



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

REUSO DOS EFLUENTES INDUSTRIAIS E MINIMIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO PROCESSO PRODUTIVO EM UMA INDÚSTRIA DE FOGOS DE ARTIFÍCIOS

Sueli Maria dos Santos(1); Bruno Senna Corrêa(2)

(1) Estudante especial da Pós Graduação do IFMG Instituto Federal de Minas - Endereço Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - km 05, Bambuí - MG, 38900-000; Endereço eletrônico E-mail campus.bambui@ifmg.edu.br; (2) Professor E.B.T.T./Pesquisador CEFET-MG - Nepomuceno; Professor e Orientador do Programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental; Instituto Federal Minas Gerais (IFMG) Campus Bambuí; bruno.senna@gmail.com

EIXO TEMÁTICO: 7. Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

RESUMO – A poluição química gerando resíduos industriais é um grave problema de natureza orgânica ou inorgânica. Na indústria de fogos de artifícios a poluição gerada causa impactos ao meio ambiente, por falta de gestão adequada. Nessa atividade, o resíduo proveniente da fabricação cartonagem e explosivo, através deste processo têm sido um problema para as indústrias pirotécnicas, pois esses resíduos em grande quantidade prejudica a qualidade do ar, solo e água. Este trabalho tem por objetivo verificar dentro da cadeia produtiva do segmento, a possibilidade de redução dos resíduos sólidos incinerados (cinzas) e os lodos gerados após os efluentes industriais tratados. Através do plano de gerenciamento de resíduos sólidos reduziu-se significativamente a quantidade de resíduos sólidos (cinza) evitando a incineração em poluição do ar, os resíduos sólidos (lodos) evitando grande quantidade de resíduos a serem enviados para o aterro industrial. O reuso dos afluentes reduziu a captação de água no poço artesiano e também análises trimestrais que era exigido pelo os órgãos ambientais formando assim uma forma de logística reversa diminuindo-se os impactos ambientais presente, futuros, sociedade e ao meio ambiente.

Palavras-chave: Poluição do solo. Impacto ambiental. Resíduos industriais. Resíduos Sólidos

ABSTRACT – Chemical pollution generating industrial waste is a serious problem of organic or inorganic nature. In the fireworks industry generated pollution causes environmental impacts, by lack of proper management. In this activity, the residue from the manufacture carton and explosive through this process has been a problem for pyrotechnical industries, as these wastes in large quantities, affect the quality of air, soil and water. This work aims to verify within the supply chain segment, the possibility of reducing solid waste incinerated (ash) and the sludge generated after the treated industrial effluents. Through the solid waste management plan reduced significantly the amount of solid waste (ash) avoiding incineration in air pollution, solid waste (sludge) avoiding large amount of waste being sent to landfills. The reuse of affluent reduced water uptake in the artesian well and also quarterly analysis that was required by environmental agencies forming a form of reverse



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

logistics by decreasing environmental impacts present, future, society and the environment.

Key words: Ground pollution. Environmental impact. industrial waste. Solid waste.

Introdução

Atualmente os problemas que afetam o meio ambiente é a poluição química de natureza orgânica ou inorgânica, decorrente de resíduos industriais. Porém na indústria de fogos de artifícios a poluição causa impactos ao meio ambiente, por falta de sensibilização dos trabalhadores e administradores (MAZZER, 2004).

A cadeia produtiva do segmento de fogos de artifícios (área administrativa, cartonagem e explosivos), utiliza vários produtos químicos em sua confecção, sendo alguns metais pesados e sais derivados de alumínio, níquel, cobre, zinco e sais como antimônio, litopônio e potássio. No setor de cartonagem, fabricam-se derivados de papel e cola gerando-se efluentes sanitários e papéis (recicláveis); no setor de explosivo geram-se efluentes industrial e resíduos sólidos contaminados com explosivo. (SANTOS, 2006).

No setor de cartonagem são gerados resíduos sólidos de papéis como: aparas de papéis e pó de lixação, sendo produtos reciclagens conforme representado no gráfico são apresentadas as quantidades geradas em 2015 com a implantação dos PGRS (SANTOS, 2013).

De acordo com Santos (2013) durante a fabricação dos fogos de artifícios e pirotécnicos no setor de cartonagem geram resíduos sólidos papéis: como aparas de papéis e pó de lixação, sendo produtos são reciclados ou reutilizados.

No setor explosivo devido exigência Brasil (1978) Norma Regulamentadora (NR-19) os pavilhões de manipulações e oficina de trabalho neste setor devem obedecer corretamente à legislação sem possibilidade de quaisquer riscos de acidente aos trabalhadores acordo com o tipo de atividade: Manipulador de massa para Matriz, Encher e Prensagem de matriz, Manipulador de pólvora branca, Manipulador de cores, Fabricação de pólvora negra, Arrematadeiras de fogos, e gera-se resíduos sólidos contaminados e efluentes industriais devido diversas matérias primas derivadas de metais pesados e sais. Os problemas ambientais afetam diretamente a qualidade de vida da população e compõem um elenco de problemas e situações de enorme complexidade para compreensão da sociedade brasileira. A geração dos resíduos sólidos e líquidos decorrente da produção ou transformação de qualquer material, os quais são originados das áreas agrícolas, industrial, urbana e etc. Nos países que possuem uma legislação eficiente e consciência ambiental atuante, o descarte dos resíduos obedece a tratamento regular, enquanto em locais onde a legislação e consciência são pouco atuantes ou inexistentes, os resíduos são descartados aleatoriamente (MANO et al., 2005).

Segundo Silva et al (2013) no período de 2010, o Brasil obteve um acréscimo de 6,8% no aumento de resíduos sólidos referente ao ano de 2009, de acordo com dados da Associação Brasileira de Empresa de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Com dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2010), ao longo do ano, o montante chegou a 60,8 milhões de toneladas de lixo. Dessas, 6,5



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

milhões de toneladas não foram coletadas e acabaram em rios, córregos e terrenos baldios. Do total de resíduos produzidos, 42,4%, ou 22,9 milhões de toneladas/ano, não receberam destinação adequada: foram para lixões ou aterros controlados (que não têm tratamento para gases e chorume) (ABRELPE, 2010).

Segundo Agenda 21, o manejo ambientalmente saudável de resíduos deve ir além de simples deposição ou reaproveitamento por métodos seguros dos resíduos gerados e buscar desenvolver a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo. Assim implica à utilização do conceito de manejo integrado do ciclo vital, o qual apresenta oportunidade única de conciliar o desenvolvimento com a proteção do meio ambiente.

Os Resíduos Sólidos explosivos contaminados são incineração em valas cimentadas com cobertura gradeada (área de queima) conforme atende a legislação ambiental para não contaminar o solo e lençol freático (SANTANA, 2016). O plano de gerenciamento de resíduos gerados pela indústria, tendo sua elaboração e implementação estabelecidas no programa, conforme preveem a legislação ambiental vigente evitando-se a formação de passivos ambientais (CODEBA, 2012).

Conforme ABNT (2004), os resíduos sólidos gerados atualmente no Brasil são reciclados ou destinados adequadamente de acordo com a classificação de cada um, minimizará o impacto ambiental proveniente a este material (CONAMA, 2001).

Os objetivos deste trabalho são reduzir o volume dos resíduos sólidos, segundo orientações do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e minimizar os problemas ambientais gerados nos descartes de efluentes industriais contaminados com metais pesados e sais nos rios e mares. É ainda parte deste trabalho buscar métodos alternativos, eficientes e de baixo custo no tratamento de águas (AGUIAR, 2002). Dessa forma busca-se uma adequação e melhoria na cadeia produtiva desta indústria, balizada no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, de acordo com as diretrizes da Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e o reuso dos efluentes industriais em logística reversa.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em uma indústria de fabricação de fogos de artifícios e pirotécnicos, situada na área rural de Santo Antônio do Monte, MG no centro oeste de Minas Gerais. O estudo foi realizado nas oficinas de trabalho durante a fabricação de fogos de artifícios e pirotécnicos, analisando a quantidade de geração de resíduos sólidos e de efluentes industriais. O município pertence à região do Alto São Francisco, região Centro-Oeste de Minas Gerais, com um clima tropical, relevo montanhoso e partes planas próximo ao curso d'água pertencente.

Foram avaliados os 3 setores da cadeia produtiva do empreendimento, sendo: administração; setor de cartonagem; setor de explosivos.

Nos processos analisados na cadeia produtiva destacam-se os seguintes:



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

O setor de cartonagem localiza-se próxima à área administrativa por não ser área sem risco explosivo conforme regulamentações do Ministério do Trabalho e Emprego e Posto de Fiscalização de Produtos Controlados. Nesse setor são fabricados derivados de papel e cola.

O funcionamento da Estação de Tratamento de Efluentes Industrial (ETEI) compreende basicamente as seguintes etapas: pré-tratamento (gradeamento e desarenação), tratamento primário (floculação e sedimentação), tratamento do lodo e tratamento terciário (polimento da água) que gera resíduos sólidos de lodos contaminados na caixa de decantação (VON SPERLING, 1996, 2005). Tal sub-produto passa para o leito de secagem por aproximadamente quinze (15) dias para a redução da umidade controle do teor de sólidos do produto final ajustado de acordo com disposição escolhida. Posteriormente tais sub-produtos são retirados e enviados para o aterro industrial.

Durante a limpeza dos pavilhões e nas laminas d'água geram efluentes industriais líquidos contaminados com partículas de metais pesado e sais, são coletados em canaletas e contêndores para a estação de tratamento de efluentes industrial (SANTOS, 2011). Desta forma os metais encontram-se em solução, no qual se determina tratamento específico escolhido convencional, sendo removidos os metais pesados e sais presentes nos efluentes industriais e suas impurezas, neste tratamento ocorre a precipitação e flotação de sulfetos de alumínio e cal. Os efluentes industriais contaminados na fabricação de fogos de artifícios apresentam meio físico e químico. O sistema de tratamento convencional utiliza a cal hidratada para elevar o pH tornando-o ácido para formando flocos e ainda, aplica-se o sulfato de alumínio, sal que reduz o pH, tornando o meio básico, que permite a flutuação dos efluentes, separando o metal pesado e sais da água em forma de lodo. A camada de lodo é formada no fundo da caixa, ficando a água suspensa (SANTOS, 2006).

Resultados e Discussão

A implantação deste trabalho tem como finalidade de evitar contaminação de águas, solo e ar minimizando-se problemas para a sociedade e reduzir custos econômicos com meio de reuso efluentes industriais tratados durante a fabricação dos fogos de artifícios e pirotécnicos obtendo-se ganho de custeio benéfico como redução de análise e consumo de água potável, através de princípios como "consumidor" e "poluidor", recentemente incorporados na legislação (LUCAS, 2008).

No setor de explosivos durante o processo de fabricação de fogos de artifícios e pirotécnicos segue na Figura 1 as apresentações de cada atividade.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

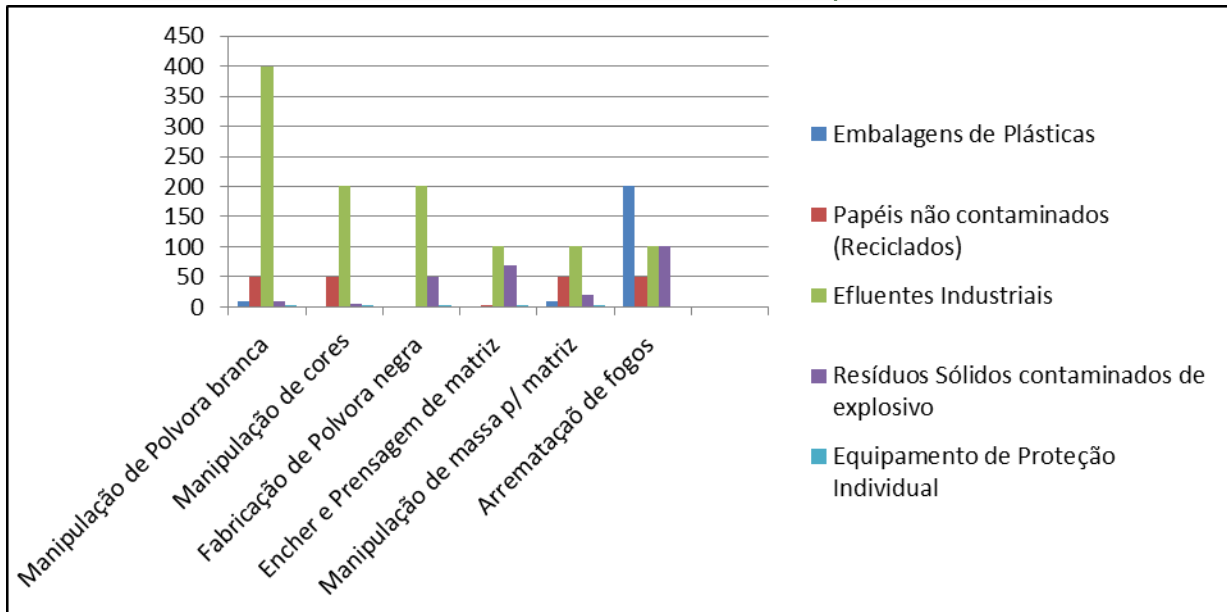


Figura 1: Resíduos sólidos e líquidos gerados no setor de fabricação de fogos de artifícios.

A quantidade de efluentes usados na limpeza e lâmina d'água das oficinas de atividades na fabricação dos fogos de artifícios e pirotécnicos consomem grandes volumes de água e geram muito efluentes industriais. Entretanto os mesmos são tratados em forma convencional. Visando minimizar os impactos ambientais, a indústria implantou o sistema de reuso dos afluentes (reaproveitamento nas atividades). Dessa forma o efluente desagua em uma caixa de filtragem e posterior caixa de armazenamento, sendo bombeamento no processo de limpeza e lamina d'água das atividades, mas tem uma pequena perda durante a secagem no leito (Figura 2).



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

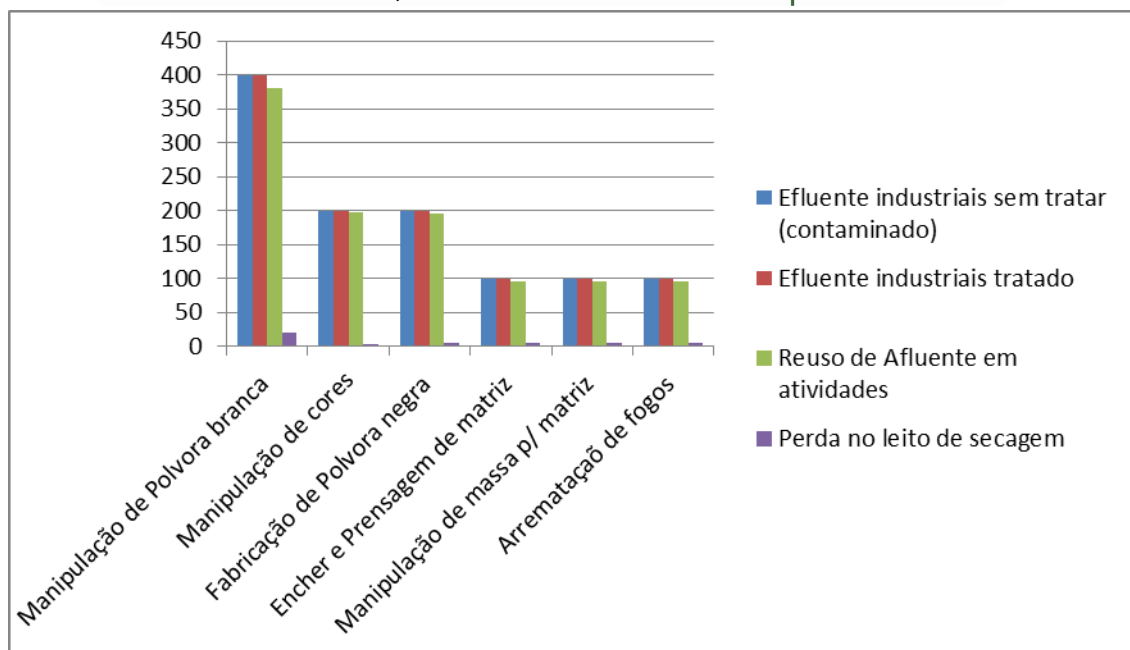


Figura 2: Descrição dos efluentes industriais gerados no processo de fabricação de fogos e artigos pirotécnicos e reuso dos afluentes nas atividades.

Os efluentes tratados em forma convencional desaguam em caixa de filtragem, seguem para caixa de armazenamento e são bombeados para as torneiras das atividades para posterior uso durante a limpeza e lamina d'água. Trata-se de procedimento padrão observado neste segmento (FIEMG, 2003; SANTOS, 2011, 2013).

O reuso de afluentes industriais tem como alvo reduzir tanto o consumo de água potável e a quantidade a serem captadas no poço artesiano, como os custos econômicos. Este procedimento tem por finalidade minimizar problemas e impactos ambientais no solo, ar e água, e reduzir as análises trimestrais exigidas pelas condicionantes da Licença de Operação (Resolução do Conama nº 20) no descarte dos efluentes.

Aplicando-se adequadamente as normativas do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, a empresa processa os materiais recicláveis e reduz gradativamente a quantidade de resíduos sólidos contaminados com explosivo (cinzas) e lodo gerado na estação de tratamento industrial. Essa ação, somada às oficinas ambientais desenvolvidas, promovem a conscientização e sensibilidade dos funcionários e administradores frente às normas da ABNT NBR 10004 classe I. A Figura 3 apresenta a quantidade de lodos e cinzas geradas em quatro meses com a melhoria do plano de gerenciamento de resíduos sólidos.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 pocos.com.br

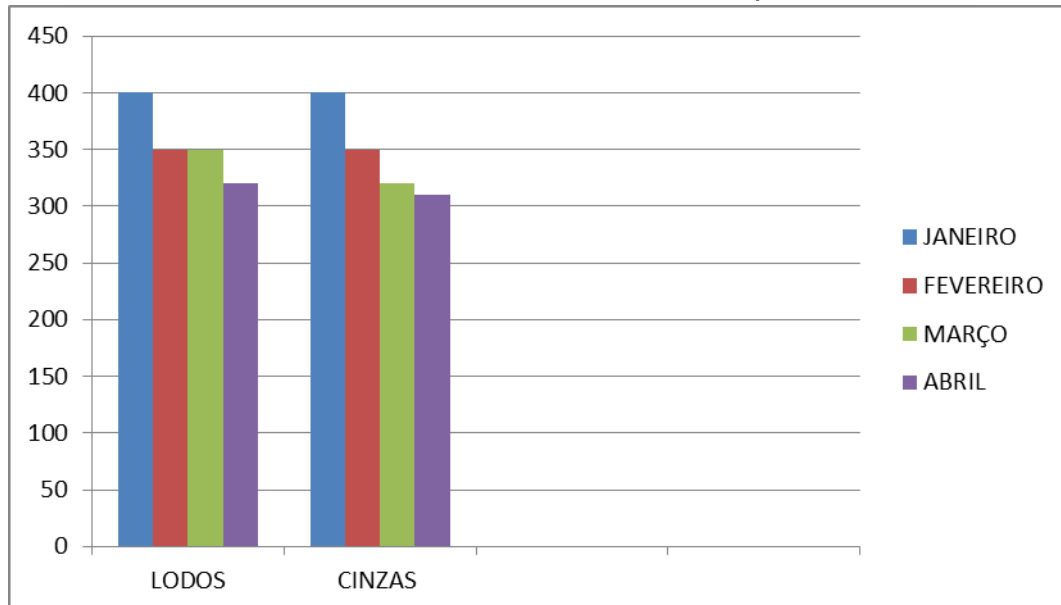


Figura 3: Quantidade de lodos e cinzas que estão sendo minimizada na melhoria do plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

O aperfeiçoamento do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (seletiva) é uma ação importante pelo tipo de material e sua devida destinação. Para minimizar os impactos gerados, foram analisadas algumas possibilidades de melhoria no processo (4 meses de coleta de dados), na forma de treinamentos com os funcionários e administradores.

Os resíduos sólidos (lodos) gerados na estação de tratamento industrial avaliada confirmaram a possibilidade de redução do desperdício de água utilizada durante o processo (VON SPERLING, 1996). Dessa forma aperfeiçoou-se o processo de canalização dos efluentes para o sistema de tratamento indústria (manutenção hidráulica) e incrementaram-se, mais leitos para secagem dos resíduos sólidos contaminados lodos (VON SPERLING, 2005). Observou-se redução considerável da geração de lodos.

Os resíduos sólidos (cinzas) incinerados são enviados para um aterro industrial. Visando reduzir tais produtos, somente serão incinerados resíduos danificados e contaminados. Os resíduos fabricados ou semi-fabricados passíveis de reutilização ou reciclagem ficam sob responsabilidade da coleta seletiva. Os resultados obtidos, apresentaram uma redução de 400kg/mês para 300kg/mês, otimizando essa parte do processo na cadeia produtiva do segmento.

Conclusões

Este trabalho foi realizado através da melhoria do plano de gerenciamento de resíduos sólidos industriais e reuso dos efluentes líquidos tratados gerado na empresa com base nas condições favoráveis e desfavoráveis existente na empresa no setor de fabricação de fogos de artifícios no Centro-oeste de Minas Gerais. Através do plano de gerenciamento de resíduos sólidos e reuso dos efluentes minimizará ou neutralizará os impactos ambientais presente e futuros a sociedade e



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

também no meio ambiente. Estes resultados foram obtidos com base no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e RCA (Relatório de Controle Ambiental) e PCA (Plano de Controle Ambiental) em comparação a Deliberação Normativa Copam 74/2004 (DN-74/04) que foram analisado e avaliados a possibilidade de reuso e minimizam dos resíduos sólidos. Este procedimento irá diminuir problemas ambientais dos riscos gerados.

Referências

AGENDA 21. “Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento”, Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos, capítulo 21, Rio de Janeiro. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, Centro de Informações das Nações Unidas, 1992.

AGUIAR, M. R. M. P.; NOVAES, A. C. Remoção de Metais Pesados de Efluentes Industriais por Aluminossilicatos. Departamento de Química Orgânica, Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, R. São Francisco Xavier, 524, 20550-013 Rio de Janeiro – RJ. 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v25n6b/13130.pdf](http://www.scielo.br/pdf/qn/v25n6b/13130.pdf)>. Acesso em: 06 set. 2015.

BRASIL. Portaria Federal nº 3.214, de 22 de dezembro de 1978. Norma Regulamentadora 19 – Explosivos. Disponível em: <<http://www.conservare.com.br/normas-regulamentadoras.php>>. Acesso em: 27 julh. 2016.

BRASIL, Resíduos sólidos – Classificação, Norma Brasileira ABNT NBR 10004, Segunda edição 31.05.2004 Válida a partir de 30.11.2004. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=936>>. Acesso em: 27 julh. 2016.

BRASIL. Resolução Conama nº 275, de 25 de abril de 2001 Publicada no DOU no 117-E, de 19 de junho de 2001, Seção 1. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Distrito Federal, DF, 2001.

BRASIL. Política nacional de resíduos sólidos [recurso eletrônico]. – 2. ed. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. [Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010], Atualizada em 18/5/2012 Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Distrito Federal, DF, 2012.

BRASIL, Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010 Política nacional de resíduos sólidos [recurso eletrônico, 2. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p. – (Série legislação ; n. 81). Atualizada em 18/5/2012 Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Sait.: http://fld.com.br/catadores/pdf/politica_residuos_solidos.pdf.

CODEBA. Programa de Coleta Seletiva Codeba. SALVADOR – BA, 2012. Disponível em: <http://codeba.com.br/eficiente/repositorio/Meio_Ambiente/programas/coleta_seletiva/2227.pdf>. Acesso em: 03 set. 2015.

LUCAS, M. et al. Reutilização de Efluente de Tingimentos de Fibras Acrílicas Pós-Tratamento Fotoeletroquímico. Departamento de Química, Universidade Regional de



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.meioambiente.pocos.com.br

Blumenau, Rua Antônio da Veiga, 140, 89010-500 Blumenau - SC, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n6/a17v31n6.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2015.

MANO, E. B.; PACHECO, E. B. A. V.; BONELLI, C. M. C. Meio ambiente, poluição e reciclagem. 1. ed. São Paulo, SP, 2005.

MAZZER, C.; CAVALCANTI, O. A. Introdução À Gestão Ambiental de Resíduos. Distrito de Floriano - CEP 87105-000 - Maringá - PR - Brasil 2004. Disponível em: <<http://web-resol.org/textos/i04-ainroducao.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2015.

MINAS GERAIS, Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004, Belo horizonte, MG. Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=141018>>. Acesso em: 01 set. 2015.

SANTANA, V. P. Obtenção de Cromato Sódico a partir das Cinzas de Incineração de Resíduos de Couro do Setor Calçadista Visando a Produção de Sulfato Básico de Cromo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul Escola de Engenharia Departamento de Engenharia Química Programa de Pós Graduação de Engenharia Química. Porto alegre, RS. 2016.

SANTOS, L. M. M. dos.. Avaliação ambiental de processos industriais. 2. ed., São Paulo, SP, Signus Editora. 2006.

SANTOS, S. M. dos, Avaliação Espectrofotométrica do teor de Alumínio em Efluentes Industriais de Fogos de Artíficos no Centro Oeste de Minas Gerais. UNIFOR. Formiga. MG. 2011.

SANTOS, S. M. dos. Análise dos Riscos Ambientais Existentes na Fabricação de Fogos de Artífico em uma Empresa Localizada no Centro Oeste de Minas Gerais. Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS. Lavras, MG, 2013.

SILVA, E. da et al. O uso De Resíduos da Cartonagem da Indústria de Fogos De Artíficos de Santo Antônio do Monte - MG da Reciclagem e Papel, Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG – Av. Dr. Arnaldo de Senna, 328 – Água Vermelha - Formiga – MG. Instituto Federal do Sul de Minas Gerais Campos Muzambinho, In: Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 10., MG 2013.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE EXPLOSIVOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS - SINDIEMG. Diagnóstico das indústrias de fogos de artifício de Santo Antônio do Monte. 1 ed. Belo Horizonte. FIEMG, 2003 Disponível em: <<http://www.fiemg.org.br/Default.aspx?alias=www.fiemg.org.br/sam>>. Acesso em: 20 out. 2012.

VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das águas e ao Tratamento de Esgotos. Principio do Tratamento Biológico de Águas. Residuárias, v. 1, 2. ed. Revisada, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

VON SPERLING, M. Lodos Ativados, Principio do Tratamento Biológico de Águas. Residuárias. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2005.



XIII Congresso Nacional de
MEIO AMBIENTE

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.meioambiente.pocos.com.br