva reduzir os impactos ambientais, de saúde e segurança em relação à totalidade de seu ciclo de vida (definido pela ISO/CD 14040 (ABNT, 2002) como os estágios consecutivos e inter-relacionados de um sistema de produtos e serviços, da extração dos recursos naturais ao descarte final). A abordagem da produção mais limpa pode também incluir o redesenho de um produto ou ecodesign, que atenda às necessidades do consumidor e que incorpore melhores práticas ambientais (BEM, 2008).

“O desafio das indústrias é criar alternativas para manter e ainda aumentar seus ganhos econômicos, com a diminuição da

degradação ambiental causada por seus
processos e produtos.”

BEM (2008, p.16).

A ecotoxicologia lida com os efeitos de poluentes ambientais na saúde e no meio ambiente, os poluentes ambientais são agentes realacionados, em geral, ao meio ambiente e podem causar efeitos adversos na saúde de organismos vivos, incluindo humanos, animais e plantas (RUBINGER, 2009). O estudo da ecotoxicologia parte da definição de que a sobrevivência humana depende do bem estar de outras espécies e da disponibilidade de ar puro, água e comida e de que os químicos antropogênicos, assim como, os que ocorrem naturalmente podem causar efeitos prejudiciais em organismos vivos e processos ecológicos (RUBINGER, 2009). O estudo da ecotoxicologia se refere como os poluentes ambientais, a partir de suas interações com seres humanos, animais e plantas, influenciam a saúde e bem estar destes organismos (YU, 2005)

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar as práticas lean na redução do impacto ambiental e das substâncias presentes nos efluentes industriais da empresa Johnson Controls.

1.2.2 Objetivo específico

- a. Identificar as principais substâncias presentes nos efluentes industriais.
- b. Identificar os efeitos das substâncias no meio ambiente.
- c. Identificar os efeitos na saúde humana.
- d. Analisar a implantação de práticas lean.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No século XIX e mais notadamente continuando no presente século, o uso de elementos químicos e a capacidade de combinar os diversos elementos entre si para os mais variados fins, aumento exponencialmente (FERRARO, 2003).

Conforme dados disponibilizados pelo Chemical Abstract Service (CAS), uma divisão da American Chemical Society, há registros de mais de 43 milhões de substâncias orgânicas e inorgânicas (CAS, 2009; FUKUSHIMA e AZEVEDO, 2008 *apud* Associação Brasileira da Indústria Química). BORGES, 2011 (*apud* AZEVEDO, 2010 *apud* Sociedade Americana de Química) aponta 62 milhões de substâncias orgânicas e inorgânicas.

Das diversas substâncias produzidas e utilizadas, apenas uma pequena parcela destas tem sido estudada quanto aos seus efeitos nos seres vivos. Com tantas substâncias chegando ao ambiente, notadamente no solo e ambiente aquático, onde mais se concentram, é lógico pensar que algumas delas possam estar se fixando nos indivíduos que compõem as cadeias alimentares (FERRARO, 2003).

Vários estudos têm sido efetuados para melhor se compreender o papel de muitos destes elementos e substâncias químicas nos ecossistemas, provenientes de despejos industriais. Como e onde ocorrem suas entradas no ambiente, suas interações com os seres vivos, seus efeitos sobre estes e seu prazo de permanência no ambiente, entre outros (FERRARO, 2003).

Ensaio com substâncias de propriedades mutagênicas, portanto, potencialmente carcinogênicas, podem ser realizados com microorganismos e posteriormente extrapolados aos organismos superiores. No entanto, muitas

vezes esta extrapolação apresenta falhas, oriundas provavelmente da simplicidade estrutural e metabólica destes microorganismos. Desta maneira os testes *in vivo* e *in vitro* já realizados, são capazes de detectar mutações relevantes (FERRARO, 2003).

Muitas substâncias químicas lançadas ao ambiente constituem-se de agentes causadores de mutações gênicas e de alterações cromossômicas. É possível proceder-se à avaliação dos efeitos de um determinado composto, o que torna os testes físico-químicos e ecotoxicológicos imprescindíveis nestas avaliações (FERRARO, 2003).

Os efeitos de muitos poluentes podem ser examinados diretamente em vários organismos, normalmente através de análises e ensaios, pois em dado momento, podem ter efeito importante sobre uma população (FERRARO, 2003).

“Numerosos compostos químicos de uso doméstico, industrial e agrícola possuem comprovada atividade hormonal, são inseticidas, detergentes, repelentes, desinfetantes, fragrâncias, solventes, retardantes de chama, entre outros produtos que estão presentes nos efluentes industriais, residenciais e de estações de tratamento de água e esgoto.”

SODRÉ, et al (2007, p.7).

Historicamente, o desenvolvimento urbano e industrial ocorreu ao longo dos rios devido à disponibilidade de água para o abastecimento e a possibilidade de utilizar o rio como corpo receptor dos dejetos (GIORDANO, 2005).

Atualmente, um dos problemas mais sérios que afetam o meio ambiente é a poluição química de natureza orgânica ou inorgânica, decorrente dos despejos residenciais e industriais (AGUIAR, NOVAES, GUARINO, 2002). Os efluentes líquidos ao serem despejados com os seus poluentes característicos causam a alteração de qualidade nos corpos receptores e, conseqüentemente, a sua poluição (GIORDANO, 2005).

“A poluição hídrica pode ser definida como qualquer alteração física, química ou biológica da qualidade de um corpo hídrico, capaz de ultrapassar os padrões estabelecidos para a classe, conforme o seu uso preponderante, para isso, considera-se a ação dos agentes: físicos (materiais sólidos em suspensão) ou formas de energia (calorífica e radiações), químicos (substâncias dissolvidas ou com potencial de solubilização) e biológicos (microorganismos)”

GIORDANO (2005, p.5).

Alguns componentes presentes nos efluentes industriais reduzem a capacidade autodepurativa das águas, devido à ação tóxica que eles exercem sobre os microorganismos (AGUIAR, NOVAES, GUARINO, 2002). Compostos recalcitrantes ou refratários não são biodegradáveis pelos organismos, normalmente presentes em sistemas biológicos de tratamento, nos usuais tempos de retenção hidráulica aplicados, sendo, então, lançados nos corpos de águas (ALMEIDA, et.al, 2004).

Os microorganismos são responsáveis pela recuperação das águas, através da decomposição dos materiais orgânicos que nelas são lançados, com isso, ocorre o aumento na demanda bioquímica de oxigênio (DBO), caracterizando um processo de eutrofização (AGUIAR, NOVAES, GUARINO, 2002).

Esse florescimento demasiado acarreta vários problemas ambientais, tais como deterioração do corpo receptor, odor pronunciado decorrente da decomposição anaeróbia, alteração de cor e turbidez da água, redução do teor de oxigênio dissolvido, modificação da biota, bem como das condições de proliferação da mesma e da sobrevivência da fauna aquática superior, assoreamento de canais e de vias navegáveis podendo, até mesmo, levar a uma maior perda de água por evapotranspiração (AGUIAR, NOVAES, GUARINO, 2002).

Devido ao efeito de acumulação, podem atingir concentrações superiores à dose letal de alguns organismos, além disso, os efeitos cancerígenos e mutagênicos eventualmente podem ser observados em humanos como resultado da bioacumulação (ALMEIDA et. al, 2004).

A legislação ambiental está obrigando que os efluentes industriais sejam tratados antes do descarte para evitar problemas ecológicos e toxicológicos sérios (PASCHOAL, TREMILIOSI-FILHO, 2005).

A grande diversidade das atividades industriais ocasiona, durante o processo produtivo, a geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, os quais podem poluir/contaminar o solo, a água e o ar, sendo

preciso observar que nem todas as indústrias geram resíduos com poder impactante

PEREIRA (2001, p.4).

Após a otimização do processo industrial, as perdas causadoras da poluição hídrica devem ser controladas utilizando-se sistemas de tratamento de efluentes líquidos (GIORDANO, 2005).

Os processos de tratamento a serem adotados, as suas formas construtivas e os materiais a serem empregados são considerados a partir dos seguintes fatores: a legislação ambiental regional, o clima, a cultura local, os custos de investimento, os custos operacionais, a quantidade e a qualidade do lodo gerado na estação de tratamento de efluentes industriais, a qualidade do efluente tratado, a segurança operacional relativa aos vazamentos de produtos químicos utilizados ou dos efluentes, explosões, geração de odor, a interação com a vizinhança, confiabilidade para atendimento à legislação ambiental e possibilidade de reuso dos efluentes tratados, além da localização da indústria (GIORDANO, 2005).

Além de atender aos requisitos específicos para o lançamento de efluentes, as características dos efluentes tratados devem ser compatíveis com a qualidade do corpo receptor (GIORDANO, 2005).

Os sistemas de tratamento de efluentes são baseados na transformação dos poluentes dissolvidos e em suspensão em gases inertes e/ou sólidos sedimentáveis para a posterior separação das fases sólida e líquida, sendo assim, se não houver a formação de gases inertes ou lodo estável, não podemos considerar que houve tratamento (GIORDANO, 2005).

É necessário conhecer o princípio de funcionamento de cada operação unitária utilizada, bem como a ordem de associação dessas operações que definem os processos de tratamento (GIORDANO, 2005).

Os sistemas de tratamento devem ser utilizados não só com o objetivo mínimo de tratar efluentes, mas também de atender a outras premissas: não deve gerar resíduos desnecessários pelo uso do tratamento, não deve gerar inconveniências por ruídos ou odores, nem causar impacto visual negativo, deve tratar os esgotos sanitários gerados na própria indústria, ou seja, cada indústria deve controlar totalmente a sua carga poluidora (GIORDANO, 2005).

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 unidade de processamento recomendam que os resíduos sejam caracterizados, quantificados e tratados e/ou acondicionados adequadamente antes da disposição final no meio ambiente (PEREIRA, 2001).

2.1. Resíduos Industriais Gasosos

Esses resíduos industriais são gases ou partículas que alteram a composição do ar atmosférico, podendo danificar materiais e ocasionar prejuízos para a saúde de homens, animais e plantas (PEREIRA, 2001).

Os efeitos da presença de poluentes na forma de gases ou de partículas no ar atmosférico variam muito em qualidade e em quantidade; são, normalmente, classificados em estéticos, irritantes e tóxicos, mas um mesmo gás pode ser irritante e tóxico, assim como um material particulado pode exercer efeitos estéticos e irritantes (PEREIRA, 2001).

Os resíduos gasosos podem ser primários, liberados da fonte para a atmosfera, ou secundários, formados por reações químicas entre constituintes naturais da atmosfera e poluentes primários (PEREIRA, 2001).

Os processos industriais são responsáveis pela emissão de material particulado e de vários gases poluentes, tais como os óxidos de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO e NO₂), gás sulfídrico (H₂S), hidrocarbonetos, mercaptanas, ácido clorídrico, etc (PEREIRA, 2001).

Alguns resíduos industriais gasosos também podem participar da formação de oxidantes fotoquímicos, que ocasionam problemas visuais e respiratórios; do efeito estufa, que provoca elevação da temperatura na terra; e da chuva ácido, que ocasiona danos na biota do solo e da água (PEREIRA, 2001).

As medidas, métodos, equipamentos ou dispositivos de controle do lançamento ou liberação dos contaminantes gasosos deverão ser submetidos ao exame e à aprovação dos órgão competentes do Ministério do Trabalho, que, a seu critério exclusivo, tomará e analisará amostras do ar dos locais de trabalho para fins de atendimento a NBR 25 (<http://segurancaesaudedotrabalho.blogspot.com.br/2009/11/residuos-gasosos.html>).

2.2. Resíduos Industriais Sólidos

Os resíduos sólidos são originados das atividades dos diversos ramos da indústria, tais como metalúrgica, química, petroquímica, papelreira, alimentícia, etc, sendo bastante variados, podendo ser representados por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papéis, madeiras, fibras, borrachas,

metais, escórias, vidros e cerâmicas, dentre outros (PEREIRA, 2001; BORGES, 2011).

Tais resíduos são classificados com base na sua periculosidade e solubilidade (PEREIRA, 2001; BORGES, 2011).

Com relação à classificação da Norma Brasileira NBR 10004 é:

Classe I – Perigosos

Classe II – Não perigosos: II A – Não inertes e II B – inertes.

Perigosos: aqueles que apresentam periculosidade, ou uma das características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade.

Os resíduos-classe IIA – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Os resíduos-classe IIB – inertes são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água deionizada, à temperatura ambiente, conforme a ABNT 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS. NBR 10004 *apud* BORGES, 2011).

“Durante o processamento industrial podem ser gerados resíduos sólidos perigosos não inertes ou inertes. O que recomenda atenção nos setores operacional e de meio ambiente da indústria, a fim de evitar a mistura desses resíduos durante as atividades de

condicionamento, coleta, tratamento e destino final.”

PEREIRA (2001, p.7)

Atualmente, algumas indústrias brasileiras estão realizando programas internos para reciclagem dos seus resíduos sólidos, pois a segregação do material, ainda na fonte geradora, diminui o volume total de resíduos, reduz os gastos operacionais e, em alguns casos, pode gerar uma nova receita para a indústria (PEREIRA, 2001).

Entre os principais tipos de reciclagem estão a de material orgânico, para fabricação de compostos e fertilizantes, a de papel, cartões, cartolinas e papelões, para fabricação de papel reciclado, a de plásticos, cacos de vidro e metais, para uso na própria indústria ou fabricação de produtos recicláveis, como embalagens (PEREIRA, 2001).

“A incineração de resíduos sólidos industriais é uma alternativa para redução do seu volume, sendo que este procedimento é amplamente discutido, os que defendem consideram que é uma forma de eliminar possíveis riscos para a saúde pública, enquanto os que combatem argumentam que a má operação dos incineradores pode ser uma nova fonte de poluição/contaminação atmosférica na forma de gases e material particulado.”

PEREIRA (2001, p.7).

A disposição dos resíduos em aterros industriais é muito utilizada, pois essas grandes escavações no terreno armazenam grande volume desse material, contudo, os aterros sanitários precisam ser construídos e operados com grande segurança, para que não ocorra contato do material com o solo ou percolação de líquidos para o aquífero livre (PEREIRA, 2001).

O lodo proveniente de ETEs, por ser um resíduo que contém teores elevados de matéria orgânica e de outros nutrientes, principalmente o nitrogênio e o fósforo, pode melhorar as propriedades físicas e as características químicas e biológicas do solo, o que possibilita seu aproveitamento na agricultura como fornecedor de nutrientes e elementos benéficos ao desenvolvimento e produção das plantas (MELLO et al, 2001). Além disso, considerando-se que a geração de resíduos é, por si só, um problema e seu reaproveitamento contribui para aliviar a pressão sobre o meio ambiente (CORRÊA et al, 2010)

O lodo proveniente de ETE e ETA também é utilizado na indústria cerâmica para a produção de tijolos, pois melhora a plasticidade do solo e de potenciais jazidas para a indústria cerâmica (http://www.finep.gov.br/prosab/4_lodo_ufrn.htm).

No caso de poluição/contaminação do meio ambiente, próximo de aterros industriais, o responsável pelo empreendimento pode ter transtornos jurídicos para justificar esse passivo ambiental (PEREIRA, 2001). Vale observar que as normas brasileiras de aterros de resíduos perigosos (NBR 10.157/1.987) e não perigosos (NBR 13.896/1.997) estabelecem que, após o encerramento da capacidade do aterro, a empresa responsável deverá monitorar as águas.

2.3. Resíduos Industriais Líquidos

De acordo com a Norma Brasileira (NBR 9.800/1.987), efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanções de processo industrial, águas de refrigeração poluída, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico.

“Por muito tempo não existiu a preocupação de caracterizar a geração de efluentes líquidos industriais e de avaliar seus impactos no meio ambiente.”

PEREIRA (2001, p.8).

No entanto, a legislação vigente e a conscientização ambiental fazem com que algumas indústrias desenvolvam atividades para quantificar a vazão e determinar a composição dos resíduos líquidos industriais, a vazão dos efluentes líquidos industriais é relacionada com o tempo de funcionamento de cada linha de produção e com as características do processo, da matéria-prima e dos equipamentos, podendo se constantes ou variadas (PEREIRA, 2001).

As características físicas, químicas e biológicas do efluente líquido industrial são variáveis com o tipo de indústria, com o período de operação, com a matéria-prima utilizada, com a reutilização de água, etc., 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 (PEREIRA, 2001).

A disposição final de resíduos sólidos (lodo) provenientes de sistemas de tratamento de efluentes industriais representa um grande problema mundial (BORGES, SELLIN, MEDEIROS apud COSTA, 1995), assim como sua utilização como matéria-prima alternativa em determinados processos representa

uma solução ambiental e economicamente viável (BORGES, SELLIN, MEDEIROS apud BOROWSKI et al, 2002).

2.4.Produção Lean

“O foco principal da produção lean é a eliminação sistemática dos desperdícios, ou seja, de tudo aquilo que não agrega valor às atividades no processo de produção, a execução destes princípios e de seus métodos resulta na melhoria dos indicadores ambientais, tais como porcentagem de geração de resíduos, consumo de energia, etc.”

NISHIDA (2004, p.1)

Tipos de desperdícios	Exemplos	Impacto Ambiental
Retrabalho	Refugo, defeitos, produção para reposição, inspeção.	Matéria- prima consumida na fabricação de produtos defeituosos. Componentes defeituosos requerem reciclagem ou eliminação. Maior espaço requerido para retrabalho, aumentando consumo de

		energia em aquecimento, resfriamento e iluminação.
Espera	Fim de estoque, atrasos por processamento em lotes, parada de equipamentos, processos de gargalo.	Potencial estrago de materiais ou danos em componentes causando desperdícios. Desperdícios de energia por meio de aquecimento, resfriamento e iluminação durante a parada de máquinas.
Superprodução	Fabricação de itens sem necessidade de produção.	Maior quantidade de matérias-primas consumidas para fabricar produtos sem necessidade. Produtos extras podem deteriorar ou tornaram obsoletos sujeitos à eliminação.
Movimentação	Movimentação de homens sem necessidade, transportando estoque em processo.	Maior utilização de energia para transporte. Emissões de gases por meio de transporte. Maior espaço requerido para movimentação de

		<p>estoques em processo, aumentando a demanda de consumo de energia para iluminação, aquecimento e resfriamento.</p> <p>Maior quantidade requerida de embalagens para proteger componentes durante o transporte,</p>
Estoque	Excesso de matéria-prima, estoque em processo e produto acabado.	<p>Maior quantidade requerida de embalagens para armazenar estoques em processo.</p> <p>Desperdícios por meio de deterioração ou danos em armazenar estoques em processo.</p> <p>Maior quantidade de materiais para substituir os estoques em processo danificado.</p> <p>Maior utilização de energia para aquecer, resfriar e iluminar área de estocagem.</p>

Processamento desnecessário	Excesso de etapas de processamento, ou que exigem tempo além do necessário para atender a necessidade do cliente.	Maior quantidade de matéria-prima consumida por unidade de produção. Processamento desnecessário aumenta os desperdícios, uso de energia e emissões de gases.
Criatividade não utilizada	Perda de tempo, ideias, conhecimentos, melhorias e sugestões dos funcionários.	Poucas sugestões para oportunidade de diminuição dos desperdícios.

Figura 1. Quadro da produção lean na redução de impactos ambientais

Fonte: EPA. Lean Manufacturing and the Environment, p. 28, 2003

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma visita técnica na ETE da empresa Jonhson Controls, localizada na cidade de Quatro Barras (PR), no dia 24 de julho de 2012. Esta empresa é líder global em seguimentos automotivos e prediais.

A Jonhson Controls é uma empresa global que atende a clientes em mais de 150 países. Possui 162.000 funcionários e oferecem produtos, serviços e soluções de qualidade para otimizar a eficiência e a operação de edifícios, baterias para veículos convencionais híbridos e elétricos, sistemas inferiores e componentes para automóveis. A unidade visitada produz assentos de carros para as montadoras GM, Honda e Volkswagen.

A análise quantitativa do efluente e lodo foi realizada através da análise tabular do volume de água consumido no mês, a quantidade consumida de óleo e detergente e das resinas. Para o lodo também foi considerado o consumo de clarificante, alcalinizante e floculante. A quantificação e qualificação são valores estimados, para análise mais detalhada é necessário a realização de testes em laboratório.

4. RESULTADOS

Conforme visita técnica realizada na empresa Johnson Controls no dia 24 de julho de 2012, o volume de efluente tratado, na empresa visitada, é de 150 m³ em 8 horas de trabalho. O processo de tratamento do efluente, inicia-se pelo gradeamento que irá remover os sólidos presentes no efluente que são tecidos, resina solidificada e gordura, em seguida, ocorre o acondicionamento deste efluente que é regulado por uma bomba.

O efluente passa por uma torre de refrigeração, onde sua temperatura decresce de 70°C para 40°C. No tanque de equalização, ocorre a manutenção da carga, impedindo a variação desta. Em seguida, passa pelo processo de clarificação, em que o pH é reduzido, para isso, utiliza-se soda cáustica 50%. Na floculação é feito o controle eletrônico de pH, o valor ideal deve ser entre 7,0 e 7,5 para ocorrer a liberação do efluente.



Figura 2. Flotador (fonte: Johnson Controls)



Figura 3. Janela de inspeção do flotador (fonte: Jonhson Controls)



Figura 4. Captação do lodo (fonte: Jonhson Controls)



Figura 5. Captação do lodo e do efluente (fonte: Jonhson Controls)



Figura 6. Decanter do lodo (fonte: Jonhson Controls)

Os fatores limitantes do lodo formado no processo de tratamento são: a umidade (50%), presença de sólidos não-voláteis e de óleo de adsorção estática do material. Os parâmetros utilizados para o descarte são a DBO, DQO, temperatura e pH.

Após o tratamento, o lodo é acondicionado em caçambas e uma empresa ecológica contratada o leva para o aterro.

Outros resíduos que são produzidos pela empresa, sendo eles, o tecido que é reutilizado para a fabricação de estopas, tapetes e cobertores; madeira, papelão, plásticos e lâmpadas, uma empresa contratada é responsável pelo recolhimento periódico e pelo descarte adequado; materiais não recicláveis que tem produção de 30-35 m³, o recolhimento é feito também por empresa contratada, as pilhas e baterias, na própria empresa há postos de coletas e os resíduos periódicos como, por exemplo, embalagens de produtos químicos, o recolhimento é feito pela Essencis que é uma empresa contratada.

A composição do efluente da indústria visitada é água, detergente, óleo mineral de encimagem e resinas orgânicas e sintéticas.

-Água:

- É um ótimo solvente para muitas substâncias;
- Dissolve vários tipos de substâncias polares e iônicas (sais e açúcar) e facilita a sua interação química;
- Possui uma tensão superficial alta (0,07198 Nm⁻¹ a 25°C);
- A água pura atinge a sua maior densidade a cerca de 4°C: 1g/cm³ e tem valores de densidade menor ao arrefecer e ao aquecer;
- Como um molécula polar estável na atmosfera, desempenha um papel importante como absorvente da radiação infravermelha, fundamental no efeito estufa da atmosfera. O seu vapor só começa a dissociar a cerca de 1300°C;
- A molécula da água só pode ser decomposta por substâncias ávidas de um ou de outros dos seus elementos: o fluor, o cloro ou o bromo podem fixar o hidrogênio e libetar o oxigênio. Por sua

vez, o fósforo, o carbono ou o silício ligam-se ao oxigênio e libertam o hidrogênio;

- Possui um calor específico alto (75,327 J/mol.K a 25°C). Passa por um mínimo aproximadamente a 35°C;
- É a única substância que, quando congela, aumenta o seu volume, pois a estrutura química expande-se. O gelo é formado por cristais hexagonais e tem densidade 0,92;
- A água pura congela a 0°C e entra em ebulição aos 100°C, à pressão atmosférica normal;
- O vapor de água é um gás incolor, de densidade 5/8 em relação ao ar. (<http://www.aguaonline.net/gca/?id=75>)

-Detergente:

- São agentes surfactantes presentes em sabões e detergentes, que causam espumas e contribuem para a elevação dos níveis de nitrogênio e fósforo nas coleções de água. (<http://www.ufv.br/dea/lqa/caracteristicas.htm>)
- São industrialmente utilizados em limpezas de equipamentos, pisos, tubulações e no uso sanitário, podem ser utilizados como lubrificantes. Existem os detergentes catiônicos e os aniônicos, mas somente os últimos são controlados pela legislação. (<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA9OwAI/tratamento-controle-efluentes-industriais>)
- Afetam, principalmente, a fauna dos corpos receptores (ARCHELA, 2003).

- É altamente nocivo devido a sua capacidade de quebrar a tensão superficial(<http://anizcoelho.blogspot.com.br/2009/07/detergente-nocivo-ao-meio-ambiente.html>).
- Demora muito tempo para ser degradado, causando um grande impacto onde é lançado, provocando a morte de plantas e animais (<http://anizcoelho.blogspot.com.br/2009/07/detergente-nocivo-ao-meio-ambiente.html>).
- Quando os detergentes chegam aos rios eles servem de alimento para as algas, estas sobrevivem de energia solar. Se elas começam a se alimentar de substâncias que compõem os detergentes, elas proliferam em grande quantidade, fazendo com que a energia solar não chegue nas algas mais profundas. Isso faz com que estas algas morram. Quando elas morrem, elas começam a apodrecer, o que consome oxigênio, causando a diminuição de oxigênio na água (<http://limpezalimpa.blogspot.com.br/2010/06/impactos-ambientais-causados-por.html>)

- Óleo mineral de encimagem:

- Durante a termofixação há evaporação de componentes dos óleos de encimagem introduzidos no processo de manufatura da fibra, causando a poluição do ar (GAMBOA, 2005).
- o uso de óleo mineral pode causar contaminação do solo e da água subterrânea, da água superficial e alteração da biodiversidade (<http://www.abq.org.br/cbq/2010/trabalhos/13/13-60-8089.htm>).

- Resinas orgânicas e sintéticas:

- As resinas sintéticas de troca iônica são constituídas por uma matriz de polímeros reticulados pela ação de um agente de reticulação e grupos inorgânicos que atuam como grupos funcionais. São materiais comuns em aplicações de troca iônica na indústria (<http://html.rincondelvago.com/resinas-organicas-sinteticas.html>).

O lodo é composto de água, detergente, óleo mineral de encimagem, resinas orgânicas e sintéticas, sais alcalinos, cloreto de alumínio e polieletrólitos emulsionáveis. O lodo é classificado como pergigoso- classe I e destinado em vala classe I, devido a presença de óleos e graxas.

-Sais alcalinos:

- Confere alcalinidade na água, principalmente os sais de sódio e cálcio; mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos; em teores elevados, pode proporcionar sabor desagradável à água, tem influência nos processos de tratamento da água (<http://www.ufv.br/dea/lqa/qualidade.htm>)

-Cloreto de alumínio:

- É um produto inorgânico, ocorrendo na forma de cristais brancos, solúvel em água fria, acetona, álcool etílico.

- É estável em condições ambientais normais (<http://www.ecibra.com.br/fispq/ALUMINIO%20CLORETO.pdf>).
- Uma pequena quantidade de cloreto de alumínio (3-5 ppm) é o suficiente para produzir agregação das hemácias, de maneira semelhante à que ocorre na trombose ou no infarto do miocárdio (<http://www.ecologiamedica.net/2012/06/potencial-zeta-sangue-agua-e.html>).
- Os danos ao meio ambiente são compatíveis com os efeitos ao homem, comprometendo, em grande quantidade, principalmente, os animais (<http://www.ecibra.com.br/fispq/ALUMINIO%20CLORETO.pdf>.
quando)

-Polieletrólitos emulsionáveis:

- A maioria dos floculantes usados consiste em polietrólitos tais como derivados de poliacrilamida e de poliestireno (BEKRI-ABBES, BAYOUDH e BAKLOUTI, p.199, 2007);
- Na coagulação de algumas águas, os polímeros podem promover floculação satisfatória, com significativa redução das dosagens de sulfato de alumínio, as vantagens potenciais são a reduções da quantidade de lodo e a maior amenidade à desidratação;
- Os polietrólitos são classificados de acordo com a carga elétrica na cadeia, se carregados positivamente são os

catiônicos, e os que não possuem carga elétrica são os não-iônicos

- Os não-iônicos são utilizados com coagulantes metálicos para promoverem a ligação entre os colóides, a fim de desenvolver flocos maiores e mais resistentes, a dosagem requerida de um auxiliar de coagulação é da ordem de 0,1 a 1,0 mg/L;
- Os polímeros tem sido usados com sucesso, em alguns casos, como coagulantes primários, embora o custo unitário destes polímeros seja cerca de 15 vezes maior do que o de sulfato, as dosagens requeridas são reduzidas, podendo igualar o custo final nos dois casos;
- Adicionalmente, ao contrário do lodo gelatinoso e volumoso oriundo do sulfato de alumínio, o lodo formado pelo uso de polímeros é, relativamente, mais denso e fácil de ser desidratado, facilitando o manuseio e disposição;
- Algumas vezes, polímeros catiônicos e não-catiônicos podem ser usados conjuntamente para formar um fluxo adequado, o primeiro sendo coagulante primário e o segundo auxiliar de coagulação;
- Apesar de diversos avanços neste campo, existem várias águas que não podem ser tratadas apenas com polieletrólitos, devem ser realizados testes para obtenção da eficiência de um eletrólito no tratamento de uma determinada água (<http://www.universoambiental.com.br/Arquivos/Agua/ProcessosQuimicosdeTratamentodeEfluentes07.pdf>).

5. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Verificou-se que na indústria visitada (Johnson Controls) o volume de efluente tratado em 8 horas de trabalho é de 150 m³. O lodo é acondicionado em caçambas e uma empresa ecológica o leva para um aterro. O tecido descartado é utilizado para fazer cobertores, estopas e tapetes, os demais resíduos como a madeira, o papelão, o plástico e as lâmpadas são recolhidos, periodicamente, para o devido descarte. Os resíduos perigosos (embalagens de produtos químicos) são recolhidos pela Essencis que dá o devido descarte.

A ação desenvolvida para equalizar o efluente acondicionado para estabilizar sua carga e aumentar a vazão de tratamento com controle da variação térmica, faz com que consiga um tratamento quanti-qualitativo com um custo menor de insumos, energias e químicos. Com este tipo de tratamento há uma menor produção de resíduos.

Desse modo, é preciso quantificar e caracterizar os resíduos industriais sólidos, líquidos e gasosos, para evitar danos ambientais e para a saúde humana, demandas legais e prejuízos para a imagem da indústria junto à sociedade. Na empresa visitada, Johnson Controls, os pontos levantados pelo encarregado deve ser melhorado o custo do m³ do efluente tratado, a qualidade do lodo para reuso, além de otimizar o volume de lodo gerado como subproduto do tratamento através da desidratação térmica, realocando a energia da chaminé do gerador de vapor ou Rama. As dificuldades da implantação de melhorias em uma ETE é o custo, pois o tempo de retorno de investimento é de médio a longo prazo. É aconselhável o uso de práticas lean para aumentar a eficiência do processo produtivo e redução de emissão de poluentes e resíduos, desta forma a

capacidade lucrativa da empresa poderá aumentar e ser considerada ambientalmente correta.

REFERÊNCIAS:

AGUIAR, M.P; NOVAES, A.C; GUARINO, A.W.S, Remoção de Metais Pesados de Efluentes Industriais por Aluminossilicados, **Química Nova**, vol 25, n.6b, São Paulo, Nov/Dec. 2002

ALMEIDA E, ASSALIN M.R, ROSA M.A, DURAN N, Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio, **Química Nova**, vol.27 n.5, São Paulo, Sept/Oct.2004

ARCHELA, E., CARRARO, A.; FERNANDES, F.; BARROS, O.N.F; ARCHELA, R.S., Considerações sobre a Geração de Efluentes Líquidos em Centros Urbanos, **Geografia**, vol.12, n°1, jan/jun.2003

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-9800**: critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-1004**: resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 1987. 48 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10157**: aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-13896**: aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CD 14040: rotulagem ambiental**. Rio de Janeiro, 2002.

AZEVEDO, F.A. A Toxicologia e o Futuro, Revista Intertox de Toxicologia, **Risco Ambiental e Sociedade**, vol.3, nº3, out, 2010

BEKRI-ABBES, I.; BAYOUNDH, S.; BAKLOUTI, M.; **A Technique for Purifying Wastewater with Polymeric Flocculant Produced from Waste Plastic**, Elsevier, desalination 204, 2007, p. 198-203

BORGES, M.S. **Concepção de um sistema colaborativo socioambiental para o gerenciamento de resíduos industriais**, (tese de Doutorado), UFSC, 2011.

BORGES, M.S., **Tratamento de resíduos industriais: conversão em produtos com valor agregado**, UFPR, PECCA, 2012.

BORGES, F; SELLIN, N; MEDEIROS, H.W. **Caracterização e Avaliação de Lodos de Efluentes Sanitário e Industrial como Biomassa na Geração de Energia**, programa de mestrado UNIVILLE, 2008

BURINGER, C.F., **Seleção de Métodos Biológicos para a Avaliação Toxicológica de Efluentes Industriais**, tese de mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, UFMG, Belo Horizonte, 2009

CORRÊA, Rodrigo S.; SILVA, Lucas C. R.; BAPTISTA, Gustavo M. M.; PERSEU, F. Dos Santos. Fertilidade química de um substrato tratado com lodo de esgoto e composto de resíduos domésticos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.538–544, 2010.

DE BEM, P.P.T; Minimização do Efluente Gerado em Pré-Tratamento de Pintura **Automotiva**: um Caso Industrial, programa de pós graduação em engenharia mecânica, dissertação de mestrado UFPR, Curitiba, 2008

Environmental Protection Agency, **Lean Manufacturing and the Environment: Reserch on Advanced Manufacturing Systems and the Environment and Recommendations for Leveraging Better Environmental Performance**, outubro, 2003

FUKUSHIMA, A.R; AZEVEDO, F.A. História da Toxicologia. Parte 1 – Breve Panorama Brasileiro, **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, vol.1, nº1, out, 2008.

FERRARO, M.V.M., **Avaliação do efeito mutagênico do Tributilestanho (TBT) e do chumbo inorgânico (PB II) em *Hoplias malabaricus* (PISCES) através dos ensaios: cometa, micronúcleo e de aberrações cromossômicas**. Dissertação, UFPR, 2003.

GAMBOA, C.M.; MATTOS, U.A.O; DA SILVA, E.R., **Proposta de Indicadores de Desempenho Ambiental Aplicados à Indústria Têxtil de Fibras Sintéticas**, trabalho final de mestrado em Engenharia Ambiental, UFRJ, Rio de Janeiro, 2005

GIORDANO, G. **Tratamento e Controle de Efluentes Industriais**, Rio de Janeiro: UFRJ, 2005

NISHIDA, L.T., **Redução do Impacto Ambiental através das Práticas Lean**, Lean Institute Brasil, 2004

MELLO, M.C.A. **Produção mais Limpa**: Um estudo de caso na AGCO do Brasil. Dissertação (Mestrado em Produção mais Limpa), Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MELLO, W.J.; MARQUES, M.O.; MELO, V.P. **O Uso Agrícola do Biossólido e as Propriedades do Solo**, eds. Biossólidos na agricultura, São Paulo, SABESP, 2001, p.289-363.

PASCHOAL F.M.M, TREMILIOSI-FILHO G. Aplicação da tecnologia de etetrifloculação na recuperação do corante índigo blue a partir de efluentes industriais, **Quimica Nova**, vol.28 n.5, São Paulo, Sept/Oct.2005

PEREIRA, J.A.R. Geração de Resíduos Industriais e Controle Ambiental, **Revista Saber**, Belém: CESUPA, 2001

RODRIGUES, C.R.B., **Aspectos Legais e Ambientais do Descarte de Resíduos de Medicamentos**, tese de mestrado em Engenharia de Produção, UTFPR, Ponta Grossa, Agosto, 2009

SODRÉ, F.F; MONTAGNER, C.C; LOCATELLI, M.A.F; JARDIM, W.F. **Ocorrência de interferentes endócrinos e produtos farmacêuticos em águas superficiais da região de Campinas**. J Braz Soc Ecotoxicol. 2007;2:187-96.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

YU, M.H, **Environmental Toxicology: Biological and Health Effects of Pollutants**, Second edition, Boca Raton, Florida, 2005.

SITES CONSULTADOS:

Efluentes < http://www.iclei.org.br/residuos/?page_id=400 > visitado em 13/08/2012

Água on line: Principais Características < <http://www.aguaonline.net/gca/?id=75> >
visitado em 16/08/2012

Características dos Efluentes Líquidos < <http://www.ufv.br/dea/lqa/caracteristicas.htm> >
visitado em 16/08/2012

Controle e Tratamento de Efluentes Industriais
<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAA9OwAI/tratamento-controle-efluentes-industriais>> visitado em 16/08/2012

Resinas Orgânicas e Sintéticas <<http://html.rincondelvago.com/resinas-organicas-sinteticas.html>> visitado em 17/08/2012

Uso de Lodos de ETE e ETA na Matéria Prima da Indústria de Cerâmica Vermelha
<http://www.finep.gov.br/prosab/4_lodo_ufrn.htm> visitado em 20/08/2012

Detergente Nocivo ao Meio Ambiente
<<http://anizcoelho.blogspot.com.br/2009/07/detergente-nocivo-ao-meio-ambiente.html>>
> visitado em 20/08/2012

Impactos Ambientais Causados por Detergentes
<<http://limpezalimpa.blogspot.com.br/2010/06/impactos-ambientais-causados-por.html>>
> visitado em 20/08/2012

Descontaminação de Solos Contaminados com Óleo Mineral Isolante <
<http://www.abq.org.br/cbq/2010/trabalhos/13/13-60-8089.htm>> visitado em 20/08/2012

Qualidade da Água < <http://www.ufv.br/dea/lqa/qualidade.htm> > visitado em 28/08/2012

Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos: Cloreto de Alumínio < <http://www.ecibra.com.br/fispq/ALUMINIO%20CLORETO.pdf> > visitado em 20/08/2012

Potencial Zeta: Sangue, Água e Adoecimento <<http://www.ecologiamedica.net/2012/06/potencial-zeta-sangue-agua-e.html>> visitado em 20/08/2012

Coagulação/Floculação

<<http://www.universoambiental.com.br/Arquivos/Agua/ProcessosQuimicosdeTratamentodeEfluentes07.pdf>> visitado em 21/08/2012

Resíduos Gasosos < <http://segurancaesaudedotrabalho.blogspot.com.br/2009/11/residuos-gasosos.html> > visitado em 31/08/2012