



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

OS IMPACTOS AMBIENTAIS EM PROCESSOS DE PINTURA: ESTUDO DE CASO DE UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

Priscila Cembranel¹; Luis Felipe Dias Lopes²; Elisângela Pinheiro³; Ana Maria Fabricio⁴

RESUMO

O presente trabalho aborda os impactos ambientais dos processos de pintura industrial com tinta líquida e tinta pó. Para tanto, a metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica, estudo de caso e verificação “in loco” em uma empresa metalúrgica de médio porte, objetivando avaliar os impactos ambientais do processo de pintura pó e pintura líquida através de um comparativo entre ambas e verificando as formas como estes processos contaminam o meio ambiente. Através da análise microbiológica de resíduos dos processos de pintura com tinta líquida e pó foi possível perceber que em termos de impactos ambientais os processos que se utilizam das tintas líquidas são os principais responsáveis pelos danos ao meio ambiente.

Palavras chave: Impactos ambientais; Processos de pintura líquida e pó; Geração de resíduos.

THE ENVIRONMENTAL IMPACTS IN PAINT PROCESSES: CASE STUDY OF A METALLURGICAL INDUSTRY

ABSTRACT

This paper discusses the environmental impacts of industrial painting processes with liquid and powder ink. For this purpose, the methodology used was literature research, case study and "in situ" verification in a medium-sized metallurgical company, to evaluate the environmental impacts of powder and liquid paints through a comparison between them and checking the ways in which these processes contaminate the environment. Through the analysis of microbiological processes of waste it was revealed that in terms of environmental processes the use of liquid inks are primarily responsible for damage to the environment.

Keywords: Environmental Impacts; Processes liquid and powder paints; waste generation.

¹ UNIVALI, R. João Coan, 400, Biguaçu, SC. E-mail: priscila_cembranel@yahoo.com.br

² UFSM, Av. Roraima 1000, Santa Maria, RS. E-mail: lflopes67@yahoo.com.br

³ Mestre em Engenharia de Produção. Doutoranda em Engenharia Civil pela UFSC. Professora do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Comunitária Regional de Chapecó/SC. E-mail: elisangelapineiros@gmail.com

⁴ Mestre em Engenharia de Produção pelo PPGEP-UFSM. Especialista em Gestão Estratégica do Agronegócio pelo SECOOP. Engenharia de Produção no Moinho COTRICAMPO. E-mail: anamariafabricio@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos é comum a todas as atividades industriais. O ramo metal mecânico é um dos principais poluentes de rios, florestas, solo e até mesmo da atmosfera devido a utilização de artefatos de ferro. A produção e desenvolvimento da indústria metal mecânica no Brasil foi impulsionada pela redução da intervenção governamental na década de oitenta através da inserção de recursos financeiros. Nos anos noventa quando o desenvolvimento das indústrias começou a se estabilizar foi possível perceber que a maioria das empresas desse setor produzia peças que serviriam em algum momento para as grandes montadoras de maquinário agrícola (HINZ, VALENTINA e FRANCO, 2006; BARBOSA; PINTO, 2008).

A produção eficaz e a minimização da poluição é um desafio inerente às estratégias de produção mais limpas, cujo objetivo principal é evitar a geração de resíduos e emissões, a partir de um enfoque preventivo. As mudanças ainda são lentas principalmente em relação às indústrias mais antigas, que continuam contribuindo com a maior parcela da carga poluidora. (NASCIMENTO e MOTHÉ, 2007). Como os resíduos sólidos oriundos do processo de pintura são perigosos, é importante o desenvolvimento de novas

medidas de controle, baseadas no princípio da tecnologia limpa para minimizar os impactos. (INTERCOLOR, 2005; CAMPOS; LAMAS, 2011).

Tratamento de resíduos é todo ou qualquer processo que altere as características, propriedades residuais ou composição de determinado produto a fim de diminuir o impacto deste quando em contato com o meio ambiente. As políticas ambientais trazem a necessidade de desenvolver processos produtivos capazes de reduzir as perdas e manter ambientes menos agressivos. No caso do processo de pintura, além dos resíduos líquidos causadores de poluição e contaminação ambiental, o processo apresenta compostos orgânicos voláteis advindos principalmente do ambiente industrial. (LORA, 2000; KOZAK, 2008; GUO, 2003).

A contenção temporária de resíduos industriais deve ser realizada em área autorizada pelo órgão de controle ambiental a espera de reciclagem, tratamento ou disposição final adequada. O acondicionamento deve ser realizado em contêineres, tambores, tanques ou a granel considerando suas propriedades e sua periculosidade. (ABNT, 1992; NAHUZ, 2005).

A pintura industrial é um processo simples de proteção anticorrosiva capaz de melhorar a aparência das superfícies. Este

se torna importante devido à exposição das peças as ações cotidianas (vento, poluentes, clima e até produtos que se depositam sobre a pintura). Os processos de pintura utilizados por uma organização devem buscar a satisfação de seus clientes. Dentre os diversos procedimentos de pintura, o processo de pintura pó e pintura líquida surgem como padrões nas indústrias metal mecânica(VILLAS, 2006).

1.1 Tinta pó, tinta líquida e impactos ambientais

A tinta pó é sólida e pode ser caracterizada pela ausência de solventes e baixo riscos de incêndio, trata-se de uma tinta pronta para uso. Apresenta baixo índice de rejeição, melhor qualidade no acabamento, possibilita a aplicação de uma só mão de tinta e pode ser considerada como um processo ecológico, pois não gera poluentes. Além da resistência química e mecânica, é de fácil aplicação através do meio eletrostático. Uma das dificuldades da tinta pó no processo de pintura é a troca de cores, que pode resultar na mistura de duas tonalidades e impedir a obtenção de pintura com camada mais fina, tendo em vista que a troca de cores pode modificar a densidade da tinta utilizada (WEG, 2008). Ainda assim, a forte expansão do uso das tintas em pó foi motivada pelo seu excelente desempenho, baixo custo, baixo consumo de energia e

especialmente por sua relação amigável ao meio ambiente. (WEG, 2008; FRANÇA e ALZIATI, 2008).

As tintas pó são uma boa escolha quando a questão é a coleta de resíduo. No entanto, com o passar do tempo a coleta tende a se tornar cara, logo quanto menos resíduos menores serão os custos. O pó não utilizado pode ser coletado e reciclado não necessitando o uso de solventes e por isso reduzindo os erros com diluição e os riscos de incêndio (devido à ausência de solventes). (SILVA, 2004; TONDOWSKI, 1998; WEG, 2008).

De acordo com Campo e Lamas (2011), no caso da pintura em pó, os impactos de maior significância estão relacionados à geração de resíduos com os equipamentos de proteção individuais (EPI's) usados diante da possibilidade de vazamentos de produtos químicos contribuindo para a segurança dos funcionários.

Em termos de cura, a pintura a pó gera suas próprias emissões, baseadas nos componentes da tinta, tal como na pintura líquida. Porém, as quantidades geradas no pó são menores e nem se aproximam da quantidade de borra de tinta líquida, um subproduto que precisa ser reciclado ou coprocessado. (MONDARDO FILHO e FRANK, 2000).

Quando aplicado eletrostaticamente e curado em estufa, o processo produz um acabamento durável e de alta tenacidade, com o mínimo impacto sobre o meio ambiente. Desde que foram lançados no mercado, os revestimentos a pó têm tido um crescimento expressivo no segmento industrial mundial, proporcionando uma economia na sua aplicação atrelada a sua adequação ao meio ambiente. Segundo Gentil (2003), as tintas em geral são constituídas de veículo fixo, pigmentos, solventes ou veículo volátil e aditivos. As tintas em pó são livres de solventes e compostas basicamente de resina (epóxi, híbrida ou poliéster), pigmentos, aditivos e cargas funcionais. A resina (62%) é o veículo que delimita a performance básica do rendimento, o pigmento (35%) define a cobertura, as cores e os efeitos, tais como o metálico e o martelado, o agente de cura (1%) reage com a resina para a formação de um filme contínuo e protetor e os aditivos (1,5%) são utilizados na melhoria da performance. (TIGER DRYLAC, 2001; VALSPAR, 2008).

De acordo com Campo e Lamas (2011), WEG (2008), França e Alziati (2008) e Mondardo Filho e Frank (2000) o processo de pintura pó não deixa resíduos, pois praticamente todo o pó resultante de um processo de pintura pode ser reutilizado.

O processo de pintura líquida requer algumas técnicas de preparo antes da aplicação. A tinta deve ser misturada com o solvente sendo que a peça deve ser preparada com uma primeira camada fina que é o *primer*. O *primer* também é dissolvido com solvente, assim como a própria tinta (acabamento sintético) podendo ser considerado um revestimento protetor aplicado em superfícies metálicas. (VILLAS, 2006).

As tintas líquidas são compostas pelo veículo fixo, solventes, pigmentos e aditivos. O veículo fixo ou resina é o responsável pelo aglomeramento de partículas de pigmento formando a película. Os solventes auxiliam e solubilizam a resina controlando a viscosidade da tinta na sua aplicação. Já os pigmentos, insolúveis no veículo fixo, são responsáveis pela proteção anticorrosiva, pela cor, opacidade, impermeabilidade e melhoria das características físicas da película. Os aditivos, em pequenas concentrações, conferem determinadas características às tintas (VILLAS, 2006).

O uso de tintas líquidas é conhecido desde os primórdios da civilização. Com o desenvolvimento da indústria química o mercado passou a dispor de pigmentos cada dia mais diferenciados (HAMMOND, 2003; GETTENS SOUT, 1966; ROBBINS, 1997).

Tecnicamente, as tintas líquidas facilitam a obtenção de camadas mais finas em relação a tinta em pó, possibilitando também uma troca mais rápida de cores (WEG, 2008).

A maioria das indústrias empregam solventes em algum de seus processos de fabricação. Na indústria de tintas são usualmente aplicados como diluentes de tolueno, acetatos, entre outros. A exposição ocorre normalmente durante a utilização e manipulação devido a sua alta volatilidade, sem mencionar nos riscos de incêndio (BASTOS, 1988).

Em relação à saúde dos aplicadores, sabe-se que a tinta em pó não necessita da zona de evaporação de solventes como as tintas líquidas, a utilização de máscara durante a manipulação do produto evita a inalação do pó, do mesmo modo em caso de contato com a pele o pó é facilmente removido quando lavado com água. A limpeza das cabines de pintura não necessita utilizar solventes de limpeza evitando a possibilidade de contaminação (WEG, 2008; SCHIRMER; CÔRTEZ e KOZAK, 2008).

Os diferentes graus de confinamento dos ambientes, a composição das tintas, o manuseio com diluentes orgânicos e os meios de aplicação das tintas influenciam a emissão e a dispersão dos vapores orgânicos em todo o ambiente de trabalho,

expondo os colaboradores durante a atividade de pintura. (COSTA e COSTA, 2002).

Conforme Schneider e colaboradores (2003), verifica-se serem os resíduos do setor de pintura os responsáveis pelos maiores problemas de gerenciamento e descarte industrial, levando muitas empresas a eliminar ou diminuir os processos de pintura em suas linhas de produção. O processo de pintura e a geração de resíduos são de fato impactossignificantes, mesmo com as medidas de controle, sendo grande parte destes resíduos perigosos. (SCHNEIDER, et al., 2003; POTRICH, TEIXEIRA e FINOTI, 2007).

Os processos de pintura geram embalagens de solvente e tintas que impactam diretamente no solo e na água, emitem compostos voláteis que trazem contaminação atmosférica e geram efluentes advindos dos processos de limpeza de equipamentos realizados com solventes poluindo e contaminando a água (PESSIN, SCALABRIN JR. e RIGOTI, 2009).

No Brasil, uma das tecnologias inéditas de tratamento de efluentes derivados do processo de pintura foi implementada pelo Grupo Fiat através da purificação da água com colônias de bactérias. Os efluentes industriais são

enviados à estação de tratamento recebendo injeções de ar ambiente num processo denominado oxigenação. As bactérias se desenvolvem na areia e são estimuladas através de oxigênio para digerirem a matéria orgânica presente nos efluentes. Esta água ainda passa por filtros para garantir sua pureza após o processo (CORÁ e CORÁ, 2005).

As borras de tinta precisam ser coletadas, tratadas e destinadas a empresas especializadas neste tipo de resíduo. Os solventes orgânicos podem ser reutilizados na limpeza de equipamentos de pintura, mas somente após ser exaurido e recolhido por empresa terceirizada. As embalagens de tintas e solventes devem ser esvaziadas e jamais reutilizadas devido aos riscos oferecidos ao meio ambiente (KOZAK et al, 2008).

O ideal é a redução ou completa eliminação dos resíduos perigosos e isso é possível através da substituição de colas e tintas de base orgânica por outras à base de água. Essa troca não altera a qualidade do produto final, mas aumenta os custos da produção (KOZAK et al., 2008; FREEMAN, 1995).

Para Andrade et. al. (2005) “um dos principais fatores associados à alteração da qualidade da água e a redução da eficiência dos processos de tratamento é a proliferação de microorganismos”. Esses

microorganismos são bactérias constituídas por espécies de *Enterobacteriaceae*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium* e *Streptococcus* e sua presença em grande número indica níveis de contaminação excessiva. (SIQUEIRA, 1995).

O objetivo deste trabalho é avaliar a postura adotada pelas empresas nas questões relacionadas ao meio ambiente, analisar as dificuldades e barreiras que interferem no desempenho ambiental por parte das organizações e as justificativas que motivam as empresas a realizarem investimentos em proteção ambiental.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa realizou um estudo de caso em uma metalúrgica de médio porte, localizada na região norte do estado do Rio Grande do Sul. O objetivo foi avaliar os impactos ambientais do processo de pintura pó e pintura líquida e fazer um comparativo entre ambas, verificando qual processo é mais contaminante em relação a sua aplicação.

Os testes foram realizados em uma empresa metalúrgica que produz peças e equipamentos agrícolas como colheitadeiras e tratores. Para o tratamento, a empresa analisada armazena os resíduos gerados em galões que posteriormente são coletados por uma organização subcontratada para realizar o tratamento.

Os métodos utilizados para a contagem de microrganismos Aeróbios Mesófilos da água utilizada na Pintura Líquida se deram através da coleta de duas amostras. A Amostra 1 compreendia a água utilizada no processo proveniente de rede pública e a Amostra 2 que continha a água no final do processo de Pintura Líquida. A contagem baseou-se no método apresentado em Silva et. al. (2007), que se utiliza do procedimento *SPREAD PLATE* (propagação na placa), considerado suficiente para os testes em questão.

Na empresa pesquisada mistura-se 30% (trinta por cento) das sobras de tinta na tinta nova que é repostada nas cabines de pintura. Já a pintura líquida é mais poluente, pois devido a formação da borra durante o processo de pintura (que ocorre através da mistura de água e a tinta da pintura) não há como esse resíduo ser encaminhado ao lixo comum e sim a uma empresa especializada. Posto isso, os testes foram realizados somente na água utilizada nos processos de pintura líquida.

Todos os materiais utilizados foram esterilizados (placas, pipetas, tubos de ensaio e o balão de Erlenmeyer) e a solução de água salina peptonada e o agar nutriente preparados. A semeadura foi realizada em 5 placas preparadas com o meio de cultura. Não foi utilizada

semeadura em duplicata devido à insuficiência de materiais.

Para a diluição das amostras, fez-se necessária a diluição decimal seriada. Esta etapa utilizou 25 mililitros do material a ser analisado (meio contaminado, neste caso a água residual do processo de pintura líquida) juntamente com 225 mililitros de solução de água salina peptonada. A água salina peptonada foi utilizada para os ensaios quantitativos dos quais se reduz o número de microrganismos em cada unidade de volume permitindo assim a contagem. A contagem foi feita de modo decimal de 10^{-1} até 10^{-5} para viabilizar os cálculos do resultado final de modo que o volume dos frascos não apresentasse variação.

A amostra 10^{-1} foi considerada a primeira amostra. Esta foi retirada do recipiente de diluição (que continha 25 mililitros de material analisado com os 225 mililitros de água salina peptonada) a partir de uma pipeta. 1 mililitro da amostra 10^{-1} foi colocado na amostra 10^{-2} (segunda amostra) e assim sucessivamente até uma quinta amostra. Utilizou-se uma pipeta em cada processo para evitar a mistura das proporções com os demais diluentes nos tubos, tanto para o processo de semeadura nas placas de nutrientes relativos a amostra 1 como para a amostra 2 e as seguintes.

A determinação de cloreto em águas foi realizada com o objetivo de análise e comparabilidade com a legislação vigente da Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente disposta na Portaria N° 05/89 – SSMA:

O SECRETÁRIO DA SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE, no uso das atribuições que lhe confere o art. 59, da Lei Estadual n.º 23.430, de 22 de dezembro de 1972, combinado com os art. 841, do Dec. n.º 23.430, de 24 de dezembro de 1974 e 26, inciso II, da Lei n.º 7.488, de 14 de janeiro de 1981 e de acordo com o art. 15, da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA n.º 20, de 18 de junho de 1986.

Para a realização do procedimento de análise de cloreto em águas utilizou-se como amostra 50 mililitros de água (utilizada no processo) proveniente da rede pública, adicionaram-se 3 gotas de Fenolftaleína (concentração de 1%) e Ácido Sulfúrico 0,1 N gradativamente até ocorrer a viragem. Após esta etapa adicionaram-se mais 2 mililitros de Peróxido de Hidrogênio (concentração de 3%), e agitou-se a mistura, acrescentando em seguida mais 1 mililitro de Cromato de Potássio. Por último, para titular a água utilizou-se Nitrato de Prata 0,01 N até ocorrer a viragem de coloração de amarelo para vermelho tijolo. Fez-se então a anotação do volume gasto para esta viragem. Para analisar o resultado final,

aplicou-se a fórmula: $\text{mg/l de Cloreto} = \text{ml gasto na titulação} \times 0,4 \times 7,1$.

O teste de Alcalinidade Hidróxida em águas objetiva a análise e comparabilidade com a legislação da Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente disposta na Portaria N° 05/89 – SSMA.

O teste compreendeu a utilização de 50 mililitros da amostra a ser analisada á qual foram adicionados 10 mililitros de Cloreto de Bário (concentração de 10%), aguardando a ocorrência da floculação dos carbonatos, silicatos entre outros. Por último, adicionaram-se 3 gotas de Fenolftaleína (concentração de 1%). A titulação da solução foi realizada com Ácido Sulfúrico 0,1 N até a viragem da solução da cor rosa para a transparente. Por fim, anotou-se o volume gasto no tempo de viragem. A fórmula utilizada para análise foi: $\text{mg/l Alcalinidade Hidróxida} = \text{ml gasto na titulação} \times 100$.

A medição do pH realizou-se através do pHmetro digital. Já o cálculo da dureza total foi realizado através da utilização de 10 mililitros da amostra em um elenmeyer de 250 ml, adicionando-se 2 mililitros de solução tampão com uma porção de indicadores negro de eriocromo T(0,05g). Em seguida a solução foi titulada com EDTA 0,01 até que a coloração vermelho vinho passasse para a cor azul. A análise foi realizada mediante a aplicação da

fórmula $Mg \text{ de } CaCO_3/L = V \times 100 \times f_c$, considerando que “V” compreendia a quantidade de mililitros gastos da solução de EDTA 0,01 M na titulação e f_c compreendia o fator da solução de EDTA 0,01 M.

A contagem microbiológica das Amostras 01 e 02 foi realizada após vinte e quatro horas de permanência das placas em estufas para a inoculação, pois durante este período ocorreu à proliferação dos microorganismos que podiam estar presentes no meio. Aguardado este período, analisaram-se visualmente as placas da amostra 01 e amostra 02.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Percebeu-se que para as placas da Amostra 01, após a obtenção dos dados da análise de contagem microbiológica em nenhuma das diluições foi constatado princípio de crescimento microbiológico.

Nas placas da Amostra 02 foi possível vislumbrar a contaminação da água, pois esta continha uma considerável proliferação de microorganismos, considerada fora dos padrões.

Em relação a determinação de cloreto em águas, foi possível perceber que na Amostra 01, no primeiro processo de viragem entre a Fenolftaleína de 1% com o Ácido Sulfúrico de 0,1N, o pH não sofreu

alteração, pois a água não mudou sua coloração.

Em um segundo momento, a análise da viragem após a adição do Nitrato de Prata 0,01N na solução, o volume (nitrato de prata) gasto constatado foi de 1,5 ml. Aplicando a fórmula $(1,5 \times 0,4 \times 7,1)$ chegou-se ao resultado final de 4,26 mg de $CaCO_3$ por litro. Foi utilizado para comparabilidade, o padrão permitido de 5 mg/l estando portanto, a amostra 01 dentro dos padrões.

Inicialmente, a Amostra 02 não demonstrou alteração no pH. Na segunda etapa o volume gasto de Nitrato de Prata foi de 3 mililitros. Aplicando-se a fórmula $(3 \times 0,4 \times 7,1)$ o resultado final foi de 8,52 mg $CaCO_3$ por litro, e de acordo com o padrão adotado a amostra 02 foi considerada fora destes padrões.

Em relação a alcalinidade hidróxida, na Amostra 01 o volume gasto na viragem foi de 1 mililitros que aplicados a fórmula $(ml \text{ gasto na titulação} \times 100)$ chegou-se ao total de $(1 \times 100) = 100 \text{ mg/L}$. Na amostra 02 o volume gasto de Ácido Sulfúrico foi de 2,5 ml, que aplicados a fórmula chegou-se ao total de $(2,5 \times 100) = 250 \text{ mg/L}$.

Conforme a portaria vigente 1469 atual 518/2004 estes resultados estão dentro dos padrões, pois a alcalinidade deve estar na faixa de 30 a 500 mg/L de

CaCO₃, e tanto amostra 01 como a amostra 02 estão dentro dos padrões.

A determinação de pH foi determinada automaticamente. Desse modo, na amostra 01 o resultado foi de pH 6,2 a uma temperatura de 22,8°C e na amostra 02, na mesma temperatura, foi de pH 9,0.

De acordo com a legislação vigente SSMA N° 01/89, especifica que o pH deve estar dentro de 6,0 a 8,5 de acordo com o resultado do teste a amostra 01 esta dentro dos padrões pois se encontra num pH de 6,2, já a amostra 02 esta fora pois apresentou um pH de 9,00.

Em relação a determinação da dureza, na amostra 01 o volume gasto de EDTA na viragem foi de 1 ml e após a aplicação da fórmula ($300 * 100 * 0,01$), chegou-se a um total de 300 mg de CaCO₃ por litro. Já na amostra 02 o volume gasto de EDTA foi de 3 ml e após a aplicação da fórmula ($150 * 100 * 0,01$), constatou-se um total de 150 mg CaCO₃ por litro. Segundo a Secretaria de Vigilância e da Saúde (2006, p. 49) a dureza é definida a seguir: Mole ou branda: < 50 mg/L de CaCO₃; Dureza moderada: entre 50 mg/L e 150 mg/L de CaCO₃; Dura: entre 150 mg/L e 300 mg/L de CaCO₃; Muito dura: > 300 mg/L de CaCO₃).

A legislação vigente SSMA N° 01/89, determina que a água (após a

separação da borra que é encaminhada a uma empresa especializada) só pode ser lançada no meio ambiente se for maior ou igual a 200mg/l, de acordo com os resultados dos testes a amostra 01 está dentro dos padrões, já a amostra 02 não, pois apresenta 150 mg/L, abaixo do permitido.

4. CONCLUSÃO

O processo de pintura com tinta em pó, em geral, não causa impactos ao meio ambiente. O único aspecto a ser observado em relação a esse sistema de pintura relaciona-se com os equipamentos de proteção individual. Iniciativas de limpeza e verificação destes equipamentos devem ser realizados periodicamente para evitar a contaminação proveniente de vazamentos de produtos químicos.

A pintura com tinta líquida é altamente dependente de petróleo e seu processo é tóxico para o meio ambiente. Pode-se salientar que os riscos oferecidos pelo confinamento dos ambientes, a composição das tintas, o manuseio com diluentes orgânicos e os meios de aplicação das tintas influenciam a emissão e a dispersão dos vapores orgânicos expondo os colaboradores durante a atividade de pintura. Deve ser observado também o aumento dos riscos de incêndio, os graves efluentes como o solvente e as

borras de tinta, aumento os níveis de poluição dos solos, águas e atmosfera.

Os resultados obtidos demonstram a preocupação discreta da organização estudada em relação aos aspectos ambientais. Ainda existem diversas melhorias nos processos de monitoramento, tratamento, armazenagem e destinação final de resíduos e efluentes. Já que por ora a empresa terceiriza os serviços de recolhimento e reciclagem.

O processo de pintura industrial utilizando tinta em pó evidencia-se ambientalmente mais viável em relação ao processo de pintura com tinta líquida, se forem comparadas as amostras dos testes microbiológicos deste trabalho.

Desta forma, através das análises chegou-se a conclusão que, dentre os processos estudados o que menos agride o meio ambiente, além de fácil manuseio e menor custo, é o processo de Pintura Pó. Sabe-se que o processo de pintura com tinta líquida também pode se tornar menos poluente, basta que os solventes orgânicos sejam substituídos por solventes a base de água. Entretanto, a maioria das empresas não opta por essa alternativa devido ao seu alto custo.

A revisão dos processos produtivos deve ser o início da transformação organizacional que inclui a variável ambiental na gestão de produção, devendo

esta ser compatível com a legislação vigente e o uso racional de recursos.

5. REFERÊNCIAS

- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 12235**. Armazenamento de resíduos sólidos perigosos, 1992.
- ANDRADE, F. R. O. et. al. Análise microbiológica de matérias-primas e formulações farmacêuticas magistrais. **Revista Eletrônica de Farmácia**. Vol. 2, n. 2, p. 38-44, 2005.
- BARBOSA, M. N; PINTO, P. R. L. **Estudo do setor metal-mecânico gaúcho através do comércio intra-indústria no período de 1989 a 2005**. 2008. Trabalho apresentado ao 4. Encontro de Economia Gaúcha, Porto Alegre, 2008.
- BASTOS, L. M. S. **Os solventes e nossa saúde**. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1988.
- CAMPOS, P. S.; LAMAS, W. Q. **Avaliação dos impactos ambientais aplicada aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria de equipamentos petrolíferos**. Exacta: São Paulo, v. 9, n. 1, p. 53-58, 2011.
- CORÁ, M. A.; CORÁ, M. J. Sistema de gestão ambiental: a metodologia aplicada pelo grupo Fiat. In: IV Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. **Anais...** Resende: AEBD, 2005.
- COSTA, M. F. B; COSTA, M. A. F. Exposição ocupacional a compostos orgânicos voláteis na indústria naval. **Revista Quim. Nova**, Vol. 25, No. 3, 2002, p. 384-386.

- FRANÇA, M. P.; ALZIATI, C. L. **Aplicação de Tinta em Pó sobre Substratos Sensíveis ao Calor**. São Paulo: ABRAFATI - Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas, 2008.
- FREEMAN, H. M. **Industrial pollution prevention handbook**. New York: Mc Graw-Hill, 1995.
- GENTIL, V. **Corrosão**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- GETTENS, R. J.; STOUT, G. L. **Painting materials**. 2 ed. New York: Dover Books, 1966.
- GUO, H. et al. Source Characterization of BTEX in Indoor Microenvironments in Hong Kong, **Atmospheric Environmental**. Vol. 37, n. 1, p. 73-82, 2003.
- HAMMOND, K. **A brief history of paint: part two of our series on the history of the paint industry**. PPCJ. Polymerspint color journal. Apr. 2003. issue. Disponível em: <http://www.allbusiness.com/periodicals/article/363960-3.html> Acesso em: 24 ago. 2011.
- HINZ, R. T. P.; VALENTINA, L. V. D.; FRANCO, A. C. Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela Avaliação do Ciclo de Vida. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, V. 2, n. 2, p. 91-98, 2006.
- KOZAK, P. A. et. al. Identificação, quantificação e classificação dos resíduos sólidos de uma fábrica de móveis. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 203-212, abr./jun. 2008.
- LORA, E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energéticos, industrial e de transporte/Electo Silva Lora**. Brasília. ANEEL, 2000.
- MONDARDO FILHO, M.; FRANK, B. Balanço ambiental de processos como ferramenta para a gestão ambiental. In: XX ENEGEP... **Anais XX ENEGEP**, 2000, São Paulo - SP, 2000.
- NAHUZ, M. A. R. **Resíduos da indústria moveleira: a cadeia produtiva de móveis no Brasil**. São Paulo: IPT, 2005.
- NASCIMENTO, T. C. F.; MOTHÉ, C. G. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais**. Revista Analytica. V. 1, n. 27, 2007.
- PESSIN, N.; SCALABRIN JUNIOR, R.; RIGOTI, M. R. Utilização de metodologia fmea para a identificação dos aspectos e impactos ambientais em laboratórios de ensaios mecânicos e máquinas operatrizes – estudo de caso. In: 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...** Recife: CBESA, 2009.
- POTRICH, A. L.; TEIXEIRA, C. E.; FINOTTI, A. R. Avaliação de impactos ambientais como ferramenta de gestão ambiental aplicada aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria automotiva. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, Vol. 3, nº 3, out-nov 2007, p. 162- 175.
- ROBBINS, G. **The art of ancient Egypt**. UK: British Museum Press, 1997.
- SCHIRMER, W. N.; CORTEZ, A. M.; KOZAK, P. A. Ventilação industrial: Uma ferramenta na gestão de resíduos atmosféricos em indústrias moveleiras – Estudo de caso. **Revista de Ciências Ambientais**. Canoas, v.2, n.1, p. 15 a 28, 2008.

- SCHNEIDER, V. E. et. al. Gerenciamento ambiental na indústria moveleira – estudo de caso no município de Bento Gonçalves. In: XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção. **Anais...** Ouro PretoMG, 2003.
- SECRETARIA DA SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE. **Portaria N.º 05/89 - SSMA aprova a Norma Técnica SSMA N.º 01/89.** Disponível em http://www.mundoambiente.eng.br/legislacao/leiAmbientalRS/P05_89.pdf. Acesso em: 22 ago. 2011.
- SILVA, N. et. al. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos.** 3 ed. São Paulo: Varela, 2007.
- SILVA, J. S. da. **Estudo do reaproveitamento dos resíduos sólidos industriais na região metropolitana de João Pessoa (Bayeux, Cabedelo, João Pessoa e Santa Rita), PB.** (Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana). João Pessoa: UFPB CT, 2004.
- SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos.** Brasília: EMBRAPA, 1995.
- TIGER DRYLAC. **Processo de fabricação de tintas em pó.** Disponível em: <http://tigercoatings.com/index.php?id=368&L=12&C=1> Acesso em: 31 ago. 2001.
- TONDOWSKI, L. O cuidado com as soluções "criativas". **Revista Saneamento Ambiental.** n° 54, p. 16-24, nov./dez. 1998.
- VALSPAR. **Processo de Pintura Pó e Pintura Líquida.** São Paulo: VALSPAR, 2008.
- VILLAS, M. R. A.. **Processo de deposição de tintas catódicas por eletroforese e suas correlações com a qualidade e o meio ambiente.** (Dissertação de Mestrado em Sistemas de Gestão). Rio de Janeiro: UFF, 2006.
- WEG, Indústrias S.A.. **Pinturas Industriais em Pó.** Informações Técnicas DTC-13. Guaramirim: WEG, 2008.