

Destinação Final

Resíduos de Ascaréis - PCB's



Engº Ricardo Pires Castanho Valente, M.Sc.
Diretor Geral Tecori

Outubro/2011

Índice

- 1- Introdução**
- 2- Informações gerais a respeito dos PCBs**
- 3- A poluição a “Frio e a Quente” dos PCBs.**
- 4- Legislação**
- 5- Normas Técnicas**
- 6- Higiene e Segurança do Trabalho**
- 7- Manuseio**
- 8- Armazenagem**
- 9- Transporte**
- 10- Reclassificação de transformadores a PCBs**
- 11- Descontaminação de óleos contaminados com PCBs**
- 12- Destinação Final dos Resíduos de PCBs.**
 - 12.1- Alternativas Tecnológicas**
 - 12.1.1 – Incineração**
 - 12.1.2 – Descontaminação e Reciclagem**
 - 12.2 – Avaliação / Comparação das Alternativas disponíveis no Brasil**
 - 12.3 – Recomendações na Contratação dos Serviços de Destinação Final**

1- Introdução

Esta apostila foi elaborada pelo Eng^o Ricardo Pires Castanho Valente, Diretor Geral da TECORI, como o objetivo de complementar a palestra “Alternativas de Destinação Final de Resíduos com Ascaréis (PCBs)”, principalmente os Transformadores e Capacitores contaminados com PCBs, proferida nas mais diversas instituições de pesquisa, ensino, órgãos de controle ambiental, e empresas de uma maneira geral.

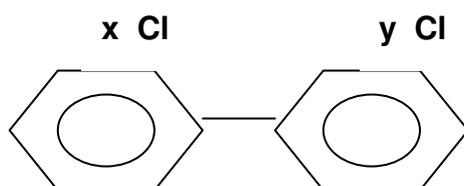
As informações contidas nesta apostila são complementares as informações apresentadas durante a explanação, portanto não exaustivas e sim complementares, no sentido de permitir ao participante uma maior dedicação durante a apresentação.

O objetivo da TECORI é dar ao participante as informações básicas de como abordar, de uma maneira prática e tecnicamente correta, a questão da “Destinação Final dos Resíduos de PCBs.”

As questões polemicas que envolve os PCBs quanto ao seu potencial de provocar câncer, afetar o sistema reprodutor entre outras relacionadas à saúde ocupacional, não serão tratadas neste curso, tema este melhor inserido no estudo científico e acadêmico do que propriamente na formação técnica e profissional de quem tem a missão de descartar corretamente os PCBs e seus resíduos.

2- Informações gerais a respeito dos PCBs.

As bifelinas policloradas (PCBs) são compostos organoclorados, obtidos em misturas procedentes da destilação fracionada dos produtos da cloração catalítica da bifenila, através do emprego do ferro. Essas misturas variam em propriedade e consistência em função do grau de substituição do hidrogênio aromático pelo halogênio, e oscilam entre fluidos mais ou menos viscosos e resinas de forte valor aglutinante. A estrutura química geral de uma molécula de PCB é apresentada na figura abaixo. As dez posições de substituição permitem um número máximo de 209 isômeros.



Fórmula empírica $C_{12} H_{(10-x-y)} Cl_{(x+y)}$, com a restrição $1 \leq x + y \leq 10$

Os produtos comercializados correspondem a misturas complexas de isômeros, nas quais o conteúdo de cloro permite determinar as propriedades físicas particulares de cada produto. A porcentagem de cloro está entre 21 a 68%, sendo os produtos mais difundidos os que contêm:

- 42% de cloro (3 átomos em média por molécula);
- 54% de cloro (5 átomos em média por molécula);
- 60% de cloro (6 átomos em média por molécula).

As misturas de PCBs são geralmente inertes e são insolúveis em água, porém se dissolvem com facilidade na maioria dos solventes orgânicos. As misturas técnicas são conhecidas com diferentes denominações, segundo o fabricante e o país de origem; porém, originalmente, empregou-se para todas elas o nome de ASCAREL.

Os ascaréis são compostos por uma mistura de bifenila policlorada e triclorobenzeno (TCB), o que confere à mistura características adequadas de viscosidade.

As características físicas e químicas que justificam a ampla difusão da aplicação dos PCBs como fluidos dielétricos em capacitores e transformadores são as seguintes:

- Resistividade elétrica – aproximadamente o dobro a dos óleos minerais.
- Rigidez dielétrica superior a dos óleos minerais.
- Capacidade calorífica elevada.
- Viscosidade baixa e constante durante o envelhecimento do fluido.
- Boa estabilidade química.
- Inércia química frente os materiais constituintes dos equipamentos elétricos.
- Não inflamável.
- Baixo ponto de congelamento.
- Pressão de vapor praticamente nula.
- Características pouco hidrocópias.

As características mencionadas permitem aos PCBs desempenharem vantajosamente as funções de isolamento elétrico e de eliminação de perdas térmicas pelo efeito Joule e as correntes de Foucault. Por isso, a grande utilização dos PCBs permite reduzir notavelmente o tamanho dos equipamentos que os contêm (transformadores e capacitores), ao permitir uma menor separação interna dos seus componentes.

Apesar de suas excelentes propriedades técnicas e seu grande emprego, que começaram a se generalizar nos anos trinta, os PCBs deixaram de ser fabricados em todo o mundo a partir dos anos setenta devido a descoberta de evidências acerca de sua toxicidade e da formação de compostos do tipo policlodibenzodioxinas (PCDD) e policlorodibenzofuranos (PCDF) em caso de incêndio onde haja a presença dos PCBs.

As propriedades físicas e químicas dos PCBs empregados industrialmente como dielétricos, as quais variam segundo os isômeros, são apresentadas a seguir.

Propriedades físicas:

- Densidade a 25⁰ C entre 1.3 a 1.5, variando segundo os compostos.
- Viscosidade compreendida entre 1 e 48 cSt a 100⁰C.
- Ponto de ebulição compreendido entre 300 e 400 ⁰C
- Ponto de congelamento entre –51 e 30⁰ C
- Pressão de vapor muito fraca, inclusive a 120⁰ C.
- Condutividade elétrica em torno de 5.
- Condutividade térmica de aproximadamente 0,10 W m⁻¹ K⁻¹
- Calor específico entre 1,05 e 1,10 J g⁻¹ K⁻¹.
- Rigidez dielétrica a 250 ⁰C de 50 KV.

Propriedades químicas:

- Boa estabilidade térmica até 400 °C; a partir desta temperatura se decompõe, emitindo gases muito tóxicos com elevado teor de cloro.
- Ponto de ignição maior que 150 °C (praticamente não é combustível)
- Solubilidade elevada em solventes orgânicos.
- Pouco hidrocópio, absorvendo no máximo 100 ppm de água.
- Neutralidade química, com acidez a 0,01 mg KOH/g - Piraleno.
- Resistência a ácidos.

Além destas propriedades que conferem aos PCBs seu emprego em equipamentos elétricos, destacamos as seguintes propriedades biológicas:

- Não biodegradável
- Bioacumulativo (bioacumulação em tecidos vegetais e animais).
- Bacteriostaticidade (altamente persistente no meio ambiente).

O uso dos PCBs não está associado somente a equipamentos elétricos e sim outras aplicações, estimando-se que 45% da produção dos PCBs teve sua aplicação na indústria de tintas, adesivos, plásticos, lubrificantes, fluido trocador de calor, como protetor de madeira contra cupins e até mesmo em hospitais como desinfetantes e como agente anti-séptico em sabonetes.

De acordo com a NBR 10.004 Resíduos Sólidos – Classificação, os materiais sólidos contaminados com PCBs, procedentes de capacitores e transformadores, são classificados como Resíduo Classe I, por apresentarem um constituinte classificado como perigoso – Bifenila policlorada – código F-100 (fluidos dielétricos a base de bifenilas policloradas). O código de periculosidade atribuído a estes resíduos no Anexo A, listagem nº1 desta Norma é (T)–tóxico. Segundo esta mesma Norma, no item 3.2, a periculosidade de um resíduo é uma característica de suas propriedades físicas, químicas ou infecto contagiosas, que apresentem:

- a) risco à saúde pública, provocando ou aumentando de forma significativa, um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou;
- b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada.

Nos itens 3.3 a 3.5, são definidos os seguintes parâmetros:

DL₅₀ (oral ratos) – Dose letal para 50% da população de ratos testados quanto administrado via oral.

CL₅₀ (concentração letal 50) – Concentração de uma substância que, quando admitida por via respiratória, acarreta a morte de 50% da população exposta.

DL₅₀ (dérmica coelhos) – Dose letal para 50% da população de coelhos testados quando administrado em contato com a pele.

Segundo a NBR 10.004, uma substância é considerada tóxica quando sua DL₅₀ oral para ratos for menor que 50 mg/Kg.

Ao compararmos, na tabela abaixo, o valor da DL₅₀ definida pela ABNT 10.004, com o pior caso (AROCLOR 1221), que apresenta uma DL₅₀ de 3980 mg/Kg, constatamos que este resultado é 79,6 vezes superior ao limite estabelecido pela referida Norma.

Para o caso de DL₅₀ dérmica coelhos, temos um limite de toxicidade de 200mg/Kg estabelecido pela NBR 10.004. Ainda comparando com os dados da tabela abaixo, os piores casos apresentados são os do AROCLOR 1242 e 1248, cuja DL₅₀ é de 790 mg/Kg. Este resultado é 3,95 vezes superior ao limite estabelecido pela referida Norma.

COMPOSTO	DL ₅₀ oral/ratos		DL ₅₀ dérmica/coelhos	
	forma	DL50 mg/Kg de peso da cobaia	forma	DL50 mg/Kg de peso da cobaia
Aroclor 1221	puro	3980	puro	2000 – 3170
Aroclor 1232	puro	4470	puro	1260 - 2000
Aroclor 1242	puro	8650	puro	790 – 1270
Aroclor 1248	puro	11000	puro	790 - 1270

Toxicidade para PCBs segundo a NIOSH

Segundo a classificação da ACGIH (Americam Conference of Government Industrial Higienists) os PCBs são classificados como não tóxicos a levemente tóxicos.

Ainda mais com relação a toxicidade dos PCBs e o seu efeito na saúde humana, mesmo a despeito da larga forma dispersiva da sua utilização, inclusive com contato direto, durante muitos anos pelo homem, o relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) de 1987 publicado pela Agência Internacional para pesquisa do Câncer (Lyon – França), classifica os PCBs como sendo do Grupo 2 A – “ provável cancerígeno humano “ por considerar não haver comprovação epidemiológica.

De uma forma conclusiva e prática , considerando a suspeitas da patogenicidade dos PCBs, e que o mesmo é classificado pela ABNT e pelas Normas internacionais como resíduo perigoso, o mesmo deve ser tratado como tal e como substância patogênica, mas dentro de uma visão realista, não cabendo nenhuma postura alarmista e histérica, principalmente dos responsáveis envolvidos com a questão.

3- A poluição a “ Frio e a Quente” dos PCBs.

Os PCBs representam efetivamente, pela suas características ; físicas, químicas e biológicas um potencial de poluição ambiental e um risco a saúde humana. Para efeito didático podemos dividir em duas categorias distintas: **Poluição a Frio** e **Poluição a Quente**.

Esta divisão esta baseada em duas propriedades ou características dos PCBs que sempre devem estar presentes na mente dos responsáveis envolvidos no gerenciamento dos resíduos de PCBs, a saber:

Fator F (de frio) – A não biodegradação e a bioacumulação dos PCBs nos tecidos vegetais e animais.

Fator Q (de quente) - Formação de PCDDs e PCDFs (substâncias cientificamente comprovadas como altamente tóxicas) a partir dos PCBs quando submetidos a temperaturas superiores a 400 °C, na presença de oxigênio.

A **poluição a Frio**, decorrente do **Fator F**, que consiste na dispersão dos PCBs no meio ambiente por derrame ou vazamentos “ in natura “ ou na forma dispersiva encontradas nos produtos industriais. Como os PCBs não são biodegradáveis, ou pelo menos muito pouco, permanecem anos intactos no meio ambiente, e por serem bioacumulativos em tecidos vegetais e animais, representam um efetivo risco a saúde humana, visto que o homem ocupa o topo da cadeia alimentar.

A **poluição a Quente**, decorrente do **Fator Q**, é que realmente, de uma forma direta, pode provocar danos ao meio ambiente e conseqüentemente aos seres vivos onde se inclui o homem. Trata-se da dispersão no meio ambiente dos PCBs decompostos termicamente. Este tipo de poluição é rara visto a elevada estabilidade térmica dos PCBs, mas em caso de incêndio onde se tenha a presença de transformadores e capacitores a PCBs ou de seus resíduos, em que a temperatura ultrapasse a 400 °C, os PCBs na presença do oxigênio do ar atmosférico sofrem oxidação parcial gerando compostos das famílias das policlodibenzodioxinas (PCDDs) e policlodibenzofuranos (PCDFs), substâncias tóxicas e potencialmente cancerígenas.

A filosofia básica do gerenciamento dos resíduos de PCBs, que envolve o seu manuseio, estocagem, transporte e a destinação final, é eliminar e se não possível, reduzir ao máximo a exposição dos PCBs aos **Fatores F e Q**.

A estratégia consiste em atuar diretamente na eliminação dos riscos que levem a exposição dos **Fatores F e Q**, atuando na prevenção através de processos adequados e dentro das Normas e Legislação, e nunca somente nas conseqüências.

O engano que muitos “preocupados históricos“ comentem é só se preocuparem com as conseqüências decorrentes de um acidente, ou seja atuar na correção e remediação e não no impedimento do fato gerador. Esta postura fica clara quando são colocadas as questões do tipo: tem extintores no local? Ou tem poços de monitoramento do lençol freático?.

O que adiantaria extintores de incêndio no caso de um sinistro, só estaríamos expondo vidas humanas a Dioxinas e Furanos, ou no caso de constatar contaminação no solo por PCBs, só restaria além de interromper as atividades, pagar altas multas, denegrir a imagem institucional da empresa e tratar o “ resto da vida “ o solo contaminado.

4- Legislação

A **Lei nº 9.605 de fevereiro de 1998** – Conhecida como a Lei dos crimes ambientais, é a que praticamente define os crimes ambientais e as suas severas penas.

O conceito de que a responsabilidade pelos resíduos é do gerador, ou seja, do proprietário original, com relação a qualquer dano ao meio ambiente e ou a saúde pública, e que a mesma não é transferível, e somente se encerra por ocasião da emissão do Certificado de Destinação Final do resíduo, desde que emitido por empresa devidamente licenciada pelos respectivos Órgãos de

Controle Ambiental, deve estar sempre presente na mente dos responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos.

A lei define a questão da responsabilidade, co-responsabilidade, não somente da pessoa jurídica, mas criminalmente a pessoa física.

Vejamos alguns Artigos da referida Lei:

Art.2º – Quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la.

Art.3º – As pessoas jurídicas serão responsabilizadas administrativa, civil e penalmente conforme o disposto nesta Lei, nos casos em que a infração seja cometida por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado, no interesse ou benefício da sua entidade.

Parágrafo único: A responsabilidade das pessoas jurídicas não exclui a das pessoas físicas, autoras, co-autoras ou partícipes do mesmo fato.

Mais especificamente no que se enquadra a questão dos PCBs, a Seção III da referida Lei é clara e objetiva, não havendo possibilidade de interpretações dúbias, vejamos os seguintes Artigos:

Art. 54º – Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos (o destaque é nosso) à saúde humana, ou que provoquem a mortalidade de animais ou a destruição significativa da flora: § 2º .Se o crime (V) ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos : Pena – reclusão, de um a cinco anos.

Art. 56º – Produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos: Pena- reclusão, de um a quatro anos, e multa.

Com relação a legislação específica aos PCBs, temos:

Portaria Interministerial (MIC/MI/MME) Nº 19 de 29/01/81

É a lei brasileira, a semelhança do que ocorreu na maioria dos países, que proíbe a fabricação e comercialização dos PCBs.

Define que os equipamentos a PCBs podem continuar em operação até o final da sua vida útil, não sendo permitida a troca do PCB, somente por outro tipo de óleo dielétrico.

Permite o armazenamento ou a destruição.

Instrução Normativa SEMA/STC/CRS/ Nº 001 de 10/06/83

Disciplina as condições de: Manuseio, Armazenagem, Transporte e Primeiros socorros referente a PCBs e seus resíduos.

Trata-se de um documento com força legal.

Resolução CONAMA Nº 313, de 29/10/02 (Revoga Resolução CONAMA Nº 6 de 15/06/88)

Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, para controle de estoques e/ou destino final de resíduos industriais, agrotóxicos e PCBs. Vejamos o Artigo 3º : As concessionárias de energia elétrica e empresas que possuam materiais e/ou equipamentos contaminados com Bifenilas Policloradas – PCBs, deverão apresentar ao órgão estadual de meio ambiente o inventário desses estoques, na forma e prazo a serem definidos pelo IBAMA.

Decreto Nº 875 de 19/07/93

Trata-se da lei que oficializa a aderência do Brasil a Convenção da Basileia de 22/03/89, que trata do controle dos movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e de seu depósito, entre os países signatários.

O artigo 4º , item 9 “a” da Convenção da Basileia define que a exportação de resíduos somente poderá ser feita se o Estado (País) de exportação não dispuser de instalações adequadas para o tratamento e disposição final dos resíduos.

Decreto Nº 5.472, de 20 de junho de 2005

Promulga o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), adotada naquela cidade, em 22 de maio de 2001.

Basicamente trata-se de uma Convenção internacional para o gerenciamento e eliminação dos POPs até o ano de 2025, sendo um desses POPs, os PCBs, portanto em o Brasil respeitando a sua adesão a referida Convenção deverá promover, entre outras providências, o gerenciamento da Destinação Final dos resíduos de PCBs.

Lei 12.288 de 22/02/2006 do Estado de São Paulo

Trata-se da mais recente Lei, válida para todo o Estado de São Paulo, que trata da obrigatoriedade da Destinação Final controlada dos resíduos de PCBs, em conformidade ao Decreto 5.472/2005.

Algumas definições e determinações:

- Resíduos de PCBs; qualquer material com teor de PCBs superior a 50 mg/Kg (50 ppm)
- Detentor de PCBs; qualquer pessoa física ou jurídica que utilize ou tenha sob sua guarda - PCBs, independentemente da sua origem
- Destinação Final; eliminação dos PCBs a níveis inferiores a 50 ppm, em unidades industriais licenciadas ambientalmente a partir de EIA/RIMA.
- Proibição de entrada e saída de resíduos de PCBs no Estado de São Paulo que não seja para sua Destinação Final segundo as definições desta Lei.
- Proibição da comercialização de transformadores e seus óleos dielétricos sem a comprovação laboratorial dos teores de PCBs inferiores a 50 ppm
- Proibição da regeneração das propriedades dielétricas dos óleos isolantes com teores de PCBs superiores a 50 ppm

Prazos para eliminação dos transformadores, capacitores e demais equipamentos elétricos contaminados com PCB's

Até 2008	Até 2010	Até 2020
Todos que estiverem fora de operação, bem como os demais resíduos de PCBs.	Todos que estiverem em operação instalados em logradouros públicos.	Todos os demais que não se enquadram nas condições anteriores.

A eliminação para todos os casos deverá ser proporcional ao volume de resíduos e o prazo para sua eliminação

Inventário a ser entregue ao Órgão competente do Estado

Prazo de 180 dias e renovável a cada 3 anos, a partir de 23/02/06

Conteúdo dos inventários

- a) Nome, endereço e CNPJ do Detentor;
- b) Localização e descrição do equipamento, com informações se está ou não desativado e se contém óleo isolante a base de PCBs, indicado na sua placa de identificação;
- c) Teor de PCBs no óleo isolante, determinado segundo os critérios da Norma ABNT NBR 13882, por laboratório devidamente habilitados para este fim;
- d) Fabricante e data de fabricação;
- e) Data do inventário;

Das Penalidades:

I - Natureza Grave - 250 UFESPs / Ton de resíduo em situação irregular

- Inventário e programação de eliminação com dados falsos.
- Emissão de laudos químicos com dados falsos.
- Emissão de Notas Fiscais em desacordo com o determinado pela Lei.
- Não observância da programação de eliminação.
- Destinação Final em desacordo com a Lei.
- Comercialização de resíduos de PCBs, e a regeneração de óleo com teor > 50 ppm

II – Natureza Média - 170 UFESPs / Ton de resíduo em situação irregular

- A não entrega do inventário e a programação de eliminação definida pela Lei

III – Natureza Leve - Punida com advertência

- Qualquer outra irregularidade que denote a negligência ou imprudência do Detentor

Reincidência de mesma natureza dobro da anterior, cumulativamente.

Projeto de Lei 01075/2011

Atualmente está tramitando no Congresso Nacional, o Projeto de Lei 01075/2011, de autoria dos Deputados Sarney Filho – PV/MA, e Penna – PV/SP, que dispõe sobre a eliminação controlada das Bifenilas Policloradas - PCBs e dos seus resíduos, a descontaminação e a eliminação de transformadores, capacitores e demais equipamentos elétricos que contenham PCBs, e dá outras providências correlatas. Trata-se de uma Lei muito semelhante a Lei 12 288, em vigor no Estado de São Paulo, e que também vem a atender, não regionalmente, os compromissos assumidos pelo Governo brasileiro ao aderir a Convenção de Estocolmo, conforme Decreto 5.472/2005.

5- Normas Técnicas

Normas da ABNT:

NBR 7500 – Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais.

NBR 7501 – Transporte de produtos perigosos – Terminologia.

NBR 7503 – Ficha de emergência para o transporte de produtos perigosos – Características e dimensões – Padronização.

NBR 10 004 – Resíduos sólidos – Classificação

NBR 13882 – Líquidos isolantes elétricos- Determinação do teor de PCBs.

NB 1265 de Dez/89- Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de desempenho.

➔ Norma NBR 8371 de 30/05/2005

Esta Norma pode ser considerada a “bíblia” de todos envolvidos com a questão dos PCBs. Descreve os ascaréis para transformadores e capacitores, suas características e riscos, e estabelece orientação para seu manuseio, acondicionamento, rotulagem, armazenamento, transporte, procedimento para equipamentos em operação e a eliminação dos PCBs e seus resíduos.

➔ Norma ABNT NBR 13882:2008

Esta Norma especifica o método para determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB) em líquidos isolantes elétricos não halogenados.

6 – Higiene e Segurança do Trabalho

Como recomendação básica e geral, os trabalhos que envolvam o homem com os PCBs e seus resíduos devem ser executados por empresas especializadas de preferência, o que não elimina a possibilidade desses serviços serem realizados pelas equipes da empresa responsável pelos resíduos.

Mesmo tratando-se da contratação de uma empresa especializada a contratante deverá exigir alguns cuidados mínimos de Higiene e Segurança do Trabalho.

Aplica-se neste item além da legislação vigente do Ministério do Trabalho (Portaria 3214/78 e suas NRs) , as recomendações da ABNT NBR 8371.

Voltamos aqui a questão dos **Fatores F e Q**, que deverão ser observados continuamente em todas operações e principalmente quando a saúde humana. Isto significa que é expressamente proibido fumar, comer, provocar arco elétrico (soldas por exemplo), corte a quente e etc..., nos locais de trabalho onde haja a presença dos PCBs e seus resíduos.

No entanto na necessidade do contato do homem com os PCBs e seus resíduos algumas recomendações deverão ser atendidas. Classificamos e definimos dois tipos de contato: o “ direto” e o “indireto”, da seguinte forma:

Contato Indireto: São aqueles onde se irá manusear equipamentos ou continentes fechados que contenham PCBs no seu interior.

Contato Direto: Refere-se as operações de manipulação, preparação e embalagem em que poderá ocorrer contato efetivamente direto dos PCBs com o homem.

Ações de prevenção a serem adotadas:

Contato Indireto – Uso dos seguintes EPIs.: capacete, óculos de segurança com proteção lateral, macacão, luvas impermeáveis de PVC ou borracha, avental impermeável e botas impermeáveis.

Contato Direto: - Uso dos seguintes EPIs: capacete, óculos ampla visão, máscara de proteção respiratória com filtro B (Norma DIN 3181) acompanhada de filtro para partículas, botas impermeáveis e resistente a produtos clorados, luvas impermeáveis, sobre luvas cirúrgicas de látex e macacão impermeável de Tyvek com pés e capuz, sobre o macacão convencional.

Todos os EPIs deverão ser inspecionados antes do início dos trabalhos, e em caso de defeito (furos, trincas) deverão ser descartados em contenedores adequados para posterior destinação final (incineração). Todos os EPIs após a finalização dos trabalhos com PCBs deverão ser enviados para a incineração.

Com relação aos limites de tolerância dos produtos organoclorados presentes no local de trabalho a Portaria 3214/78 define na NR15 – Quadro 1 apenas valores para o Diclorobenzeno de $235\text{mg}/\text{m}^3$, não fazendo menção aos PCBs e TCB constituintes dos Ascaréis.

Baseados nos padrões de emissão adotados internacionalmente, recomenda-se os seguintes valores limites (o mais conservativo entre o adotado entre Espanha, França e EUA)

PCBs = TLV $1\text{mg}/\text{m}^3$

TCB = TLV $5\text{mg}/\text{m}^3$

	Espanha Ord.M.Trab.09/03/71	França INSR-FT-194	EUA AGGIH-1983
PCBs	$1\text{ mg}/\text{m}^3$	$1\text{ mg}/\text{m}^3$ -42% Cl	$1\text{ mg}/\text{m}^3$ -42% Cl
TCB	$5\text{ mg}/\text{m}^3$	$40\text{ mg}/\text{m}^3$	$40\text{ mg}/\text{m}^3$

Na eventualidade da ocorrência de um acidente em que ocorra o contato direto dos PCBs com o homem deverá ser colocado em prática o “ Plano de Atendimento” , que consiste em duas etapas distintas e sucessivas:

Primeira Etapa – Ação Emergencial:

As ações de emergência a serem adotadas são as indicadas na Norma NBR 8371, nos itens 4.10.2.1 a 4.10.2.4, a seguir transcritos:

- Contato com a pele: lavar com água morna em abundância e solução detergente medical suave ou sabão neutro. Nunca usar solventes, detergentes ou abrasivos. Passar em seguida, sobre a pele, creme emoliente ou vaselina.
- Contato com os olhos: lavar com água corrente em abundância ou , se possível, com solução de água boricada ou sal de cozinha a 1,5%, e a seguir aplicar algumas gotas de óleo de rícino medical para reduzir a irritação.
- Aspiração: respirar ar fresco. Na intoxicação aguda, efetuar respiração artificial boca-a-boca e eventualmente usar máscara de oxigênio.
- Ingestão: tomar 3 ml de vaselina para cada quilograma de peso da vítima, e tomar, a seguir, uma colher de sopa de sulfato de sódio diluído em 250 ml de água.

Nota: Após a adoção das medidas descritas, deve-se procurar uma assistência médica.

Segunda Etapa: Acompanhamento médico mais frequente (a cada dois meses).

Na ocorrência de uma exposição direta do homem aos Ascaréis sempre deverão ser observados os parâmetros do tempo de exposição e a intensidade da exposição, para tomada das medidas cabíveis. No caso por exemplo de uma ingestão direta de ascarél é totalmente diferente de um único contato com a pele, que por sua vez é totalmente diferente de contatos constantes com a pele por longos períodos. Cabe nestes casos, como em tudo, bom senso para a tomada das ações necessárias.

Considerando que:

- a) A não existência até o momento de um estudo epidemiológico preciso, oficial e aceito internacionalmente sobre os efeitos a longo termo dos PCBs especialmente sobre a saúde humana,
- b) A existência de uma grande literatura pertinente à bio-acumulação dos PCBs nos organismos vivos, tratando-se de uma simples constatação sem quantificar nenhuma patologia associada,

Para os serviços com potencial de Contato Direto com os PCBs que se estendam por longos períodos, poderá ser adotado, como medida adicional de segurança um Plano de controle e acompanhamento da saúde dos funcionários, a saber:

O plano de controle e acompanhamento da saúde dos funcionários é feito com base na comparação entre os exames pré-admissionais e os exames periódicos.

Como não existem níveis aceitáveis de contaminação por organoclorados no corpo humano, o conceito a ser utilizado é o de considerar o exame pré-admissional como “prova em branco” para servir como referência.

Os exames periódicos (duas vezes por ano) que apresentarem resultados diferentes daqueles apresentados no exame pré-admissional, servirão como indicador de alteração no estado de saúde dos funcionários.

Qualquer alteração observada nos exames periódicos deverá ser objeto de uma melhor avaliação por parte do médico do trabalho, visto que as alterações nos resultados poderão ser decorrentes de vários fatores e não exclusivamente da atividade ocupacional.

Observar que este cuidado, que podemos até considerar extremo, é uma medida legal para proteger o empregador no caso de uma demanda trabalhista em que o funcionário venha alegar alguma doença decorrente da sua atividade ligada aos PCBs.

Os exames pré-admissionais e periódicos consistem, basicamente, em:

Anamnese: Objetiva e dirigida às doenças do metabolismo, fígado, rins, aparelho circulatório, aparelho respiratório, pele, ouvido e sistema nervoso. O médico deverá ainda, investigar durante a anamnese o passado ocupacional bem como a ocorrência de patologias correlacionadas aos órgãos e sistemas acima citados e, em particular, à ocorrência de porfíria cutânea e cânceres, inclusive, entre os familiares dos funcionários. É importante conhecer os hábitos dos funcionários, tais como tabagismo e alcoolismo.

Exame físico: Deverá ser geral e minucioso, dirigido à avaliação da ocorrência das doenças de interesse: alterações neurológicas, cutâneas e hepáticas.

Exames laboratoriais: Hemograma completo, dosagem de TGO (transaminase glutâmico oxalacética), dosagem de TGP (transaminase glutâmico pirúvica), dosagem de GGT (gama glutamil transferase), colesterol total, triglicérides e creatinina.

7- Manuseio

Além das recomendações apresentadas no item anterior, transcrevemos resumidamente as principais recomendações para o correto Manuseio.

As recomendações do item 4.4 da ABNT NBR 8371 deverão ser observadas e rigorosamente atendidas.

Voltamos aqui a observância dos **Fatores F e Q**, isto é, todas as atividades de manuseio terão que ser programadas de tal sorte a eliminar, e se não possível, reduzir ao máximo a possibilidade de incêndio (**Fator Q**) e ou derramamentos (**Fator F**)

Recomendações gerais:

- Treinamento do pessoal envolvido.
- Avaliação dos serviços a serem executados
- Isolamento e ou indicação dos locais onde serão realizados os trabalhos
- Local adequado para a troca de roupa x EPIs, bem como local para guarda dos EPIs
- Inspeção das carcaças dos transformadores e capacitores , bem como os contenedores de PCBs líquidos e de seus resíduos (tambores furados, enferrujados etc....)
- Planejamento das operações.
- Procedimento para entrada e saída do local do trabalho.
- Informação dos trabalhos junto as pessoas envolvidas direta ou indiretamente
- Preparação dos equipamentos e ferramentas a serem utilizados (testar com antecedência)
- Aprovisionamento de todos os EPIs recomendados (tamanhos adequados)
- Prover o local de um “lava olhos” , água corrente abundante e primeiro socorros

Recomendações quanto ao Fator F:

- Aprovisionamento de material absorvente para contenção de vazamentos
- Isolamento de ralos e bueiros
- Impermeabilização do local com potencial de derramamento (diques móveis)
- Especial atenção nas partes frágeis dos transformadores e capacitores, evitando-se esforços em buchas, isoladores, radiadores etc..
- Recondicionamento de contenedores com potencial de provocar vazamentos
- Drenagem dos equipamentos que apresentarem potencial de vazamento (operação esta obrigatoriamente dentro de um dique móvel – formado a partir de tubos de PVC 6” em forma de um quadrilátero apoiado no piso, e sobre o mesmo uma manta única soldada de PAD , de tal forma que o volume interno deste “dique” possa conter todo líquido que esteja sendo manipulado ou drenado.

Recomendações quanto ao Fator Q:

- Eliminação de todo material combustível do local de trabalho
- Não realizar serviços que possam gerar calor
- Equipamentos para combate a incêndio – tipo Pó químico – não usar água.
- Equipamento de respiração autônoma.

8- Armazenagem

A armazenagem dos transformadores e capacitores contaminados com PCBs, contenedores de PCBs líquidos e seus resíduos líquidos e sólidos deverão atender as recomendações da ABNT NBR 8371 e a Portaria Interministerial nº 19 de 29/01/81, insistimos que esta última tem força de Lei. Destacamos os pontos mais importantes das recomendações da NBR 8371:

- Os contenedores dos resíduos de PCBs devem ser tambores metálicos de 200 litros, especiais devidamente homologados pelo INMETRO, em conformidade com a Resolução ANTT 240/2004, Portaria INMETRO 326/06 e ABNT NBR 8371.

Os tambores contendo líquido de PCBs ou líquidos contaminados com PCBs não devem ser cheios totalmente, recomenda-se deixar um espaço de 10 % para dilatações no sentido de evitar elevação da pressão interna.

No caso da estocagem de tambores não exceder mais do que duas camadas. Os tambores devem permanecer na posição vertical. Todos continentes que apresentarem potencial de vazamento deverão obrigatoriamente ser substituídos.

Os pallets, se utilizados, para fins de descarte, deverão ser considerados como resíduos de PCBs.

O local de armazenamento deve ser distante da armazenagem de alimentos, água, e materiais combustíveis.

O local deve ser coberto para proteção contra chuva e paredes laterais que evitem o efeito da “chuva de vento”, bem como conferir ao depósito uma única entrada de acesso a qual deverá ter um controle de entrada. Este depósito deverá ser construído no sentido de permitir uma boa ventilação.

O piso com um dreno central, para contenção de vazamento, deverá ser de concreto com acabamento impermeável a base de epóxi para permitir a descontaminação em caso de vazamentos, bem como a não contaminação do solo por infiltração.

A Norma faz recomendação que o local de armazenagem dos PCBs deve ser submetido a aprovação dos órgãos de controle ambiental. No entanto o artigo 57 da Lei 997 de 31/05/78 aprovado pelo Decreto 8466 de 08/09/76 não reconhece a atividade de armazenagem de resíduos como uma atividade passível de licenciamento ambiental.

A empresa responsável do depósito deverá manter um inventário atualizado dos resíduos estocados com anotações dos volumes, equipamentos e sua característica, datas de entrada inclusive acidentes ocorridos no depósito bem como as medidas tomadas.

Com relação a depósitos antigos onde haja suspeita de vazamentos e contaminação do solo, ou mesmo na desativação por completo do depósito, por uma medida de segurança contra reclamações futuras por quem de direito, poderá ser feito um sistema de poços de monitoramento do lençol freático.

9- Transporte

O transporte dos resíduos de PCBs deve atender ao Decreto Federal no 96.044 , de 18/05/88 – Regulamento para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, e especificamente as recomendações da NBR 8371. Transcrevemos resumidamente as principais recomendações da Norma NBR 8371:

O caminhão de transporte deverá ser provido de um sistema que garanta a dupla proteção, com capacidade para retenção de 30% do volume transportado. Isto poderá ser atendido por meio de bandejas metálicas onde deverão estar apoiados os equipamentos e ou contenedores.

Os contenedores devem ser transportados na posição vertical e fixados (amarrados) na carroceria do caminhão.

O caminhão deverá ser dentro do possível do tipo baú ou “container”, ou ter a carga protegida por lona obrigatoriamente se o caminhão for de carroceria aberta, no sentido de evitar chuva bem como não permitir a sua abertura por estranhos ao serviço de transporte.

Os transformadores não podem ser transportados com líquido no seu interior. Eles devem ser obrigatoriamente transportados drenados. Os capacitores são equipamentos blindados e portanto podem ser transportados cheios de PCBs, a menos dos que estiverem apresentado vazamentos. Neste caso deverão ser previamente drenados, embalados em sacos plásticos e acondicionados em contenedores adequados.

O transporte dos resíduos de PCBs não pode ser feito junto com outros materiais que não sejam resíduos de PCBs.

O transporte de PCBs deve ainda atender a NBR 7500, NBR 7503 e NBR 7504. O transporte deverá ser acompanhado da Ficha de Emergência de acordo com o anexo A da NBR 8371. Nesta ficha deverá constar os telefones úteis em caso de acidente (Corpo de Bombeiros, Defesa Civil, Polícia Rodoviária, Órgão de Controle Ambiental, dono ou responsável legal pela carga.)

O caminhão de transporte deverá ser identificado de acordo com o anexo C da NBR 8371.

Os resíduos deverão ser acompanhados no caso do Estado de São Paulo do CADRI – Certificado de Aprovação de Destinação Resíduos Industriais expedido pela CETESB.

Algumas recomendações adicionais ao transporte de resíduos de PCBs:

- Contratar empresa especializada em transporte de cargas perigosas e que apresentem laudo de inspeção do IMETRO ou outro órgão de credibilidade.
- O motorista deverá estar informado das características da carga, bem como treinado para caso de um acidente.
- O caminhão deverá portar um Kit de emergência para o caso de derramamentos (pá, enxada, material absorvente, EPIs e etc...)
- É recomendado que o caminhão tenha tacógrafo, não só para inibir abusos do motorista, mas para uma ação investigatória em caso de acidentes.
- Estudar e definir previamente a rota do transporte, evitando-se dentro do possível, “rotas perigosas” , a margem de rios, estradas ruins, transito intenso, circular dentro de grandes aglomerações urbanas etc...
- Promover o transporte durante o dia e evitando-se os fins de semana quando o trafico é normalmente maior.
- Realizar o pernoite, quando for o caso, em locais apropriados para cargas perigosas.
- Durante o trajeto o motorista deverá evitar a proximidade de caminhões que estejam transportando combustível.(Fator Q).
- A capacidade de carga do caminhão nunca deverá ser ultrapassada.

10 –Reclassificação de Transformadores

Trata-se de um processo que permite a reclassificação de um transformador contaminado com PCBs acima de 50 mg/kg, portanto classificado como “transformador a PCBs”, para um transformador NÃO PCBs, ou seja com teor de PCBs no seu óleo isolante inferior a 50mg/kg.

A Reclassificação de transformadores somente é recomendada para transformadores construídos originalmente com óleo isolante isento de PCBs < 2 mg/kg, e que ao longo da sua operação sofreu uma contaminação por PCBs em intervenções de manutenção, com reposição de nível com óleos contaminados e ou principalmente nos processos de regeneração do óleo isolante, em que os equipamentos de regeneração estivessem contaminados com PCBs.

Existem muitos casos de transformadores novos ou semi-novos, que apresentam contaminação por PCBs, e que nunca sofreram qualquer processo de manutenção que poderiam justificar a contaminação. Este fato se explica por existirem inúmeras empresas de reabilitação de transformadores e mesmo fabricantes, que adquirem sucatas de transformadores contaminados com PCBs, comercializados a margem da lei e da fiscalização, para construir / reformar transformadores, com esse material contaminado sem qualquer controle.

A tecnologia de Reclassificação é viável, tecnicamente e economicamente para transformadores, não construídos com PCBs, que apresentam teor de PCBs no seu óleo isolante até 500 mg/kg, podendo se estender até 2.000 mg/kg, dependendo de uma série de fatores.

O motivo que justifica a não possibilidade da Reclassificação de transformadores que contêm óleos isolantes a base de PCBs, ou que já sofreram a substituição dos óleos a base de PCBs, por um óleo isolante de base mineral, se deve ao fato que os PCBs ficam impregnados nos interstícios dos enrolamentos de cobre e as laminas de ferro silício da parte ativa dos transformadores, bem como impregnados nos materiais celulósicos de isolamento, como papéis, madeiras, e etc..., não havendo possibilidade de se remover este PCBs, por qualquer processo, e muito menos pela simples substituição dos óleos.

Todas as empresas que tentaram fazer a substituição dos óleos desses transformadores, mesmo procedendo a uma lavagem interna, não obtiveram sucesso, visto que ao longo do tempo os PCBs impregnados na parte vão se liberando aos poucos re-contaminando o óleo novo.

Aos transformadores originalmente construídos com óleos a base de PCBs, mesmo que seus óleos tenham sido substituídos, NÃO HÁ alternativa se não a sua Destinação Final, sem possibilidade de reuso, em unidades industriais devidamente habilitadas e licenciadas pelos órgãos de controle ambiental, para execução deste serviço.

A operação de Reclassificação de transformadores originalmente construídos com óleos isentos de PCBs, e que se encontram contaminados, deve ser feito por empresas especializadas e licenciadas para esta operação pelos seus respectivos órgãos governamentais de controle ambiental, ou seja, essas empresas tem que apresentar sua Licença de Operação (LO) em que esteja claramente descrita a autorização para proceder a Reclassificação.

Existem muitas empresas de manutenção que se propõem a fazer a Reclassificação, sem qualquer habilitação técnica e legal, simplesmente drenam o óleo contaminado e o substituem por óleo novo, deixando a maioria das vezes o cliente com o óleo drenado contaminado a ser

destinado, ou como alguns fazem, para descaracterizar a contaminação, o diluem com óleo novo até atingir o teor inferior a 50 mg/kg, o que não o caracteriza como “resíduo de PCBs”, podendo ser destinado de uma forma mais barata, ou mesmo vendido para reciclagem, ignorando totalmente o “crime” da diluição de resíduos para o seu descarte.

Existem basicamente 2 processos de Reclassificação, dependendo basicamente do tamanho do transformador, do nível de contaminação por PCBs, da sua performance operacional, e da sua possibilidade de imobilização.

Em função desses parâmetros a Reclassificação poderá ser feita no local onde o transformador está instalado, através da drenagem dos óleos contaminados, com espera para gotejamento, descontaminação interna com fluidos especiais, via recirculação, nova drenagem e gotejamento, seguido de drenagem, tudo feito em atmosfera inerte com nitrogênio, termo vácuo e outros serviços complementares. No final do processo se retira uma amostra do óleo para confirmação do teor de PCBs inferior a 50 mg/kg, lacrando-se o transformador em seguida a retirada da amostra. Passando 90 dias da 1ª amostragem se repete o procedimento de análise, e aí sim, se confirmado o nível de PCBs inferior a 50 mg/kg, a empresa “licenciada” emite o Certificado de Reclassificação de transformador a PCBs, para transformador não PCBs.

Os óleos contaminados drenados, bem como o líquido de descontaminação, são retirados dos clientes, com documentação legal, no Estado de São Paulo com o CADRI emitido pela CETESB, para a sua correta destinação final em unidades industriais licenciadas, devendo a empresa executante dos serviços emitir o respectivo Certificado de Destinação Final.

Outra alternativa de Reclassificação, dependendo dos fatores descrito nos parágrafos anteriores, seria a remoção do transformador para a uma unidade industrial devidamente licenciada para descontaminação de transformadores detentora de LO para esta atividade.

Nesta alternativa o transformador é desmontado parcialmente, separando-se a carcaça (tanque) da parte ativa, e as submetendo ao processo de descontaminação, de forma separada, na autoclave a vácuo, que opera em circuito fechado com um solvente de extração, exatamente o processo de descontaminação que leva a destinação final dos transformadores. No final deste processo é feita a remontagem da parte ativa na carcaça, sem a desmontagem do núcleo magnético para retirada dos papéis e madeiras, o que é feito somente no caso da destinação final.

Na seqüência o transformador é enchido com óleo novo, atendendo todo um procedimento técnico, e na seqüência são feitas as análises do teor residual de PCBs, exatamente como no caso anterior.

11- Descontaminação de óleos minerais contaminados com PCBs

Muito se fala no mercado a respeito de processos “inovadores” de tratamento de ascaréis, distintos da destinação clássica que é incineração. Fala-se de tratamento biológico e tantos outros processos. Na realidade o que existe efetivamente de concreto, quando se fala de PCBs líquidos, é somente a descontaminação de óleos minerais contaminados com até 2.000 mg/kg de PCBs.

Este processo de descontaminação está limitado a óleos minerais contaminados até 2000 mg/kg de PCBs, por uma questão econômica e técnica. Econômica pelo fato que acima dessa

concentração o processo de incineração passa a ser mais competitivo, devido a limitação do processo que nada mais é do que a reação dos PCBs com sódio metálico, reações estas exotérmicas de difícil controle.

Para óleos com teores de até 2.000 mg/kg de PCBs, este processo é tecnicamente e economicamente viável, e já se encontra disponível no Brasil, oferecido pela Tecori.

Após a descontaminação do óleo até níveis inferiores a 2 mg/kg, ou seja isento de PCBs, o óleo pode ser regenerado e voltar ao transformador e ou vendido para reciclagem, recebendo o “dono” desse óleo o respectivo Certificado de Destinação Final.

Assim, este processo de descontaminação de óleos, torna-se uma alternativa a sua incineração, que além de apresentar custos elevados, não permite a sua reciclagem, que é o caso da descontaminação, um processo ambientalmente correto e que contribui para o desenvolvimento sustentável, reaproveitando os materiais, ao invés de destruí-los, gerando calor e contribuindo para o efeito estufa.

12- Destinação Final dos Resíduos de PCBs.

A destinação final dos resíduos de PCBs deve seguir as recomendações da NBR 8371 e Lei 12 288 no caso do Estado de São Paulo, que indica os processos de destruição e reciclagem como alternativas tecnológicas, desde que aprovadas pelos órgãos de controle ambiental.

A referida Norma ainda menciona que estes processos devem apresentar uma eficiência mínima de 99,9999%.

Esta eficiência de 99,9999% foi estabelecida com base a Norma ABNT NB 1265 – Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrão de desempenho. Esta eficiência se refere a eficiência de destruição do incinerador, ou seja a relação entre a massa de um produto traçador que sai do incinerador em relação a massa desse traçador que entra no incinerador. Esta eficiência não se aplica portanto aos processos de descontaminação, mesmo porque na ocasião da promulgação dessa referida Norma somente era conhecida e disponível no Brasil a tecnologia de incineração.

Com relação a destinação final recomendada pela NBR 8371, que segue o mesmo princípio das normas americanas da EPI, no que se refere a transformadores e capacitores elétricos, ela usa o nível de contaminação do óleo dielétrica para definir a destinação dos resíduos provenientes dos equipamentos elétricos. Vejamos o que diz resumidamente o item 4.12 da referida norma;

- Os líquidos isolantes com valores iguais ou superiores a 50ppm de PCBs tem como a destinação final a incineração. Ela não define o que fazer com óleos com menos de 50 ppm.
- Os transformadores e capacitores cujo líquido isolante apresentar contaminação entre 50 e 500 ppm de PCBs poderão ser reutilizados e os óleos descontaminados ou incinerados. A Norma não define o nível de contaminação dos materiais sólidos constituintes dos transformadores. Ainda mais não faz distinção desses materiais entre impermeáveis e permeáveis (metais e celulósico respectivamente)

- A lei 12 288, neste ponto é clara e objetiva, definindo que os transformadores que contêm óleos isolantes contaminados entre 50 e 500 mg/kg, devem ter seus óleos incinerados ou descontaminados, e as partes sólidas dos transformadores; carcaça, parte ativa e demais materiais SOMENTE podem ser reciclados diretamente se comprovado que os mesmos não contêm mais do que 50 mg/kg de PCBs. Caso contrário os mesmos deverão ser destinados em unidades devidamente licenciadas para este fim.
- Para os transformadores e capacitores cujo líquido isolante apresente contaminação por PCB igual ou superior a 500 ppm, os mesmos devem ser descontaminados (não define o valor de descontaminação) ou incinerados (também não definindo o nível de descontaminação residual)

Os órgãos de controle ambiental no Brasil exigem para o processo de descontaminação dos materiais sólidos, o nível máximo de 50 mg/kg de PCB ,base massa. Esta é a exigência atualmente em vigor na Comunidade Européia e definida pela Lei 12 288.

Portanto, os metais e demais constituintes sólidos de transformadores que contenham líquido isolante com contaminação entre 50 e 500 mg/kg de PCBs, precisam ser analisados antes de serem reutilizados ou reciclados como sucata, bem como os materiais celulósicos, visto que se os mesmos apresentarem contaminação acima de 50 mg/kg.

12.1 – Alternativas Tecnológicas

Inicialmente temos que dividir em dois grupos os resíduos de PCBs;

Grupo LSP – resíduos líquidos e sólidos permeáveis - (líquidos) são os PCBs usados nos capacitores, os ascaréis utilizados nos transformadores, óleos e solventes contaminados com PCBs, (sólidos permeáveis) são os materiais absorventes usados na contenção de vazamento, EPIs e roupas contaminadas, papeis e madeiras das partes ativas de capacitores e transformadores e outros materiais impregnados de PCBs, a menos dos óleos com teores de PCBs inferiores a 2000 mg/kg que podem ser descontaminados como já explicado.

Grupo SI – resíduos sólidos impermeáveis – são os materiais metálicos e cerâmicos constituintes dos transformadores (~ 60 %) e capacitores (~20 %).

A alternativa tecnológica para os resíduos do **Grupo LSP** é a incineração de acordo com a NB 1265. Não existe outra tecnologia disponível no mercado mundial que seja explorada e aceita comercialmente. Muito se fala em tratamentos biológicos, mas como os PCBs não são biodegradáveis, na verdade esta tecnologia nem se quer saiu dos laboratórios.

Uma outra tecnologia que comumente aparece em algumas literaturas é a da destruição por “Tocha de Plasma”, que embora aparentemente viável sob o ponto de vista técnico, não se apresenta como uma alternativa economicamente viável. Em outras palavras, não se conhece empresas que explorem comercialmente a destruição dos PCBs via tocha de Plasma.

A tecnologia de incineração de PCBs está disponível no Brasil a mais de 15 anos, onde contamos com 3 Incineradores licenciados pelos respectivos órgãos de controle ambiental, a saber:

- Haztec (ex-Bayer / Tribel) em Belford Roxo no Estado do Rio de Janeiro, adaptado para receber resíduos sólidos e líquidos.
- Incinerador da Cinal do Polo Cloroquímico de Alagoas, apto a receber somente resíduos líquidos.
- Incineradores da Cetrel no Pólo de Camaçari na Bahia que estão habilitados para receber resíduos sólidos e líquidos.

Para os resíduos do **Grupo SI** existem duas possibilidades, a incineração e a descontaminação com posterior reciclagem dos materiais.

Nos próximos itens passaremos a analisar mais detalhamento essas duas tecnologias de Destinação Final para os resíduos do **Grupo SI**.

12.1.1 – Incineração

O processo de incineração ainda é a única tecnologia disponível, comprovada tecnicamente aceita internacionalmente para destruição de determinados tipos de resíduos, como é o caso dos resíduos do **Grupo LSP** onde se inclui os PCBs líquidos e seus resíduos líquidos e sólidos permeáveis.

O processo de incineração embora amplamente difundido no meio industrial, apresenta uma forte oposição dos grupos ambientalistas e mesmo dentro do meio acadêmico e científico por vários motivos, tais como a questão do efeito estufa, utilização de um recurso natural não renovável no caso do combustível, geração de Dioxinas e Furanos, a destruição dos materiais sem permitir a sua re-utilização e a necessidade de aterros controlados para deposição das cinzas.

A discussão quanto a pertinência destas questões não é objeto deste trabalho, no entanto quando se trata de “Resíduos Últimos” ou seja resíduos que não encontram outra tecnologia comprovada para sua destinação final a incineração passa a ser menos combatida. Evidentemente se existem alternativas técnicas e economicamente viáveis em que não consomem combustível e permitem a reciclagem dos materiais, não há dúvida que essas tecnologias devem ser privilegiadas em detrimento a incineração.

Conclusivamente (ver item 12.2) o emprego da incineração na Destinação Final de resíduos do **Grupo SI** não é a melhor alternativa, ou na pior das hipóteses, a menos ambientalmente correta.

12.1.1 – Descontaminação e Reciclagem

Esta tecnologia destinada aos resíduos do **Grupo SI** a qual é largamente empregada nos países da Europa e EUA. Trata-se de um processo aceito internacionalmente pela sua eficiência comprovada, por apresentar custos competitivos, não usar combustível fóssil, permitir a reciclagem dos materiais, não gerar cinzas a serem depositadas em aterros controlados com potencial geração de passivos ambientais, bem como não gerar polemica que podem implicar em desgaste para quem oferece os serviços como para quem contrata os serviços.

Apresentamos a seguir o fluxograma básico do processo de descontaminação com a tecnologia da TECORI – Tecnologia Ecológica de Reciclagem Industrial Ltda., empresa brasileira licenciada pela CETESB para explorar o serviço de descontaminação e reciclagem de transformadores e capacitores a PCBs na sua Planta do Distrito Industrial Dutra de Pindamonhangaba – SP.

Os transformadores são por imposição da NBR 8371, como visto anteriormente, drenados na empresa detentora do transformador e posteriormente enviados à Unidade de Descontaminação. Os capacitores por serem equipamentos blindados são enviados sem a prévia drenagem, a qual é feita na Unidade de descontaminação.

O capacitor após a drenagem dos PCBs, tem sua parte superior cortada (corte a frio com cerra de fita horizontal) para retirada da parte ativa, constituída basicamente de material celulósico e filmes de papel alumínio, que conjuntamente com os PCBs são enviados para incineração.

A carcaça metálica e isoladores seguem o mesmo processo de descontaminação das carcaças dos transformadores, descrito a seguir.

A primeira fase do tratamento dos transformadores é a retirada da parte ativa (núcleo magnético), do interior da carcaça, operação esta mecanizada.

A segunda fase basicamente trata-se do processo de descontaminação, que é a introdução das carcaças ou partes ativas em cargas homogêneas dentro da câmara de descontaminação. As cargas são homogêneas devido o fato que o numero de ciclos do processo de descontaminação das carcaças (transformador e capacitore) ser diferente das parte ativas, 1 hora e 16 horas respectivamente.

O processo de descontaminação é basicamente a lavagem das partes metálicas com solvente clorado – percloroetileno (PCE) hora na fase líquida e hora na fase de vapor, alternado-se os ciclos de lavagem. O PCE é constantemente destilado e recirculado na instalação em um circuito fechado que trabalha em vácuo.

A alternância dos ciclos provoca uma movimentação relativas entre as partes permitindo um contato intenso do solvente com as partes contaminadas, principalmente na fase vapor onde ocorre uma forte penetração e condensação do PCE o que propicia a “lavagem” das partes. O PCB extraído na base da coluna de destilação é enviado para incineração.

Todo o processo de descontaminação é automático e supervisionado por computadores, não havendo qualquer intervenção dos operadores.

Somente após a fase de descontaminação é que se passa para fase de desmontagem onde ocorre a intervenção humana, mas em material não contaminado potencialmente falando.

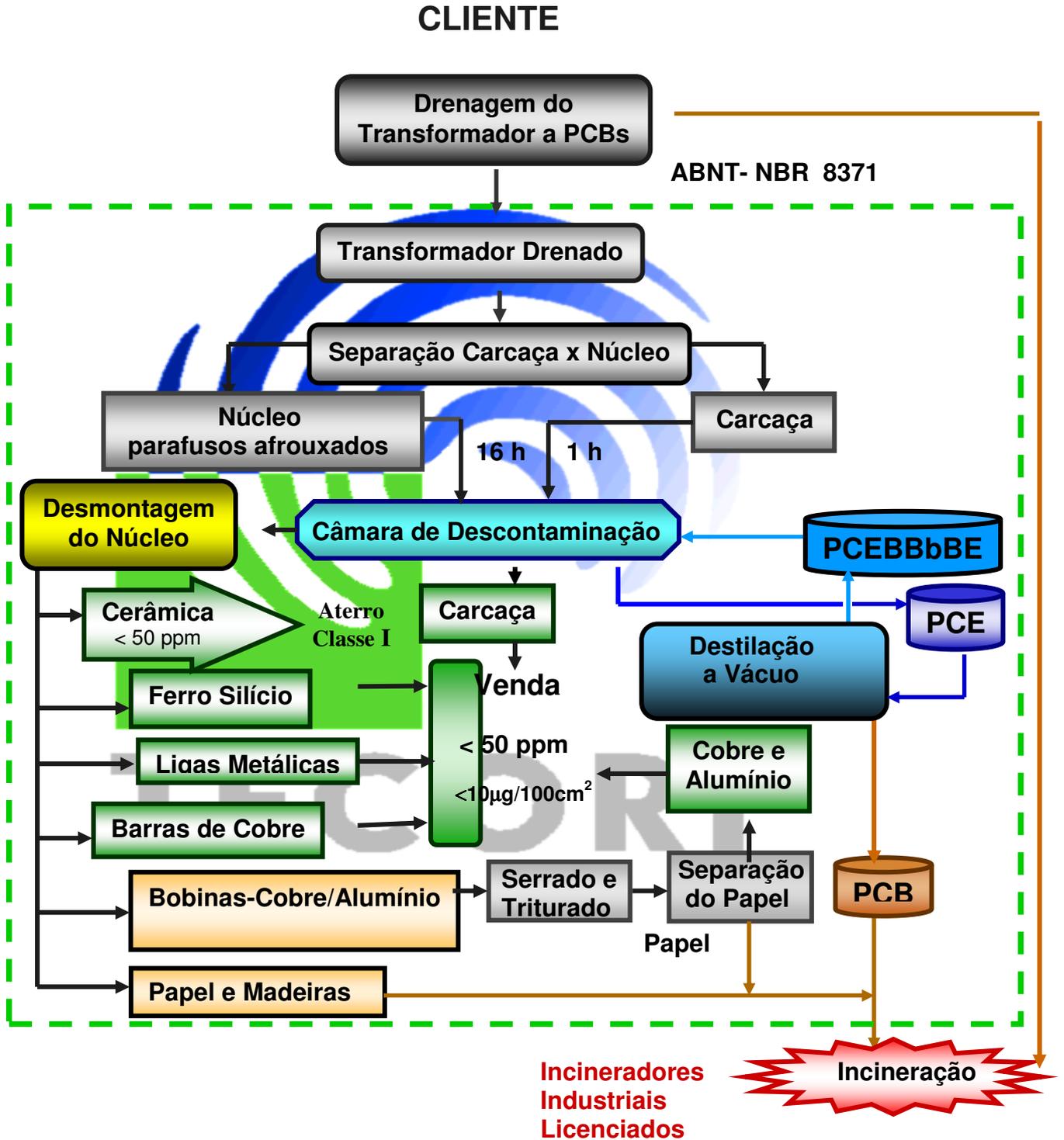
Conforme apresentado no fluxograma de processo, todas as partes constituintes do núcleo magnético são desmontadas, separadas e analisadas , e se confirmando o nível de contaminação inferior aos 50 mg/kg de PCB, são consideradas não contaminadas e os materiais podem ser reciclados. Para o caso das carcaças utiliza-se o limite de $10\mu\text{g}/100\text{cm}^2$

As cerâmicas, sem valor comercial são enviadas para aterro Classe II, não perigosos e não inertes.

Os fios de cobre e ou alumínio , envoltos em papel isolante, são triturados e enviados para uma máquina de separação metal x papel. Os metais são analisados e se confirmada a descontaminação são liberados para reciclagem.

Os papéis e madeiras estruturais do transformador (Grupo LSP) são enviados para incineração.

O processo da TECORI não gera qualquer tipo de efluente, quer seja líquido , sólido ou gasoso, utilizando apenas como insumo de processo o PCE, produto não inflamável e altamente estável que é recirculado no sistema. Como utilidades apenas utiliza energia elétrica (~ 150 KVA) para o processo de destilação do PCE.



Todos os processos modernos de descontaminação e reciclagem disponíveis no mundo tem basicamente o mesmo princípio.

12.2 – Avaliação / Comparação das Alternativas disponíveis no Brasil

Para a destinação final dos resíduos do **Grupo SI**, no nosso caso os transformadores e capacitores, existem duas alternativas tecnológicas; a descontaminação e reciclagem descrita no item anterior e a incineração de materiais previamente picotados para introdução em incineradores rotativos, ou incineração em câmara estática.

Esta alternativa de picotar transformador, e acondicionar os pedaços em bombonas de plástico (imposição dos incineradores de sólidos) está somente disponível na Europa e EUA, que possuem instalações antigas e totalmente depreciadas, ou contrário do que muitos pensam, o Brasil a mais de 10 anos não incinera transformadores, mas sim os descontamina e recicla os seus materiais.

Esta alternativa, largamente utilizada a 10 anos atrás no Brasil, mas ainda praticada no exterior, está desaparecendo, tendo-se em vista a alternativa de descontaminação e reciclagem.

A incineração de metais trata-se de uma alternativa primitiva, que expõem os operadores a contato direto com os PCBs, e em muitas vezes é utilizado o corte a quente (Fator Q), para se processar a separação das partes.

Podemos listar mais alguns inconvenientes dessa tecnologia, se é que assim podemos chamar:

Não existe uma regulamentação que normalize esta “tecnologia” pelo menos na Europa e EUA.

Incinerar pedaços de transformador em incineradores além de danificar os refratários pelo efeito abrasivo imobiliza parte da capacidade do incinerador em detrimento a uma utilização mais nobre.

Ainda mais, a destruição dos PCBs impregnados nos “pedaços” dos transformadores , como por exemplo nas bobinas, é no mínimo discutível não pela falta de temperatura, mas sim pela dificuldade de oxidação dos PCBs nos interstícios dos materiais.

O processo de incineração além de gerar efluentes líquidos e gasosos, gera cinzas que são considerados como resíduos perigosos e como tal devem permanecer estocados em aterros Classe I , ou seja, resta um potencial de risco de um futuro passivo ambiental. É exatamente isto que acontece com os materiais metálicos (inertes) dos transformadores que permanecem como “ cinzas “ sem possibilidade de reutilização.

O processo de incineração em câmara estática, apresenta praticamente os mesmos inconvenientes que a incineração em forno rotativo, a menos do processo de picotagem, mas não eliminando o processo manual de separação dos componentes contaminados dos transformadores, necessário para sua introdução da câmara de incineração estática.

12.3 – Recomendações na Contratação dos Serviços de Destinação Final

Como recomendação geral para a correta destinação final dos PCBs e seus resíduos, o gestor dos resíduos, seu responsável técnico, o seu responsável legal, proprietários e acionistas nunca deverão contratar a destinação final dos resíduos de PCB unicamente pelo critério “menor preço”. Certamente a adoção deste critério tem demonstrado para as empresas que assim

decidiram sérios problemas desde a exposição da imagem institucional como processos e multas ambientais. Recentemente ocorreu até falsificação de “Certificado de Destinação Final”.

Ao se decidir pela Destinação Final dos PCBs e seus resíduos, sugerimos observar algumas recomendações básicas, a saber:

- 1- Contratar diretamente o Destinator Final dos resíduos e exigir do mesmo um pacote completo de serviços, ou seja, o Gerenciamento total da operação: manipulação, embalagem, licenças ambientais, transporte e a destinação final com emissão do respectivo certificado. Deve-se eliminar a ação de intermediários na prestação dos serviços que antecedem a destinação final propriamente dita, trabalhos estes que apresentam um potencial de risco, além de que estes prestadores deste tipo de serviços serem empresas pequenas e com poucas garantias a oferecer.

Atualmente há empresas de destinação final ou consórcios de empresas de destinação final (incineração e descontaminação), que oferecem o pacote de serviço completo. Deve-se solicitar da empresa mais sólida a responsabilidade contratual. Neste caso não deve-se aceitar divisão de responsabilidades.

- 2- Quanto a destinação final tecnicamente adequada não há dúvidas:

-Incineração :Grupo LSP–líquidos e sólidos permeáveis (solos, EPIs, papéis,...).

-Descontaminação e Reciclagem : Grupo SP – sólidos impermeáveis (metais).

- 3- Quanto a escolha do Destinator Final a ser contratado para a execução do pacote de serviços, existem algumas recomendações básicas a serem observadas;

- Verificar as licenças ambientais, principalmente a Licença de Operação ou Funcionamento.
- Verificar no resumo de aprovação do EIA/RIMA do empreendimento se há alguma recomendação que possa no futuro representar um potencial de problema de passivo ambiental.
- Identificar claramente se a empresa tem ativos, instalações em fim patrimônio para suportar uma eventual demanda judicial em caso de um acidente ambiental.
- Embora a responsabilidade do processo de destinação final dos resíduos seja de responsabilidade legal do Gerador e não transferível até a emissão do certificado de destinação final, é prudente contratar empresas que tenham um forte apelo e preocupação na preservação da sua imagem.
- Indispensável a visita nas instalações das empresas proponentes para a destinação final. Melhor do que ouvir conversa de vendedores, é ir até fonte e verificar as instalações, mesmo um leigo não terá muitas dúvidas em identificar as diferenças.

O ideal é realizar uma auditoria ambiental nas instalações, mas se isto não for possível, recomendamos a observação de alguns aspectos:

- Impermeabilização das áreas internas e externas da planta de tratamento
- Monitoramento do lençol freático
- Monitoramento fito sanitário
- Monitoramento do ar do local de trabalho
- Verificar a intensidade de operações manuais com materiais contaminados
- Solicitar documentos que comprove a rastreabilidade de todo o processo.
- Solicitar os últimos laudos de inspeção do Órgão Ambiental fiscalizador.
- Solicitar atestados técnicos de execução de serviços de destinação final de empresas privada de reconhecida reputação ambiental, visto que muitas empresas públicas, mesmo reconhecidas como exemplo de preservação ambiental, são obrigadas a contratar serviço pelo menor preço, devido a processos licitatórios de contratação.

Por fim, existem pequenos agenciadores de resíduos de PCBs, que somente tem licença ambiental para manuseio e gerenciamento de transporte de cargas perigosas, e que estão se aventurando em agenciar a Destinação Final de PCBs no exterior.

Nem consideramos esta prática como uma alternativa, visto os riscos técnicos e operacionais envolvidos pelo menos no transporte marítimo, fora o risco de exposição da imagem da empresa contratante, em face de tantos escândalos de movimentação internacional de resíduos perigosos, com tantas ONGs ambientalistas de plantão.

Certamente na ocorrência de um acidente em todo o processo de exportação e tratamento de resíduos de PCBs, não será o “agenciador” que responderá pelas indenizações, visto que somente dispõem de uma pequena sala e alguns computadores, isto independentemente da responsabilidade criminal que recairá obrigatoriamente sobre o contratante.