



XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

Tratamento ambientalmente adequado para os resíduos provenientes de furtos de transformador

Ana Carolina Barros De Gennaro Veredas		
Elektro Eletricidade e Serviços SA		
ana.genaro@elektro.com.br		

Palavras-chave

Resíduos

Co-processamento

Furto de transformador

Gestão ambiental

Resumo

O número de ocorrências de furto de transformadores na área rural tem aumentado progressivamente nos últimos anos, dentro da área de concessão da Elektro Eletricidade e Serviços S/A. Na grande maioria das vezes, o objeto de interesse do furto são as bobinas do núcleo do transformador, feitas de cobre, material muito valorizado no mercado de reciclagem, porém, durante a ocorrência, algumas vezes o óleo isolante, na qual a peça encontra-se imersa, é derramado no chão no próprio local da ocorrência pelo agente, para facilitar a ação. Este solo então passa a se configurar como potencial agente impactante e deve ser removido, a fim de evitar qualquer contaminação localizada que venha a atingir o lençol freático e deve ser disposto adequadamente.

Este trabalho tem por objetivo apresentar o modelo de gestão aplicado pela Elektro Eletricidade e Serviços S/A a estes resíduos gerados nos furtos de transformador, em especial nas áreas rurais, compostos basicamente de terra contaminada.

1. Introdução

Nos últimos anos, tem-se observado uma crescente preocupação com respeito às práticas de conservação ambiental e minimização de impactos ambientais, com destaque para questão do tratamento dado aos resíduos gerados nas diversas atividades humanas. Esse comportamento se insere no contexto de uma legislação cada vez mais exigente, do desenvolvimento de políticas econômicas, da criação de outras medidas destinadas a estimular a proteção do meio ambiente e de uma crescente preocupação das partes interessadas em relação às questões

ambientais e ao desenvolvimento sustentável. Torna-se imperativa então, a busca de um desenvolvimento sustentável que assegure a capacidade de suporte do sistema de controle ambiental.

O acirramento dos debates sobre o desenvolvimento sustentável e a conseqüente vinculação deste conceito com a Gestão Ambiental, fizeram com que sua definição extrapolasse as fronteiras do Sistema de Gestão Ambiental - SGA, definido pela NBR ISO 14001:2004. Hoje o conceito é aplicado a processos gerenciais mais amplos, que incluem atividades de planejamento, relações institucionais, interação com a sociedade, além das diretamente relacionadas à produção do bem ou do serviço propriamente dito. O gradativo aumento de certificações conforme a norma NBR ISO 14001 no país demonstra esta tendência (Genaro, 2006).

Portanto, a implantação da gestão ambiental está exigindo, uma nova forma de gerenciar, pois representa um processo de mudança estratégica e comportamental de toda a organização, nos diversos processos e nas pessoas de cada empresa. A adequada gestão dos resíduos gerados, direta e indiretamente nas atividades desenvolvidas por uma organização, reflete esta mudança na forma de gerenciamento.

2. Métodos

2.1 Classificação dos Resíduos

O tratamento e a disposição final adequada dos resíduos sólidos dependem de sua classificação em classe I (perigoso) ou II (não perigoso: IIA não inerte e IIB- inerte), proposta pela NBR 10.004:2004 – Classificação de Resíduos (ABNT, 2004). De maneira geral, esta classificação se dá a partir das análises físico-químicas sobre o extrato lixiviado, obtido a partir da amostra bruta do resíduo. As concentrações dos elementos detectados nos extratos lixiviados são então comparadas com os limites máximos estabelecidos nas listagens constantes na norma.

Complementarmente, um resíduo é classificado como perigoso por apresentar periculosidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade, características estas definidas pela norma supracitada. Resíduos que apresentem pelo menos uma das características acima são classificados como resíduos classe I. Aqueles que não apresentam nenhuma destas características são classificados como classe II.

Apesar de a NBR 10.004 ser baseada em procedimentos americanos, relacionados no Code of Federal Registry - Title 40 (CFR 40) - Protection of Environment (USA, 1994), a classificação dos resíduos sólidos em três classes é peculiar à norma brasileira, pois o CFR 40 orienta para a classificação dos resíduos apenas em perigosos e não-perigosos, sem mencionar o teste de solubilização dos resíduos, que é o principal responsável pela classificação dos resíduos não-inertes e inertes segundo a norma brasileira.

2.2 Óleo Mineral de Isolante

O óleo mineral em um transformador tem duas funções básicas: isolamento e refrigeração. Para exercer as funções de isolante elétrico e térmico o óleo a ser utilizado tem que apresentar uma viscosidade tal que permita a sua rápida circulação entre as fontes de calor e o meio externo, portanto outra característica de um óleo de transformador é a sua baixa viscosidade. Devido a esta característica, quando ocorre algum vazamento no solo, a tendência é o óleo rapidamente percolar e penetrar no solo,

atingindo grandes áreas, por isso é muito importante que a contenção e remoção sejam realizadas o mais breve possível, para evitar o alastramento da contaminação no local atingido pelo vazamento.

Em compensação, pelo fato do óleo circular e estar em contato com todos os materiais componentes de um transformador, sendo que estes materiais não podem sofrer perder suas propriedades originais, o óleo mineral possui baixa reatividade química. Esta característica é favorável quando de um vazamento, pois em contato com outros materiais não há reações adversas ou que possam originar componentes mais danosos e impactantes ao meio ambiente.

Atualmente, no mercado brasileiro, encontramos 2 tipos de óleos isolantes minerais classificados como parafínico e naftênicos, esta classificação diz respeito ao petróleo básico do qual foi refinado. Para fins avaliação dos potenciais impactos ao meio ambiente podemos considerar igualmente os dois tipos, sem necessidade de diferenciação. Nas instalações da Elektro é utilizado o óleo tipo A (naftênico).

A principais características físico-químicas de um óleo de transformador tipo A estão descritas na tabela abaixo:

Tabela 01 – Principais propriedades físico-químicas de óleo de transformador tipo A

Características	Unidades	Especificação	
		Mínimo	Máximo
Aparência	---	O óleo deve ser claro, límpido, isento de matérias em suspensão ou sedimentadas	
Densidade a 20/4° C	---	0,861	0,900
Viscosidade a 20° C 40° C 100° C	cst		25,0 11,0 3,0
Ponto de Fulgor	°C	140	---
Ponto de Fluidez	°C	-39	---
Índice de Neutralização (IAT)	mg KOH /g	---	0,03
Tensão Interfacial à 25° C	mN/m	40	---
Cor	---	---	1,0
Teor de água	ppm	---	35
Cloretos	---	Ausentes	
Sulfatos	---	Ausentes	
Enxofre Corrosivo	---	Não Corrosivo	
Ponto de anilina	°C	63	84
Índice de Refração a 20° C	---	1,485	1,500
Rigidez dielétrica	KV	30	---
Fator de potência a 25° C 100° C	---	---	0,05 0,50
Fator de dissipação (Tg a 90°C)	---	---	0,40
Estabilidade à oxidação Índice Neutralização (IAT) Borra	mg KOH /g % massa	---	0,40 0,10
Fator de dissipação (Tg a 90°C)	%	---	20
Teor de inibidor e oxidação DBPC / DBP	% massa	---	0,08

2.3 Alternativas de tratamento para os resíduos gerados

Dentre as tecnologias existentes para tratamento e destinação dos resíduos industriais produzidos no Brasil, podemos citar principalmente: reuso, reciclagem, disposição em aterro, co-processamento e incineração.

Inicialmente se busca primeiramente evitar a geração do resíduo. Em seguida, se possível, reutilizá-lo. Caso não seja possível, a reciclagem é o caminho a ser seguido. Quando nenhuma das alternativas é possível buscam-se os aterros, a incineração ou co-processamento. As três tecnologias podem ser utilizadas, sendo que cada uma tem suas vantagens e desvantagens, além de poderem ser aplicadas ou não, de acordo com a tipologia do resíduo.

Uma breve explanação dos tratamentos mais comuns, bem como as razões que auxiliaram a Elektro na tomada de decisão do tratamento mais interessante aos resíduos gerados nas ocorrências de furto, é realizada nos tópicos 2.3.1, 2.3.2 e 2.3.3 a seguir.

2.3.1 Disposição de resíduos em aterros

É o processo de disposição de resíduos sólidos no solo fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite a confinamento segura em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública, minimizando os impactos ambientais.

Antes de se projetar o aterro, são realizados estudos geológico e topográfico afim de selecionar a área a ser destinada para sua instalação impacte o menos possível o meio ambiente. É feita, inicialmente, impermeabilização do solo através de combinação de argila e manta específica de material plástico de alta densidade, para evitar infiltração dos líquidos percolados, no solo. Os líquidos percolados são captados (drenados) através de tubulações e escoados para tratamento posterior. Para evitar o excesso de águas de chuva, são colocados tubos ao redor do aterro, que permitem desvio dessas águas.

Os gases liberados durante a decomposição da matéria orgânica presente são captados e podem ser queimados com sistema de purificação de ar ou ainda utilizados como fonte de energia (aterros energéticos). Alguns aterros no Brasil que já aproveitam energeticamente o gás gerado (biogás) estão localizados nos municípios de Salvador/BA, Nova Iguaçu/RJ, Caieiras e São Paulo, inclusive com obtenção de créditos de carbono.

Para o correto monitoramento ambiental do empreendimento, devem ser construídos poços de monitoramento para avaliar se estão ocorrendo vazamentos e contaminação do lençol freático a montante e a jusante, no sentido do fluxo da água do lençol freático, além de análises periódicas no efluente (percolado).

Esta tecnologia pode ser utilizada para tratar resíduos perigosos e não perigosos, desde que sejam realizadas algumas modificações na planta e cuidados complementares, tais como dupla camada de impermeabilizante e dreno testemunho, quando o local receber resíduos perigosos. Uma vez adequadamente operado é uma técnica segura e ambientalmente correta para o tratamento e disposição de resíduos. É a tecnologia mais utilizada e de menor custo, por isso mais competitiva quando comparada com co-processamento e incineração.

Os resíduos dispostos em aterros devem ser tanto quanto possível, secos, estáveis, pouco solúveis e não voláteis. Quando os resíduos não preenchem estas condições devem preferencialmente passar por processos de estabilização, que consistem de processos físico-químicos destinados a reduzir a presença de lixiviáveis, corrigir o pH, aumentar a resistência física, secá-lo, entre outros.

Não devem ser dispostos nos aterros de resíduos perigosos ácidos, bases fortes, compostos orgânicos muito solúveis e voláteis, materiais inflamáveis e explosivos e rejeitos radioativos. Entretanto, com o emprego de técnicas especiais de estabilização, encapsulamento, solidificação e vitrificação é possível dispor desses materiais (Valle, 2004).

Embora apresente garantias do ponto de vista sanitário, a tecnologia apresenta algumas desvantagens:

- Desperdício de matérias-primas, pois os materiais com que se produziram os objetos e resíduos dispostos se perdem definitivamente.
- Ocupação sucessiva de locais para deposição, à medida que os mais antigos se vão esgotando. Numa perspectiva de médio e longo prazo este é um problema grave, pois normalmente apenas um número reduzido de locais reúne todas as condições necessárias para ser escolhido.

No que tange à disposição, a progressiva escassez de áreas disponíveis para aterro, associada ao permanente monitoramento dos mesmos em relação à contaminação do solo e do aquífero, mesmo após o seu encerramento, transforma a disposição de resíduos em um alvo de certa resistência por parte da sociedade e dos geradores, devido também ao princípio da co-responsabilidade (Sisinno, 2003).

2.3.2 Processo de Co-Processamento

Co-processamento é a técnica de destruição térmica em altas temperaturas em fornos de fabricação de clínquer, devidamente licenciados para este fim, com aproveitamento de conteúdo energético e/ou fração mineral, sem a geração de novos resíduos e contribuindo para a economia de combustíveis e matérias-primas minerais não-renováveis.

Os fornos de cimento reúnem algumas características que os recomendam como possíveis instalações para a eliminação de resíduos perigosos, principalmente se esses resíduos forem combustíveis e puderem ser destruídos por reação com o oxigênio. Os gases no forno de clínquer atingem temperaturas máximas de 2000 °C no queimador principal e permanecem a temperaturas acima dos 1200 °C por períodos de 4-6 segundos. Por sua vez o clínquer sai do forno a temperaturas da ordem dos 1450 °C. Estas temperaturas são das mais elevadas encontradas em qualquer processo industrial e o tempo de residência dos gases a alta temperatura é também bastante superior ao obtido em outros processos de combustão alternativos. Assim, um forno de clínquer é um local com condições ótimas para uma queima ou destruição eficaz de qualquer resíduo orgânico que se possa oxidar/decompor com a temperatura.

Entre os materiais que podem ser co-processados em uma fábrica de cimento estão: borras oleosas, graxas, lodos de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), tortas de filtração, borras ácidas, catalisadores usados, pneus, emborrachados, além de outros materiais, tais como areias, terras, Equipamentos de Proteção Individual (EPI), solventes, serragens, papéis, embalagens, entre outros. Em virtude da legislação vigente, Resolução Conama 264/99, ou por aspectos inerentes à tecnologia,

alguns tipos de resíduos não são adequados para destinação final através do co-processamento, tais como resíduos hospitalares não-tratados, lixo doméstico ou urbano não-classificado, materiais radioativos, materiais explosivos, fossas orgânicas, pilhas e baterias, resíduos com altos teores de cloro ou metais pesados, pesticidas, ascaréis, entre outros.

A maior parte das empresas de cimento do Brasil realiza co-processamento em suas plantas. Na Europa, nos Estados Unidos e em outros países do mundo o co-processamento é uma prática habitual, considerada favorável em termos ambientais.

Os padrões estabelecidos pelos órgãos ambientais para o controle de fontes de emissão atmosférica são muito rigorosos, uma planta de co-processamento é monitorada 24 horas. Para que o controle das emissões seja realizado com total segurança, são realizados estudos minuciosos para verificar as características físicas e químicas dos resíduos que serão co-processados, definindo cuidadosamente a quantidade de resíduos alimentada no forno de cimento, de forma a garantir que as emissões estejam sempre abaixo dos limites impostos pela legislação (Pereira, 2002).

Seu diferencial em relação as demais técnicas de queima está no aproveitamento do resíduo como potencial energético ou substituto de matéria-prima na indústria cimenteira, sem qualquer alteração na qualidade do produto final e sem a geração de nenhum novo resíduo (escória ou cinza).

2.3.3 Incineração

A incineração é um processo de decomposição térmica, onde há redução de peso, do volume e das características de periculosidade dos resíduos, com a conseqüente eliminação da matéria orgânica e características de patogenicidade (capacidade de transmissão de doenças) através da combustão controlada. A redução de volume é geralmente superior a 90% e em peso, superior a 75%. É um processo de destruição térmica realizado sob alta temperatura - 900 a 1250 °C com tempo de residência controlado, que através da decomposição térmica via oxidação da parcela orgânica dos resíduos, transforma-a em uma fase gasosa e outra sólida, com conseqüente redução de volume.

A unidade de combustão constitui a parte fundamental de um incinerador porque do seu funcionamento depende a capacidade do incinerador para destruir mais, ou menos, eficazmente os resíduos orgânicos perigosos. Há diferentes tipos de tecnologias aplicadas na queima de resíduos perigosos que incluem majoritariamente fornos rotativos, sistemas de injeção líquida e sistemas em leito fluidizado.

A maioria dos incineradores comerciais de resíduos perigosos é do tipo forno rotativo devido à sua maleabilidade e capacidade para tratar diferentes tipos de resíduos, pois podem processar resíduos na forma líquida e sólida, aceitando também resíduos em caixas fechadas ou barricas de papelão. Os fornos rotativos utilizados na incineração de resíduos perigosos são constituídos tipicamente por duas partes: o forno rotativo propriamente dito e a câmara de pós-combustão. Na câmara de pós-combustão completa-se a queima dos gases, iniciada no forno rotativo.

Uma das vantagens da planta de incineração é que permite co gerar energia, através de uma caldeira de recuperação.

Dentre as vantagens da incineração podemos citar que os incineradores permitem uma maior maleabilidade na escolha do local de instalação, de modo a minimizar os efeitos ambientais relativos às emissões e os custos e riscos do transporte dos resíduos desde os seus locais de produção, uma vez que o co-processamento em cimenteiras só pode ser efetuado em unidades já existentes e dá uma possibilidade de escolha muito menor. A gama de resíduos que a técnica possibilita que sejam incinerados é maior e mais abrangente, por exemplo resíduos farmacêuticos e com ascarel são permitidos (Gomes e Dinis, 2005).

O investimento na instalação de uma unidade de incineração de resíduos perigosos é bem maior do que o necessário para adaptar uma cimenteira para o co-processamento. Como consequência os custos de tratamento de resíduos são bastante mais elevados na incineração quando comparado ao co-processamento. Enquanto no co-processamento o resíduo é queimado e incorporado ao produto, na incineração novos resíduos são formados (cinzas, efluente de lavagem dos gases e escória).

3. Logística de retirada, armazenamento, transporte e destinação – Procedimento Elektro

Para a correta logística de retirada, armazenamento, transporte e destinação dos resíduos gerados nos furtos e demais ocorrências onde haja geração de resíduo similar (explosão de equipamento, por exemplo), foi necessário um estudo de forma a abranger todas as etapas do processo adequadamente, conforme a quantidade gerada e que fosse apropriada em toda a extensão da área de concessão.

Dessa forma estabeleceu-se que detectada a ocorrência, é realizada uma ordem de serviço para a substituição do equipamento e aberto um boletim de ocorrência, nos casos de furto. Em casos na área rural, onde há derramamento de óleo no solo, é providenciada a remoção de todo o material até não mais haver vestígios de óleo no local, e adicionalmente retirada uma camada de segurança de 7 cm de solo, a fim de garantir que todo o óleo seja efetivamente removido. Caso haja derramamento de óleo no piso, a remoção do óleo é feita através da absorção com serragem ou outro material absorvente. Todo o resíduo deve ser acondicionado em tambores, bombonas, big-bags ou caçambas, conforme a quantidade de resíduo gerado. A remoção deve ser realizada utilizando-se os EPIs adequados, por pessoal treinado e empresa habilitada.

Para o transporte do equipamento avariado, os veículos são dotados de um kit de transporte, composto de bandeja de contenção, serragem, funil, mangueira com bomba de sucção e sacos plásticos. A bandeja possibilita que o equipamento seja transportado e que nenhum vestígio de óleo restante contamine o solo ou veículo, durante o deslocamento.

A sistemática de remoção, acondicionamento e transporte foi detalhada em procedimentos formalmente escritos e pertencentes ao Sistema de Gestão Ambiental implantado na empresa.

4. Resultados e Discussões

De forma a abranger toda a área de concessão, foram licenciadas unidades, em especial as localidades mais afetadas, pois apesar das ocorrências de furto acontecem em toda a área de concessão da empresa, elas reincidem em algumas regiões específicas. As unidades foram licenciadas através da emissão de CADRIs – Certificado de Aprovação de Destinação de Resíduos Industriais, documento emitido pela Cetesb – Órgão Ambiental do Estado de São Paulo e devem ser dotadas da infra-estrutura

mínima necessária para armazenamento de resíduos gerados em furtos. No total foram selecionados 19 locais para o armazenamento dos resíduos.

Os resíduos gerados nas ocorrências de furto basicamente se caracterizam como terra, brita, areia, serragem contaminada com óleo isolante, que através de análise laboratorial foi classificado como resíduo classe I – perigoso. Uma vez definida a classe do resíduo, foi realizada uma abordagem em relação às vantagens e desvantagens de cada processo de tratamento oferecido no mercado, onde o custo não foi a única questão envolvida, mas também os aspectos ambientais e de viabilidade e continuidade do negócio, além do alinhamento com os objetivos estratégicos da empresa.

Anteriormente a alternativa selecionada para tratar estes resíduos foi a disposição em aterros, devido a entre outros fatores a maior oferta no mercado de plantas licenciadas no estado de São Paulo, pertencentes a empresas idôneas e comprometidas. Em 2006 analisando o histórico de geração, tendências de mercado e geração e as vantagens das tecnologias oferecidas, decidiu-se pela mudança para o co-processamento, apesar do custo do mesmo ser de aproximadamente 4 vezes maior que disposição em aterro, inclusive porque a planta licenciada não se localiza no estado de São Paulo, gerando um incremento de custo. O co-processamento apresentou vantagens que foram decisivas na seleção, tais como: eliminação de geração de passivos, além do aproveitamento do resíduo como potencial energético, sem qualquer alteração na qualidade do produto final e sem a geração de nenhum novo resíduo.

A seguir é apresentado um gráfico comparativo com a quantidade de resíduo gerado em ocorrências de furto *versus* a quantidade de resíduo gerado por problemas com manutenção dos equipamentos, explosões provenientes de descargas atmosféricas ou problemas mecânicos.

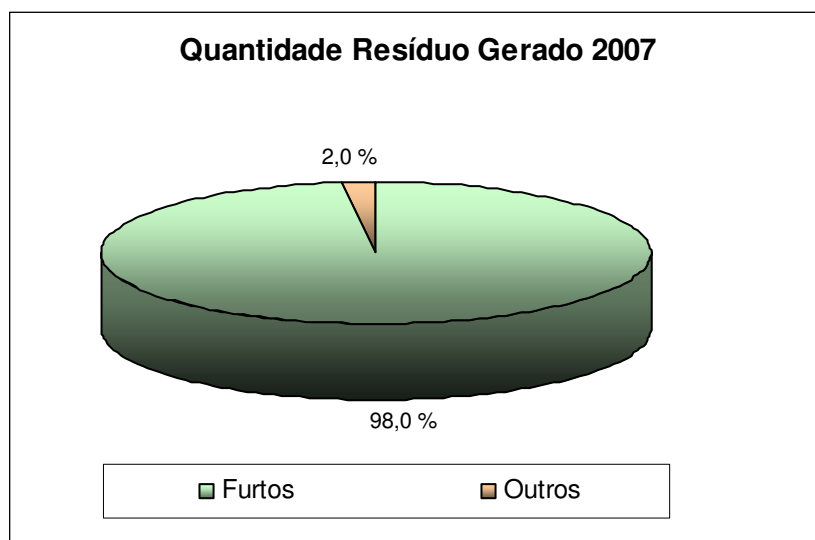


Gráfico 01 – Quantidade, em termos percentuais, de resíduo gerado nas ocorrências de furto e por demais problemas.

Verifica-se que a grande parcela deste tipo de resíduo (terra, brita, areia, serragem contaminada com óleo isolante) é proveniente de furtos, e que uma definição para sua tratativa é de significativa importância, bem como parâmetros e metodologia para sua remoção, acondicionamento, transporte e tratamento ambientalmente e legalmente adequados.

5. Conclusões

Fica evidenciado que uma gestão ambiental eficaz não pode se satisfazer com o simples cumprimento legal, mas buscar formas de conciliar viabilidade e custo com responsabilidade sócio-ambiental na destinação final dos resíduos gerados pelos processos ou atividades envolvidos. Isto requer quase sempre um planejamento mais abrangente, alterações em rotinas de atividades e mudanças de cultura na empresa.

A sistemática selecionada pela Elektro para a gestão dos resíduos gerados durante as ocorrências de furto se revelou eficaz, adequada à natureza e tipologia dos resíduos e abrangente com relação à área de concessão, que é bastante distribuída. Vale ressaltar que na Europa os volumes de resíduos co-processados cresceram de aproximadamente 50 mil toneladas em 1970 para cerca de 10 milhões de toneladas em 2001 (Ávila, 2002). Adicionalmente, em função da aprovação da Lei de Crimes Ambientais, várias empresas no Brasil têm procurado o co-processamento como solução para tratamento dos resíduos gerados por ser uma solução inteligente para os resíduos, e em linha com os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

6. Referências Bibliográficas

- 1 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 14001 – Sistema de Gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso*. Rio de Janeiro, 2004.
- 2 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10004 Resíduos Sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro, 2004.
- 3 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 8419 Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos*. Rio de Janeiro, 1992.
- 4 ÁVILA, C - Uma solução inteligente para resíduos. *Revista Meio Ambiente Industrial* Ed 36, nº 35 março/abril de 2002.
5. CODE OF FEDERAL REGISTRY - Title 40 (CFR 40) - Protection of Environment United States of America, 1994.
6. GENARO, A.C.B – Gestão ambiental de empresas contratadas. Trabalho técnico apresentado no XVII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica e presente nos Anais. Belo Horizonte/MG, 2006.
7. GOMES, D.A; DINIS, A. Incineração vs Co-Incineração. *Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia*, p. 66-82, Portugal, 2005.
8. PEREIRA, V. - O que garante a segurança do co-processamento: o monitoramento contínuo. *Revista Meio Ambiente Industrial*, Ed 37, nº36 maio/junho de 2002.
9. RESOLUÇÃO CONAMA nº 264, 1999. *Dispõe sobre procedimentos, critérios e aspectos técnicos específicos de licenciamento ambiental para o co-processamento de resíduos em fornos rotativos de clínquer, para fabricação de cimento*.
10. SISINNO, C. L. S. - Disposição em Aterros Controlados de Resíduos Sólidos Industriais Não-Inertes: Avaliação dos Componentes Tóxicos e Implicações para o Ambiente e para a Saúde Humana. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 369-374, 2003.
11. VALLE, C. E. . *Qualidade Ambiental ISO 14001*, São Paulo, Ed SENAC, p. 127, 2004.