

HERMANN PAUL KELLNER

GESTÃO DE BIFENILAS POLICLORADAS (PCBs) EM UMA EMPRESA
PRESTADORA DE SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO EM
TRANSFORMADORES ELÉTRICOS – ESTUDO DE CASO

São Paulo
2013

HERMANN PAUL KELLNER

GESTÃO DE BIFENILAS POLICLORADAS (PCBs) EM UMA EMPRESA
PRESTADORA DE SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO EM
TRANSFORMADORES ELÉTRICOS – ESTUDO DE CASO

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de
Especialista de Engenharia de
Segurança do Trabalho

São Paulo
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Kellner, Hermann Paul

Gestão de bifenilas policloradas (PCBs) em uma empresa prestadora de serviços de manutenção em transformadores elétricos – estudo de caso / H.P. Kellner. -- São Paulo, 2013.
53 p.

Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

**1.Saúde ocupacional 2.Segurança no trabalho 3.Ascarel
4.Transformadores e reatores I.Universidade de São Paulo.
Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em
Engenharia II.t.**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à
Carolina, que me fez quem sou
e quem eu nunca teria sido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à empresa estudada no presente trabalho, a qual permitiu acesso às informações necessárias para este estudo de caso.

Agradeço à minha esposa Carolina e à minha filha Luciana pela alegria que representam e pela constante motivação para seguir adiante.

Agradeço aos meus pais por toda a ajuda dada.

Agradeço à Gisele pela companhia constante durante as horas de leitura, reflexão e digitação.

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a elaboração deste trabalho.

**“and in the end,
the love you take
is equal to
the love you make”**

John Lennon & Paul McCartney

RESUMO

No Brasil a produção de bifenilas policloradas (PCBs) foi banida no início da década de 1980 por meio da Portaria Interministerial, no. 19, de 29 de janeiro de 1981. No entanto, as atividades de manutenção de equipamentos elétricos contendo óleo mineral com teores inferiores a 50 ppm de bifenilas policloradas ainda são legalmente permitidas e regulamentadas. O que se desejou investigar neste estudo de caso é a forma como uma empresa prestadora de serviços de manutenção em transformadores elétricos realiza a gestão de PCBs em suas atividades. Realizou-se uma pesquisa junto a uma empresa prestadora de serviços de manutenção em transformadores elétricos, a fim de avaliar seus procedimentos de gestão de bifenilas policloradas em relação à legislação brasileira. O presente estudo observou que a empresa em questão atende às determinações legais e normativas no que diz respeito às regras de controle dos teores de PCB no recebimento dos equipamentos para manutenção. Porém, deveria promover adaptação dos procedimentos empregados no sentido de realizar novas análises após a conclusão dos serviços e melhor especificar os equipamentos de proteção individual necessários aos trabalhadores envolvidos em atividades de manutenção, bem como adaptá-los às regras brasileiras de elaboração de inventários, inspeções, sinalizações e demais medidas de segurança, além de promover a coerência entre o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), o Programa Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) e os demais procedimentos adotados.

Palavras-chave: Saúde ocupacional. Segurança no trabalho. Ascarel. Transformadores e reatores.

ABSTRACT

The production of polychlorinated biphenyl (PCB) in Brazil was banned in the early 1980, by the Ministerial Act n°. 19, of January, 29, 1981. Though, the maintenance activities in electrical equipment containing mineral oil with PCB concentration below 50 ppm are still permitted and regulated. The aim of this case study is to evaluate how a maintenance company manages the polychlorinated biphenyl when repairing electrical transformers. It was conducted a research in a company that performs maintenance in electrical transformers, in order to evaluate its procedures related to the management of polychlorinated biphenyls and compare it to the Brazilian legal requirements. This study concluded that the surveyed company is compliant with the legal requirements and standards concerning the rules to control the PCB levels when repairing transformers, however it is necessary to improve the procedures in order to perform new PCB analysis when the repairs are concluded as well as to have a better definition of the personal protective equipment to be used by workers when performing maintenance activities, as well as fit it to the Brazilian legal requirements related to inventories, inspections, signaling and other safety rules and promote its adherence to the Environmental Risks Prevention Program and the Occupational Health Medical Program.

Keywords: Occupational health. Safety at work. Ascarel. Transformers and reactors

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Marcas comerciais de bifenilas policloradas	16
Tabela 2 – Agentes ambientais listados no PPRA da empresa analisada	36
Tabela 3 – Avaliação do conteúdo dos inventários de PCB.....	42
Tabela 4 - Avaliação das medidas de segurança do trabalhador.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACGIH®	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
ABHO®	Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas
CRQ	Conselho Regional de Química
CRS	Coordenaria Regional de Saúde
DDT	Dicloro-difenil-tricloroetano
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung</i>
EPI	Equipamento de proteção individual
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
PCB	<i>Polychlorinated biphenyl</i>
PCMSO	Programa de controle médico e saúde ocupacional
POP	Poluente orgânico persistente
PPRA	Programa de prevenção de riscos ambientais
Sema	Secretaria Especial do Meio Ambiente
TLV®	<i>Threshold limit value</i>
TWA	<i>Time weighted average</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

Kg	Quilograma
mg	Miligramma
mm	Milímetro
m^3	Metro cúbico
nº.	Número
ppm	Parte por milhão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. OBJETIVOS.....	13
1.2. JUSTIFICATIVA.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. DEFINIÇÃO DE BIFENILAS POLICLORADAS	15
2.2. HISTÓRICO.....	17
2.3. EFEITOS À SAÚDE.....	20
2.4. REQUISITOS LEGAIS E NORMATIVOS	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	32
4. RESULTADOS	34
4.1. AVALIAÇÃO DO PROCEDIMENTO “TRATAMENTO DE ÓLEO DOS TRANSFORMADORES”	34
4.2. AVALIAÇÃO DO PROCEDIMENTO “ <i>HANDLING OF PCB EQUIPMENT IN OPERATION</i> ”.....	34
4.3. AVALIAÇÃO DO PPRA – PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS	36

4.4	AVALIAÇÃO DO PCMSO – PROGRAMA DE CONTROLE MÉDICO E SAÚDE OCUPACIONAL	37
5.	DISCUSSÃO	39
5.1.	DISCUSSÃO DO PROCEDIMENTO “TRATAMENTO DE ÓLEO DOS TRANSFORMADORES”	39
5.2.	DISCUSSÃO DO PROCEDIMENTO “ <i>HANDLING OF PCB EQUIPMENT IN OPERATION</i> ”.....	41
5.3.	DISCUSSÃO DO PPRA – PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS	46
5.4.	DISCUSSÃO DO PCMSO – PROGRAMA DE CONTROLE MÉDICO E SAÚDE OCUPACIONAL	48
6.	CONCLUSÕES	49
	REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

As bifenilas policloradas, popularmente conhecidas como PCBs ou ascarel, são substâncias de extremo risco à saúde humana principalmente em razão de sua toxicidade e carcinogenicidade. No entanto, estas substâncias foram largamente utilizadas no passado como constituintes de fluidos isolantes dielétricos aplicados em equipamentos elétricos, tais como transformadores e capacitores.

A exposição às bifenilas policloradas no ambiente de trabalho pode ocorrer durante o reparo ou manutenção de equipamentos contendo tais substâncias, durante acidentes, incêndios ou vazamentos envolvendo transformadores elétricos ou outros equipamentos contendo as mesmas. Apesar disso, a legislação brasileira é omissa no que diz respeito aos limites de exposição dos trabalhadores, sendo necessário que se recorra aos valores estabelecidos pela *American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®)*.

A ampla utilização desta substância aliada ao seu alto grau de persistência no meio ambiente fez com ela se espalhasse amplamente, tendo sido identificada inclusive em amostras de alimentos.

1.1. OBJETIVOS

O presente trabalho busca avaliar a forma através da qual as normas e legislações brasileiras que tratam do uso e controle de ascarel (PCB, bifenila policlorada) são implementadas em uma empresa prestadora de serviços de manutenção em transformadores elétricos.

1.2. JUSTIFICATIVA

A alta periculosidade à saúde aliada à ampla utilização dos PCBs no passado faz desta substância um elemento que deve ser rigidamente controlado pelas empresas, a fim de minimizar os impactos à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente.

Recentemente a imprensa brasileira noticiou que em 19 de dezembro de 2012 ocorreu um vazamento de aproximadamente 12 mil litros de óleo isolante contendo PCB. Tal ocorrência se deu no Estado de Santa Catarina, a partir de uma falha em um transformador da Companhia de Energia Elétrica de Santa Catarina. Este fato motivou a aplicação de multa, pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), no valor de cinquenta milhões de reais.

O valor da multa aplicada à empresa responsável pelo vazamento atingiu o maior valor previsto pela legislação ambiental brasileira. Este fato é um forte indicativo da importância do tema em função dos riscos que envolvem o manuseio de PCB.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. DEFINIÇÃO DE BIFENILAS POLICLORADAS

Segundo Camargo (2010), bifenilas policloradas são compostos químicos produzidos pelo homem a partir do aquecimento de moléculas de benzeno e cloro na presença de um catalisador, possuindo características de baixa inflamabilidade, estabilidade química, alto ponto de ebulição e boas propriedades como isolantes elétricos.

Almeida et al. (2007) relatam que a classe das bifenilas policloradas compreende duzentos e nove compostos, porém apenas cento e trinta deles são encontrados em produtos comerciais.

Penteado e Vaz (2001) relatam que ascaréis são líquidos isolantes elétricos constituídos por uma mistura de aproximadamente 50% de triclorobenzeno e igual proporção de bifenilas policloradas. Líquidos isolantes assim formulados apresentam boas características dielétricas e grande estabilidade térmica e química, motivo pelo qual constituíram a maior aplicação das bifenilas policloradas. Em função da larga difusão desta utilização, o termo “Ascarel”, originalmente marca registrada da empresa Monsanto para seus produtos à base de bifenilas policloradas, passou a ser utilizado no Brasil como sinônimo de bifenila policlorada.

De acordo com Penteado e Vaz (2001), as bifenilas policloradas foram inicialmente produzidas na Alemanha por volta do ano de 1800, porém sua produção em escala industrial teve início por volta do ano de 1922. Tais substâncias foram registradas comercialmente com diversas denominações, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Marcas comerciais de bifenilas policloradas

Aceclor	Disconon	PCBs
Apirolio	Dk	Phenoclor
Aroclor	Duconol	Polychlorinated biphenyl
Arubren	Dykanol	Polychlorobiphenyl
Asbestol	EEC - 18	Pydraul
Ascarel	Elemex	Pyralene
Bakola 131	Eucarel	Pyranol
Biclor	Fenchlor	Pyrochlor
Chlorextol	Hivar	Saf-T-Kuhl
Chlorinated Biphenil	Hydol	Santotherm FR
Chlorinated Diphenil	Inclor	Santovac 1 e 2
Chlorinol	Inerteen	Siclonyl
Chlorobiphenyl	Kanechlor	Solvol
Clophen	Kennechlor	Sovol
Clorphen	Montar	Therminol FR
Delor	Nepolin	
Diaclor	No – Flanol	
Dialor	PCB	

Fonte: Penteado e Vaz (2001)

Broadhurst (1972) relata que as bifenilas policloradas são um material dielétrico e foram importantes para a indústria elétrica que as utilizaram para enchimento de transformadores, capacitores e outros dispositivos. As bifenilas policloradas foram altamente empregadas pela indústria em razão de suas ótimas propriedades contra incêndios e explosões.

Devido à grande estabilidade deste produto, que é incombustível à temperatura de aproximadamente 600º C, este apresentou grande utilização para esta finalidade e foi largamente utilizado o até o final da década de 70 quando foi incluído entre as substâncias classificadas como poluentes orgânicos persistentes (Camargo 2010).

Estima-se que aproximadamente um milhão e meio de toneladas de bifenilas policloradas foram produzidas, tendo sido empregadas como fluidos de transferência

de calor, lubrificantes hidráulicos, fluidos dielétricos para transformadores e capacitores, plastificantes, adesivos, diluentes orgânicos, óleos de corte e retardantes de chamas, conforme relatado por Safe (1992).

Em que pese a produção deste tipo de substância ter sido proibida no Brasil no ano de 1981, por meio da Portaria Minter nº. 19/1981, as bifenilas policloradas ainda são encontradas em equipamentos antigos ou mesmo em equipamentos mais modernos que acabaram por ser contaminados durante processos de manutenção. Almeida et al. (2007) relataram a existência de aproximadamente 250.000 a 300.000 toneladas de bifenilas policloradas em uso no Brasil.

2.2. HISTÓRICO

Nas primeiras décadas do século XX, o avanço tecnológico e o surgimento de novos produtos deram início à utilização de equipamentos elétricos em mais larga escala, notadamente nos países europeus e nos Estados Unidos da América. Tal desenvolvimento levou a indústria elétrica e as empresas de transmissão e distribuição de energia elétrica à ampla utilização de transformadores elétricos, quer seja em subestações de grande porte, quer seja em subestações prediais, conforme relata Montague (1993).

De acordo com Tanabe (1988), este uso mais intensivo de equipamentos até então pouco empregados levou à ocorrência de repetidos casos de incêndios provocados por sobrecargas ou por outros tipos de falhas, provocando a combustão do líquido isolante e o consequente incêndio das instalações, muitas vezes envolvendo, inclusive, o vazamento do próprio líquido isolante e seu espalhamento pelo meio ambiente.

Pajari (1985) relata que o vazamento de PCB contido em transformadores pode se dar de duas formas:

- i) vazamento a frio, quando o líquido não foi exposto ao calor. Este tipo de vazamento é normalmente menos perigoso, podendo representar risco à saúde apenas se o líquido atingir rios, lagos ou em caso de contaminar alimentos ou animais.
- ii) vazamento em decorrência de explosões e incêndios. Este tipo de ocorrência gera a formação de dioxinas e furanos, componentes extremamente tóxicos à saúde humana.

Com o advento de tais situações, a regulamentação técnica nos Estados Unidos da América e as empresas seguradoras passaram a exigir que os equipamentos elétricos que utilizassem fluido isolante dielétrico, principalmente os transformadores elétricos, passassem a empregar como fluido dielétrico líquidos não inflamáveis e não propagadores de chama. Este foi o gatilho para que a indústria desenvolvesse diversas formulações baseadas nas bifenilas policloradas em razão de sua característica de não flamabilidade. Assim, a sua utilização como líquido isolante passou a ser amplamente empregada em todo o mundo a partir desta época, conforme relata Clairborne (1986).

De acordo com Tanabe (1988), em meados de 1960, a Organização das Nações Unidas implementou um programa de monitoramento de determinados poluentes considerados perigosos, dentre eles o Dicloro-Difenil-Tricloroetano, também conhecido como DDT, muito empregado na indústria agrícola na função de defensivo contra pragas. Este programa de monitoramento detectou a presença de bifenilas policloradas em várias amostras de DDT. A partir desta constatação os monitoramentos destas substâncias foram intensificados e observou-se que as bifenilas policloradas estavam amplamente dispersas pelo meio ambiente. Isto fez com que a Organização das Nações Unidas incluísse também as bifenilas policloradas em seu programa de monitoramento.

Conforme relata Masuda (1985), um dos primeiros grandes acidentes envolvendo bifenilas policloradas deu-se no ano de 1968, na cidade de Yusho, Japão. Nesta localidade houve o superaquecimento de um trocador de calor empregado na refrigeração de óleo de farelo de arroz, o qual utilizava óleo à base de bifenilas

policloradas como fluido refrigerante. Tal superaquecimento provocou o vazamento do óleo refrigerante, o qual veio a misturar-se ao óleo de farelo de arroz e acabou por ser embalado e comercializado. A partir de então a população local passou a apresentar sintomas que incluíam cloracne (doença que produz erupções cutâneas como se fosse um caso grave de acne, mas que pode atingir o corpo todo), hiperqueratose (espécie de endurecimento da pele), bronquite, edema dos membros, dentre outros. Estas ocorrências foram atribuídas à ingestão de bifenilas policloradas misturadas ao óleo comestível e passaram a ser conhecidas de forma popular como “mal de Yusho”.

Penteado e Vaz (2001) relatam que entre 1966 e 1976 a empresa General Electric produziu capacitores elétricos em duas unidades fabris localizadas ao norte do rio Hudson, nos Estados Unidos da América. Durante suas operações a empresa gerou efluentes contaminados por PCB em uma taxa aproximada de 14 kg/dia durante décadas. Como consequência desta contaminação, todo o consumo e comercialização de peixes deste rio foram proibidos, causando sérios problemas sociais à comunidade local.

A repercussão pública destes casos fez com que a empresa Monsanto, então maior produtora mundial de substâncias à base de bifenilas policloradas, restringisse voluntariamente a utilização desta substância em seus produtos no início da década de 1970, conforme relata Fernandes (1984).

Em 1979 o governo federal dos Estados Unidos da América sancionou a Lei de Controle de Substâncias Tóxicas, a qual inclui as bifenilas policloradas.

Em 1981 o governo federal do Brasil, por meio do Ministério da Indústria e Comércio, Ministério do Interior e Ministério das Minas e Energia promulgou a Portaria Interministerial nº. 01, que proíbe a comercialização e uso das PCBs em todo o território nacional.

A partir de então, outras normas e requisitos legais surgiram no Brasil, os quais são apresentados em maiores detalhes em capítulo específico do presente trabalho.

2.3. EFEITOS À SAÚDE

Wolf (1985) relata que devido às suas características de não biodegradabilidade, bacteriostaticidade e bioacumulação, as PCBs são classificadas internacionalmente como “Poluentes Orgânicos Persistentes” (POPs). Em razão de sua não biodegradabilidade e elevada estabilidade química, as bifenilas policloradas permanecem no meio ambiente por períodos de tempo extremamente longos. Desta forma, por serem substâncias bioacumulativas, tendem a acumular-se nas células dos seres vivos, constituindo sério risco para a estabilidade do ecossistema terrestre e para a saúde dos seres humanos.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da norma NBR 8371 (2005) esclarece que os efeitos das bifenilas policloradas na saúde humana ainda não são completamente conhecidos. No entanto, quando submetidas a temperaturas superiores a 400°C, em presença de oxigênio, sofrem oxidação parcial, gerando compostos das famílias das dibenzodioxinas policloradas e dos dibenzofuranos policlorados, os quais são altamente tóxicos.

Maroni (1981) relata que as bifenilas policloradas causam uma série de efeitos adversos à saúde, dentre eles cânceres e alterações nos sistemas imunológico, reprodutivo, nervoso e endócrino, dentre outros. Tais compostos são bioacumulativos, sendo depositados nos tecidos adiposos.

Ruder et al. (2006) relatam que a Agência Internacional para Pesquisas sobre Câncer classificou as bifenilas policloradas como provavelmente carcinogênicas ao homem, com evidências suficientes em animais, mas limitadas em estudos com seres humanos. Segundo os mesmo autores, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América também classificou as bifenilas policloradas como provavelmente carcinogênicas ao homem.

Prince et al. (2006) relatam a realização de um estudo correlacionando a mortalidade e a exposição às bifenilas policloradas de 14.458 trabalhadores da indústria norte-

americana de capacitores elétricos. Neste estudo os autores relatam que encontraram; (i) uma forte relação de exposição-resposta para a mortalidade por câncer em geral; (ii) uma forte relação de exposição-resposta para a mortalidade por câncer de próstata; (iii) sugestivas evidências de uma associação de mortalidade por mieloma, câncer de ovário e câncer de estômago em homens; e (iv) evidências dispersas de uma associação com a mortalidade por câncer de intestino em mulheres.

Ruder (2006) relata que a exposição às bifenilas policloradas no ambiente de trabalho pode ocorrer durante o reparo ou manutenção de equipamentos contendo PCBs, durante acidentes, incêndios ou vazamentos envolvendo transformadores elétricos ou outros equipamentos contendo tais substâncias. A inalação de ar contendo bifenilas policloradas faz com que tal substância penetre no organismo através dos pulmões e atinja a corrente sanguínea. Ainda não se sabe com que velocidade ou concentração tal processo ocorre. Outra via de exposição se dá através do contato dermal com materiais contaminados com bifenilas policloradas.

De acordo com Safe (1992), a exposição ocupacional às bifenilas policloradas pode resultar em um amplo espectro de sintomas, os quais incluem elevados níveis sorológicos de lipídios e de certas enzimas, erupções cutâneas e outras lesões dermáis, possível dano hepático e problemas respiratórios.

Os problemas de saúde causados pela exposição às bifenilas policloradas também foram relatados por Nogueira et al. (1987):

Seres humanos expostos aos PCBs, quer através de alimentos ou por razão ocupacional, apresentavam uma série de problemas de saúde. Merecem destaque o aumento da indução de enzimas microssômicas do fígado; maior incidência de toxemia gravídica; de prematuridade; presença de lesões acneiformes; lesões difusas de pele; aumento da incidência de melanoma e de câncer de pâncreas; maior incidência de cirrose hepática e de câncer do fígado; alteração das provas de função hepática; alterações congênitas de crianças cujas mães tinham ingerido alimento com teores de resíduos de PCBs, constantes de conjuntivite, prurido cutâneo, maior incidência de cárie dentária, fragilidade ungueal, pigmentação marrom da pele, esmalte dentário manchado, prematuridade e menor peso ao nascer, grau moderado de retardamento mental e depressão do sistema imunológico. (NOGUEIRA et al. 1987, p. 280)

Jacobson e Jacobson (1996) relatam que, ao estudar os prejuízos mentais causados às crianças quando expostas às bifenilas policloradas ainda no útero materno, identificaram a associação de tal exposição com a baixa função intelectual das crianças na idade escolar. Os dados de quociente de inteligência identificados no estudo indicam déficit na habilidade intelectual, prejuízos à memória de curto e longo prazos e deficiência de atenção.

Queiroz e Waissmann (2006) ao estudarem os efeitos da exposição ocupacional às bifenilas policloradas sobre o sistema reprodutor masculino relatam que não apenas os níveis de estrogênio são afetados, mas também os hormônios androgênicos, da tireoide, pituitários e corticosteroides, dentre outros. Também relatam que meninos nascidos de mulheres expostas às bifenilas policloradas apresentaram subdesenvolvimento peniano e alterações testiculares.

Com relação aos limites de exposição ocupacional no Brasil, a Norma Regulamentadora nº. 15 não define parâmetros para as bifenilas policloradas ou seus compostos. No entanto, conforme reporta a Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais (ABHO[®]) (2010), a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH[®])* define os seguintes valores de TLV[®] para compostos de bifenilas policloradas:

- clorodifenil (42% de cloro) – TLV[®]-TWA: 1mg/m³

- clorodifenil (54% de cloro) – TLV[®]-TWA: 0,5mg/m³

Ainda de acordo com a ABHO[®] (2010), ao definir os valores de TLV[®] acima, a ACGIH[®] indica que a base do TLV[®] para clorodifenil (42% de cloro) é o dano ao fígado, irritação dos olhos e cloracne, e a base do TLV[®] para clorodifenil (54% de cloro) é a irritação do trato respiratório superior, cloracne e dano ao fígado.

Como se observa, estudos mostram os sérios riscos que as bifenilas policloradas apresentam para a saúde humana, estando relacionadas ao surgimento de cânceres e alterações nos sistemas imunológico, reprodutivo, nervoso e endócrino, dentre outros. No entanto, a legislação brasileira é omissa no que diz respeito aos limites de

exposição dos trabalhadores, sendo necessário que se recorra aos valores estabelecidos pela ACGIH®.

2.4. REQUISITOS LEGAIS E NORMATIVOS

No Brasil a produção de bifenilas policloradas foi banida no início da década de 1980 por meio da Portaria Interministerial, nº. 19, de 29 de janeiro de 1981. Tal norma legal trouxe as seguintes disposições:

I - A partir da data da publicação desta Portaria, fica proibida, em todo o território Nacional, a implantação de processos que tenham como finalidade principal a produção de bifenil policlorados - PCBs.

II - Ficam proibidos, em todo o Território Nacional, o uso e a comercialização de bifenil policlorados PCBs, em todo o estado, puro ou em mistura, em qualquer concentração ou em estado físico, nos casos e prazos relacionados abaixo:

- a) como fluido dielétrico nos transformadores novos, encomendados a partir de 06 (seis) meses da data da publicação da presente Portaria;
- b) como fluido dielétrico nos capacitores novos, encomendados depois de 20 (vinte) meses da data da publicação desta Portaria;
- c) como aditivo para tintas, plásticos, lubrificantes e óleo de corte, fabricados a partir de 12 (doze) meses da data da publicação desta Portaria;
- d) em outras aplicações, que não as acima citadas, a partir de 24 (vinte e quatro) meses da data da publicação da presente Portaria.

III - Os equipamentos de sistema elétrico, em operação, que usam bifenil policlorados - PCBs, como fluido dielétrico, poderão continuar com este dielétrico, até que seja necessário o seu esvaziamento, após o que somente poderão ser reenchidos com outro que não contenha PCBs.

IV - As empresas usuárias de equipamentos elétricos deverão considerar, nas especificações de novos capacitores de potências, a aquisição de equipamentos que não utilizem PCBs.

V - Fica terminantemente proibido o despejo de bifenil policlorados - PCBs, ou produtos que o contenham, quer direta ou indiretamente, nos cursos e coleções d'água ou locais expostos às intempéries.

Como se observa, tal Portaria baniu a produção de bifenilas policloradas no Brasil, bem como seu uso em transformadores e capacitores novos, aditivo para tintas, plásticos, lubrificantes, óleos de corte e demais aplicações.

Em seu item III esta norma legal autoriza a continuidade de utilização de equipamentos elétricos que contenham bifenilas policloradas até que seja necessária a realização de reparo ou manutenção. Com relação a esta questão é fundamental que se observe as disposições da norma ABNT NBR 8371 (2005) e do Decreto nº. 5.472 de 20 de junho de 2005, conforme veremos mais adiante.

Em 10 de junho de 1983 foi publicada a Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº. 1/1983, a qual disciplina as condições de armazenamento e transporte de bifenilas policloradas.

De acordo com esta Instrução Normativa, a atividade de manuseio de bifenilas policloradas não deverá ser exercida por pessoas “acometidas ou sujeitas à inflamação de garganta e brônquios, doenças crônicas dos órgãos internos, doenças infecciosas, eczemas e dermatites alérgicas, bem como pessoas que apresentam reações específicas”.

Com relação aos equipamentos de proteção individual do trabalhador a Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº. 1/1983 define como sendo de uso obrigatório os óculos de segurança ou protetor facial, luvas à base de acetato de polivinila ou polietileno, botas ou sapatos com solado sintético e roupas protetoras (avental não absorvente descartável). Nos casos em que o manuseio das bifenilas policloradas é realizado em ambiente com temperatura superior a 60°C, também deve ser utilizada “máscara contra gases com filtro orgânico código B Norma DIN 3181 ou máscara autônoma”.

Com relação ao manuseio das bifenilas policloradas a Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº. 1/1983 traz as seguintes orientações:

Após trabalhos com PCBs, antes de qualquer refeição e uso de instalações sanitárias, o rosto, mãos e braços devem ser lavados com água morna e sabão neutro. É desaconselhável o uso de solventes, detergentes ou abrasivos (areia, sabões especiais, etc.).

Os equipamentos contendo PCBs devem ser manuseados e movimentados com cuidado a fim de evitar choques mecânicos que possam causar vazamentos. Os capacitores devem ser manuseados através das abas

laterais e nunca pelas buchas. Os transformadores devem ser manuseados de acordo com as recomendações do fabricante.

Não tomar equipamentos ou continentes para evitar derramamentos.

Os equipamentos ou continentes devem ser movimentados, preferencialmente, através de empilhadeiras, guinchos, telhas ou caixas apropriadas e conduzidas por profissionais especializadas em movimentação de carga.

Os continentes ou equipamentos devem ser movimentados na posição vertical e amarrados para evitar tombamento.

Quando os equipamentos forem movimentados por guinchos ou telhas devem ser utilizados "estropos", adequados, evitando-se o contato de cabo de aço ou corrente com bucha.

Quando movimentados por empilhadeiras, os equipamentos devem ser dispostos sobre estrados e amarrados.

Com relação ao local de armazenamento, a Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº. 1/1983 traz as seguintes prescrições:

Os continentes para armazenagem deverão ser construídos em chapas nº 18, com as bordas especialmente seladas e deverão também, ser protegidos internamente por tinta epóxi, polietileno ou galvanizados. Deverão ser facilmente identificados através do nome do material pintado no seu corpo e na tampa.

A armazenagem de equipamentos danificados ou continentes contendo PCBs deverá ser feita em local que atenda às seguintes condições:

- a) ser bem ventilado;
- b) localizar-se distante de depósitos de alimentos, água potável, remédios e óleo isolante;
- c) ter cobertura de proteção contra chuva;
- d) ter piso falso de madeira sobre piso de cimento e caixa coletora para PCBs;
- e) ser sinalizado com placa de "Entrada Proibida" e
- f) ter afixado em local bem visível as instruções desta Instrução Normativa.

Os equipamentos e/ou continentes contendo PCBs deverão ser armazenados verticalmente e amarrados para evitar tombamento.

Todos os equipamentos e/ou continentes contendo PCBs deverão ser vistoriados mensalmente verificando se há vazamentos.

Em caso de incêndio, deve-se entrar no ambiente usando máscaras contra gases, com filtro orgânico código B Norma DIN 3181.

Com relação aos equipamentos em funcionamento contendo bifenilas policloradas, a Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº. 1/1983 define uma etiqueta padrão para identificação, bem como a elaboração de um inventário com o seguinte conteúdo:

- a) data de entrada do equipamento ou continente;
- b) se for equipamento
 - tipo (transformador, capacitor)
 - quantidade de óleo contendo PCBs;
- c) se for continente
 - conteúdo (óleo, material contaminado, equipamentos danificados)
 - quantidade.

O Decreto nº. 5.472 de 20 de junho de 2005 é instrumento legal que promulga o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes. Dentre os poluentes tratados por tal Convenção encontram-se as bifenilas policloradas.

De acordo com o artigo 3º desta Convenção, cada País signatário deve:

- (a) Proibir e/ou adotar as medidas jurídicas e administrativas que sejam necessárias para eliminar:
 - i) A produção e utilização das substâncias químicas relacionadas no Anexo A, de acordo com as disposições especificadas naquele Anexo; e,
 - ii) A importação e exportação das substâncias químicas relacionadas no Anexo A, de acordo com as disposições do parágrafo 2º; e,
- (b) Restringir a produção e utilização das substâncias químicas relacionadas no Anexo B, de acordo com as disposições especificadas naquele Anexo.

A obrigação imposta aos signatários de proibir a produção das bifenilas policloradas já havia sido implementada pelo Brasil por meio da Portaria Interministerial, nº. 19, de 29 de janeiro de 1981, conforme já mencionado acima.

Ao tratar da eliminação do uso das bifenilas policloradas em equipamentos, a Convenção define como prazo limite o ano de 2025, estabelecendo que as ações devem ter foco inicialmente nos equipamentos que apresentam maior concentração, conforme abaixo:

- i) primeiro grupo: equipamentos que contenham mais de 10 por cento (100.000 mg/kg ou 100.000 ppm) de bifenilas policloradas e volumes superiores a 5 litros;
- ii) segundo grupo: equipamentos que contenham mais de 0,05% (500 mg/Kg ou 500 ppm) de bifenilas policloradas e volumes superiores a 5 litros;
- iii) terceiro grupo: equipamentos que contenham mais de 0,005% (50 mg/Kg ou 50 ppm) de bifenilas policloradas e volumes superiores a 0,05 litro.

Relativamente às operações de manutenção e reparo, a Convenção veta estas atividades apenas em equipamentos que contenham líquidos com teor superior a 0,005% (50 mg/kg ou 50 ppm) de bifenilas policloradas. Contrário senso, permite a realização das operações de manutenção e reparo em equipamentos que contenham líquidos com teores inferiores ao retro mencionado.

Além disso, esta Convenção estabelece a necessidade de controle especial para equipamentos contaminados com bifenilas policloradas com teores superiores a 0,005% (50 mg/kg ou 50 ppm).

No Brasil, a norma ABNT NBR 8371 (2005) trata dos ascaréis para transformadores e capacitores, suas características e riscos. Esta norma traz as seguintes definições que são de suma importância para o entendimento do tema:

equipamentos elétricos isentos de PCB: Transformadores, capacitores ou qualquer outro equipamento cujo líquido isolante contenha teores inferiores ao limite de quantificação do método de ensaio, quando ensaiados conforme a ABNT NBR 13882.

equipamentos elétricos não PCB: Transformadores e capacitores cujo líquido isolante contenha teores inferiores a 50 mg/kg de PCB, quando ensaiados conforme a ABNT NBR 13882.

equipamentos elétricos contaminados por PCB: Transformadores e capacitores cujo líquido isolante contenha teores superiores a 50 mg/kg de PCB e inferiores a 500 mg/kg de PCB, quando ensaiados conforme a ABNT NBR 13882.

equipamentos elétricos PCB: Transformadores e capacitores, cujo líquido isolante contenha teores iguais ou superiores a 500 mg/kg de PCB, quando ensaiados de acordo com a ABNT NBR 13882.

Esta norma, ao definir as regras de manuseio das bifenilas policloradas aproxima-se muito das disposições da Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº. 1/1983, uma vez que estabelece que os locais em que PCBs são manipulados devem possuir ventilação adequada. Com relação aos equipamentos de proteção individual do trabalhador a norma ABNT NBR 8371 (2005) define como sendo de uso obrigatório:

óculos de segurança ou protetor facial, luvas de preferência à base de material impermeável (por exemplo, polietileno), botas ou sapatos com solado sintético, roupas protetoras (avental não absorvente descartável) e máscara de proteção respiratória com filtro código B, para gases inorgânicos (conforme ABNT NBR 13696), acompanhado de pré-filtro para partículas.

Além disso, também determina que não devem ser usados equipamentos de proteção individual à base de borracha de neoprene. Nos casos de manuseio em temperaturas acima de 60°C, deve ser usada também a máscara respiratória autônoma.

Com relação aos recipientes para acondicionamento, a norma ABNT NBR 8371 (2005) estabelece que deve ser dada preferência aos continentes de 200 litros de capacidade, os quais devem ser construídos em chapa fina a frio, com espessura nominal de 1,21 mm e com as bordas especialmente seladas. Devem ser revestidos internamente por tinta epóxi, polietileno ou galvanização.

Com relação às instalações para armazenamento dos equipamentos contendo bifenilas policloradas, a norma ABNT NBR 8371 (2005) especifica que tais locais devem possuir:

- a) impermeabilização inferior da área;
- b) colocação de cobertura para proteção contra chuva e construção de paredes laterais, de forma que se tenha uma única entrada de acesso e que se garanta uma adequada ventilação;
- c) instalação de sistema de drenagem e coleta de líquidos percolados, em caso de vazamentos ou acidentes;

- d) Instalação de sistema de proteção contra incêndios que não utilize água como meio de extinção de chama.

Quanto às condições de segurança, a norma ABNT NBR 8371:2005 especifica que tais locais devem possuir:

- a) sistema de isolamento de acesso e de sinalização, para alerta quanto aos perigos do local;
- b) iluminação e força, para as ações em situações de emergência;
- c) sistema de comunicação com possibilidade de uso em situações de emergência;
- d) acessos internos e externos mantidos em boas condições;
- e) identificações afixadas em local visível;
- f) depósitos de alimentos, água potável, remédios, combustíveis e óleo mineral isolante, distantes da área de armazenamento de PCB;
- g) pisos, paredes e demais componentes da estrutura, que possam ser atingidos por vazamentos, construídos em material impermeável ou revestidos por pintura impermeável, com tinta à base de epóxi, para permitir a descontaminação em caso de vazamento;
- h) sinalização com placa de "Entrada Proibida a Pessoas não Autorizadas".

Assim como a Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº. 1/1983, a norma ABNT NBR 8371 (2005) exige a elaboração de inventário com o seguinte conteúdo:

- a) data de entrada do equipamento ou continente;
- b) se for equipamento:
 - tipo (transformador, capacitor);
 - quantidade de líquido;
- c) se for continente:
 - conteúdo (óleo, material contaminado, equipamentos danificados);
 - quantidade;
- d) ocorrência de acidentes, vazamentos, irregularidades, danificação de recipientes e outros;
- e) registro das inspeções semestrais.

Reforçando aquilo que já é determinado pela Portaria Interministerial, nº. 19, de 29 de janeiro de 1981, a norma estabelece que os equipamentos elétricos, originalmente preenchidos com PCB, podem continuar em operação até que seja necessário o seu esvaziamento, devendo, para tanto, atender determinados

parâmetros especificados, tais como sinalização, proteção, ventilação, contenção de vazamentos, dentre outros.

Assim como o Decreto nº. 5.472 de 20 de junho de 2005, a norma ABNT NBR 8371 (2005) afirma que os equipamentos cujo líquido isolante contenha teores inferiores a 50 mg/kg de PCB não têm restrições de atividades de manutenção, sendo que o teor de PCB deve ser avaliado antes e após o manuseio do líquido isolante e não deve haver mistura de líquidos isolantes contaminados por teores diferentes de bifenilas policloradas.

Os locais de realização das atividades de manutenção devem atender às seguintes características:

- a) o acesso de pessoas não envolvidas diretamente no serviço deve ser restrito;
- b) o local deve ser adequadamente ventilado;
- c) as pessoas diretamente envolvidas no serviço devem utilizar os EPI adequados;
- d) o solo, drenos, estruturas e instalações próximas devem ser protegidos por material impermeável, de forma a evitar contaminação;
- e) devem ser elaborados planos de trabalho que incluam contenção de vazamentos, prevenção de acidentes e primeiros-socorros para o serviço.

Como se observa, tanto a Portaria Interministerial, nº. 19, de 29 de janeiro de 1981, quanto a norma ABNT NBR 8371 (2005) assemelham-se sobremaneira com relação às especificações de manuseio, armazenagem e proteção aos trabalhadores em atividades com equipamentos contendo bifenilas policloradas.

Além dos requisitos legais e normativos supracitados, o Estado de São Paulo fez publicar em 22 de fevereiro de 2006 a Lei Estadual nº. 12.288, que dispõe sobre a eliminação controlada dos PCBs e dos seus resíduos, a descontaminação e a eliminação de transformadores, capacitores e demais equipamentos elétricos que contenham PCBs.

De acordo com esta Lei Estadual, os transformadores, capacitores e demais equipamentos elétricos contendo PCBs, bem como óleos ou outros materiais

contaminados por PCBs devem ser eliminados de forma progressiva até o ano de 2020. Além disso, ela determina a elaboração de inventário contendo:

- Nome, endereço e CNPJ do Detentor;
- Localização e descrição do equipamento, com informações se está ou não desativado e se contém óleo isolante à base de PCBs, indicado na sua placa de identificação;
- Teor de PCBs no óleo isolante, determinado segundo os critérios da Norma ABNT NBR 13882, por laboratório devidamente habilitado para este fim;
- Fabricante e data de fabricação;
- Quantificação dos resíduos;
- Localização e descrição do tipo de resíduo (óleo, solo, brita, EPI, e outros);
- Acondicionamento e descrição da condição em que se encontram;
- Data do inventário.

Por fim, a Lei Estadual nº. 12.288, de 22 de fevereiro de 2006 proíbe a comercialização de transformadores, capacitores e óleos isolantes sem a comprovação formal de que o óleo isolante contido nesses equipamentos não apresenta teor de PCBs superiores a 50 mg/kg. Para tanto, a Lei exige que “da Nota Fiscal da operação comercial deverá constar o teor de PCBs do equipamento, bem como o nome e CNPJ do laboratório que atestou o seu teor, com a respectiva data da análise, nome e CRQ do analista”.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma empresa multinacional, com aproximadamente 4.500 funcionários no Brasil, a qual presta serviços de manutenção em transformadores elétricos, dentre outras atividades. O nome da empresa estudada foi omitido no presente trabalho em razão de preservação de imagem.

Para a condução deste estudo a empresa em questão franqueou acesso a seu banco de dados de programas, procedimentos, instruções e normas internas. Tal banco de dados foi analisado e foram selecionados os documentos referentes às atividades de manutenção de transformadores elétricos e gestão de óleos isolantes.

O processo de identificação dos documentos envolveu não só a seleção dos documentos elaborados pela empresa no Brasil, mas também daqueles elaborados em sua matriz no exterior e aplicados no Brasil.

Como resultado deste processo de identificação de documentos, foram selecionados quatro documentos, a saber:

- i) Procedimento “Tratamento de Óleo dos Transformadores”, elaborado em 27 de outubro de 2011, o qual tem por objetivo descrever as rotinas adotadas pela empresa para recebimento e tratamento de óleo mineral isolante em atividades de manutenção de transformadores.
- ii) Procedimento “*Handling of PCB Equipment in Operation*”, elaborado em 30 de junho de 2006, o qual tem por objetivo definir as rotinas de manutenção, inspeção e disposição final de equipamentos contendo bifenilas policloradas instalados nas unidades fabris da empresa.
- iii) PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, elaborado em março de 2011.

- iv) PCMSO – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional, elaborado em agosto de 2011.

Uma vez feita a seleção, os documentos foram lidos, analisados e confrontados com os requisitos legais, requisitos normativos e demais dados levantados na pesquisa bibliográfica constante do presente estudo.

A discussão dos resultados encontrados é parte constante do presente trabalho e as conclusões obtidas são apresentadas ao final.

Em resumo, os materiais utilizados consistem em documentos obtidos junto à empresa avaliada e o método empregado foi a busca em banco de dados seguida de avaliação, interpretação e análise crítica.

4. RESULTADOS

4.1. AVALIAÇÃO DO PROCEDIMENTO “TRATAMENTO DE ÓLEO DOS TRANSFORMADORES”

Segundo avaliação do procedimento “Tratamento de Óleo dos Transformadores” observou-se que a empresa define que o recebimento de transformadores para reparos ou manutenção deve ser precedido de laudo laboratorial atestando o teor de PCB do mesmo, sendo que tal laudo deve ser elaborado de acordo com a norma ABNT NBR 13.882 (2008). Caso o laudo supracitado aponte que o teor de PCB seja superior a 50 ppm de PCB deve-se recusar o recebimento do equipamento.

O início do processo de manutenção do equipamento se dá com a transferência do óleo isolante para um tanque reservatório. Os equipamentos de proteção individual especificados são “luvas, óculos, etc”.

O procedimento determina que ao término da operação de manutenção o óleo isolante inicialmente drenado do transformador deve ser a ele retornado. Nos casos em que houver necessidade de complementação da quantidade de óleo isolante deve-se utilizar um óleo com o mesmo teor de PCB, de forma a evitar qualquer alteração na concentração de bifenilas policloradas.

4.2. AVALIAÇÃO DO PROCEDIMENTO “*HANDLING OF PCB EQUIPMENT IN OPERATION*”

Por sua vez, o procedimento “*Handling of PCB Equipment in Operation*” define que a responsabilidade pela manutenção, inspeção e disposição de equipamentos contendo bifenilas policloradas em concentrações superiores a 50 ppm recai sobre o Gerente da Unidade.

Este procedimento estabelece a necessidade de elaboração de inventário contendo:

- i) Número de série;
- ii) Localização;
- iii) Volume de líquido com PCB.

Ao menos uma vez por ano os transformadores e capacitores com PCB devem ser inspecionados com relação a vazamentos e condições elétricas.

Todos os equipamentos contendo PCB devem ser claramente identificados como tal.

Com relação aos procedimentos de saúde e segurança do trabalho, as seguintes regras são especificadas:

- i) O contato com a pele deve ser evitado pelo uso de roupas impermeáveis, luvas, botas e máscaras faciais;
- ii) É recomendável o uso de respiradores com filtros orgânicos aprovados;
- iii) Qualquer parte do corpo que venha a ter contato com líquidos contendo PCB deve ser lavada cuidadosamente por cinco minutos com água e sabão;
- iv) Os equipamentos de proteção individual devem ser inspecionados diariamente com relação ao seu estado de conservação;
- v) Deve-se remover os equipamentos de proteção individual de forma cuidadosa, a fim de evitar a contaminação do lado interno do mesmo;
- vi) Funcionários envolvidos em atividades com bifenilas policloradas devem fazer parte de um programa de monitoramento da saúde, o qual deve

incluir consultas médicas periódicas, exames laboratoriais relevantes e determinação de bifenilas policloradas na corrente sanguínea.

4.3. AVALIAÇÃO DO PPRA – PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS

O PPRA apresentado pela empresa foi elaborado no mês de março de 2011 e afirma ser “parte integrante do conjunto mais amplo das iniciativas da empresa no campo de preservação da saúde e da integridade física dos trabalhadores”, tendo como objetivo “sumarizar e documentar o conjunto de ações relativas ao gerenciamento dos riscos ambientais, inerentes ao processo produtivo da empresa”.

O PPRA fornecido pela empresa traz, dentre outras informações, um inventário de agentes ambientais, cujos elementos são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Agentes ambientais listados no PPRA da empresa analisada

Acetato de butila	Fumos metálicos - prata
Acetato de etila	Fumos metálicos - silício
Acetato de isoamila	Graxa
Acetato de n-butila	Iso-butanol
Acetona	Isopropanol
Ácido fosfórico	Metil etil cetona
Adesivo industrial	Metil isobutil cetona
Álcool etílico	Monóxido de carbono
Álcool isopropílico	Óleo lubrificante
Calor	Óleo mineral
Cola caseína	Óxido nítrico
Cola loctite	Particulado respirável
Cola Sinteko	Particulado total
Diluente	Radiação não-ionizante
continua	

conclusão

Dióxido de carbono	Resina epóxi
Dióxido de nitrogênio	Ruído contínuo
Acetato de butila	Separador QZ 13 BR
Etilbenzeno	Sílica livre cristalina
Fumos metálicos - alumínio	Tinta spray
Fumos metálicos - chumbo	Verniz
Fumos metálicos - cobre	Vibração de corpo inteiro
Fumos metálicos - estanho	Xileno
Fumos metálicos - manganês	Óleo mineral
Fumos metálicos - níquel	Óxido nítrico

Fonte: PPRA da empresa avaliada

Para o caso particular do óleo mineral, o inventário de agentes ambientais constante no PPRA fornecido pela empresa inclui as seguintes observações:

Rota de exposição: Ingestão, contato com a pele e/ou olhos.
 Sintomas: Irritação nos olhos, dermatites, irritações na pele, ressecamento e rachaduras na pele.
 Órgãos Alvo: Olhos e pele.

Com relação às medidas de controle para o agente químico “óleo mineral” o PPRA fornecido pela empresa indica: “Utilização de Equipamento de Proteção Individual – Respirador Semi Facial com filtros; luvas nitrílicas”.

O PPRA apresentado pela empresa traz estas considerações a respeito do óleo mineral e não traz nenhuma referência às bifenilas policloradas.

4.4. AVALIAÇÃO DO PCMSO – PROGRAMA DE CONTROLE MÉDICO E SAÚDE OCUPACIONAL

O PCMSO apresentado pela empresa foi elaborado no mês de agosto de 2011 e afirma ter sido elaborado em consonância com o PPRA elaborado no mês de março de 2011. Tal documento tem como objetivo “implementar a busca de ações

necessárias à promoção da saúde, prevenção de doenças profissionais e acidentes do trabalho e controle dos possíveis portadores de doenças crônicas”.

Para os funcionários expostos ao agente químico “óleo mineral” o PCMSO apresentado pela empresa indica a realização de exame médico com periodicidade anual com avaliação dos seguintes parâmetros:

- Exame clínico com foco na avaliação dermatológica;
- Audiometria;
- Hemograma completo, BTG, Gama GT, TGO, TGP, Reticulócitos, Uréia, Creatinina;
- Raio-X de tórax, PA e perfil;
- Avaliação de risco cardíaco: glicemia, colesterol total e frações, ácido úrico e triglicérides.

O PCMSO apresentado pela empresa traz estas considerações a respeito da exposição ao óleo mineral e não traz nenhuma referência às bifenilas policloradas.

5. DISCUSSÃO

5.1. DISCUSSÃO DO PROCEDIMENTO “TRATAMENTO DE ÓLEO DOS TRANSFORMADORES”

Segundo observação dos dados fornecidos pela empresa, o procedimento “Tratamento de Óleo dos Transformadores” permite a manutenção de transformadores nas situações em que o fluido isolante contenha teores de PCB inferiores a 50 ppm quando ensaiados conforme a norma ABNT NBR 13.882 (2008), ou seja, “equipamentos elétricos não PCB” na terminologia da norma ABNT NBR 8371 (2005), a qual define que:

os equipamentos cujo líquido isolante contenha teores inferiores a 50 mg/kg de PCB não têm restrições de atividades de manutenção, no que compete a esta Norma, porém, deve-se seguir os requisitos na manutenção descritos abaixo:

- a) deve-se proceder à determinação do teor de PCB antes e após o manuseio de líquidos isolantes para identificar possíveis contaminações accidentais de líquidos não contaminados;
- b) não devem ser misturados líquidos isolantes contaminados por teores diferentes de PCB, para evitar a diluição e o aumento da quantidade de material contaminado.

Como se observa, a regra de recebimento de equipamentos para manutenção estabelecida no procedimento em questão segue fielmente as disposições da norma ABNT NBR 8371 (2005) no que diz respeito ao recebimento dos equipamentos, porém não observa a regra de realização de nova análise após a conclusão dos serviços de manutenção..

Tal procedimento é condizente com o Decreto Federal nº. 5.472, de 20 de junho de 2005, o qual permite as operações de reparos de transformadores com teores de PCB inferiores a 50 mg/Kg, além de estabelecer a necessidade de controle específico apenas para os óleos com teores de PCB superiores a 50 mg/Kg.

De acordo com os dados fornecidos pela empresa, com relação aos equipamentos de proteção individual o procedimento estabelece apenas o uso de “luvas, óculos, etc.”.

Ainda que os requisitos legais e normativos brasileiros não definam equipamentos de proteção individual específicos para o manuseio de óleos isolante com teores de bifenilas policloradas inferiores a 50 ppm, o procedimento em análise mostra-se extremamente simplista ao estabelecer o uso de “luvas, óculos, etc.”, uma vez que não especifica o tipo de óculos ou luvas, além de usar a expressão “etc.”, a qual confere grande grau de incerteza com relação aos demais tipos de equipamentos de proteção individual eventualmente necessários.

Por outro lado, conforme demonstrado no item 5.3, o PPRA da empresa indica que o manuseio de óleo mineral deve ser realizado com a utilização dos seguintes equipamentos de proteção individual (EPIs): respirador semi-facial com filtros e luvas nitrílicas. Desta forma, mostra-se patente a necessidade de adequação deste procedimento a fim de torná-lo coerente com as disposições do PPRA no que diz respeito aos equipamentos de proteção individual necessários para o manuseio de óleo mineral.

Finalmente, o procedimento da empresa especifica que ao término da operação de manutenção, o óleo isolante inicialmente drenado do transformador deve ser a ele retornado. Nos casos em que houver necessidade de complementação da quantidade de óleo isolante deve-se utilizar um óleo com o mesmo teor de PCB, de forma a evitar qualquer alteração na concentração de bifenilas policloradas.

A proibição de mistura de óleos com teores diferentes de bifenilas policloradas é condizente com as disposições da Norma ABNT NBR 8371 (2005). Tal vedação tem por objetivo evitar a redução dos teores de bifenilas policloradas por meio do efeito de diluição.

Desta forma, observa-se que o procedimento “Tratamento de Óleo dos Transformadores” foi elaborado de forma bastante simples, porém observando as

determinações legais e normativas no que diz respeito às regras de controle dos teores de PCB no recebimento dos equipamentos. No entanto, este procedimento peca ao não estabelecer a necessidade de nova análise após a conclusão dos serviços de manutenção, bem como ao especificar equipamentos de proteção individual de forma genérica e diferente das disposições contidas no PPRA da empresa.

5.2. DISCUSSÃO DO PROCEDIMENTO “*HANDLING OF PCB EQUIPMENT IN OPERATION*”

Este procedimento da empresa é aplicável à manutenção, inspeção e disposição de equipamentos contendo bifenilas policloradas em concentrações superiores a 50 ppm, ou seja, “equipamentos elétricos contaminados por PCB” na terminologia da norma ABNT NBR 8371 (2005).

Com relação a este procedimento, observa-se uma incoerência no que tange ao seu campo de aplicação, uma vez que o mesmo cita ser aplicável às atividades de manutenção em equipamentos com teores superiores a 50 ppm de PCB.

A manutenção em equipamentos com teores superiores a 50 ppm fere as disposições do Decreto nº. 5.472 de 20 de junho de 2005 e da norma ABNT NBR 8371 (2005). O próprio procedimento da empresa intitulado “Tratamento de Óleo dos Transformadores” impede que tal situação venha a ocorrer. Neste sentido, é clara a necessidade de adequação do campo de aplicação do procedimento “*Handling of PCB Equipment in Operation*”, o qual deve limitar seu campo de aplicação a eventuais equipamentos em uso (ativo fixo) ou resíduos estocados (passivos ambientais) contendo PCB.

Este procedimento da empresa estabelece a necessidade de elaboração de inventário contendo basicamente o número de série dos equipamentos, localização e volume de líquido com PCB.

A tabela 3 apresenta uma avaliação com relação ao atendimento da legislação brasileira pelo procedimento “*Handling of PCB Equipment in Operation*” no que diz respeito ao conteúdo do inventário de equipamentos e resíduos contendo PCB.

Tabela 3 – Avaliação do conteúdo dos inventários de PCB

Conteúdo do Inventário	Requisito	Procedimento “ <i>Handling of PCB Equipment in Operation</i> ”
Data de entrada no armazém	<ul style="list-style-type: none"> • Instrução Normativa SEMA/STC/CRS 1/1983 • Norma ABNT NBR 8371 (2005) 	Não atende
Tipo do equipamento e quantidade de óleo	<ul style="list-style-type: none"> • Instrução Normativa SEMA/STC/CRS 1/1983 • Norma ABNT NBR 8371 (2005) • Decreto Estadual 12.288/2006 	Atende parcialmente
Conteúdo, tipo e quantidade do continente	<ul style="list-style-type: none"> • Instrução Normativa SEMA/STC/CRS 1/1983 • Norma ABNT NBR 8371 (2005) • Decreto Estadual 12.288/2006 	Não atende
Ocorrência de acidentes, vazamentos, irregularidades e outros	<ul style="list-style-type: none"> • Norma ABNT NBR 8371 (2005) 	Não atende

continua

conclusão

Conteúdo do Inventário	Requisito	Procedimento “ <i>Handling of PCB Equipment in Operation</i> ”
Registro das inspeções semestrais	• Norma ABNT NBR 8371 (2005)	Não atende
Qualificação do detentor	• Decreto Estadual 12.288/2006	Não atende
Teor de PCBs no óleo isolante	• Decreto Estadual 12.288/2006	Não atende
Fabricante e data de fabricação	• Decreto Estadual 12.288/2006	Não atende
Data do inventário	• Decreto Estadual 12.288/2006	Não atende

Como se observa na tabela 3 acima, o procedimento “*Handling of PCB Equipment in Operation*” mostra-se insatisfatório com relação ao atendimento dos requisitos da legislação brasileira para elaboração de inventário de equipamentos e resíduos contendo PCB, uma vez que não abrange todas as informações exigidas.

Outro ponto diz respeito à frequência de inspeções dos equipamentos e instalações. O procedimento “*Handling of PCB Equipment in Operation*” define que tais rotinas devem acontecer ao menos uma vez por ano. No entanto, a norma ABNT NBR 8371 (2005) define que as inspeções devem ocorrer com frequência semestral. Mais uma vez identifica-se uma fragilidade do procedimento em estudo, uma vez que este não se mostra adequado às exigências de inspeção definidas no ordenamento normativo brasileiro.

Com relação aos padrões de identificação, o procedimento “*Handling of PCB Equipment in Operation*” exige apenas que os equipamentos contendo PCB sejam claramente identificados como tal. Por sua vez, tanto a norma ABNT NBR 8371 (2005) quanto a Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº. 1/1983 trazem padrões bastante específicos com relação à identificação dos equipamentos e resíduos.

Dessa forma, nota-se que o procedimento em análise mais uma vez apresenta fragilidade, pois traz apenas uma definição vaga da necessidade de identificação, não definindo o tipo e conteúdo da mesma.

Quando se trata dos procedimentos de saúde e segurança dos trabalhadores, as seguintes regras definidas pela empresa são especificadas no procedimento *“Handling of PCB Equipment in Operation”*:

- i) O contato com a pele deve ser evitado pelo uso de roupas impermeáveis, luvas, botas e máscaras faciais;
- ii) É recomendável o uso de respiradores com filtros orgânicos aprovados;
- iii) Qualquer parte do corpo que venha a ter contato com líquidos contendo PCB deve ser lavada cuidadosamente por cinco minutos com água e sabão;
- iv) Os equipamentos de proteção individual devem ser inspecionados diariamente com relação ao seu estado de conservação;
- v) Deve-se remover os equipamentos de proteção individual de forma cuidadosa, a fim de evitar a contaminação do lado interno do mesmo;
- vi) Funcionários envolvidos em atividades com bifenilas policloradas devem fazer parte de um programa de monitoramento da saúde, o qual deve incluir consultas médicas periódicas, exames laboratoriais relevantes e determinação de bifenilas policloradas na corrente sanguínea.

A tabela 4 apresenta uma avaliação com relação ao atendimento da legislação brasileira pelo procedimento *“Handling of PCB Equipment in Operation”* no que diz respeito às medidas de segurança do trabalhador.

Tabela 4 – Avaliação das medidas de segurança do trabalhador

Medidas de Segurança	Requisito	Procedimento “Handling of PCB Equipment in Operation”
Manuseio não deverá ser exercido por pessoas sujeitas a condições específicas de saúde	<ul style="list-style-type: none"> • Instrução Normativa SEMA/STC/CRS 1/1983 • Norma ABNT NBR 8371 (2005) 	Não atende
Óculos de segurança ou protetor facial	<ul style="list-style-type: none"> • Instrução Normativa SEMA/STC/CRS 1/1983 • Norma ABNT NBR 8371 (2005) 	Atende
Luvas à base de acetato de polivinila ou polietileno	<ul style="list-style-type: none"> • Instrução Normativa SEMA/STC/CRS 1/1983 • Norma ABNT NBR 8371 (2005) 	Atende
Botas ou sapatos com solado sintético	<ul style="list-style-type: none"> • Instrução Normativa SEMA/STC/CRS 1/1983 • Norma ABNT NBR 8371 (2005) 	Atende
Roupas protetoras (avental não absorvente descartável)	<ul style="list-style-type: none"> • Instrução Normativa SEMA/STC/CRS 1/1983 • Norma ABNT NBR 8371 (2005) 	Atende

continua

conclusão

Medidas de Segurança	Requisito	Procedimento “Handling of PCB Equipment in Operation”
Máscara com filtro orgânico ou máscara autônoma (nos casos de manuseio acima de 60 °C)	<ul style="list-style-type: none"> • Instrução Normativa SEMA/STC/CRS 1/1983 • Norma ABNT NBR 8371 (2005) 	Atende
Limpeza do corpo após a realização do manuseio	<ul style="list-style-type: none"> • Instrução Normativa SEMA/STC/CRS 1/1983 	Atende
Ventilação adequada no local de manuseio	<ul style="list-style-type: none"> • Norma ABNT NBR 8371 (2005) 	Não atende

Uma avaliação da tabela 4 mostra que com relação às medidas de segurança do trabalhador, o procedimento “*Handling of PCB Equipment in Operation*” aproxima-se muito das exigências contidas no ordenamento legal e normativo brasileiro.

Referido procedimento falha apenas ao não mencionar as restrições de manuseio por pessoas com condições de saúde específicas que possam ser mais facilmente afetadas pelas bifenilas policloradas e também falha ao não exigir a existência de ventilação adequada no local de manuseio.

5.3. DISCUSSÃO DO PPRA – PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS

Segundo observação dos dados fornecidos pela empresa, o PPRA não lista como agente químico as bifenilas policloradas nas atividades relacionadas à manutenção de transformadores, nem faz menção aos limites de exposição para clorodifenil, parâmetro este definido pela ACGIH®.

A ausência destes itens no PPRA mostra-se coerente com as práticas adotadas pela empresa no que diz respeito à manutenção de equipamentos, uma vez que o procedimento “Tratamento de Óleo dos Transformadores” veda a realização de qualquer atividade nos equipamentos elétricos com teores de PCB superiores a 50 ppm.

Por outro lado, a não inclusão do PCB como um agente químico no PPRA e a consequente ausência dos limites de exposição para clorodifenil, conforme definido pela ACGIH®, mostram uma incoerência entre o PPRA e as disposições do procedimento *“Handling of PCB Equipment in Operation”*, uma vez que aquele não contempla atividades que são regidas por este.

Neste sentido é importante que a empresa promova a adequação das disposições e especificações contidas em seu PPRA e no procedimento *“Handling of PCB Equipment in Operation”*, de forma a torná-los uníssonos.

Importante observar que o PPRA fornecido pela empresa indica a utilização dos seguintes EPIs para manuseio de óleo mineral: respirador semi-facial com filtros; luvas nitrílicas. Com relação a este aspecto há uma divergência entre as disposições do PPRA e as disposições do procedimento “Tratamento de Óleo dos Transformadores”, conforme já mencionado no item 5.1.

Ainda com relação aos EPIs, a ausência do PCB como agente químico no PPRA causa uma incongruência entre este e o procedimento *“Handling of PCB Equipment in Operation”*, pois o PPRA acaba por não definir os EPIs aplicáveis ao manuseio de bifenilas policloradas ao mesmo tempo em que o procedimento retomencionado o faz de maneira expressa.

Como já comentado acima, com relação aos EPIs, é importante que a empresa promova a uniformidade entre seu PPRA e o procedimento *“Handling of PCB Equipment in Operation”*.

5.4. DISCUSSÃO DO PCMSO – PROGRAMA DE CONTROLE MÉDICO E SAÚDE OCUPACIONAL

A empresa realiza manutenção de transformadores nas situações em que o fluido isolante contenha teores de PCB inferiores a 50 ppm, ou seja, “equipamentos elétricos não PCB” na terminologia da norma ABNT NBR 8371 (2005). Esta situação é refletida no PPRA da empresa conforme já discutido no item 5.3.

Neste sentido, o PCMSO da empresa indica a realização de exames médicos para o agente químico “óleo mineral”, o que demonstra coerência com os demais documentos.

No entanto, o PCMSO da empresa não traz nenhuma referência às bifenilas policloradas. Tal situação deve ser entendida como uma consequência da ausência de identificação deste agente em seu PPRA, o que, conforme discutido no item 5.3, denota uma incongruência entre este e o procedimento *“Handling of PCB Equipment in Operation”*.

Neste sentido, é importante que a empresa promova a adequação das disposições e especificações contidas em seu PPRA e no procedimento *“Handling of PCB Equipment in Operation”* e posteriormente conduza uma revisão também em seu PCMSO de forma a garantir sua contínua adequação, a qual deve levar em consideração as determinações da Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº. 1/1983, no que diz respeito à vedação do manuseio de PCBs por pessoas “acometidas ou sujeitas à inflamação de garganta e brônquios, doenças crônicas dos órgãos internos, doenças infecciosas, eczemas e dermatites alérgicas, bem como pessoas que apresentam reações específicas”.

6. CONCLUSÕES

A empresa avaliada neste trabalho atende às determinações legais e normativas no que diz respeito às regras de controle dos teores de PCB no recebimento dos equipamentos para manutenção, no entanto falha ao não estabelecer a necessidade de nova análise após a conclusão dos serviços e ao especificar os EPIs de forma diferente em seu PPRA e no procedimento aplicável às atividades de manutenção dos transformadores.

A empresa avaliada neste trabalho possui procedimentos que diferem das especificações da legislação brasileira no que diz respeito à elaboração de inventários, inspeções periódicas e identificação de equipamentos e resíduos contendo PCB.

Dessa forma, conclui-se que há necessidade de uma adaptação dos procedimentos empregados pela empresa em questão no sentido de melhor especificar os equipamentos de proteção individual necessários aos trabalhadores envolvidos em atividades de manutenção, bem como adaptá-los às regras brasileiras de elaboração de inventários, inspeções, sinalizações e demais medidas de segurança, além de promover a coerência entre o PPRA, o PCMSO e os demais procedimentos adotados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. V. et al. **Substâncias tóxicas persistentes (STP) no Brasil.** Revista Química Nova, São Paulo, v. 30, n. 8, p. 1976-1985, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HIGIENISTAS OCUPACIONAIS. **2010 TLVs® e BEIs® Baseados na Documentação dos Limites de Exposição Ocupacional (TLVs®) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição (BEIs®).** São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8371: Ascarel para transformadores e capacitores – Características e riscos.** Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. DECRETO nº 5.472, de 20 de junho de 2005. **Promulga o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22 de maio de 2001.** Diário Oficial da União, Brasília, n. 117, Seção 1, p.7-15, 2005.

BRASIL. Ministério do Interior. Ministério da Indústria e do Comércio. Ministério das Minas e Energia. **Proíbe, em todo o território Nacional, a implantação de processos que tenham como finalidade principal a produção de bifenil policlorados - PCBs.** Portaria n. 19, 29 de janeiro de 1981. Diário Oficial da União, 1981.

BRASIL. Secretaria de Inspeção do Trabalho. **Altera a Norma Regulamentadora que trata de Equipamento de Proteção Individual – NR6 e dá outras providências.** Portaria n.25, 15 de outubro de 2001. Diário Oficial da União, Brasília, n. 199, Seção 1, p. 50-52, 2001.

BRASIL. Secretaria de Inspeção do Trabalho. **Altera o anexo 13-A da Norma Regulamentadora nº 15 (Atividades e operações insalubres)**. Portaria n. 291, 08 de dezembro de 2011. Diário Oficial da União, Brasília, n. 236, Seção 1, p. 131, 2011.

BRASIL. Secretaria Especial do Meio Ambiente. **Disciplina as condições de armazenamento e transporte de bifenilas policloradas (PCBs) e/ou resíduos contaminados com PCBs**. Instrução Normativa n. 1, 10 de junho de 1983. Diário Oficial da União, 1983.

BROADHURST, M. G. **Use and replaceability of polychlorinated biphenyls**. Revista Environmental Health Perspectives, North Carolina (Estados Unidos da América), v. 2, p. 81-102, 1972.

CLAIRBORNE, C.; VACHER, C.L. **Transform: A Process for In-Service Reclassification of Askarel Filled Transformer**. American Power Conference, Annual Meeting, 1986.

JACOBSON, J. L.; JACOBSON, S. W. **Intellectual impairment in children exposed to polychlorinated biphenyls in utero**. Revista The New England Journal of Medicine, Massachusetts (Estados Unidos da América), v. 335, n. 11, p. 793-789, 1996.

MARONI, M. et al. **Occupational exposure to polychlorinated biphenyls in electrical workers**. Revista British Journal of Industrial Medicine, Londres (Inglaterra), v. 38, p. 49-54, 1981.

MASUDA, Yoshito, et al. **PCB and PCDF congeners in the blood and tissues of Yusho and Yu-Cheng patients**. Revista Environmental Health Perspectives, North Carolina (Estados Unidos da América), v. 59, p.53-58, 1985.

MONTAGUE, P. **The history of chlorinated diphenyl (PCBs).** Revista Environmental Research Foundation, New Brunswick (Estados Unidos da América), n. 327, 1993.

NOGUEIRA, D. P. et al. **Acúmulo de policloreto de bifenila na população da grande São Paulo.** Revista de Saúde Pública, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 279-290, 1987.

PAJARI, J. **Safety measures for prevention of PCB accidents.** Revista Environmental Health Perspectives, North Carolina (Estados Unidos da América), v. 60, p. 347-350, 1985.

PENTEADO, J. C. P.; VAZ, J. M. **O legado das bifenilas policloradas (PCBs).** Revista Química Nova, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 390-398, 2001.

PRINCE, M. M. et al. **Update: cohort mortality study of workers highly exposed to polychlorinated biphenyls (PCBs) during the manufacture of electrical capacitors, 1940-1998.** Revista Environmental Health: A Global Access Science Source, Ohio (Estados Unidos da América), v. 5 n. 13, p. 1-10, 2006.

PRINCE, M. M. et al. **Mortality and exposure response among 14,458 electrical capacitor manufacturing workers exposed to polychlorinated biphenyls (PCBs).** Revista Environmental Health Perspectives, North Carolina (Estados Unidos da América), v. 114, n. 10, p. 1508-1514, 2006.

QUEIROZ, E. K. R.; WAISSMANN, W. **Occupational exposure and effects on the male reproductive system.** Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 485-493, 2006.

RUDER, A. M. et al. **Mortality among workers exposed to polychlorinated biphenyls (PCBs) in an electrical capacitor manufacturing plant in Indiana: An**

update. Revista Environmental Health Perspectives, North Carolina (Estados Unidos da América), v. 114, n. 1, p. 18-23, 2006.

SAFE, S. Toxicology, structure-function relationship, and human and environmental health impacts of polychlorinated biphenyls: progress and problems. Revista Environmental Health Perspectives, North Carolina (Estados Unidos da América), v. 100, p. 259-268, 1992.

SÃO PAULO (ESTADO). Decreto no 12.288, de 22 de fevereiro de 2006. **Dispõe sobre a eliminação controlada dos PCBs e dos seus resíduos, a descontaminação e a eliminação de transformadores, capacitores e demais equipamentos elétricos que contenham PCBs, e dá providências correlatas.** Diário Oficial, São Paulo, n. 116, Seção I, p.37, 2006.

TANABE S. PCB Problems in the future: foresight from current knowledge. Revista Environmental Pollution, Nova Iorque (Estados Unidos da América), v. 50, p. 5-28, 1988.