

Ao

24º Prêmio FIESP de Mérito Ambiental
(Categoria Empresa de Pequeno e Médio Porte)

Título do Projeto: Projeto de reutilização do Lodo da ETA para produção de cargas para Tintas Acrílicas.



Soluções completas para perguntas simples.
WWW.GRUPOambipar.com.br - 11 3429-5000

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	3
2. INTRODUÇÃO.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. Sistema convencional de abastecimento de água.....	5
3.1.1. Etapas do tratamento de água e geração de resíduos da ETA de Cubatão.....	5
3.2. Disposição final do lodo.....	10
3.2.1. Disposição em aterro sanitário.....	11
4. METODOLOGIA	11
4.1. Caracterização do lodo da ETA-Cubatão.....	11
5. RESULTADOS.....	13
5.1. Estudo de preliminar de viabilidade econômica	17
5. CONCLUSÃO	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

1. APRESENTAÇÃO

O Grupo Ambipar é uma *holding* 100% de capital nacional composta por oito empresas do seguimento ambiental: Suatrans, Getel, Descarte Certo, Resi Solution, Bioland, Ambitec, Ambiclean e GEDi.

A GEDi – Desenvolvimento e Inovação é responsável pelo desenvolvimento de novas tecnologias ambientais, possuindo um Centro de Pesquisa próprio localizado no Município de Nova Odessa/SP (próximo à Campinas). Desde 2011, oferece seus serviços de tratamento e reutilização de resíduos através de P&D e soluções que interagem as necessidades do desenvolvimento, da segurança, da sociedade e do meio ambiente de forma sustentável.

2. INTRODUÇÃO

A ETA-Cubatão/SP é responsável pelo abastecimento de água das cidades de Santos, São Vicente, Cubatão e parte de Guarujá e Praia Grande. A água é captada no rio Cubatão e passa por um tratamento convencional e completo, onde é empregado um coagulante que remove as partículas finas em suspensão presentes na água bruta. Numa estação de tratamento diversos tipos de coagulantes podem ser utilizados, no caso da ETA-Cubatão utiliza-se o cloreto férrico que propicia a formação de coágulos ou flocos.

Durante o processo, principalmente na decantação e na filtração, é formado o principal resíduo, o lodo. Segundo Hoppen (2006) citado por Breda, Gouvêa e Gallizi (2007), o lodo da ETA-Cubatão corresponde a 0,3 a 1% do volume de água tratada, sendo 60 a 95% desse lodo gerado nos decantadores e o restante (5 a 40%) originado na água de lavagem dos filtros. Esses valores podem variar de acordo com o tipo e a dosagem de coagulante, a qualidade da água bruta captada, o tipo de estação projetada e a eficiência da operação.

O resíduo (lodo), de acordo com a NBR 10004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), é classificado como resíduo sólido, Classe II,

podendo ser inerte ou não-inerte, devendo ser tratado e disposto como recomenda a legislação. A composição do lodo possui as mesmas características físico-químicas do sedimento da água bruta captada, acrescido de produtos químicos utilizados no processo de floculação.

Além disso, o lodo sai das Estações de Tratamento de Água com alto teor de umidade, o que faz necessária a utilização de um processo de desidratação para facilitar sua disposição, diminuir custos de transportes e riscos de poluição do meio ambiente. Na ETA-Cubatão essa desidratação ocorre através da utilização de centrífugas, juntamente com polímero aniônico, para fazer a separação de sólido-líquido, transformando o lodo líquido em uma torta. Segundo a Sabesp, a ETA de Cubatão produz de 80 a 100 t/dia de torta, a um custo de disposição médio de R\$ 100,00/t (ANGELINO-SILVA, 2010, com. pessoal).

A dificuldade de disposição desse resíduo tem motivado inúmeras pesquisas a respeito da melhor maneira de dispô-lo no ambiente, já que, a produção de lodo no Brasil é alta. No Estado de São Paulo são produzidas 30.000 toneladas/ano (Teixeira et al, 2006), o que causa certa preocupação, principalmente em relação à legislação cada vez mais restritiva. Até pouco tempo, todo resíduo gerado numa ETA era lançado diretamente no corpo d'água mais próximo, no entanto, os impactos ambientais acarretados tornaram essa prática inviável. Hoje, o lodo é enviado para aterros sanitários, mas este tipo de disposição é cara, podendo ser responsável por cerca de 50% dos custos de operação de uma ETA.

Diante desse cenário, a GEDi com o apoio da SABESP realizou um minucioso trabalho visando a criação de um novo produto utilizando esse resíduo a p produção de tintas acrílicas ecológicas (linha imobiliária), com enfoque rentável e ambientalmente correto.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. SISTEMA CONVENCIONAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Considera-se como sistema convencional de abastecimento de água aquele realizado na estação de tratamento de água, na qual existem as operações unitárias constituídas por mistura rápida e coagulação, floculação, decantação e filtração, seguidas por armazenamento e distribuição (Cintra Filho, 2008).

3.1.1. ETAPAS DO TRATAMENTO DE ÁGUA E GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA ETA DE CUBATÃO

A água que alimenta o processo na estação, devido às variações de sua qualidade nos mananciais, pode conter partículas de difícil sedimentação, e para que possam ser separadas do meio aquoso, utiliza-se a sequência de tratamento: coagulação, floculação, decantação e filtração para se chegar à água final (água tratada).

Após adicionar um coagulante na água bruta (de captação), há uma reação com os álcalis (na forma de hidróxidos e/ou carbonatos e/ou bicarbonatos) natural; ou adicionado em condições ideais de pH (corrigido por um alcalinizante) e concentração, para que haja uma desestabilização dos sólidos, colóides, presentes na água bruta que, seguido de um processo de agitação lenta, promoverá a formação de partículas maiores denominadas flocos, que tem maior probabilidade de sedimentarem.

O produto químico utilizado como coagulante é o cloreto férrico, e como alcalinizante utiliza-se em muitos casos a cal virgem, cal hidratada ou soda cáustica. A qualidade dos produtos químicos utilizados, bem como suas concentrações, são de vital importância para o ótimo desempenho do tratamento.

Na floculação há a agregação dos coágulos ocasionada pela agitação lenta (tecnicamente estabelecida) da água que entra nos floculadores, para a formação de flocos maiores, mais densos e com maior velocidade de sedimentação.

Em seguida, a água flui para os decantadores, tanques apropriados para a decantação/sedimentação dos flocos gerados no floculador, tecnicamente dimensionados para que haja maior tempo de contato da água com o espaço calculado, e consequente separação de sólidos. Os sólidos depois de decantados/sedimentados darão origem ao que chamamos de lodo de estação de tratamento de água (lodo de ETA).

Em seguida à decantação, a água segue para o processo de filtração, onde filtros devidamente dimensionados e compostos de pedra, e areia (de diferentes tamanhos e redundância), e carvão, auxiliarão na filtragem de remanescentes de flocos, coágulos e possíveis partículas indesejáveis presentes na água após o processo de decantação. Com o tempo, estes constituintes dos filtros precisam ser limpos para que se tenha um maior rendimento de filtragem, o que se dá num intervalo determinado de acordo com a característica da água filtrada (ou por tempo, em horas, determinado), que sofre análise constante através de aparelhos de bancada e em campo (on-line) e são visualizados através de sistema supervisório (informatizado com leitura em terminais de computador, à disposição dos técnicos que operam a estação, on-line). O fluxograma a seguir (figura 1) descreve o processo.

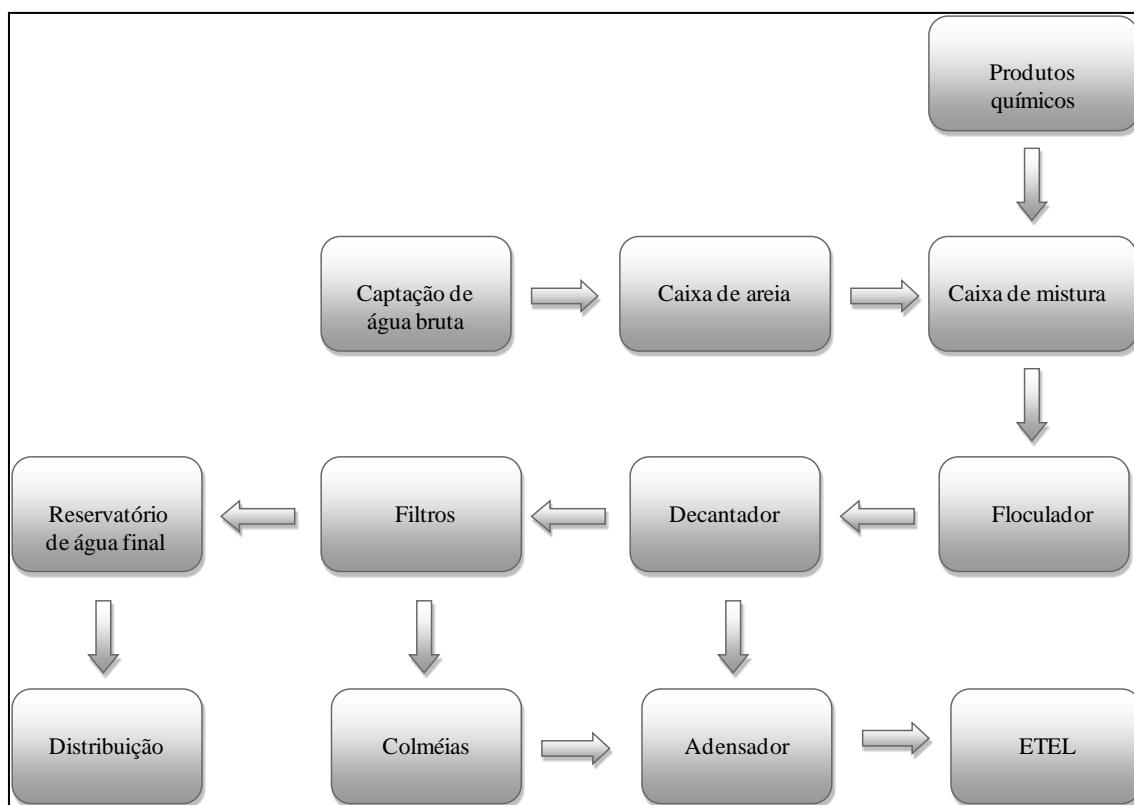


Figura1. Etapas do tratamento de água.

Após a lavagem dos filtros, obtêm-se uma água com as partículas remanescentes de decantação, porém com menor concentração do que aquelas presentes no decantador.

As águas provenientes do decantador são diretamente carregadas e bombeadas para um tanque chamado adensador, que tem a função de adensar este lodo, o qual é mantido homogêneo através de agitadores. A água proveniente da lavagem dos filtros segue para tanques chamados de colméias (tanques de decantação das águas de lavagem dos filtros), que atuam na concentração do lodo existente nesta água. Após certo tempo de sedimentação, a água sobrenadante é enviada para a captação (início do processo de tratamento) e o sedimentado, mais concentrado em lodo, segue para o adensador, juntamente com a água proveniente dos decantadores. As figuras 2 e 3 mostram os filtros e o tanque adensador da ETA.



Figura 2. Filtros



Figura 3. Tanque adensador.

O adensador opera exclusivamente para a alimentação de um sistema de desidratação que tem várias configurações técnicas, podendo trabalhar com filtros prensa, centrífugas de desaguamento, etc. O sistema em questão opera com centrífugas, que necessitam de polímeros específicos que reagirão com o lodo, dando-lhes maiores condições de secagem.

O lodo, que ainda contém sólidos grosseiros provenientes dos decantadores, após sair dos adensadores passa por uma peneira que tem a função de reter estes sólidos grosseiros (como folhas e gravetos); em seguida o lodo é enviado para a linha de alimentação das centrífugas. As figura 4 e 5 mostram centrífugas utilizadas no processo.



Figura 4. Centrífuga utilizada no processo de desidratação do lodo.



Figura 5. Vista interna da centrífuga.

Na linha de alimentação junto às centrífugas, responsáveis pelo processo de desaguamento/desidratação, há a introdução do lodo bruto juntamente com um polímero. A centrífuga fará mecanicamente a separação de uma torta, que é um concentrado de lodo, de uma água remanescente. Pela qualidade desta água, normalmente chamada por clarificado, pode-se verificar se o processo está recebendo uma quantidade adequada de polímero. Caso isso não ocorra, o clarificado apresenta tom marrom escuro – excesso de lodo bruto, ou leitoso – grande quantidade de polímero.

Para verificar se o processo de desidratação está seguindo critérios adequados, analisa-se a torta através da composição de sua umidade e porcentagem de sólidos, onde quanto menor a umidade e maior a quantidade de sólidos, melhor a qualidade do processo. O fluxograma expressado na figura 6 abaixo descreve as etapas da desidratação e destinação do lodo.

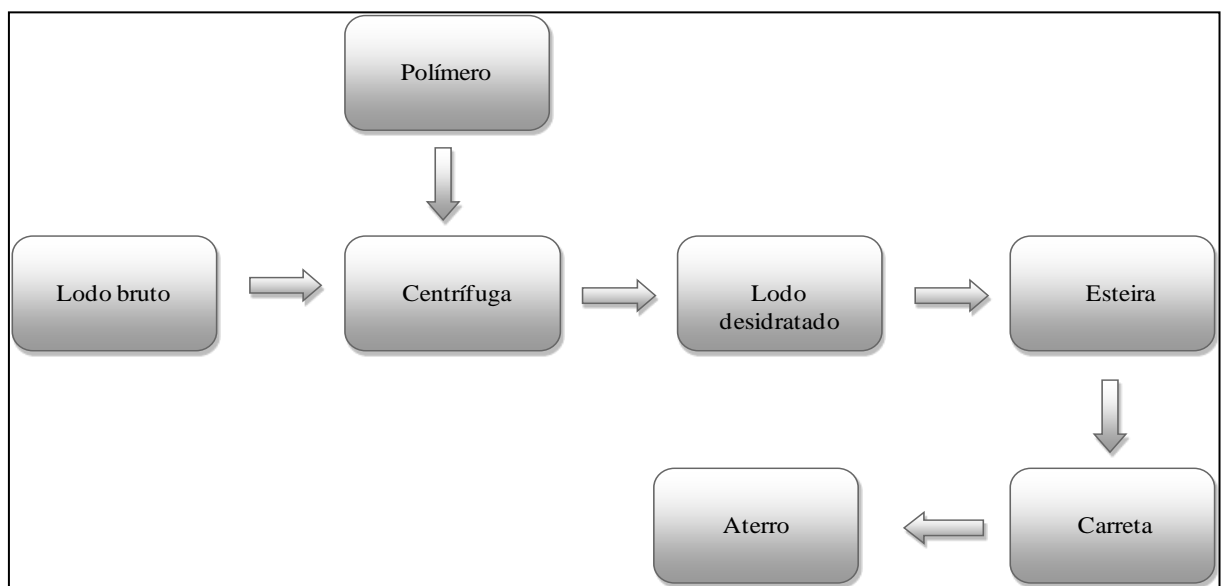


Figura 6. Etapas do tratamento do lodo.

A torta gerada no processo é enviada para esteiras de transporte, onde é depositada em carretas e enviada para aterro sanitário em Mauá, na Grande São

Paulo. As figuras 7 e 8 mostram respectivamente a torta sendo transportada para as carretas e a torta em cima da carreta.



Figura 7. Torta sendo transportada por esteiras até a carreta.



Figura 8. Torta na caçamba da carreta.

3.2. DISPOSIÇÃO FINAL DO LODO

Até a década de 90, todo resíduo gerado nas Estações de Tratamento de Esgoto era lançado nos corpos d'água mais próximos da ETA sem nenhum tipo de tratamento, o que passou a acarretar sérios impactos ambientais como aumento do teor de sólidos da água, assoreamento do corpo d'água, alteração da cor, da turbidez e da concentração de alumínio e ferro, redução do pH, solubilização de metais contidos no lodo, liberação de odores, redução da quantidade de oxigênio dissolvido, toxicidade crônica aos organismos aquáticos, impacto visual, além de potencial risco à saúde. No entanto, com a promulgação de um conjunto de leis, dentre elas a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9.433/97, e a Lei de Crimes Ambientais, Lei 9.605/9, as empresas de saneamento básico foram obrigadas a se adequar e dispor seus resíduos de acordo com a nova legislação.

Nesse sentido, o alto custo de destinação e os riscos potenciais ao ambiente e à saúde, vem motivando pesquisas que buscam a solução para se dispor adequadamente ou reciclar esse tipo de resíduo. As alternativas de disposição final mais comumente empregadas são: disposição em aterro sanitário, disposição no

solo, disposição em ETE, reciclagem do lodo na fabricação do cimento, uso agrícola e incineração. Outros métodos, no entanto, apresentam potencial para serem utilizados, como o cultivo de grama comercial, plantação de cítricos, compostagem, recuperação de coagulante, recuperação de solos, entre outros.

3.2.1. DISPOSIÇÃO EM ATERRO SANITÁRIO

Atualmente, este é o tipo de disposição mais empregado pelas ETAs e consiste no confinamento do resíduo sob uma camada de terra, onde ocorre a decomposição anaeróbia das substâncias orgânicas. Com o processo de decomposição há formação de chorume e gases poluentes que podem contaminar o solo, a água e o ar. Assim, é importante que haja um rigoroso controle ambiental quando essa alternativa é escolhida.

Além disso, necessita-se de grandes áreas para a implantação de aterros sanitários, e esse método é bastante inviável do ponto de vista econômico, pois os gastos com transporte do resíduo até o aterro são significativamente altos.

Não obstante, pelo fato da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) composta por seus nove municípios, onde se encontra a cidade de Cubatão, estar em uma área em que de um lado existe o Oceano Atlântico e do outro a área de preservação ambiental da Serra do Mar, não existe área adequada para a criação de aterros sanitários. O único aterro existente na região é o Sítio das Neves em Santos/SP,

4. METODOLOGIA

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO LODO DA ETA-CUBATÃO

Para caracterizar os componentes químicos presentes no lodo da ETA, que por definição é classificado pela NBR 10004, (ABNT, 2004) como resíduo sólido de classe II, foram realizadas análises físico-química. As análises realizadas foram: teor

de umidade, teor de sólidos, perda ao fogo e determinação quantitativa de óxidos metálicos.

O teor de umidade foi determinado por variação de massas após secagem da amostra do lodo, na estufa por aproximadamente 16 horas em temperatura de 110°C.

A análise do teor de cinzas ocorreu por aquecimento da amostra em mufla a 730 °C, com tempo de permanência de 8 horas.

A determinação quantitativa dos metais na forma de óxidos foi realizada por espectrometria de absorção atômica, segundo metodologia da norma técnica ASTM D 3682-01 (2006).

As tabelas 1 e 2 mostram os resultados das análises realizadas.

Tabela 1. Teor de sólidos, umidade e cinzas da torta.

Teores analisados	
Elemento	(%)
Sólidos	43,76
Umidade	56,23
Cinzas	81,20

Tabela 2. Composição química da torta seca e calcinada, umidade e percentual em massa.

Elemento	% em massa na torta seca e calcinada	% em massa na torta seca	% em massa na torta
Al₂O₃	6,93	5,66	2,46
SiO₂	15,93	12,45	5,41
CaO	0,52	0,43	0,18
Fe₂O₃	75,45	61,67	26,81
MnO	0,19	0,16	0,07
TiO₂	0,35	0,29	0,12
Na₂O	0,15	0,12	0,05
K₂O	0,25	0,20	0,09
ZnO	0,03	0,02	0,01
Perda por calcinação	0,90	19,00	8,56
Umidade	-	-	43,76
TOTAL	100,00	100,00	100,00

Com base nas análises foi possível identificar qualitativamente e quantitativamente os principais componentes desse resíduo e suas respectivas concentrações, informações imprescindíveis para se propor a solução apresentada.

5. RESULTADOS

As figuras 9 a 19 mostram alguns resultados obtidos com a solução.

	
Figura 9. Quatro tonalidades de tintas produzidas: marrom escuro, marrom claro, bege escuro e bege claro.	Figura 10. As quatro tonalidades pintadas em uma tela de amostragem.
	
Figura 11. Marrom escuro	Figura 12. Bege escuro:

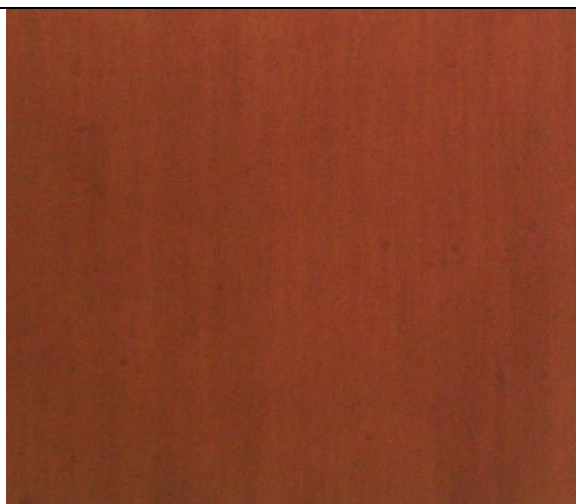


Figura 13. Marrom claro:

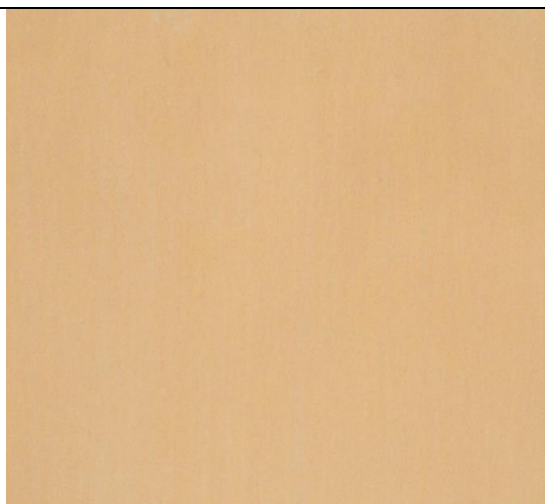


Figura 14. Bege claro:



Figura 15. Amostra da tela de amostragem, juntamente com latas de estocagem.



Figura 16. Exemplo de aplicação no segmento imobiliário.



Figura 17. Experimentos de formulação.



Figura 18. Cores produzidas.



Figura 19. Aplicações testes.

5.1. ESTUDO DE PRELIMINAR DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Este estudo foi realizado apenas para ter um parâmetro comparativo de viabilidade econômica, onde de forma básica foi embasado e calculado pelos respectivos insumos embalagem, mão-de-obra, transporte, tributos fiscais ,

O estudo demonstrou que o total líquido para a produção das tintas acrílicas foram estiados em torno de 20% abaixo do que as tintas convencionais

5. CONCLUSÃO

O projeto de pesquisa e desenvolvimento foi realizado durante aproximadamente um ano e meio, contabilizando-se um custo de R\$ 165.000,00 que inclui o processo de registro da propriedade intelectual (patente). Durante essa fase experimental foram reutilizadas cerca de 180 toneladas de lodo. Assim, o objetivo de produzir uma inovadora forma de reutilização do resíduo foi alcançado, onde a alternativa proposta - produção de tintas acrílicas se mostrou de grande relevância, obtendo-se resultados satisfatórios de qualidade e economia.

No que diz respeito ao estudo de viabilidade econômica prévio, os resultados demonstraram que o custo de produção das tintas ecológicas pode ser abaixo dos congêneres. Este dado, aliado a um mercado de tintas sólido e promissor tornam-se informações imprescindíveis para a viabilidade do projeto.

Além disso, a cobrança do mercado consumidor por produtos que sejam sustentáveis e ecologicamente corretos na construção civil contribuem significativamente para o objetivo proposto.

Em termos de qualidade como: poder de cobertura, durabilidade em longo prazo, índice de refração, as ecotintas produzidas se mostraram de excelente fixação e estética.

Para tanto, há necessidade de novas iniciativas públicas e privadas para a difusão, incentivo para a ampliação e comercialização da inovadora tinta ecológica, como por exemplo, a criação de uma sinergia com as empresas e CDHU e para se utilizar a tecnologia apresentada em suas construções habitacionais populares, conforme está prevista em sua nova política de sustentabilidade - utilização de componentes sustentáveis em suas construções, e/ou aproveitar as indústrias de tintas da região para fomentar tal sinergia.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Classificação de resíduos sólidos: NBR 10004. Rio de Janeiro, 2004a.

ASTM D3682 - 01(2006) Standard Test Method for Major and Minor Elements in Combustion Residues from Coal Utilization Processes.

BRASIL. Decreto 7.404 de 23 de Dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. In: Presidência da República Brasileira, Brasília, 2010a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2007_2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 3 de fevereiro de 2011.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e Dá Outras Providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9433.htm>. Acesso em 10 ago. 2011.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/9605-98.htm>>. Acesso em 09 de ago. de 2011.

BREDA, C. C.; GOUVÊA, C. A. K.; GALIZZI, D. Caracterização do lodo gerado pela ETA do Cubatão e avaliação dos impactos na destinação final. Disponível em: <http://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&lr=&q=related:GfdjswcdiEkJ:scholar.google.com/&um=1&ie=UTF-8&ei=u7vqTLjbloyTnwfW-dWvDQ&sa=X&oi=science_links&ct=sl-related&resnum=1&ved=0CBkQzwlwAA>. Acesso em: 10 out. 2010.

CINTRA FILHO, O. A. Sistema convencional de água de abastecimento. São Paulo: SABESP, 2008.

JANUÁRIO, G. F. Planejamento de aspectos ambientais envolvidos na disposição final de lodos das estações de tratamento de água da região metropolitana de São Paulo. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 117-126 p. 2007.

PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO – PROSAB. Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura. Curitiba, 1999. 76 p.

TEIXEIRA, S. R., et al. Efeito da adição de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades de material cerâmico estrutural. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v52n323/32092.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2010.