

III-174 - ESTUDO E DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DO RESÍDUO DE BORRA DE TINTA EM UMA EMPRESA DE CARTONAGEM

Jaqueline Pitt⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus de Videira (UNOESC/VDA). Graduando em Engenharia Civil pela Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe, Campus de Caçador (UNIARP/Caçador).

Marta Veronica Buss⁽²⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental (UNOESC/VDA). Engenheira Sanitarista e Ambiental (UNOESC/VDA). Mestre em Ciência e Biotecnologia (UNOESC/VDA). Professora do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental na UNOESC/VDA.

Endereço⁽¹⁾: Rua das Palmeiras, Número 76 - Santa Mônica – Fraiburgo – Santa Catarina – CEP: 89580-000 – Brasil – Tel: +55 (49) 99772966 - e-mail: jaque_pitt@hotmail.com

RESUMO

Além dos benefícios advindos do desenvolvimento tecnológico, também são gerados inúmeros problemas ambientais. Dentre os principais, salienta-se a geração de resíduos, os quais necessitam de tratamento adequado procurando minimizar e mitigar os impactos ambientais de sua incorporação ao meio ambiente (destinação final). Partindo dessa necessidade, o presente trabalho estudou o resíduo proveniente de três máquinas de impressão flexográfica, de uma empresa de cartagem localizada no Meio Oeste Catarinense. A pesquisa justificou-se, por haver a geração diária deste resíduo e, como o mesmo encontra-se na forma líquida, necessita de caracterização e gerenciamento adequado a fim de evitar impactos ambientais, entretanto a sua disposição final acarreta em custos para a empresa. Neste contexto o trabalho realizou-se com intuito de diagnosticar o gerenciamento do resíduo industrial (borra de tinta), a para conhecer as suas características intrínsecas e assim propor uma forma de tratamento que seja compatível com sua classificação e, também promover a valorização ambiental do mesmo. A metodologia aplicada quantificou o volume de borra de tinta gerada na impressão flexográfica, caracterizou-a e classificou-a, buscou-se ainda avaliar metodologias alternativas para o seu tratamento com aplicação de estudo de viabilidade técnica e econômica da implantação da melhor metodologia disponível. Pode-se concluir que o volume de borra de tinta (resíduo) gerado foi de 1,64 m³ por mês, caracterizado como Classe I, pois apresentou característica de reatividade. A ideia para redução do volume foi um sistema de secagem por evaporação, o qual conseguiu reduzir 94,45% do volume total do resíduo, contribuindo assim com o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Empresa de Cartagem, Impressão Flexográfica, Gerenciamento de Resíduos, Impacto Ambiental, Valorização.

INTRODUÇÃO

Recentemente, os problemas ambientais vêm se tornando cada vez mais acentuados e com maior frequência. Entre os diversos fatores agravantes da problemática, destacam-se o alto crescimento populacional e, o grande avanço e aumento das atividades industriais com consequente geração de passivos ambientais, dentre os quais, destacam-se, o consumo de matéria-prima e a geração de resíduos (CUNHA; AUGUSTIN, 2014).

De acordo com a NBR 10.004 (2004), resíduos sólidos são aqueles passíveis de serem encontrados nos estados sólidos e semi-sólidos, que podem ser provenientes das atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, entre outros. Esta definição compreende ainda, lodos derivados de sistemas de tratamento de água, resíduos provenientes de equipamentos e instalações de controle da poluição, assim como os definidos líquidos, cuja suas singularidades façam com que seja inviável o seu lançamento na rede de esgoto ou nos corpos receptores, ou demande algum tipo de solução técnica e econômica que sejam impróprias conforme a melhor tecnologia disponível.

Cada atividade industrial gera resíduos distintos e com características intrínsecas ao processo produtivo. Os resíduos industriais são os gerados nos vários tipos de processos industriais, podem ser encontrados sob várias formas: sólida, líquida, gasosa ou a combinação das mesmas. Porém suas propriedades tanto sejam elas físicas, químicas ou microbiológicas, não podem ser próximas ou parecidas das características dos resíduos domésticos, ou seja, o resíduo industrial tem características bem específicas (NR-25, 2011).

Na região Meio Oeste Catarinense, muitas indústrias atuam no ramo de papel e celulose, estas têm destaque econômico e relevância social. Neste contexto, o papelão ondulado é fruto do segmento de base florestal, o qual é produzido com pastas celulósicas de fibras longas, originárias tanto de fibras virgens de *Pinus sp.* como de fibras recicladas sua fundamental matéria-prima (FOEKEL, 2011).

Assim como as demais atividades antrópicas, na indústria de cartonagem também são gerados aspectos ambientais. Dentre os resíduos, destacam-se as sobras de papelão, estas quando já não possuem mais utilidade para a produção de novos produtos, podem ser vendidas para indústrias recicladoras de papel. Portanto, este resíduo sólido não é um empecilho para a empresa. Além deste passivo na cartonagem a água, também é utilizada, principalmente na diluição e preparo das tintas e na lavagem das máquinas. Conforme Stephanou (2013), todos os aspectos ambientais devem ser gerenciados adequadamente a fim de reduzir os impactos ambientais e promover a sustentabilidade da atividade industrial realizada.

Frente a este contexto, o presente estudo foi realizado em uma empresa de cartonagem, onde o produto de venda são embalagens de papelão dos mais diversos modelos. A empresa, assim como as demais, gera resíduos, dentre os quais, o com maior problemática, devido ao seu estado físico na forma líquida e à sua inflamabilidade, é o resíduo proveniente das três máquinas impressoras flexográficas duas cores: Simon® 1600; Macpress® 240; CVR Jstar® 3200.

Salienta-se que este resíduo líquido proveniente no processo de impressão das embalagens, em 2010 foi amostrado, analisado por laboratório contratado e, caracterizado como sendo Classe I (devido a característica de inflamabilidade). Desta forma os custos de: coleta, tratamento e disposição final são expressivos (750,00 R\$. m³) e, faz com que o valor gasto para seu gerenciamento adequado seja embutido nos custos de produção e muitas vezes limita a obtenção de novos mercados.

No presente estudo, foi realizado o diagnóstico do gerenciamento do resíduo industrial (borra de tinta), a fim de conhecer as suas características intrínsecas e propor uma forma de tratamento que seja compatível com sua classificação e, desta forma promover a valoração ambiental do mesmo. Para tanto, as metodologias empregadas quantificaram o volume de borra de tinta gerada na impressão flexográfica, caracterizaram o resíduo da impressão e foi classificado de acordo com a ABNT- NBR 10004/2004. Após foram levantadas metodologias possíveis de serem empregadas no tratamento do resíduo a fim de propiciar a redução da quantidade de resíduo para disposição final, de forma mais econômica e ambientalmente correta.

MATERIAIS E MÉTODOS

DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Este projeto foi desenvolvido por meio de um estudo de caso, realizado em uma empresa de cartonagem localizada no município de Fraiburgo, na Região Meio Oeste Catarinense. No período de Agosto de 2015 à Novembro de 2015.

QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME

A verificação foi realizada período de cinco dias (10 de Agosto de 2015 até 14 de Agosto de 2015), quando quantificou-se a geração de borra de tinta proveniente das três máquinas (Jstar®, Macpress® e Simon®). No decorrer da jornada de trabalho o resíduo de cada máquina foi armazenado separadamente em baldes. No final de cada dia, o volume dos baldes foi medido e, após acondicionou-se o resíduo líquido no tambor de maior capacidade recipiente em que o mesmo permaneceu até a disposição final adequada.

CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DE BORRA DE TINTA

Para realizar a caracterização, amostras de borra de tinta, foram coletadas em frascos estéreis de capacidade de 1000 mL, as mesmas foram recolhidas diretamente dos baldes onde é descartado o resíduo no final dos turnos de trabalho. Uma amostragem simples foi realizada durante cinco dias, no período de 10 a 14 de Agosto de 2015. Totalizando, portanto, 15 amostras pontuais distintas, pois são três máquinas.

Para a realização da amostra composta foi seguido a metodologia adaptada de Lima (2006). A amostra composta foi encaminhada para um laboratório contratado para a realização da caracterização do resíduo. Para a classificação do resíduo, foram seguidas as recomendações da NBR 10004/2004, com a análise dos seguintes parâmetros: odor, cianeto, aspecto, característica de corrosividade, característica de inflamabilidade, característica de reatividade, característica de toxicidade, densidade, estado físico, líquido livres, patogenicidade, pH, porcentagem de sólidos, sulfetos totais, tempo de lixiviação, umidade resíduo sólido, sulfato, alumínio, arsênio, bário total, cádmio total, chumbo, cloreto total, cobre total, cromo total, ferro total, fluoreto, manganês total, mercúrio, nitrato, prata, selênio, sódio, zinco, surfactantes, 2,4-D, 2,4,5 – T, 2,4,5 – TP, aldrin e dieldrin, clordano, DDT, endrin, heptacloro e hep. epóxido, lindano, metoxicloro, toxafeno, fenóis, hexaclorobenzeno, benzeno, 1,1-dicloroetileno, 1,2-dicloroetano, 1,4-diclorobenzeno, 2,4-dinitrotolueno, 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, cloreto de vinila, clorobenzeno, clorofórmio, cresol total, hexacloroetano, hexaclorobutadieno, m-cresol, metiletilcetona, nitrobenzeno, o-cresol, p-cresol, pentaclorofenol, piridina, tetracloreto de carbono, tetracloroetileno, tricloroetileno e benzo(a) pireno.

RESULTADOS

QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME

A quantificação do volume de resíduo de borra de tinta gerado na empresa apresenta-se descrita na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de Resíduo Gerado

Data	Volume de resíduo gerado (m ³)		
	Identificação da impressora		
	Simon®	Jstar®	Macpress®
10/08/2015	0,030	0,021	0,024
11/08/2015	0,030	0,024	0,027
12/08/2015	0,030	0,023	0,025
13/08/2015	0,032	0,028	0,025
14/08/2015	0,030	0,028	0,026
17/08/2015	0,030	0,026	0,024
18/08/2015	0,032	0,026	0,024
19/08/2015	0,030	0,028	0,026
20/08/2015	0,032	0,024	0,026
21/08/2015	0,030	0,028	0,028
24/08/2015	0,030	0,028	0,026
25/08/2015	0,030	0,024	0,028
26/08/2015	0,032	0,026	0,026
27/08/2015	0,030	0,026	0,028
28/08/2015	0,030	0,026	0,026
Média	0,030	0,026	0,026
Desvio Padrão	0,0009	0,0021	0,0013

Conforme a Tabela 1 a máquina Simon®, gerou em média $30,50 \text{ L.d}^{-1} \pm 0,00091$ de borra de tinta, a máquina Jstar® gerou em média $26,00 \text{ L.d}^{-1} \pm 0,0021$, a Macpress® gerou aproximadamente $26,00 \text{ L.d}^{-1} \pm 0,0013$.

Portanto, a geração média de borra de tinta é de $82,20 \text{ L.d}^{-1}$, pode-se considerar que a empresa funciona 20 dias nos meses (de segunda-feira a sexta-feira), desta forma estima-se que o resíduo gerado mensal é de aproximadamente $1,64 \text{ m}^3$. Este volume é considerável a dispor em Aterro Classe I, tendo um custo médio mensal de R\$1.232,93 ($750,00 \text{ R\$.m}^3$). Calcula-se que no decorrer de um ano este custo chega a aproximadamente R\$14.795,14. A empresa presa pela questão ambiental, mas infelizmente estes custos são embutidos no valor do produto.

CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

A amostra composta de borra de tinta encaminhada para caracterização apresentou odor próprio, aspecto homogêneo, estado físico pastoso com presença de líquidos livres, ausência de corrosividade, de inflamabilidade e de toxicidade. Entretanto com característica de reatividade sem patogenicidade. Os resultados da amostra bruta encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da caracterização da amostra composta de borra de tinta: Massa Bruta

Parâmetro	Unidade	Resultado
Cianeto	mg.kg ⁻¹	182,400
Densidade	g.mL ⁻¹	0,95
pH	---	8,15
Porcentagem de Sólidos	%	11,91
Sulfetos Totais	mg.kg ⁻¹	589,760
Tempo de Lixiviação	Horas	20
Umidade Resíduo Sólido	%	88,09

Fonte: Laboratório Contratado (2015).

Conforme a NBR 10005 (2004), o processo de lixiviação serve para a determinação da aptidão de transferência de substâncias orgânicas e inorgânicas encontradas no resíduo sólido, por meio de dissolução no meio extrator. A Tabela 3 apresenta os resultados dos parâmetros inorgânicos, do ensaio de lixiviação.

Tabela 3 - Resultados Inorgânicos do resíduo de borra de tinta: Lixiviação

Parâmetro	Unidade	Resultado
Arsênio	mgAs.L ⁻¹	<0,001
Bário Total	mgBa.L ⁻¹	1,940
Cádmio Total	mgCd.L ⁻¹	0,001
Chumbo	mgPb.L ⁻¹	0,064
Cromo Total	mgCr.L ⁻¹	0,031
Fluoreto	mgF.L ⁻¹	<0,09
Mercurio	mgHg.L ⁻¹	<0,001
Prata	mgAg.L ⁻¹	0,043
Selênio	mgSe.L ⁻¹	0,045

Fonte: Laboratório Contratado (2015).

Conforme a Tabela 3, nenhum dos 9 parâmetros, ultrapassaram os valores máximos permitidos na NBR 10004(2004). Foram realizadas análises no solubilizado para quantificar a concentração de 19 compostos inorgânicos de interesse em resíduos. A borra de tinta apresentou a concentração de sulfato de 10,24 g.L⁻¹ e, os demais resultados apontados estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados Inorgânicos do resíduo de borra de tinta – Solubilização

Parâmetro	Unidade	Resultado
Alumínio	mg.L ⁻¹	548,317
Arsênio	mg.L ⁻¹	0,135
Bário Total	mg.L ⁻¹	64,130
Cádmio Total	mg.L ⁻¹	0,019
Chumbo	mg.L ⁻¹	1,125
Cianeto	mg.L ⁻¹	<0,010
Cloreto Total	mg.L ⁻¹	9.872,7
Cobre Total	mg.L ⁻¹	261,936
Cromo Total	mg.L ⁻¹	1,884
Ferro Total	mg.L ⁻¹	46,112
Fluoreto	mgF.L ⁻¹	<0,09
Manganês Total	mg.L ⁻¹	0,297
Mercurio	mgHg.L ⁻¹	<0,001
Nitrato	mg.L ⁻¹	640,0
Prata	mgAg.L ⁻¹	<0,020
Selênio	mg.L ⁻¹	0,132
Sódio	mg.L ⁻¹	1.243,334
Zinco	mg.L ⁻¹	2,098

Fonte: Laboratório Contratado (2015).

Portanto conforme a Tabela 2, o resíduo possui pH levemente alcalino, o que justifica o mesmo não ser corrosivo. Por ser pastoso apresentou 11,91% de sólidos e um teor de umidade de 88,09%. Nos ensaios de lixiviação foi aferido a concentração de cianeto de 0,18g.L⁻¹ e de sulfetos totais de 0,59g.L⁻¹.

Por mais que o resultado de cianeto foi considerável, ele não ultrapassou o limite, que é de 250 mg.kg⁻¹, quando se refere a massa bruta (NBR 10004/2004). Já para sulfetos totais o valor máximo permitido é de 500 mg.kg⁻¹, e o resíduo (massa bruta) apresentou 589,760mg.kg⁻¹, portanto ultrapassou em 17,95% o limite máximo.

Em suma, conforme resultados das análises, pode-se concluir que de acordo com a norma de classificação ABNT NBR 10004/2004, que o resíduo analisado possui característica de reatividade, devido ao mesmo possuir em sua constituição valores que ultrapassaram o limite máximo do parâmetro de sulfetos totais, portanto sendo classificado como Classe I – Resíduos Perigosos. Desta forma é imprescindível que o mesmo possua um gerenciamento ambientalmente adequado, atualmente emprega-se o armazenamento temporário, com posterior coleta e transporte até central de tratamento de resíduos perigosos, onde o mesmo é solidificado e disposto em aterro sanitário classe I, como os custos desta destinação são expressivos estudou-se outras formas de tratamento.

POSSÍVEIS FORMAS DE TRATAMENTO

ESTABILIZAÇÃO DE RESÍDUO ATRAVÉS DA SOLIDIFICAÇÃO EM CIMENTO

A solidificação e a estabilização de resíduos sólidos são também referidas como o encapsulamento ou fixação. Trata-se de uma tecnologia que vem sendo utilizada como alternativa dos processos convencionais de tratamento de resíduos. E contribuindo para facilitar a coleta, transporte e armazenamento. Consiste basicamente em estabilizar este resíduo, física e quimicamente (PABLOS, 2008).

A estabilização refere-se as técnicas de minimizar a periculosidade potencial de um resíduo, promovendo os contaminantes a sua forma mais reduzida de solubilidade, mobilidade e toxicidade (PABLOS, 2008). A fixação de resíduo sólido perigosos em matriz de cimento Portland é a técnica de solidificação mais utilizada, devido ao seu baixo custo e facilidade de processo.

A tecnologia de solidificação/estabilização vem se mostrando uma significativa alternativa de tratamento considerando às cada vez mais restritas normas para disposição de resíduos perigosos em aterro, pois demonstra o melhoramento das características físicas e toxicológicas do resíduo, promovendo o seu

gerenciamento de forma segura e eficaz. Além disso, o custo do processo de solidificação/estabilização é considerado um tanto quanto baixo comparado a outras técnicas de tratamento, um dos mais significativos motivos que tem impulsionado o desenvolvimento desta tecnologia nos últimos anos (OLIVEIRA, 2003).

COPROCESSAMENTO DE RESÍDUOS

O entendimento tecnológico do coprocessamento é fundamentado na queima dos resíduos no forno rotativo de clínquer em condições especiais. Os resíduos são processados nos fornos rotativos conforme as condições específicas do processo, como elevada temperatura, ambiente alcalino, atmosfera oxidante, excelente mistura de gases e produtos, e tempo de residência (> 2 segundos) geralmente suficiente para a destruição de resíduos perigosos. Por outro lado, a utilização desses combustíveis alternativos no processo de produção de clínquer possui limitações como as relacionadas ao volume de combustível secundário que alimenta o forno, e limitações ligadas à segurança ambiental (ROCHA et al., 2011).

Durante o coprocessamento desses resíduos, os metais pesados são remanejados, sendo os mais voláteis (tais como Hg e Tl) emitidos juntamente com os gases pela chaminé principal do forno, os semivoláteis (Cd, Pb, Sb, e Se) e os não voláteis (As, Cr, Cu, Ni) normalmente são incorporados ao clínquer (ROCHA et al., 2011).

Os níveis e as características das emissões dos poluentes atmosféricos dependem das características tecnológicas e operacionais do processo industrial, em especial, dos fornos rotativos de clínquer, da composição química e mineralógica dos insumos, e da composição química dos combustíveis. Nesse sentido, a queima de resíduos perigosos ocasiona um passivo de emissões não desprezível com custos, tanto ambientais, quanto sociais (ROCHA et al., 2011).

SISTEMA DE SECAGEM POR EVAPORAÇÃO

A evaporação da água contida no resíduo ocasiona a perda de umidade, cessando quando o resíduo atinge a menor umidade possível, chamada umidade de equilíbrio, que dependerá da natureza do resíduo e das condições climáticas da localidade. O tempo necessário até o fim do processo de secagem dependerá da quantidade de água a ser evaporada, ou seja, de uma determinada energia para evaporação, de modo que quanto maior a área de exposição maior será essa energia (MELO, 2006).

A secagem natural do resíduo, decorrente da exposição ao sol, resulta em um produto com baixa quantidade de água em sua composição, o que facilitando sua remoção e transporte (MARAN et al., 2015). A secagem dependerá da taxa de evaporação que, também depende de vários fatores, tais como clima, natureza do resíduo, entre outros. O sistema de secagem pode ser descoberto ou coberto, podendo a cobertura ser constituída por vidro, ou plástico, que servem para proteger o lodo da ação da chuva, e também contribui para a elevação da temperatura (MELO, 2006).

PROPOSTA DE TRATAMENTO ESTUDADA

Dentre as metodologias disponíveis para o tratamento do resíduo em questão, foi estudado um sistema de secagem por evaporação, pretende-se utilizar sistema de secagem coberto, e utilizar como fonte de energia a luz solar que irá aquecer o resíduo que disposto no sistema de secagem, assim evaporando a parte líquida presente, restando apenas a fração sólida, diminuindo significativamente o volume, pois conforme as análises apenas 11,91% do resíduo é sólido, ou seja, o volume irá reduzir significativamente, pois boa parte é líquido.

Considerando-se o volume gerado mensalmente ($1,64 \text{ m}^3$) e os custos de destinação, se o emprego da metodologia de tratamento com evaporação for aplicada em escala industrial e, se a mesma eficiência de evaporação for alcançada (94,45%), estima-se que a quantidade de resíduo a ser destinado será de $0,09102 \text{ m}^3 \cdot \text{mês}^{-1}$.

Ao avaliar-se o quesito econômico, considerou-se o custo para disposição final de R\$ 750,00. m^3 . Atualmente a borra de tinta líquida, apresenta um custo mensal médio de R\$1.232,93, que com o emprego da evaporação

poderá chegar à R\$ 68,26 mensal, e anual de aproximadamente R\$ 819,18. Ou seja, estima-se que a empresa passará a ter uma economia anual de até R\$ 13.975,98 em destinação final de resíduo classe I.

CONCLUSÕES

A realização do estudo permitiu conhecer e estudar o gerenciamento do resíduo de borra de tinta, onde se conclui que o volume que a empresa gera, é de aproximadamente 1,64 m³ por mês, um volume não muito alto, mas quando se refere ao tipo de resíduo já é uma problemática maior.

Então, o resíduo estudado foi caracterizado, conforme análises realizadas em laboratório terceirizado, como um resíduo perigoso, sendo classificado como um Resíduo Classe I, devido a sua característica de reatividade

Estudou-se dentre as metodologias de tratamento possíveis uma proposta de tratamento, para a diminuição do volume de resíduo gerado. Onde após estudo de bancada evidenciou-se que é possível tratar o resíduo em um sistema de secagem simples, coberto, para evitar o recebimento de água da chuva.

Com o sistema de secagem, iria evaporar todo o líquido presente neste resíduo. Conforme os testes realizados em menor escala, o volume reduziu significativamente, em aproximadamente 6 dias, o volume reduziu em 94,45%, consequentemente, reduz o custo da empresa com destinação final. Que atualmente tem o custo médio de R\$1.232,93 mensal, reduz para aproximadamente R\$ 68,26 mensal.

Com esta redução com custos em disposição final de resíduo, a empresa pode investir em outros segmentos, podendo crescer e se desenvolver cada vez mais, sempre pensando no meio ambiente.

Sugere-se que trabalhos futuros estudem a utilização e valoração desse resíduo sólido para ver a sua empregabilidade, na fabricação de tijolos e cerâmicas ecológicos, para que este resíduo deixe de ser um passivo com custo para a empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Armazenamento de resíduos classe II - não inertes e III - inertes**. Rio de Janeiro: NBR 11174, 1990.
2. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Armazenamento de resíduos sólidos perigosos**. Rio de Janeiro: NBR 12235, 1992.
3. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: NBR 10005, 2004.
4. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: NBR 10006, 2004.
5. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos sólidos - classificação**. Rio de Janeiro: NBR 10004, 2004.
6. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Transporte terrestre de produtos perigosos – Incompatibilidade química**. Rio de Janeiro: NBR 14619, 2003.
7. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Transporte terrestre de resíduos**. Rio de Janeiro: NBR 13221, 2003.
8. BRASIL, Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 agosto 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm> Acesso em: 17 de junho de 2015.
9. CUNHA,B.P.; AUGUSTIN,S . **Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais**. Caxias do Sul, RS, 2014, p.29.
10. FOEKEL,C. **Pinus Letter**, ed.20, 2009. Disponível em: <http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_20.html> Acesso em : 23 de setembro de 2015.

11. MARAN, M. A.; POZZOBON, J. C.; LUCAS, J. F. R.; DÍAZ MORA, N. **Avaliação de leitos de secagem de lodos artesanais para a utilização em cerâmica artística**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, PR. Disponível em :<<http://www.foz.unioeste.br/~lamat/publiclodo/lodoleitocbc2010.pdf>> Acesso em: 04 de novembro de 2015.
12. MELO, A.S. **Contribuição para o dimensionamento de leitos de secagem de lodo**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, PB, 2006. Disponível em :<http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public_289.pdf> Acesso em: 04 de novembro de 2015.
13. NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-25 – **Resíduos Industriais**. 2011.
14. PABLOS, J.M. **Estudo para reutilização do resíduo sólido constituído pelas areias de fundição aglomeradas com argila, através da técnica de solidificação/estabilização em matrizes de cimento Portland, para a aplicação no setor da construção civil**. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Paulo, 2008. Disponível em :<file:///C:/Users/Jaqueline/Downloads/TESE_FINAL_2008.pdf> Acesso em: 30 de outubro de 2015.
15. OLIVEIRA, D.M. **Aplicação da técnica de Solidificação/Estabilização para resíduos oleoso da indústria petrolífera, utilizando solo argiloso e bentonita**. Dissertação de Pós-Graduação, Universidade Federal de Santa Catarina – USFC, 2003. Disponível em :<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86162/196041.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 03 de novembro de 2015.
16. ROCHA, S.D.F. ; LINS V.F.C.; ESPIRITO SANTO, B.C. **Aspectos de coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer**. V.16, n.1, Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2011. Disponível em :<<http://www.scielo.br/pdf/esa/v16n1/a03v16n1.pdf>> Acesso em: 03 de novembro de 2015.
17. SEIFFERT, E. B. **Gestão Ambiental: Instrumentos, Esferas de Ação e Educação Ambiental**. 2. ed. Editora Atlas, 2011, p.45.