

# **GUIA DE BOAS PRÁTICAS**

## **GESTÃO DE EQUIPAMENTOS COM PCB**

**Março 2010**

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ENQUADRAMENTO LEGAL DOS PCB .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>PROPRIEDADES DOS PCB E SEUS EFEITOS NA SAÚDE E NO AMBIENTE .....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>ONDE PODEMOS ENCONTRAR PCB.....</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>COMO VERIFICAR SE É DETENTOR DE EQUIPAMENTOS COM PCB .....</b>	<b>14</b>
5.1	DESPISTE DE PCB NOS EQUIPAMENTOS.....	14
5.2	.....	15
5.3	EQUIPAMENTOS CONTENDO FLUÍDO COM MAIS DE 5 DM <sup>3</sup> DE PCB .....	16
5.4	SOLO COM EVIDÊNCIAS DE CONTAMINAÇÃO.....	18
5.5	INVENTARIAÇÃO DE EQUIPAMENTOS AINDA NÃO REPORTADOS .....	19
5.6	DIAGRAMA DE ACTUAÇÃO.....	19
<b>6</b>	<b>MEDIDAS PARA UMA CORRECTA GESTÃO DE PCB .....</b>	<b>21</b>
6.1	FASE DE OPERAÇÃO .....	21
6.2	ROTULAGEM DE EQUIPAMENTOS .....	22
6.3	DESCONTAMINAÇÃO .....	23
6.4	MANUSEAMENTO .....	23
6.5	ARMAZENAGEM TEMPORÁRIA.....	24
6.6	ACIDENTES.....	25
6.7	TRANSPORTE .....	26
6.8	ELIMINAÇÃO .....	29
<b>7</b>	<b>TÉCNICAS DE DESCONTAMINAÇÃO E ELIMINAÇÃO .....</b>	<b>31</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Exemplo de equipamento contendo PCB .....	4
<b>FIGURA 2:</b> Ciclo de transmissão dos PCB.....	10
<b>FIGURA 3:</b> Exemplo de kit de despiste existente no mercado .....	15
<b>FIGURA 4:</b> Exemplo de kit para despiste de PCB em solo.....	18
<b>FIGURA 5:</b> Diagrama de actuação .....	20
<b>FIGURA 6:</b> Exemplos da rotulagem de equipamentos exigida pela legislação .....	22
<b>FIGURA 7:</b> Exemplo de uma GAR .....	28

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>QUADRO 1:</b> Principais características dos métodos de detecção de PCB.....	16
<b>QUADRO 2:</b> Tipologia de resíduos contendo PCB .....	29
<b>QUADRO 3:</b> Custos indicativos associados à gestão de PCB.....	31
<b>QUADRO 4:</b> Técnicas de descontaminação e eliminação de resíduos contaminados ou contendo PCB. ....	32

## GLOSSÁRIO

**APA** – Agência Portuguesa do Ambiente

**ANR** – Autoridade Nacional dos Resíduos

**EEE** – Equipamentos eléctricos e electrónicos

**EPI** – Equipamento de protecção individual

**GAR** – Guia de Acompanhamento de Resíduos

**PCB** – Bifenilos policlorados

**PCT** – Terfenilos Policlorados

**POP** – Poluentes Orgânicos Persistentes

**ppm** – Partes por milhão

**REEE** – Resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos

**SILOGR** – Sistema de Informação de Licenciamento de Operações de Gestão de Resíduos

## 1 INTRODUÇÃO

Os POLICLOROBIFELINOS (PCB) são fluidos constituídos por uma família de produtos químicos sintéticos, largamente utilizados até meados dos anos 80 em diversas aplicações. Devido às suas propriedades dieléctricas, a principal aplicação foi em equipamento eléctrico, nomeadamente em óleos isolantes de transformadores e condensadores.

Os PCB foram igualmente utilizados no fabrico de uma vasta gama de outros produtos como sejam por exemplo, lubrificantes, óleos de corte, plásticos, lâmpadas fluorescentes, entre outros adiante discriminados.

A indústria foi o sector onde se verificou a maior aplicação destes compostos no entanto, a sua presença estendeu-se, naturalmente, a todo o tipo de infra-estruturas requerendo transformação de corrente eléctrica, como sejam edifícios de serviços, comércio e de habitação.



**FIGURA 1:** Exemplo de equipamento contendo PCB

Os PCB podem encontrar-se na sua forma pura ou diluídos em preparações, sendo que neste último caso, de acordo com a legislação nacional e europeia, considera-se que a mistura contem PCB se o teor dos mesmos na preparação for igual ou superior a 50 ppm (partes por milhão) ou 0,005% em peso.

Os PCB possuem características de perigosidade para a saúde humana e para o ambiente, sendo considerados poluentes orgânicos persistentes (POP). Na União

Europeia, a sua comercialização foi definitivamente interdita a partir de 30 de Junho de 1986 pela Directiva 85/467/CEE de 1 de Outubro.

O primeiro diploma legal que em Portugal limitou a utilização destes compostos foi o Decreto-Lei n.º 378/76 de 20 de Maio. Neste Diploma houve já a preocupação da aproximação à regulamentação comunitária no que respeita à comercialização de substâncias e preparações perigosas com objectivo de salvaguardar a saúde humana e o ambiente.

Decorridos doze anos sobre a data da publicação do Decreto-Lei n.º 378/76, e, sobretudo, após a adesão de Portugal à CEE, foi publicado o Decreto-Lei n.º 221/88 de 28 de Junho, que consagrou uma estratégia relativa à eliminação dos PCB e inseriu-se no processo de harmonização da legislação comunitária.

Desde então, a legislação nacional posteriormente publicada, estabelece metas para a descontaminação e/ou eliminação progressiva destes compostos e equipamentos que os contêm, tendo como data limite o ano de 2010.

A legislação nacional prevê a elaboração de um guia de recolha e posterior eliminação de equipamentos contendo PCB. Neste sentido, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) publica o presente GUIA DE BOAS PRÁTICAS que tem por objectivo apresentar orientações para uma correcta gestão de PCB e equipamentos que os contêm.

Este documento destina-se a todos os detentores de equipamentos que contenham ou possam conter PCB, independentemente das quantidades e concentrações presentes, em serviço ou desactivados.

O guia tem por objectivo fornecer orientações para o correcto manuseamento destes equipamentos, durante a sua vida útil e até à fase de descontaminação ou eliminação, apresentando um conjunto de medidas para prevenir os impactes ambientais associados ao manuseamento de PCB e assegurar a segurança e saúde de pessoas e bens e do ambiente. O presente documento fornece as seguintes informações:

- ✿ Enquadramento legal nacional associado aos PCB;
- ✿ Efeitos dos PCB na saúde e no ambiente;
- ✿ Equipamentos e actividades onde poderão existir PCB;
- ✿ Metodologia para verificar a existência de PCB em fluidos de equipamentos;
- ✿ Medidas para uma correcta gestão de PCB e equipamentos que os contêm;

- ✿ Orientações para envio a destino final;
- ✿ Tecnologias de eliminação de PCB.

## 2 ENQUADRAMENTO LEGAL DOS PCB

Actualmente, a gestão dos PCB e dos equipamentos que os contêm, está regulada pelo Decreto-Lei n.º 277/99 de 23 de Julho, alterado pelo Decreto-Lei n.º 72/2007 que estabelece as regras a que ficam sujeitas a eliminação dos PCB, a descontaminação ou a eliminação de equipamentos que contenham PCB e a eliminação de PCB usados, tendo em vista a destruição total destes, transpondo para o direito interno a Directiva 96/59/CE do Conselho de 16 de Setembro de 1996. De acordo com a referida legislação nacional e europeia, entende-se por PCB:

- ✿ Policlorobifenilos;
- ✿ Policlorotrifenilos;
- ✿ Monometilotetraclorodifenilmetano;
- ✿ Monometilodiclorodifenilmetano;
- ✿ Monometilodibromodifenilmetano;
- ✿ Qualquer mistura com um teor acumulado das substâncias acima referidas superior a 0,005% em peso (ou 50 ppm).

O Decreto-Lei n.º 277/99 obriga ainda à inventariação dos equipamentos que contêm PCB e resíduos de PCB, através de informação fornecida pelos respectivos detentores.

Assim, de acordo com o artigo 4º deste Diploma, todo o detentor de equipamentos que contenham mais de 5 dm<sup>3</sup> de PCB (no caso dos condensadores eléctricos o limiar de 5dm<sup>3</sup> incluirá todos os elementos do seu conjunto) deve comunicar à Autoridade Nacional dos Resíduos (ANR) a quantidade que detém, através da informação prevista no anexo I do Decreto-Lei n.º 72/2007.

A APA enquanto ANR, tem vindo a desenvolver esforços, junto dos detentores e potenciais detentores de PCB, para que procedam, à actualização do inventário existente, nos moldes definidos na legislação nacional.

São escassas as instalações que, ao nível comunitário, possuem características adequadas para a eliminação e descontaminação de PCB e equipamentos que os contenham. Assim, a legislação publicada criou mecanismos para que os processos de descontaminação e eliminação decorram de forma faseada, estabelecendo-se a respectiva planificação até ao ano de 2010, em função da data de fabrico dos equipamentos.

A legislação nacional proíbe:

- ✿ A comercialização e a preparação de PCB;
- ✿ Qualquer tipo de incineração de PCB e/ou de PCB usados em navios;
- ✿ A separação de PCB de outras substâncias com vista à sua reutilização;
- ✿ O enchimento de transformadores com PCB.

Por motivos de segurança, a manutenção de transformadores com PCB apenas pode continuar se tiver como objectivo assegurar que os PCB neles contidos satisfazem as regras ou especificações técnicas relativas à qualidade dieléctrica, desde que estes equipamentos se encontrem em bom estado e não apresentem fugas (artigo 7º, número 3 do Decreto-Lei n.º277/99 de 23 de Julho).

No que diz respeito aos transformadores cujos fluidos possuam níveis de contaminação mais baixos, ou seja, entre 50 a 500 ppm, é admitida a sua eliminação no fim da sua vida útil (artigo 6º do Decreto-Lei n.º 277/99).



### 3 PROPRIEDADES DOS PCB E SEUS EFEITOS NA SAÚDE E NO AMBIENTE

Os PCB constituem uma família de produtos químicos sintéticos, sem cor, formados por átomos de cloro, carbono e hidrogénio. Possuem um vasto leque de propriedades físico-químicas, das quais se destacam as seguintes:

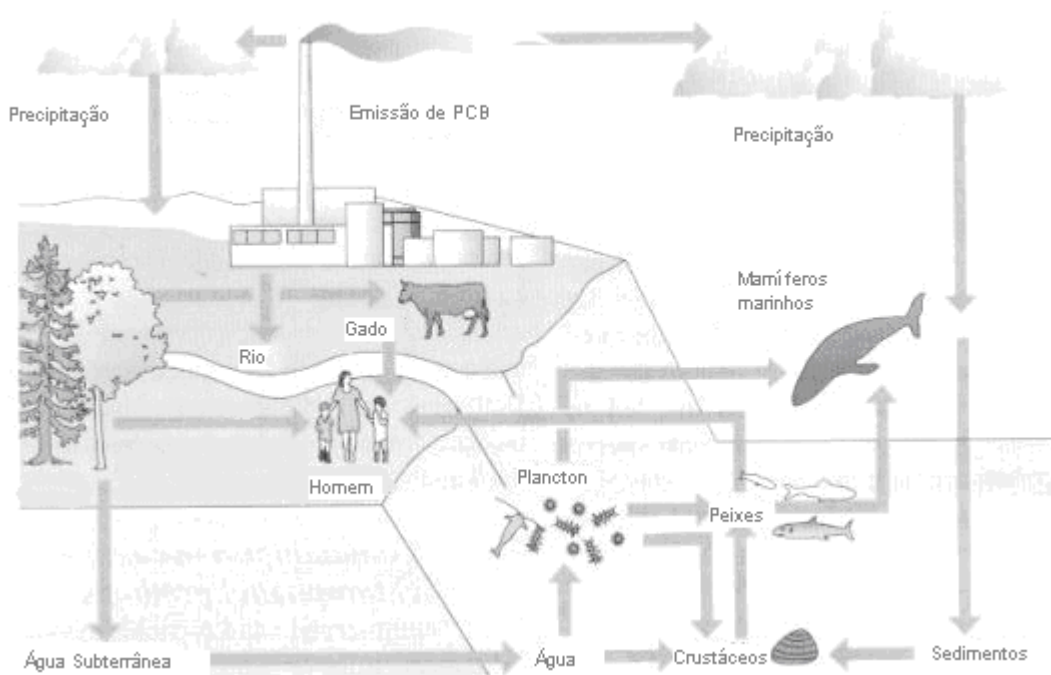
- ✿ Resistem a altas temperaturas, não se inflamando com facilidade;
- ✿ São maus condutores eléctricos e apresentam uma elevada estabilidade química e térmica;
- ✿ Decompõem-se em ácido clorídrico e dióxido de carbono entre 800°C e 1000°C;
- ✿ São estáveis até aos 400 °C, temperatura a partir da qual, na presença de oxigénio, se decompõem formando dioxinas e furanos;
- ✿ Espalham-se facilmente em superfícies formando uma película fina;
- ✿ São dificilmente oxidáveis;
- ✿ São resistentes à acção de ácidos e bases;
- ✿ Não atacam metais;
- ✿ São pouco solúveis em água;
- ✿ São solúveis em solventes orgânicos;
- ✿ Possuem uma elevada constante dieléctrica;
- ✿ Possuem baixa pressão de vapor à temperatura ambiente;
- ✿ O ponto de inflamação situa-se entre 170°C e 380°C.
- ✿ São pouco biodegradáveis.

Devido a algumas das propriedades acima descritas, os PCB tiveram uma vasta aplicação industrial. A sua produção iniciou-se em 1929 e alcançou o pico nos anos 70. No capítulo 4 deste guia, apresenta-se uma descrição mais detalhada das várias aplicações dos PCB e o tipo de equipamentos onde foram utilizados.

Os PCB possuem características de perigosidade para a saúde humana e para o ambiente, as quais se devem à sua persistência e bio-acumulação, fazendo com que estejam incluídos na lista de poluentes orgânicos persistentes (POP) listados no Protocolo UN/CE acordado em Estocolmo em Maio de 2001.

Apesar de os PCB não serem produzidos actualmente, o ser humano continua a estar exposto a estes compostos, uma vez que os mesmos persistem no ambiente por décadas devido à sua resistência à degradação.

Os seres vivos em geral e o próprio homem absorvem os PCB através da pele, da cadeia alimentar e por inalação. Apresenta-se de seguida uma figura ilustrativa do ciclo de transmissão dos PCB.



**FIGURA 2:** Ciclo de transmissão dos PCB

Os PCB, como POP, caracterizam-se pela sua resistência à degradação pelas vias química, fotolítica e biológica, características que favorecem a persistência desta substância no ambiente durante muito tempo e o seu transporte para longas distâncias (bioacumulação). Os PCB apresentam ainda a capacidade para se bioamplificar (i.e. acumulação progressiva ao longo da cadeia alimentar) em condições ambientais específicas, podendo atingir concentrações toxicológicas importantes.

Actualmente, a libertação de PCB para o ambiente pode ainda ocorrer, nomeadamente através de situações de descargas indevidas de fluidos contendo PCB, fugas de equipamentos eléctricos contaminados, armazenamento irregular de resíduos contaminados, entre outras.

Além dos efeitos nocivos dos PCB para o ambiente, a exposição a cada um dos compostos está associada a diversos malefícios para a saúde pública. Experiências com animais revelaram que os PCB podem causar cancro e afectar o funcionamento dos sistemas imunitário, reprodutivo, nervoso e endócrino. Contudo, no que se refere aos efeitos sobre o ser humano, as únicas descobertas clínicas consistente apontam como efeito mais comum da exposição a teores elevados de PCB o cloroacne, condição que provoca lesões na pele, desfigurando-a. Não obstante o referido, alguns estudos sobre humanos revelaram dados que poderão indiciar a existência de outros efeitos não cancerígenos bem como de efeitos potencialmente cancerígenos, incluindo dados a nível do fígado.

A absorção de PCB pelos seres vivos pode processar-se através da pele, por inalação e pela cadeia alimentar, sendo esta última a causa de contaminação mais comum. Dentro do organismo, estes compostos são transportados através da corrente sanguínea para os vários músculos e para o fígado. Por serem altamente lipofílicos, os PCB têm tendência a depositar-se nos tecidos adiposos viscerais, onde vão estimular as enzimas do fígado, alterando a sua função.

## 4 ONDE PODEMOS ENCONTRAR PCB

As características dos PCB fizeram destes compostos ideais para a elaboração de uma ampla gama de produtos industriais e de consumo. Como já foi referido, o início da produção industrial de PCB iniciou-se em 1929, tendo atingido o pico nos anos 70.

Devido às suas propriedades dieléctricas, foram essencialmente utilizados como óleos isolantes em transformadores e condensadores eléctricos, mas a sua aplicação não se limitou a estes equipamentos, tendo também sido utilizados na produção de uma vasta gama de outros produtos, tais como:

- ✿ Fluidos de transferência de calor;
- ✿ Óleos de corte industriais;
- ✿ Lubrificantes hidráulicos;
- ✿ Pesticidas (prolongando o seu tempo de vida);
- ✿ Adesivos;
- ✿ Ingredientes em tintas e outros materiais de revestimento;
- ✿ Sistemas hidráulicos;
- ✿ Plásticos;
- ✿ Lâmpadas fluorescentes;
- ✿ Retardadores de chama;
- ✿ Fluidos anti-congelantes.

A grande maioria dos compostos de PCB é conhecida pelos seus nomes comerciais, sendo PIRALENE, AROCLOR, PHENOCLOR e KANECHLOR os mais comuns.

Conforme já referido, os PCB foram interditos em 1986, data a partir da qual foi proibida a sua comercialização e aplicação nos produtos acima descritos, produtos estes, em cuja concepção, passaram a ser utilizadas matérias-primas alternativas.

Por este facto, passados 25 anos após a interdição dos PCB, já não será de esperar a sua presença em produtos cujo ciclo de vida é mais reduzido e/ou que necessitam de substituição mais frequente, como por exemplo, óleos de lubrificação e hidráulicos, lâmpadas fluorescentes, etc..

No entanto, para equipamentos cujo ciclo de vida é mais longo e que portanto se encontram ainda em funcionamento (ou desactivados), se a respectiva data de fabrico

for anterior a 1986, terão uma elevada probabilidade de conter PCB. Assim, as potenciais fontes de PCB ainda existentes são as seguintes:

- ✿ Equipamento eléctrico incluindo transformadores, condensadores, resistências e bobinas de indução, em ambiente industrial mas também em edifícios de serviços, comércio e habitação;
- ✿ Caldeiras de fluido térmico utilizadas para aquecimento na indústria;
- ✿ Equipamentos de refrigeração com fluido anti-congelante.

Também é ainda possível encontrar PCB em pequenos equipamentos eléctricos e electrónicos de utilização doméstica, fabricados até 1980 como por exemplo:

- ✿ Frigoríficos;
- ✿ Máquinas de lavar;
- ✿ Acessórios para iluminação fluorescente;
- ✿ Secadores.

De notar que muitos equipamentos fabricados após 1986 com fluidos isentos de PCB, foram posteriormente contaminados durante operações de manutenção realizadas de forma imprópria. Assim, os equipamentos para os quais existam suspeitas de que possam estar contaminados, deverão ser despistados.

De acordo com o artigo 2º do Decreto-Lei n.º 277/99, entende-se por equipamentos que contenham PCB: *"Qualquer equipamento que contenha ou tenha contido PCB (por exemplo, transformadores, condensadores, recipientes que contenham depósitos residuais) e que não tenha sido descontaminado. Os equipamentos de qualquer tipo que possam conter PCB devem ser tratados como se o contivessem, excepto se razoavelmente se puder presumir o contrário".*

## 5 COMO VERIFICAR SE É DETENTOR DE EQUIPAMENTOS COM PCB

### 5.1 IDENTIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTO POTENCIALMENTE CONTAMINADO

Na identificação de equipamentos potencialmente contaminados, deverão ser seguidas as acções seguidamente apresentadas:

1º) Verificar se é detentor de equipamentos ou partes de equipamentos do tipo dos listados no Capítulo 4. Se nas instalações se encontra um posto de transformação (PT) propriedade da EDP, será esta empresa responsável pela gestão do equipamento e não o proprietário da instalação onde o PT se encontra.

2º) Verificar a data de fabrico do equipamento. Para equipamentos com data anterior a 1986, haverá uma elevada probabilidade de o respectivo óleo ou fluído conter PCB. Referindo ainda o exemplo de um PT propriedade da EDP, apesar de o despiste de PCB não ser da responsabilidade do proprietário da instalação onde este PT se encontra, sugere-se o contacto com a EDP no sentido de averiguar se esta empresa possui o respectivo transformador inventariado e despistado.

3º) Contactar o fornecedor do equipamento e/ou, em caso de o equipamento já ter sido intervencionado, contactar a empresa de manutenção. Estas empresas poderão atestar se o óleo utilizado no fabrico ou manutenção está isento de PCB. Nestes casos é disponibilizado um certificado com as características do óleo/fluído presente isento de PCB.

4º) Se não for possível obter a informação anterior, poderá ser realizada uma análise de despiste, que consiste num *kit* que mede o teor de cloro. Existem no mercado empresas que disponibilizam *kits* que poderão ser facilmente utilizados *in situ* pelo detentor dos equipamentos. A metodologia de despiste é apresentada seguidamente.

### 5.2 DESPISTE DE PCB NOS EQUIPAMENTOS

Actualmente os PCB podem ser detectados e quantificados por dois métodos diferentes, em óleos isolantes:

- Método Colorimétrico;

✚ Método Cromatográfico.

O método colorimétrico utiliza sódio metálico para remover o cloro dos PCB presentes na amostra e o indicador é utilizado para detectar a presença de cloro na amostra. É um método rápido e expedito, aprovado pela EPA (*Environmental Protection Agency*) – EPA SW-846 *Method 9079*.

Na figura seguinte, apresenta-se um exemplo de *kit* de despiste de PCB existente no mercado, utilizando o método colorimétrico.



**FIGURA 3:** Exemplo de kit de despiste existente no mercado

O *kit* determina a presença de todos os átomos de cloro existentes na amostra, não diferenciando os compostos de PCB de outros compostos clorados, como por exemplo o triclorobenzeno, que também pode estar presente nos óleos dos transformadores. Esta incapacidade de distinguir a origem dos átomos de cloro pode resultar em “falsos positivos”, ou seja, o óleo indica a presença de mais de 50 ppm de cloro, no entanto isso não significa que a concentração de PCB seja superior a 50 ppm.

O *kit* colorimétrico é muito útil quando se pretende efectuar um despiste rápido e económico ao teor de PCB num fluído.

Se a concentração de cloro determinada com recurso ao *kit* for inferior a 50 ppm, o fluído está isento de PCB, se for superior, terá de ser realizada uma análise pelo método cromatográfico para determinação da concentração de PCB.

O método cromatográfico (CEI 61619 ou EPA Method 600/4- 81-045) utiliza uma técnica complexa e é um método mais oneroso, no entanto, é necessário recorrer a esta técnica em amostras de óleo com mais de 50 ppm de cloro, no sentido de identificar e quantificar a concentração de PCB na amostra. A análise é realizada em laboratório por técnicos qualificados. O equipamento necessário é constituído por um cromatógrafo gasoso ao qual está acoplado um detector micro de captura electrónica.

De uma forma resumida, apresentam-se no Quadro 1, as principais características dos dois principais métodos de detecção de PCB.

**QUADRO 1:** Principais características dos métodos de detecção de PCB

MÉTODO	CARACTERÍSTICAS
<b>Colorimétrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simples</li> <li>• Económico</li> <li>• Não necessita de pessoal especializado</li> <li>• Pode ser usado "in situ"</li> <li>• Rápido</li> <li>• Não dá um valor numérico para a concentração</li> <li>• Interpreta todos os átomos de cloro como PCB</li> <li>• Pode dar falsos positivos</li> </ul>
<b>Cromatografia gasosa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Complexo</li> <li>• Oneroso e moroso</li> <li>• Efectuado em laboratórios especializados</li> <li>• Identifica e quantifica o valor de cada PCB</li> <li>• Baixo limite de detecção</li> <li>• Raramente dá valores falsos positivos</li> <li>• Método normalizado por entidades Europeias e Americanas</li> </ul>

A despistagem de PCB através dos métodos acima descritos é assegurada em Portugal por algumas empresas especializadas.

A listagem dos operadores devidamente licenciados para a gestão de PCB pode ser obtida através do Sistema de Informação do Licenciamento de Operações de Gestão de Resíduos (SILOGR), no portal da APA, em [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt).

### 5.3 EQUIPAMENTOS CONTENDO FLUÍDO COM MAIS DE 5 dm<sup>3</sup> DE PCB

Se a concentração de PCB no fluído de um equipamento for superior a 50 ppm, então de acordo com a legislação nacional, o equipamento encontra-se contaminado com PCB.



Neste caso, se o volume de fluído for superior a 5 dm<sup>3</sup>, trata-se de um equipamento que carece de inventariação, pelo que se deverá reportar à APA. Este equipamento deverá ser descontaminado e/ou eliminado de acordo com as disposições da legislação em vigor sobre esta matéria.

O inventário a enviar à APA encontra-se em formato de tabela de Excel e poderá ser obtido no portal da APA: [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt) em Políticas de Ambiente> Resíduos> Gestão de Resíduos> Resíduos Sectoriais> Inventário PCB.

Os dados a preencher no formulário, de acordo com o Anexo I do Decreto-Lei n.º 72/2007 de 27 de Março, a saber:

- ⊗ Dados de identificação do detentor;
- ⊗ Tipo de equipamento;
- ⊗ Identificação do equipamento (marca e número);
- ⊗ Número de equipamentos;
- ⊗ Localização (interior ou exterior de edifícios);
- ⊗ Município onde se localiza;
- ⊗ Fim de utilização (ano);
- ⊗ Peso total do equipamento;
- ⊗ Quantidades de PCB;
- ⊗ Concentração em PCB;
- ⊗ Tipo de tratamento ou substituição;
- ⊗ Data do tratamento ou substituição.

Juntamente com o inventário, os detentores deverão enviar à APA cópias dos boletins de análise realizadas aos óleos assim como cópias dos certificados de descontaminação e/ou entrega e eliminação de PCB.

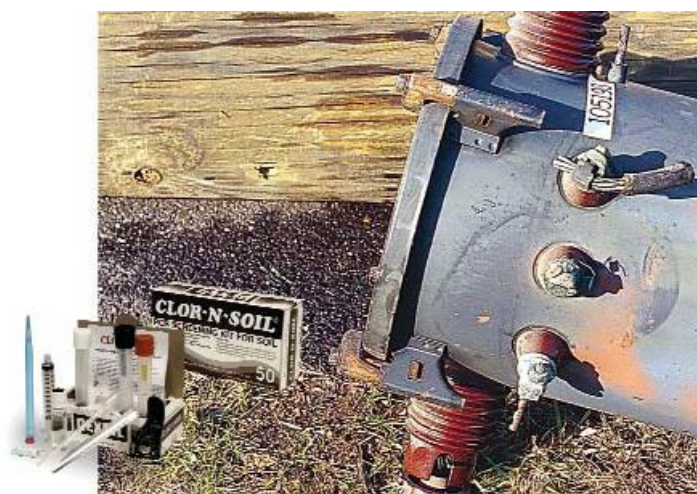
Se o volume de óleo for inferior a 5 dm<sup>3</sup>, o equipamento não carece de inventariação sendo considerado no grupo dos equipamentos com pequenas quantidades de PCB.

Independentemente da quantidade de óleo presente, bem como da necessidade ou não de inventariação, deverá ter-se em consideração as melhores técnicas descritas no Capítulo 6 para a correcta gestão destes equipamentos.

## 5.4 SOLO COM EVIDÊNCIAS DE CONTAMINAÇÃO

A contaminação de solos com PCB pode ocorrer em caso de derrames ou fugas de fluidos contidos em equipamentos em serviço ou desactivados ou fluidos armazenados em contentores.

Caso haja evidências de contaminação de solos com PCB, poderá ser efectuado o despiste com um *kit* próprio para solos. Pode analisar-se qualquer tipo de solo incluindo areias, sedimentos, argilas e betão.



**FIGURA 4:** Exemplo de kit para despiste de PCB em solo

A metodologia é semelhante à já descrita para a despistagem de PCB em fluidos. O *kit* para solos baseia-se no método colorimétrico que determina o teor de compostos de cloro totais na amostra. Caso o resultado seja positivo (superior a 50ppm), deverá ser determinada a concentração de PCB através de uma análise laboratorial.

Portugal ainda não dispõe de legislação que defina critérios ou valores de referência para poluentes em solos, consoante os seus usos. Os resultados obtidos nas análises realizadas a solo potencialmente contaminado poderão ser comparados com Normas internacionais, indicando-se a título de exemplo as normas de Ontário, no Canadá.

Ontário possui critérios de qualidade para o solo nomeadamente, valores de referência para diversos poluentes que foram definidos com o objectivo de proteger a saúde humana e o ambiente contra efeitos adversos causados por níveis elevados de contaminação do solo. O guia intitula-se "*Guideline for Use at Contaminated Sites in Ontário*".

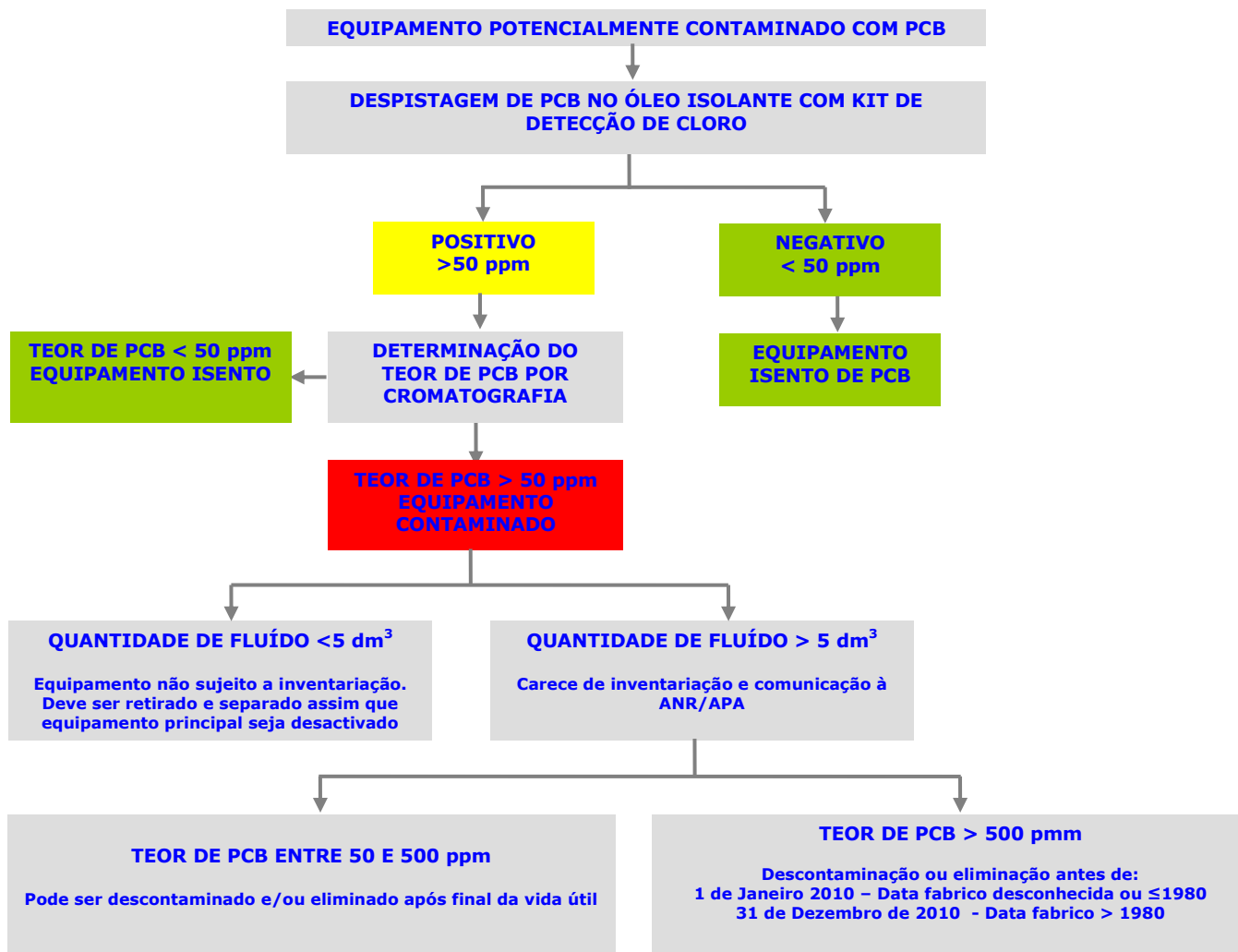
Em caso de contaminação comprovada do solo, deverá ser efectuada uma avaliação da contaminação em profundidade para determinação da extensão da pluma e do volume de solo contaminado.

## 5.5 INVENTARIAÇÃO DE EQUIPAMENTOS AINDA NÃO REPORTADOS

De acordo com o Anexo IV do Decreto-Lei n.º72/2007, os equipamentos potencialmente contaminados com PCB identificados em 2009 que devido a causas de força maior, devidamente justificadas, não tenham sido analisados durante esse ano poderão ser analisados até 1 de Abril de 2010, devendo, em caso de concentração superior a 0,005% em peso e se o conteúdo de PCB for superior a 5 dm<sup>3</sup>, ser actualizado de imediato o inventário previsto no artigo 4º do referido Decreto-Lei e que, como já referido, poderá ser obtido no portal da APA: [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt) em Políticas de Ambiente> Resíduos> Gestão de Resíduos> Resíduos Sectoriais> Inventário PCB.

## 5.6 DIAGRAMA DE ACTUAÇÃO

Na figura seguinte apresenta-se um diagrama que esquematiza as acções a tomar no que respeita a equipamentos contaminados ou potencialmente contaminados com PCB, face às disposições da legislação nacional.



**FIGURA 5:** Diagrama de actuação

## 6 MEDIDAS PARA UMA CORRECTA GESTÃO DE PCB

Os detentores devem tomar as medidas necessárias para garantir, logo que possível, a correcta eliminação dos PCB usados e a descontaminação ou eliminação dos PCB e dos equipamentos que os contenham. Recorde-se que o prazo máximo fixado pela legislação nacional é o ano 2010, sendo que, no caso específico de transformadores com menos de 500 ppm, poderá ser admitida a sua eliminação no fim da sua vida útil.

Apresentam-se em seguida algumas medidas a considerar na gestão de PCB e equipamentos contendo PCB, desde a operação até à sua eliminação, de forma a evitar impactes para a saúde humana e para o ambiente.

As medidas apresentadas são aplicáveis quer a equipamentos em serviço, quer a equipamentos desactivados.

### 6.1 FASE DE OPERAÇÃO

Na fase de operação dos equipamentos deverão ser consideradas as seguintes medidas:

- ✚ Efectuar um inventário de todos os equipamentos contendo PCB na instalação incluindo indicação da sua localização;
- ✚ Cumprir o estipulado nos planos de manutenção de forma a prevenir fugas;
- ✚ Nos locais onde que existam PCB devem colocar-se meios de prevenção contra derrames;
- ✚ Comprovar que as medidas de contenção para derrames são as mais apropriadas de forma a permitir conter os resíduos líquidos, em caso de derrame;
- ✚ Identificar o equipamento ou material contendo PCB, com as seguintes informações (artigo 4º, número 7 do Decreto-Lei n.º 72/2007):
  - a) Símbolo de perigo — a cruz de Santo André, em cor preta, sobre fundo amarelo-alaranjado, com a inscrição «NOCIVO», de acordo com o estipulado no anexo II do Decreto-Lei n.º 82/95, de 22 de Abril, alterado pelo Decreto-Lei n.º 260/2003 de 21 de Outubro;
  - b) Frases de risco e conselhos de prudência, consoante o caso: «Contém policlorobifenilos— PCB»; «Perigo de efeitos cumulativos»; «Não se desfazer deste

produto ou do recipiente sem tomar as devidas precauções»; «Em caso de incêndio e ou explosão, não respirar os fumos»;

c) Outras indicações: Nome, morada e números de telefone e fax da(s) pessoa(s) a contactar em caso de fugas ou derrames;

- ✿ Manter os trabalhadores fora de toda a possível fonte de contaminação, devendo os mesmos permanecer nos locais somente o tempo necessário para prestar o serviço de inspecção aos materiais armazenados;
- ✿ Proteger o trabalhador por meio de equipamento de protecção individual (EPI);
- ✿ Os trabalhadores devem receber formação adequada em matéria de Higiene, Saúde e Segurança no Trabalho e procedimentos relacionados com produtos químicos e riscos físicos e biológicos.

## 6.2 ROTULAGEM DE EQUIPAMENTOS

A legislação nacional obriga à rotulagem de equipamentos contaminados com PCB que contenham mais de 5 dm<sup>3</sup> de fluido (número 6, artigo 4º do Decreto-Lei n.º277/99). O anexo II do Diploma apresenta as informações obrigatórias que deverão constar do rótulo. Na figura 6 apresenta-se um exemplo.

Os equipamentos para os quais tenha sido determinado, pelos respectivos detentores, que os fluidos contêm entre 0,05% e 0,005% em peso de PCB, devem ser rotulados como "PCB contaminados < 0,05%" (número 3, artigo 4º do Decreto-Lei n.º 72/2007).



Exemplo de rótulo para equipamento contaminado com PCB

Exemplo de certificado para equipamento isento de PCB

**FIGURA 6:** Exemplos da rotulagem de equipamentos exigida pela legislação

### 6.3 DESCONTAMINAÇÃO

Por descontaminação entende-se, na acepção do Decreto-Lei n.º 277/99, "O conjunto das operações que tornam reutilizáveis ou recicláveis os equipamentos, objectos, materiais ou fluidos contaminados por PCB ou que permitem a sua eliminação em condições de segurança, e que podem incluir a sua substituição, ou seja, o conjunto de operações que consistem em substituir os PCB por um fluido adequado que não contenha PCB".

Assim que possível, o operador deverá proceder à substituição do óleo contaminado com PCB por outro isento destas substâncias.

A descontaminação de fluidos contendo PCB deverá ser realizada por empresas devidamente licenciadas para o efeito. Existem no mercado várias empresas especializadas para a realização deste serviço.

Os equipamentos descontaminados que tenham contido PCB devem, igualmente, ser sujeitos a marcação, devendo cada unidade de equipamento descontaminado ostentar uma inscrição clara e indelével, cunhada ou gravada, que inclua as seguintes indicações, na língua do país em que o equipamento for usado: "EQUIPAMENTO DESCONTAMINADO QUE CONTEVE PCB", conforme Anexo II do Decreto-Lei n.º 277/99.

### 6.4 MANUSEAMENTO

- ✿ O manuseamento de PCB não deverá ser exercido por pessoas com inflamação das vias respiratórias, doenças crónicas, doenças infecciosas, eczemas e dermatites alérgicas, bem como pessoas que apresentam reacções específicas;
- ✿ Em contacto directo com o produto deve-se usar óculos de segurança ou protector facial, luvas à base de acetato de polivinil ou polietileno, botas ou sapatos com sola sintética e roupas protectoras (aventil não absorvente descartável);
- ✿ Não devem ser usados EPI à base de borracha. As roupas contaminadas não podem ser usadas novamente, devendo ser descartadas e enviadas para incineração;
- ✿ O manuseamento de equipamentos que contenham PCB a temperaturas

elevadas (acima de 60°C) deve ser evitado. Em caso de manuseamento acima de 60°C, devem ser usados, além dos EPI já mencionados, máscara contra gases com filtro orgânico código B Norma DIN 3181 ou máscara de respiração autónoma;

- ✿ É expressamente proibido comer, beber e fumar nos locais onde se encontram PCB;
- ✿ Imediatamente após a realização de trabalhos em equipamentos com PCB, o rosto, mãos e braços devem ser lavados com água morna e sabão neutro. É desaconselhável o uso de solventes, detergentes ou abrasivos;
- ✿ Os equipamentos contendo PCB devem ser manuseados e movimentados com cuidado a fim de evitar choques mecânicos que possam causar derrames. Os condensadores devem ser manuseados através das abas laterais e nunca pelas buchas. Os transformadores devem ser manuseados de acordo com as recomendações do fabricante;
- ✿ Não tombar equipamentos ou recipientes para evitar derrames;
- ✿ Os equipamentos ou recipientes com PCB devem ser movimentados preferencialmente através de empilhadores, guinchos ou contentores apropriados e conduzidos por profissionais especializados em movimentação de carga.

## 6.5 ARMAZENAGEM TEMPORÁRIA

O período de armazenamento de PCB usados e equipamentos contendo PCB, à espera de eliminação, por parte do detentor não pode exceder os 18 meses ( número 5 do artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 77/2007).

O armazenamento temporário de PCB deve obedecer às seguintes condições:

- ✿ O espaço destinado ao armazenamento de equipamentos com PCB deve ser coberto e deve estar individualizado, não devendo verificar-se mistura com outro tipo de resíduos, sobretudo resíduos facilmente inflamáveis como solventes;
- ✿ O local deve estar identificado e devidamente assinalado com placa de “Entrada Proibida”;
- ✿ Este espaço deverá, também, estar dotado de bacia de retenção, revestida de material impermeável que constitua uma superfície lisa, continua e



resistente aos PCB, cujo volume seja equivalente a pelo menos 25% do total do volume líquido do PCB armazenado;

- ✿ O local deve ser bem ventilado;
- ✿ O local deve estar suficientemente afastado de zonas de armazenamento de outros produtos, especialmente alimentos e bebidas;
- ✿ Todos os equipamentos armazenados contendo PCB deverão ser vistoriados regularmente verificando a ocorrência de derrames;
- ✿ O equipamento deve estar devidamente rotulado, devendo ostentar o símbolo de perigo com a seguinte estrutura:
  - a) A cruz de Santo André, com a inscrição "NOCIVO";
  - b) Frases de risco e conselhos de prudência, consoante o caso: "Contém policlorobifenilos" – PCB; "Perigo de efeitos cumulativos"; "Em caso de incêndio ou explosão, não respirar os fumos".

Em caso de incêndio, a intervenção deverá ser feita usando máscaras contra gases, com filtro orgânico código B Norma DIN 3181.

Não poderão ser vendidos tambores contaminados, nem utilizá-los para acondicionar outros produtos.

O responsável pelo local de armazenamento deverá manter um registo dos equipamentos armazenados no local. Deverão constar no registo as seguintes informações:

- ✿ Data de entrega do equipamento;
- ✿ Tipo (transformador, condensador);
- ✿ Origem, com indicação do detentor;
- ✿ Quantidade de óleo contendo PCB.

## 6.6 ACIDENTES

Em caso de derrame, o equipamento ou qualquer material contaminado deverá ser envolvido em sacos plásticos e, posteriormente, acondicionado em contentores. Para limpeza da área, deverão ser usados absorventes comuns (areia, etc.), os quais também deverão ser acondicionados em sacos plásticos e em seguida em contentores. Nunca deverão ser usados solventes como gasolina, detergentes, etc.

Em caso de contacto com PCB e/ou seus vapores, sugerem-se os procedimentos seguidamente apresentados, consoante o tipo de exposição.

#### Contacto com a pele:

Lavar com água morna e sabão neutro em abundância. Nunca usar solventes, detergentes ou abrasivos. Passar sobre a pele creme ou vaselina.

#### Contacto com os olhos

Lavar com água corrente em abundância.

#### Inalação

Respirar ar fresco. Na intoxicação aguda, fornecer oxigénio através de máscara.

#### Ingestão

Ligar para o INEM – Centro de Informação Antivenenos (**CIAV**), cuja linha telefónica de atendimento permanente é o **808 250 143**.

Após a execução das medidas indicadas, deve procura-se de imediato assistência médica.

## 6.7 TRANSPORTE

O transporte de PCB, de equipamentos que contenham PCB e dos PCB usados rege-se pelo Regulamento Nacional do Transporte de Mercadorias Perigosas por Estrada (RPE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 170-A/2007 de 4 de Maio.

- ✿ Os resíduos contendo PCB devem, se possível, ser embalados antes de transportados;
- ✿ Os equipamentos deverão ser transportados verticalmente e adequadamente fixados;
- ✿ O transporte de PCB deverá ser realizado em contentores individuais hermeticamente fechados;
- ✿ Os PCB não deverão ser transportados no mesmo veículo ou no mesmo compartimento de veículo, com alimentos para consumo humano e animal e outros óleos isolantes;
- ✿ Caso seja detectada contaminação no veículo em resultado de um derrame, o mesmo não poderá retornar ao serviço antes da descontaminação;

- Deverá ser evitada a danificação das embalagens e etiquetas.

Os PCB, PCB usados e equipamentos contendo PCB devem ser entregues a uma empresa devidamente autorizada que deverá passar ao detentor um certificado de entrega que especificará a natureza e quantidade de PCB entregue (número 3 do artigo 5º do Decreto-Lei n.º 277/99).

Para efeitos de certificação da entrega poderão ser usadas as guias de acompanhamento de resíduos (GAR) previstas na Portaria n.º 335/97, de 16 de Maio que estabelece as regras para o transporte de resíduos em território nacional. A GAR pode ser adquirida na Imprensa Nacional Casa da Moeda (Telf.: 217810870), através da referência "modelo nº 1428" ou através do portal [www.incm.pt](http://www.incm.pt). Na Figura 7 apresenta-se o modelo da GAR em vigor e respectivas instruções de preenchimento .

**1 - PRODUTOR / DETENTOR**

Nome e endereço: \_\_\_\_\_  
 Telefone: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Telex: \_\_\_\_\_  
 Pessoa a contactar: \_\_\_\_\_

Designação do resíduo \_\_\_\_\_ Destino do resíduo \_\_\_\_\_

Indique o código correspondente (1): \_\_\_\_\_  
 Assinale com um X qual o estado que melhor descreve o resíduo:  
 Líquido  Pastoso  Sólido   
 Quantidade \_\_\_\_\_ kg / litros

Declaração: certifico a exactidão das declarações prestadas e que o destinatário está devidamente autorizado a receber este resíduo.  
 Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Assinatura do responsável produtor: \_\_\_\_\_

---

**2 - TRANSPORTADOR**

Nome e endereço: \_\_\_\_\_  
 Telefone: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Telex: \_\_\_\_\_  
 Pessoa a contactar: \_\_\_\_\_

Identificação do meio de transporte: \_\_\_\_\_ Matrícula da viatura transportadora: \_\_\_\_\_

Condições de acondicionamento do resíduo:

<input type="checkbox"/> TIPO	<input type="checkbox"/> Tanque	<input type="checkbox"/> MATERIAL	<input type="checkbox"/> N.º DE EMBALAGENS OU RECIPIENTES
<input type="checkbox"/> Tambor	<input type="checkbox"/> Granel	<input type="checkbox"/> Aço	
<input type="checkbox"/> Barrica de madeira	<input type="checkbox"/> Embalagem metálica leve	<input type="checkbox"/> Alumínio	
<input type="checkbox"/> Jerrycane	<input type="checkbox"/> Outro (indique qual)	<input type="checkbox"/> Madeira	
<input type="checkbox"/> Caixa		<input type="checkbox"/> Matéria plástica	
<input type="checkbox"/> Saco		<input type="checkbox"/> Vidro, porcelana ou grés	
<input type="checkbox"/> Embalagem composta		<input type="checkbox"/> Outro (indique qual)	

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Assinatura do responsável transportador: \_\_\_\_\_

---

**3 - DESTINATÁRIO**

Nome e endereço: \_\_\_\_\_  
 Telefone: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Telex: \_\_\_\_\_  
 Pessoa a contactar: \_\_\_\_\_

Data de recepção do resíduo: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Identificação do meio de transporte: \_\_\_\_\_

Recepção aceite: \_\_\_\_\_ Recepção recusada: \_\_\_\_\_  
 Quantidade: \_\_\_\_\_ kg / litros Motivo: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Assinatura do responsável destinatário: \_\_\_\_\_

Modelo n.º 1428 (Exclusivo de NCM, S. A.)

1 001220 172002

Após o preenchimento dos dois primeiros campos (1 e 2), o original deverá ficar com o Produtor dos Resíduos no local de produção dos mesmos; O duplicado deverá ficar com o Transportador e o triplicado deverá ser assinado pelo Destinatário, que tem 30 dias para enviar ao Produtor uma cópia.

**FIGURA 7:** Exemplo de uma GAR

## 6.8 ELIMINAÇÃO

Os PCB, PCB usados e os equipamentos que contêm PCB, devem obrigatoriamente ser entregues a uma empresa licenciada para efeitos da sua eliminação, conforme estipulado no artigo 5º do Decreto-Lei n.º 277/99 de 23 de Julho e também no Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de Setembro, que estabelece o regime geral da gestão de resíduos.

Os resíduos contendo PCB são classificados com os códigos e designações apresentadas no Quadro 2, encontrando-se listados na Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março que aprova a Lista Europeia de Resíduos (LER), em conformidade com a Decisão n.º 2000/532/CE da Comissão, de 3 de Maio. Todos os resíduos contendo PCB são classificados como resíduos perigosos.

**QUADRO 2:** Tipologia de resíduos contendo PCB

<b>CÓDIGO LER</b>	<b>DESCRIÇÃO<sup>(1)</sup></b>
13 01 01*	Óleos hidráulicos contendo PCB.
13 03 01*	Óleos isolantes e de transmissão de calor contendo PCB.
16 01 09*	Componentes contendo PCB.
16 02 09*	Transformadores e condensadores contendo PCB.
16 02 10*	Equipamento fora de uso contendo ou contaminado por PCB não abrangido em 16 02 09*.
17 09 02*	Resíduos de construção e demolição contendo PCB (por exemplo, vedantes com PCB, revestimentos de piso à base de resinas com PCB, envidraçados vedados contendo PCB, condensadores com PCB).

<sup>(1)</sup> Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março

Por eliminação de PCB entende-se, na aceção do Decreto-Lei n.º 277/99, "as operações D8, D9, D10, D12 (somente em condições de armazenamento subterrâneo seguro e profundo em formação rochosa seca e apenas para equipamentos que contenham PCB ou PCB usados que não possam ser descontaminados) e D15, previstas na Decisão n.º 96/350/CE, de 24 de Maio".

Sendo que:

- **D8** – Tratamento biológico que produz compostos ou misturas finais que são rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de D1 a D12 (ver Anexo III da Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março);
- **D9** - Tratamento físico-químico que produz compostos ou misturas finais rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de D1 a D12 (por exemplo, evaporação, secagem, calcinação, etc.);
- **D10** – Incineração em terra;
- **D12** – Armazenagem permanente, por exemplo, armazenagem de contentores numa mina, etc.;
- **D15** - Armazenagem enquanto se aguarda a execução de uma das operações enumeradas de D1 a D14 (com exclusão do armazenamento temporário, antes da recolha, no local onde esta é efectuada).

Apesar de a legislação nacional especificar as operações permitidas para a eliminação de PCB, não existem em Portugal instalações dedicadas à eliminação deste tipo de resíduos.

Contudo, as fases que ocorrem a montante da eliminação, nomeadamente a descontaminação (substituição ou desalogenação do óleo), transporte e armazenamento temporário, são desenvolvidas no nosso país por empresas especializadas e por operadores devidamente licenciados, que posteriormente enviam os PCB e equipamentos com PCB para destino final adequado, em unidades de eliminação localizadas na Europa.

Para a realização de recolha, transporte e envio a destino final de PCB e equipamentos com PCB, deverá ser consultado o SILOGR – Sistema de Informação de Licenciamento de Operações de Gestão de Resíduos, disponibilizado no portal da APA - [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt), em: Políticas de Ambiente> Resíduos> Gestão de Resíduos> SILOGR.

No Quadro 4 apresentam-se custos indicativos referentes às diversas operações de gestão de PCB e equipamentos com PCB, nomeadamente custos com despistagem, descontaminação e eliminação.

**QUADRO 3:** Custos indicativos associados à gestão de PCB

<b>OPERAÇÕES DESENVOLVIDAS</b>	<b>CUSTOS ASSOCIADOS <sup>(1)</sup></b>
Detecção de PCB por Despistagem de Cloro	Entre 25€ e 120 €
Quantificação de PCB por Análise Cromatográfica	Entre 125€ e 230 €
Aquisição de <i>kits</i> de despistagem de cloro	Entre 20€ e 32€
Operação de descontaminação	4,5 €/kg óleo <sup>(2)</sup>
	4,6 €/kg óleo <sup>(3)</sup>
	2,1 €/kg óleo <sup>(4)</sup>
Recolha e encaminhamento para eliminação de:	
- Transformadores contaminados;	800 €/ton
- Condensadores eléctricos contaminados;	902 €/ton
- Absorventes contaminados;	902 €/ton
- Óleos contendo PCB;	732 €/ton

<sup>(1)</sup> Valores apresentados não incluem IVA nem custos associados às operações de transporte. Dados obtidos por consulta a empresas em Novembro de 2009;

<sup>(2)</sup> Aplicável à descontaminação de óleos com teor de PCB inferior a 2000 ppm;

<sup>(3)</sup> Aplicável à desalogenação de equipamentos com elevado volume de óleo, em qualquer ponto de Portugal Continental;

<sup>(4)</sup> Aplicável à eliminação de equipamentos cujo óleo apresente elevadas concentrações de PCB ou seja constituído por PCB puro.

## **7 TÉCNICAS DE DESCONTAMINAÇÃO E ELIMINAÇÃO**

Os fluidos e equipamentos contaminados com PCB recolhidos pelos operadores de gestão de resíduos são normalmente enviados para Espanha e França.

A nível internacional existem actualmente diversas técnicas de descontaminação e eliminação deste tipo de resíduos. A informação apresentada no Quadro 5 sintetiza as principais especificidades associadas às técnicas de aplicação mais difundidas [UNEP, 2000]. Chama-se a atenção para o facto de as técnicas aí descritas poderem ser aplicadas individualmente ou de forma combinada.

**QUADRO 4:** Técnicas de descontaminação e eliminação de resíduos contaminados ou contendo PCB.

TECNOLOGIA / MÉTODO	APLICAÇÃO	CUSTOS <sup>(1)</sup>	DISPONIBILIDADE
Incineração a elevadas temperaturas (< 1200°C)	Óleos, Fracção orgânica de PT descontaminado com solventes e Condensadores fragmentados	Óleos: 1,225 €/kg Condensador: 2,45 €/kg Outros resíduos: 0,766 €/kg	Holanda, Reino Unido
Destruição química a elevadas temperaturas (3000°C) (conversão em HCl, CO <sub>2</sub> , etc.) <sup>(2)</sup>	Óleos e Outros resíduos	2,30 €/kg	Rússia, França
Redução dos compostos orgânicos a CH <sub>4</sub> e HCl, na presença de H <sub>2</sub> a elevadas temperaturas (850-875°C)	Óleos, Equipamentos e Outros resíduos	< que custos Incineração em muitos casos	Austrália, Canadá, Japão
Desalogenação com sódio metálico a baixas temperaturas	Equipamentos, Óleos (<1000 ppm) e Outros resíduos	Óleos: 0,512-1,539 €/kg; 0,229-0,405 €/L Outros resíduos: 0,616 €/kg; 0,809€/L	França, Reino Unido, Holanda, Alemanha, Japão
Descontaminação por Lavagem com solvente	Equipamentos, Óleos e Outros resíduos	Óleos: 0,312-1,154 €/kg Transformador: 0,512 - 2,52 €/kg Condensador: 0,218 - 5,06 €/kg Outros resíduos: 0,198 - 0,872 €/kg	França, Espanha, Brasil, EUA, Rússia, Holanda, Canadá, China, Japão
Lavagem com solvente seguida de incineração da fracção do equipamento não recuperável <sup>(3)</sup>	Equipamentos e Óleos	Óleos: 1,225 - 1,70 €/kg Transformador: 2,04 €/kg Condensador: 2,6 €/kg Outros resíduos: 0,766 - 2,04 €/kg	Holanda, Reino Unido
Destruição química dos PCB em Reactor de Plasma (com produção de apenas vapor, CO <sub>2</sub> e HCl)	Óleos e Outros resíduos	0,89 €/kg	Rússia, China
Vitrificação	Equipamentos, Óleos, Solos e Outros resíduos	Óleos: 2,02 - 4,03 €/L Solos contaminados: 0,76 €/kg	Austrália, Japão, EUA



