

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Daniele Gonçalves Cordeiro**

**A IMPORTÂNCIA DO USO CORRETO DE EPI'S PARA  
MANUSEAR RESÍDUOS COM PCB'S**

**Taubaté – SP**  
**2018**

**Daniele Gonçalves Cordeiro**

**A IMPORTÂNCIA DO USO CORRETO DE EPI'S PARA  
MANUSEAR RESÍDUOS COM PCB'S**

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização em engenharia de segurança do trabalho do departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Eng. José Possebon

**Taubaté – SP**

**2018**

**DANIELE GONÇALVES CORDEIRO**

**A IMPORTÂNCIA DO USO CORRETO DE EPI'S PARA MANUSEAR RESÍDUOS  
COM PCB'S**

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização em engenharia de segurança do trabalho do departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Eng. José Possebon

**Data:** \_\_/\_\_/\_\_

**Resultado:** \_\_\_\_\_

*“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.*

Albert Einstein

## RESUMO

Os PCB's tinham ótimas propriedades físicas e químicas para serem utilizadas nos equipamentos elétricos, tais como capacitores, transformadores, porém por outro lado causou grandes danos aos homens e a natureza, por conta disso sua fabricação foi proibida no final da década de 70.

Os PCB's são considerados substâncias cancerígenas e podem causar vários danos à saúde do trabalhador e causar sérios danos ao meio ambiente.

Com o uso correto dos EPI's, o trabalhador pode manusear sem oferecer nenhum risco a saúde, podendo assim contribuir com a grande tarefa de eliminar todo o PCB que Brasil ainda possui.

Palavras chave: PCB. EPI. Cancerígeno.

## **ABSTRACT**

PCB's had great physical and chemical properties to be used in electrical equipment, such as capacitors, transformers, but on the other hand caused great harm to men and nature, because of this, its manufacture was banned in the late 1970s.

PCB's are considered carcinogenic substances and can cause several damages to the health of the worker and cause serious damage to the environment.

With the correct use of EPI, the worker can handle without presenting any health risk, so contributing to the great task of eliminating all PCB's that Brazil still has.

Keywords: PCB. EPI. Carcinogenic.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura molecular das bifenilas policloradas (PCB's) .....	10
Figura 2: Número de pessoas intoxicadas por (PCB's) .....	11
Figura 3: Danos causados por intoxicação por (PCB's) .....	11
Figura 4: Diagrama esquemático das possíveis rotas do transporte e destino da substância pela corrente sanguínea de um peixe.....	13
Figura 5: Fluxo de descontaminação do PCB.....	16
Figura 6: Macacão Tyvek .....	18
Figura 7: Máscara respiratória semifacial com filtro.....	18
Figura 8: Luva de PVC .....	19
Figura 9: Óculos .....	19

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
1.1	Objetivo.....	9
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>21</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>22</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho refere-se à importância do uso dos EPI's na manipulação para a destinação final dos resíduos de PCB.

A REVISÃO DE LITERATURA apresenta o histórico da utilização do PCB, os acidentes que ocorreram, os efeitos que causaram nas pessoas intoxicadas e os riscos que os trabalhadores estão sujeitos ao manipular esses resíduos no processo de destinação final.

A METODOLOGIA relaciona os meios e técnicas utilizadas para a elaboração do estudo.

Em RESULTADOS E DISCUSSÕES são apresentados os equipamentos de proteção individual e as medidas de controle para que o trabalhador não fique exposto aos riscos.

A CONCLUSÃO evidencia a conscientização da importância do uso de EPI's nas atividades de manuseio de PCB's em uma determinada empresa, que realiza a destinação final tanto do óleo quanto dos equipamentos com PCB's, evitando complicações na saúde dos trabalhadores.

### 1.1 Objetivo

Mostrar a importância do uso correto dos EPI's, no manuseio de resíduos de PCB's, evitando o contato direto e exposição entre funcionário e PCB, diminuindo os acidentes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A substância sintética constituinte de óleos isolantes é conhecida como "PCB's" - bisfenilas policloradas, são compostos aromáticos clorados cuja família é constituída por cerca de 709 compostos diferentes com um número máximo de 209 isômeros. Eram utilizados em transformadores, capacitores e outros equipamentos elétricos; comercialmente conhecida como *Ascarel* ou *Askarel*, dentre outras denominações, tais como *Aroclor*, *Pyralene*, *Clorophen*, *Inerteen*, *Asbetol* e *Kneclor*, (Lei nº12.288)

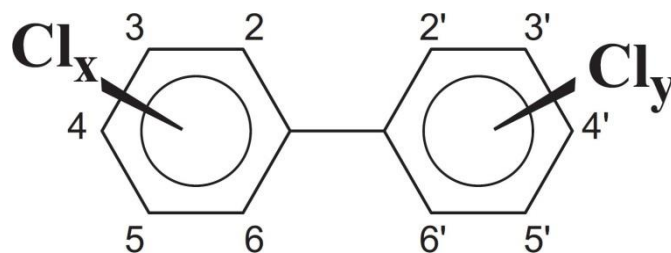


Figura 1 Estrutura molecular das bifenilas policloradas (PCB's)

Fonte: Scielo, 2000.

A fabricação do óleo sintético iniciou por volta de 1800 na Alemanha, porém sua produção em escala industrial foi a partir de 1922.

As boas propriedades físicas e químicas do óleo sintético tais como:

- Resistividade elétrica era aproximadamente o dobro a dos óleos minerais.
- Rigidez dielétrica superior à dos óleos minerais.
- Não inflamável.

Justificavam a ampla propagação na utilização dos PCB's como fluidos dielétricos no mercado.

A principal fabricante mundial do óleo foi a Monsanto, conhecido comercialmente nos EUA como Aroclor e no Brasil como Ascarel.

No final da década de 60 aconteceu um acidente em Yusho no Japão, o superaquecimento de um dos trocadores de calor usados na refrigeração de óleo de farelo de arroz para fins alimentícios. O líquido refrigerante deste trocador de calor era à base de PCB's e foi acidentalmente misturado ao óleo comestível que foi embalado e comercializado entre a população local. A população de Yusho passou a apresentar

um conjunto de sintomas patológicos, denominados então de "Mal de Yusho", que incluíam cloroacne, hiperqueratose, bronquite, edema e entorpecimento dos membros, entre outros. Estas ocorrências foram atribuídas à ingestão das PCB's misturadas ao óleo comestível (BRASIL, 2012).

Segunda a revista "Scientific American" o caso de Yusho teve mais de 31.000 pessoas intoxicadas por causa do consumo do PCB.

Local	Pacientes registrados até 2 de julho de 1969	Pacientes registrados após 30 de dezembro de 1975	Mortes	Recém nascidos afectados pelo caso YUSHO
KYUSHO	20.969	2.788	23	31
SHIKOKU	2.357	149	-	1
HOUNSHU	7.857	547	3	2
TOTAL	31.183	3.484	26	34

Figura 2 Número de pessoas intoxicadas por (PCB's)

Fonte: Tecori, 2008.

A imagem a seguir refere-se aos danos causados nas pessoas intoxicadas por PCB.

SINTOMAS	% HOMENS (EM 89 CASOS)	% MULHERES (EM 100 CASOS)
Deformação de unhas	83	75
Pontos negros nos poros	64	56
Acne	88	82
Pontos vermelhos nas pernas	20	16
Comichão	43	52
Pigmentação na pele	75	72
Inchaço nas pernas	20	41
Olhos vermelhos	71	71
Aumento da densidade do fluido lacrimal	89	83
Perda de visão	56	47
Exaustão	58	52
Febre	17	19
Surdez	18	19
Dor de cabeça	30	39
Vômitos	24	28
Diarreia	19	17
Formigueiro nos membros	33	39
Tremor nos membros	8	8
Transpiração excessiva nas mãos	51	55

Figura 3 Danos causados por intoxicação por (PCB's)

Fonte: Tecori, 2008.

Houve também um outro acidente com PCB porem nos Estados Unidos no Rio Hudson. Localizado no extremo oeste americano e tem cerca de 1200Km de comprimento.

Em 1947 a empresa G.E. (*General Eletric Company*) inicia suas atividades na produção de capacitores elétricos com duas plantas situadas ao norte do rio Hudson. Em sua linha de produção era empregado principalmente *Aroclor* 1242 e 1016 como fluído dielétrico na fabricação dos capacitores no período 1966 a 1976, onde o consumo de *Aroclor* pela G.E. representou 15% das vendas domésticas da Monsanto nos Estados Unidos. A emissão de efluentes contaminados com PCB's pela G.E. teve um fluxo cerca de 14Kg/dia por mais de 30 anos até o encerramento de suas atividades naquele local (SCIELO, 2000).

A partir de 1966 a Organização das Nações Unidas (ONU) considerou os PCB's como poluentes do meio ambiente, com isso começou a ser estudado os efeitos toxicológicos e bioquímicos.

Do ponto de vista biológico, as PCB's apresentam como principais características, a não biodegradabilidade, a bacteriostaticidade, e a bioacumulação em tecidos animais e vegetais (BRASIL, 2006).

A entrada dos PCB's na cadeia alimentar é devida principalmente as suas propriedades físico-químicas. Estes podem sofrer, ao longo da cadeia alimentar, um processo de bioconcentração e biomagnificação. Bioconcentração é o mecanismo pelo qual ocorre acúmulo do contaminante resultante da absorção e eliminação simultâneas. Biomagnificação resulta do processo de acúmulo da concentração do contaminante nos tecidos dos organismos vivos na passagem de cada nível trófico da cadeia alimentar (SCIELO, 2000).

Foram feitos vários estudos no sentido de determinar suas características de carcinogenicidade e mutagenicidade sem, no entanto, obter-se comprovação de acordo com os padrões da Organização Mundial de Saúde (OMS).

Do ponto de vista toxicológico as PCB's são classificadas como não tóxicas a levemente tóxicas, segundo a classificação da ACGIH (*American Conference of Government Industrial Hygienists*) (BRASIL, 2006).

Do ponto de vista do ser humano, sua principal característica é a acumulação nas células renais, hepáticas, adiposas e epiteliais, podendo provocar disfunções

nestes órgãos após longos períodos de exposição. Sua interferência nos tecidos nervosos e células reprodutoras é ainda objeto de estudo (BRASIL, 2006).

Apresenta-se na Figura 4 uma proposição para as possíveis rotas de acumulação de compostos xenobióticos, pelos peixes através da água ou por seus hábitos alimentares. Entretanto, o padrão de absorção pode ser alterado devido a mudanças comportamentais ou mesmo devido a mudanças climáticas da região onde a espécie habita (SCIELO, 2000).

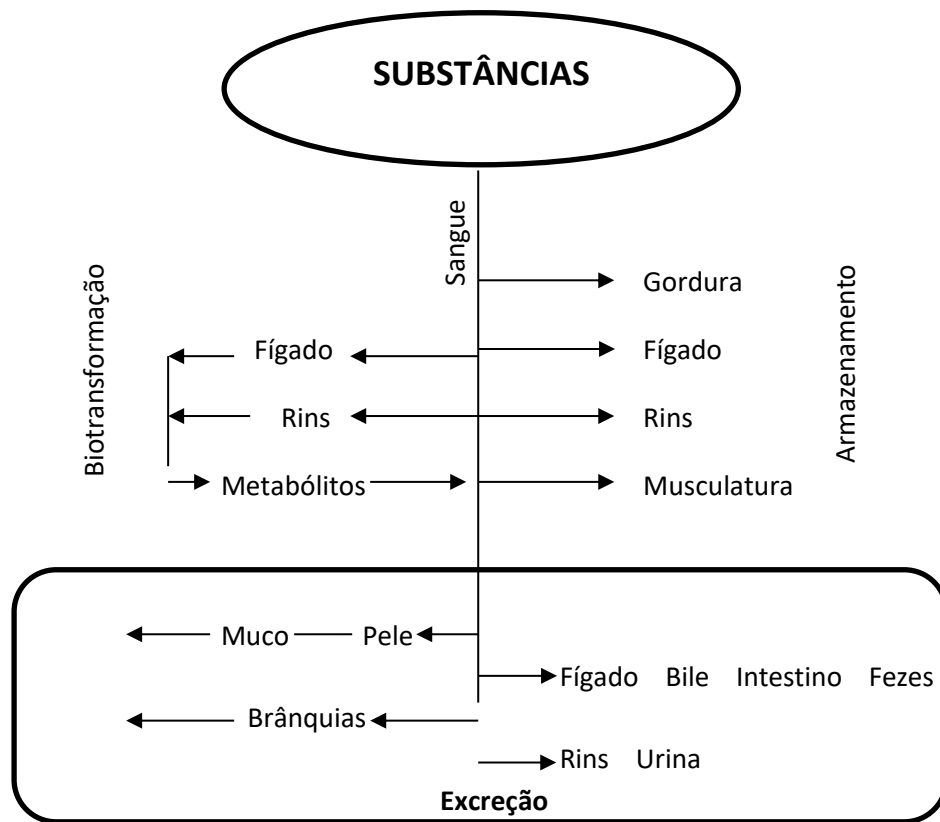


Figura 4 Diagrama esquemático das possíveis rotas do transporte e destino da substância pela corrente sanguínea de um peixe.

Fonte: Scielo, 2000.

Só no final da década de 70 foi proibida a fabricação e venda dos PCB's no mundo todo, porem a mesma lei que proibia a fabricação e venda dos PCB's autorizava a utilização até o fim da vida útil dos equipamentos com Ascarel que já se encontravam em uso.

A Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente humano, também conhecida como Conferência de Estocolmo foi criada em 1972 para tratar das questões relacionadas à degradação do meio ambiente.

Em 2004 a Convenção POPs (Poluentes orgânicos persistentes) entrou em vigor, obrigando os países que faziam parte deste acordo, dentre eles o Brasil, a adotarem medidas de controle, tendo assim uma data limite para a eliminação de todo o resíduo de PCB.

Em 2006 o estado de São Paulo aprova a lei em favor da eliminação dos PCB's Lei 12.288 de 22 de fevereiro de 2006, e o prazo para a eliminação é até dezembro 2020, já o Brasil exceto o estado de São Paulo tem o prazo até dezembro de 2025 para realizar a eliminação dos PCB's.

### **3 METODOLOGIA**

Para realização deste estudo, foram utilizados artigos científicos, análises bibliográficas, consultas a livros e pesquisas em *sítes*, proporcionando o devido suporte teórico-acadêmico.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resíduos de PCB's podem ser divididos basicamente em duas categorias, líquidos e sólidos.

Os resíduos líquidos são óleos e solventes contaminados com PCB's e os resíduos sólidos são compostos por sólidos permeáveis que correspondem a materiais absorventes utilizados na contenção de vazamentos, roupas e equipamentos de proteção individual contaminados, papéis e madeiras das partes ativas dos capacitores e transformadores e os sólidos não permeáveis são as partes ativas dos capacitores e transformadores, materiais cerâmicos e toda a parte metálica.

Existem dois tipos de tratamentos para o PCB's no Brasil, descontaminação ou incineração, para cada tipo de resíduo se escolhe qual é o melhor tratamento a se aplicar.

A incineração é recomendada para os sólidos permeáveis e para óleos PCB puro.

Já para os sólidos não permeáveis e óleos contaminados com PCB é recomendado a descontaminação, pois após o tratamento o material pode ser reciclado, via fusão dos mesmos.

A empresa que tem foco nesse trabalho é uma unidade que realiza a descontaminação de PCB.

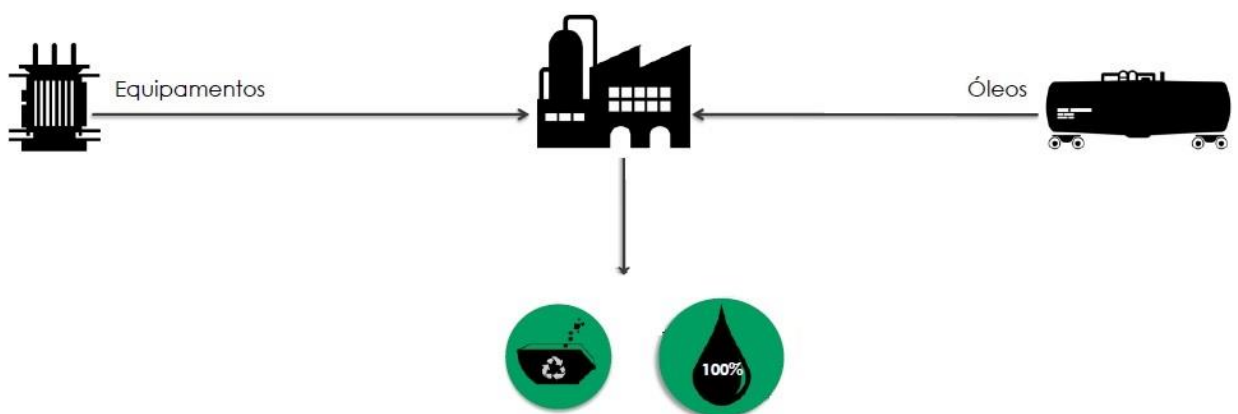


Figura 5 Fluxo de descontaminação do PCB.

Fonte: Autor, 2018.



Os trabalhadores têm contato direto com o PCB, quando estão drenando o óleo dos transformadores e quando estão desmontando a parte ativa, para inserir no processo de descontaminação.

Para que os trabalhadores não tenham exposição direta com o PCB, o artigo 166 da CTL estabelece que a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento. Para saber quais EPI's são necessários para se manusear os PCB's sem causar danos à saúde, foi realizado um estudo dentro da empresa, para a elaboração do PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, conforme as normas regulamentadoras exigem (NR9).

Junto com o PPRA - programa de prevenção de riscos ambientais foi elaborado o PCMSO - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, para saber quais os possíveis agravos que o PCB pode causar à saúde do trabalhador.

Os efeitos tóxicos dos PCB's nos seres humanos, são a partir da ingestão ou do contato. As consequências de contaminação por PCB's somente podem ser avaliadas no caso de exposição em acidentes ou por exposição ocupacional. Nestes casos, os principais sintomas observados foram: cloracne, hiperpigmentação, problemas oculares, além da elevação do índice de mortalidade por câncer no fígado e vesícula biliar.

A empresa fica responsável por controlar a entrega e a validade dos EPI's, que varia de acordo com cada equipamento, os EPI's podem ser de fabricação nacional ou importado, só podendo ser utilizados pelos trabalhadores se tiver o certificado de aprovação – CA que é expedido pelo órgão do Ministério do Trabalho e Emprego.

Os EPI's recomendamos para o manuseio de PCB's são: roupa impermeável de Tyvek, respirador facial panorâmico com filtro combinado contra VO e aerodispersóide, luvas de PVC, botas de borrachas e óculos.



Figura 6 Macacão Tyvek

Fonte: DuPont, 2018.



Figura 7 Máscara respiratória semifacial com filtro

Fonte: Superepi, 2018.



Figura 8 Luva de PVC

Fonte: Superepi, 2018.



Figura 9 Óculos

Fonte: Superepi, 2018.

Além do fornecimento obrigatório dos EPI's, a empresa aplica treinamentos de como utilizar corretamente os EPI's, quais são os malefícios que o PCB pode causar no trabalhador.

Anualmente são feitos testes de utilização correta de EPI, assim a empresa consegue obter informações se os funcionários estão colocando corretamente os EPI's. O mais comum desses testes são os testes de vedação de máscaras, uma substância é dispersa no ar, o trabalhador está utilizando o respirador que está sendo

testado. Avalia-se então a reação do trabalhador enquanto realiza uma série de exercícios, para verificar se ele sente o cheiro ou gosto da substância que foi dispersa no ar. Caso o funcionário não coloque corretamente, no final do teste o trabalhador fica com um amargor muito forte na boca.

## **5 CONCLUSÃO**

Conclui-se, que a utilização correta dos EPI's é muito importante para evitar acidentes com os trabalhadores que manuseiam PCB.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALESP - Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo - **LEI Nº 12.288**, DE 22 DE FEVEREIRO DE 2006 Disponível em:

<<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12288-22.02.2006.html>>

Acesso em: 06 janeiro 2018.

BRASIL. MMA - Ministério do Meio Ambiente - **Estudo Sobre as Bifenilas Policloradas** Proposta Para Atendimento À “CONVENÇÃO DE ESTOCOLMO”, ANEXO A – PARTE II. Disponível em:

<[http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_prorisc\\_upml/\\_arquivos/estudo\\_sobre\\_as\\_bifenilas\\_policloradas\\_82.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_prorisc_upml/_arquivos/estudo_sobre_as_bifenilas_policloradas_82.pdf)> Acesso em: 06 janeiro 2018.

SCIELO - Scientific Electronic Library Online. **O LEGADO DAS BIFENILAS POLICLORADAS (PCB's)** Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422001000300016&script=sci_arttext)

[40422001000300016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422001000300016&script=sci_arttext)> Acesso em: 14 janeiro 2018.

OMPETRO – Organização dos Municípios Produtores de Petróleo. **Óleo usado em setor elétrico é poluente e cancerígeno.** Disponível em:

<<http://www.ompetro.org.br/index.php/noticias/1609-oleo-usado-em-setor-eletrico-e-poluente-e-cancerigeno>> Acesso em: 14 janeiro 2018

TECORI - Ascaréis - PCB's - **Problemas e Soluções.** Disponível em:

<[http://www.tecori.com.br/pdfs/artigos/Ascar%C3%A9is%20-](http://www.tecori.com.br/pdfs/artigos/Ascar%C3%A9is%20-%20PCB's,%20Problemas%20e%20Solu%C3%A7%C3%B5es.pdf)

[%20PCB's,%20Problemas%20e%20Solu%C3%A7%C3%B5es.pdf](http://www.tecori.com.br/pdfs/artigos/Ascar%C3%A9is%20-%20PCB's,%20Problemas%20e%20Solu%C3%A7%C3%B5es.pdf)> Acesso em: 14 janeiro 2018

SUPEREPI – Vendas online de EPI's. **Modelos de EPI.** Disponível em:

<<https://www.superepi.com.br>> Acesso em: 30 janeiro 2018

DUPONT – Equipamento de proteção de *DuPont Tyvek*. Disponível em:

<<https://www.dupont.com.br>> Acesso em: 30 janeiro 2018

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR6- EPI'S**. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>>. Acesso em 15 de janeiro de 2018.