



Pentaclorofenol e seus sais e ésteres
(PCP – *pentachlorophenol*)

CONSULTOR: Cláudio Ernesto Taveira Parente

Inventário de pentaclorofenol e seus sais e ésteres (PCP – *pentachlorophenol*) no Brasil, entregue como parte produto final do convênio entre a Fundação Educacional Ciência e Desenvolvimento (FECD) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Rio de Janeiro, dezembro de 2020



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	PCP e seus sais e ésteres como poluentes orgânicos persistentes (POPs).....	9
1.2	Produção	11
1.3	Aplicações	12
1.4	Alternativas.....	12
2	INVENTÁRIO DE PCP E SEUS SAIS E ÉSTERES NO BRASIL.....	14
2.1	Comércio	18
2.1.1	Comercialização nacional e internacional de PCP e seus sais e ésteres.....	18
2.2	Aplicações e indústrias nacionais	20
3	OCORRÊNCIA DE PCP E SEUS SAIS E ÉSTERES NO BRASIL	22
3.1	Matrizes ambientais abióticas.....	23
3.2	Matrizes ambientais bióticas	25
4	PLANO DE AÇÃO	26
5	REFERÊNCIAS	27
6	ANEXOS.....	32
6.1	Tabelas de balanço comercial.....	32
6.2	Tabela com o número de indústrias nacionais com possível aplicação de PCP.....	38
6.3	Protocolo de revisão sistemática.....	39
6.4	Nome químico e nome comercial (ou sinônimos) dos compostos de interesse	40



LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: PCP e seus sais e ésteres: número de registro pelo <i>Chemical Abstract Service</i> (CAS), <i>Harmonized System Code</i> (HS code), fórmula e massa molecular de cada composto.....	8
Quadro 2: Propriedades físico-químicas dos compostos PCP e PCA. Adaptado de UNEP, 2017.....	9
Quadro 3: Alternativas químicas para a preservação de madeira. Adaptado de UNEP, 2014.	13
Quadro 4: Produtos registrados contendo o princípio ativo Na-PCP segundo o Anexo 1 da IN no 132/2006 e status atual dos produtos em julho de 2019.....	15
Tabela 1: Lista de instituições potencialmente envolvidas com o uso de PCP e seus sais e ésteres (PCP – <i>pentachlorophenol</i> ; Na-PCP - <i>sodium pentachlorophenate</i> e PCP-L - <i>pentachlorophenyl laurate</i>) consultadas pelo Ministério do Meio Ambiente: Número de instituições selecionadas por setor produtivo, ofícios enviados, número de empresas e associações e número de respostas recebidas.....	16
Tabela 2: Ocorrência de PCP e PCA em matrizes abióticas no Brasil com base em estudos realizados entre os anos 2000 e 2020.	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Importação de produtos registrados sob os códigos NBMs 2908100201 e 2908100299 (ambos correspondentes aos NCMs: 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais; 29081919 – Outros derivados halogenados e seus sais, com cloro). Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (http://comexstat.mdic.gov.br). Os valores de importação são apresentados em uma Tabela Suplementar (item Anexo).	18
Figura 2: Balanço comercial (importação e exportação) de produtos registrados sob os códigos NCMs: 29081016 - pentaclorofenol e seus sais (em verde); 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais (em laranja); e 38083025 - Herbicida à base de pentaclorofenol / seus sais, etc. (em	



azul). Fonte: Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>). Os valores de importação e exportação são apresentados em Tabelas Suplementares (item Anexo). 20

Figura 3: Número de indústrias por unidades federativas com uso potencial de PCP e Na-PCP.

..... 21

Figura 4: Fluxograma do protocolo seguido no processo de revisão sistemática da ocorrência de PCP e seus sais e ésteres no Brasil 23

ANEXO - LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro A 1: Nome químico e nome comercial (ou sinônimos) dos compostos de interesse. 40

Tabela A 1: Balanço comercial (importação e exportação em quilograma líquido) de produtos registrados sob os códigos NCMs: 29081016 - pentaclorofenol e seus sais; 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais; e 38083025 - Herbicida à base de pentaclorofenol / seus sais, etc., no período de janeiro de 1997 a dezembro de 2019. Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>). 32

Tabela A 2: Importação por país (em quilograma líquido) de produtos registrados sob os códigos NCMs: 29081016 - pentaclorofenol e seus sais; 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais; e 38083025 - Herbicida à base de pentaclorofenol / seus sais, etc. no período de janeiro de 1997 a dezembro de 2004. Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>). 33

Tabela A 3: Exportação por país (em quilograma líquido) de produtos registrados sob os códigos NCMs: 38083025 - Herbicida à base de pentaclorofenol / seus sais, etc. e 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais no período de janeiro de 1997 a dezembro de 2006. Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>). 35

Tabela A 4: Importação por países (em quilograma líquido) de produtos registrados sob os códigos NBMs 2908100201 e 2908100299 (correspondentes aos NCMs: 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais; 29081919 – Outros derivados halogenados e seus sais, com cloro). Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>). 37

Tabela A 5: Número total de empresas cadastradas no CEMPRE-IBGE por unidade federativa, de acordo com o censo de 2017. Empresas do setor madeireiro (potencial uso de PCP) e setores (Energia elétrica e Construção civil) com potencial contato com produtos tratados com PCP, principalmente postes e cruzetas. 38



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACPO (Associação de Combate ao Poluentes)

ACZA (*ammoniacal copper zinc arsenate* - amoniacal de cobre zinco arseniato)

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária)

CAS (*Chemical Abstract Service* – Serviço de Resumo Químico)

CCA (*chromated copper arsenate* - arsenato de cobre cromado)

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, atual Companhia Ambiental do Estado de São Paulo)

HCB (*hexachlorobenzene* – hexaclorobenzeno)

HCH (*hexachlorocyclohexane* - hexaclorociclo-hexano)

HS code (*harmonized system code* – Código do Sistema Harmonizado)

IARC (*International Agency for Research on Cancer* – Agência Internacional para Pesquisa sobre Câncer)

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)

IN (Instrução Normativa)

MMA (Ministério do Meio Ambiente)

Na-PCP (*sodium pentachlorophenate* - pentaclorofenato de sódio)

NBM (Nomenclatura Brasileira de Mercadorias)

NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul)

NIP (*National Implementation Plan* – Plano Nacional de Implementação)

PAHs (*polycyclic aromatic hydrocarbons* - hidrocarbonetos aromáticos policíclicos)

PCA (*pentachloroanisole* – pentacloroanisol)

PCBs (*polychlorinated biphenyls* – bifenilas policloradas)

PCDDs (*polychlorinated dibenzodioxins* - dibenzodioxinas policloradas)

PCDFs (*polychlorinated dibenzofurans* - dibenzofuranos policlorados)

PCP-L (*pentachlorophenyl laurate* - laurato de pentaclorofenila)



PeCB (*pentachlorobenzene* - pentaclorobenzeno)

POPs (Poluentes Orgânicos Persistentes)

PCNB – (*pentachloronitrobenzene* - quintozeno)

RDC (Resolução da Diretoria Colegiada)

UNEP (*United Nations Environment Programme* - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente)



1 INTRODUÇÃO

Pentaclorofenol (PCP – *pentachlorophenol*) é um composto fenólico de origem sintética formado por cinco moléculas de cloro e um anel aromático. Embora atualmente seu uso seja restrito ou banido em diversos países, o PCP foi amplamente utilizado a partir de 1930.

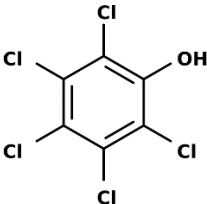
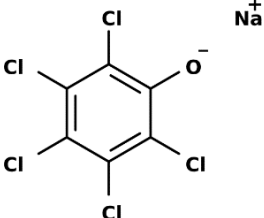
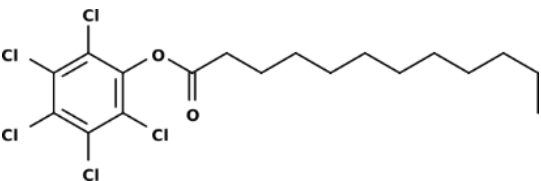
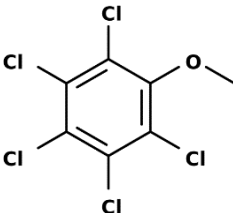
O PCP teve seu uso muito difundido para o tratamento de madeiras para uso industrial, mas também foi usado para uma variedade de aplicações, como: herbicida, agente antimicrobiano, fungicida, inseticida, acaricida, moluscicida e desinfetante (UNEP, 2017). Atualmente, seu uso é permitido exclusivamente para a preservação de madeira em indústrias, como postes, cruzetas e madeiras para fins não residenciais.

Além do composto original (PCP), o princípio ativo também pode ser comercializado na forma de pentaclorofenato de sódio (Na-PCP - *sodium pentachlorophenate*), que por ser um sal é facilmente dissolvido em água. Embora as duas formas apresentem propriedades químicas diferentes, a toxicidade de ambos compostos é similar (ATSDR, 2001).

O composto laurato de pentaclorofenila (PCP-L - *pentachlorophenyl laurate*) é um éster derivado do PCP, insolúvel em água e foi desenvolvido para ser utilizado em tecidos, fios e cordas no tratamento contra fungos e bactérias, incluindo lonas para uso militar. O pentacloroanisol (PCA – *pentachloroanisole*) é um produto da biotransformação (metilação) do PCP por microorganismos aeróbicos de solos e sedimentos (CANADÁ, 2012). No quadro e na tabela a seguir são apresentadas as características e propriedades físico-químicas do PCP e dos demais compostos de interesse.



Quadro 1: PCP e seus sais e ésteres: número de registro pelo *Chemical Abstract Service (CAS)*, *Harmonized System Code (HS code)*, fórmula e massa molecular de cada composto.

<p>Pentaclorofenol (PCP) CAS: 87-86-5 / HS Code 2908.11 Fórmula molecular: C_6HCl_5O e C_6Cl_5OH Massa molecular: $266,34 \text{ g mol}^{-1}$</p>	
<p>Pentaclorofenato de sódio (Na-PCP) CAS: 131-52-2 Fórmula molecular: C_6Cl_5ONa e $C_6Cl_5ONa \cdot x H_2O$ (como monohidrato) CAS: 3772-94-9 Massa molecular: $288,32 \text{ g mol}^{-1}$</p>	
<p>Laurato de pentaclorofenila (PCP-L) CAS: 3772-94-9 Fórmula molecular: $C_{18}H_{23}Cl_5O_2$ Massa molecular: $448,64 \text{ g mol}^{-1}$</p>	
<p>Pentacloroanisol (PCA) CAS: 1825-21-4 Fórmula molecular: $C_7H_3Cl_5O$ Massa molecular: $280,362 \text{ g mol}^{-1}$</p>	



Quadro 2: Propriedades físico-químicas dos compostos PCP e PCA. Adaptado de UNEP, 2017.

Propriedades	PCP	PCA
Solubilidade em água	5,0 mg L ⁻¹ (0 °C) 14 mg L ⁻¹ (20 °C) 14 mg L ⁻¹ (25 °C) 35 mg L ⁻¹ (50 °C)	0,24 mg L ⁻¹ (20 °C) 0,19 mg L ⁻¹ (50 °C)
Pressão de vapor (25 °C)	0,0070 – 0,213 Pa 1,1 x 10 ⁻⁴ mm Hg Volatilidade intermediária	0,0458 Pa 0,0933 mm Hg Volatilidade intermediária a alta
Constante da Lei de Henry	0,0248 a 0,284 Pa m ³ mol ⁻¹ Potencial de volatilização da água ou do solo úmido.	7,12 x 10 ⁻⁵ atm-m ³ mol ⁻¹ (25 °C) Potencial de volatilização da água ou do solo úmido.
Constante de ionização (pK_a)	4.60 - 5.30 Em pH neutro, comum em ambientes aquáticos, mais de 99% do PCP está na forma ionizada.	Não é esperado que ocorra dissociação em pH ambientalmente relevante.
Log coeficiente de partição octanol-água (LogK_{ow})	Valores geralmente aceitos 5,12 e 5,18. Potencial de bioacumulação em biota.	5,30 (calculado) 5,45 (experimental). Potencial de bioacumulação em biota.
Coefficiente de partição do carbono orgânico (K_{oc})	293 a 900 L kg ⁻¹ (em 0,0125 mg L ⁻¹); 1000 L kg ⁻¹ (calculado); 3000 a 4000 L kg ⁻¹ (medido); 293 - 4000 L kg ⁻¹ ; 706 - 3420 L kg ⁻¹ (medido); Mobilidade leve a moderada no solo.	2474 L kg ⁻¹ 13800 L kg ⁻¹ Imóvel no solo.

1.1 PCP e seus sais e ésteres como poluentes orgânicos persistentes (POPs)

Pentaclorofenol e seus sais e ésteres (Na-PCP, PCP-L, PCA) são compostos que apresentam persistência ambiental e são potencialmente tóxicos para humanos e animais (ATSDR, 2001). Estudos prévios relataram a ocorrência, principalmente de PCP em diversas matrizes, como: amostras de água e sedimentos de rios e lagos (GIFFORD *et al.*, 1996; ZHENG *et al.*, 2000; HONG *et al.*, 2005), em amostras de peixes e camarões de água doce (GE *et al.*, 2007) e em amostras de sangue humano e leite materno (HONG *et al.*, 2005; ZHENG *et al.*, 2011). Ao alcançarem os diferentes compartimentos ambientais, esses compostos podem ter



suas moléculas transformadas por meio abiótico (por exemplo, fotólise e hidrólise) ou serem biotransformados em meios aeróbico ou anaeróbico (ATSDR, 2001). O PCA é um produto da biotransformação de PCP em ambientes aeróbicos. Estudos prévios reportaram evidências de transporte por longas distâncias e bioacumulação de PCA em trutas e ursos polares de zonas remotas do ártico (UNEP, 2017).

A toxicidade de PCP (e seus sais e ésteres) está relacionada com sua atividade sobre a inibição de enzimas envolvidas na fosforilação oxidativa, uma via metabólica da respiração celular, além da inibição da sulfotransferase, uma enzima importante no metabolismo (fase II) de xenobióticos (SEILER, 1991). Além de seu modo de ação principal, também foram descritos efeitos adversos como interferentes endócrinos e a indução de lesões hepáticas e renais. A Agência Internacional para Pesquisa sobre Câncer (IARC – *International Agency for Research on Cancer*, 2016), classificou o PCP como uma substância cancerígena do Grupo 1, considerando que “existem evidências suficientes para concluir que a substância pode causar câncer em humanos”. A conclusão do parecer teve como base estudos epidemiológicos que demonstraram que a exposição ao PCP e compostos derivados está associada à ocorrência de linfoma não-Hodgkin. Além da ampla toxicidade e carcinogenicidade relatada para esses compostos, seu processo de produção pode gerar outros contaminantes como, por exemplo, hexaclorobenzeno (HCB – *hexachlorobenzene*), pentaclorobenzeno (PeCB – *pentachlorobenzene*), dibenzodioxinas policloradas (PCDDs - *polychlorinated dibenzodioxins*) e dibenzofuranos policlorados (PCDFs - *polychlorinated dibenzofurans*) produzidos no processo de fabricação de PCP (ATSDR, 2001; MMA, 2015; UNEP, 2017). A alta persistência desses subprodutos, somadas à sua potencial dispersão atmosférica e bioacumulação por diferentes organismos da cadeia alimentar, contribuem para a exposição crônica de humanos e animais a esses compostos (ZHENG *et al.*, 2012).

Neste contexto, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP – *United Nations Environment Programme*), através do documento UNEP/POPS/COP.7/19. SC 7/13, estabelece a “Recomendação do Comitê de Revisão de POPs para a listagem do pentaclorofenol e seus sais e ésteres no Anexo A da Convenção, com exceções específicas para uso e produção de pentaclorofenol para utilização em postes e cruzetas”.



De uma forma geral, as fontes de contaminação ambiental por PCP podem ter origem em sua produção e uso no passado, por exemplo, através de estoques industriais inadequados, antigas plantas de produção e áreas contaminadas, volatilização por queimadas em áreas de uso histórico, etc. (UNEP, 2017). Nesse contexto, diferentes estudos têm destacado os potenciais riscos de exposição humana devido à reutilização de madeiras de demolição contaminadas com PCP, PCA e outros compostos organoclorados para a produção de utensílios domésticos de madeira (KOYANO *et al.*, 2019) e de serragem para cama de aviário, um substrato utilizado nos galpões para a produção de frangos (BRAMBILLA *et al.*, 2009; PISKORSKA-PLISZCZYNSKA *et al.*, 2016; GERBER; GOULD; MCGAHAN, 2020).

Em relação à produção atual, as principais fontes potenciais de PCP são através de um possível controle inadequado nas fases de síntese e formulação dos compostos, da aplicação dos produtos e através da mobilização gradual a partir das madeiras tratadas (UNEP, 2014).

1.2 Produção

A síntese de PCP pode ser realizada por três principais rotas: 1) Reação de Cl_2 com fenol (ou clorofenóis) com o uso de catalisadores (por exemplo, cloretos de alumínio e antimônio); 2) Hidrólise alcalina de HCB em soluções aquosas; e 3) Termólise de hexaclorociclohexano (HCH - *hexachlorocyclohexane*). A partir do PCP são produzidos o Na-PCP e o PCP-L (UNEP, 2013). Além de seu processo de síntese, o PCP pode ser um produto de degradação ou metabolização de outros compostos organoclorados, como o HCB (a oxidação atmosférica é uma fonte secundária global de PCP), o HCH e o quintozeno (PCNB – *pentachloronitrobenzene*) (UNEP, 2017).

Diversos países produziram o PCP e seus sais e ésteres no passado, dentre eles Brasil, China e as antigas Checoslováquia e União Soviética. Esses compostos também foram produzidos por países da União Europeia (Alemanha, Dinamarca, Espanha, França, Polônia, Reino Unido e Suíça), que encerrou a produção de PCP e seus sais em 1992, e PCP-L em 2000 (UNEP, 2017). Atualmente, o PCP é produzido no México (6600 toneladas/ano) e sua formulação é feita nos Estados Unidos, enquanto na Índia são produzidos anualmente 1800 toneladas de Na-PCA (UNEP, 2014; 2017).



1.3 Aplicações

No passado, a aplicação de PCP e seus sais e ésteres foi muito difundida nos setores agrícola e industrial, incluindo na produção de têxteis, na indústria de tintas e na perfuração de petróleo (CANADÁ, 2012). Além de sua principal aplicação, PCP, Na-PCP e PCP-L foram utilizados até a década de 1980 como moluscidas no controle da esquistossomose, como inseticidas, no tratamento e prevenção contra cupins, como bactericidas, algicidas, herbicidas, como conservantes em tintas, amidos, colas e adesivos, sendo aplicados também na síntese de produtos farmacêuticos (SEILER, 1990; UNEP, 2017).

Atualmente o PCP e o Na-PCP ainda são usados no setor industrial para a preservação de madeira para fabricação de postes, cruzetas e para a construção civil não residencial, por outro lado, segundo a UNEP (2017), em 2014 nenhum país utilizava o composto PCP-L.

Embora atualmente o uso industrial de PCP ou Na-PCP ainda seja permitido para o tratamento de madeira em alguns países (por exemplo, Canadá, Estados Unidos e Índia), suas aplicações têm sido fortemente restringidas ou proibidas em muitos países, incluindo os estados membros da União Europeia, Austrália, Brasil, Equador, Indonésia, Marrocos, Nova Zelândia e Sri Lanka (UNEP, 2014).

1.4 Alternativas

Existem diferentes alternativas no mercado para a substituição do uso de PCP e seus sais e ésteres em postes e cruzetas. Os produtos preservativos podem ser hidrossolúveis ou oleossolúveis, sendo utilizados métodos com pressão artificial ou atmosférica (VIDAL *et al.*, 2015). Países que ainda permitem o uso restrito de PCP (por exemplo, EUA e Canadá) têm buscado alternativas químicas e físicas ao seu uso (UNEP, 2014). Dentre os compostos químicos, merecem destaque: o arsenato de cobre cromado (CCA - *chromated copper arsenate*), o óleo creosoto (*creosote*), o naftenato de cobre (*copper naphthenate*) e o amoniacal de cobre zinco arseniato (ACZA - *ammoniacal copper zinc arsenate*) (UNEP, 2014). Também



são utilizados como alternativas, os boratos (octaborato de sódio, tetraborato de sódio, pentaborato de sódio e o ácido bórico), que por serem solúveis devem ser utilizados somente em madeiras instaladas em ambientes internos ou acima do solo, além dos inseticidas piretróides (cipermetrina, ciflutina e deltametrina) e fipronil (EMBRAPA, 2004; VIDAL *et al.*, 2015; UNEP, 2017). A seguir são apresentadas algumas alternativas químicas apresentadas pelo comitê da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (UNEP, 2014).

Quadro 3: Alternativas químicas para a preservação de madeira. Adaptado de UNEP, 2014.

<p>Arsenato de cobre cromado (CCA)</p>	<p>O CCA é um produto composto por ácido crômico, ácido arsênico e óxido cúprico na proporção 5:3:2. Até 2003 esse composto era permitido para uso domiciliar, quando então foi proibido devido aos possíveis impactos negativos sobre a saúde pública. A composição de CCA contendo elementos altamente tóxicos e cancerígenos, como o cromo hexavalente (Cr^{6+}), o arsênio e o cobre (tóxico para organismos aquáticos) levantou uma grande preocupação a respeito da exposição humana e ambiental. Contudo, há evidências de que após o tratamento da madeira o cromo ocorre como Cr^{3+} (cromo trivalente). Nesse estado de oxidação Cr não é considerado carcinogênico. Atualmente, o CCA é amplamente utilizado nos EUA, Canadá e Nova Zelândia para o tratamento industrial de madeiras. Em comparação ao tratamento com PCA, o CCA apresenta algumas vantagens por ter uma alta taxa de fixação na madeira, por ser de fácil manipulação (não é oleoso como o PCP) e por não apresentar odores. Por outro lado, há relatos de ressecamento de postes devido à aplicação do CCA, podendo ser um grande problema em regiões de clima seco e quente por resultar na produção de rachaduras e outras alterações na estrutura da madeira. Esse inconveniente pode ser contornado com a utilização de produtos adicionais, como o óleo creosoto (creosote).</p>
<p>Produtos à base de óleo creosoto (creosote)</p>	<p>O creosote é muito utilizado como conservante de madeira, sendo formado por uma mistura complexa contendo entre 200 e 250 substâncias químicas, muitas delas tóxicas, como hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs - <i>polycyclic aromatic hydrocarbons</i>), fenol e cresóis. Diante da presença desses compostos, o uso do creosote é motivo de preocupação há várias décadas, devido aos potenciais efeitos tóxicos à saúde humana (principalmente à saúde do trabalhador) e ao meio ambiente. Mesmo diante desses possíveis impactos, o produto tem sido utilizado por muitos países (EUA, Canadá, Sri Lanka e países membros da UE) para o tratamento de postes, cruzetas, madeiras industriais e de dormentes de linhas ferroviárias.</p>
<p>Naftenato de cobre</p>	<p>O naftenato de cobre é um composto oleoso, formado por sais de cobre e ácido naftênico, ambos subprodutos do processo de refino do petróleo. Embora esse composto não seja tão utilizado quanto os demais produtos (PCP, CCA e creosote), é esperado que sua demanda aumente ao longo dos anos. Em relação à segurança em sua utilização, estudos sugerem o potencial de lixiviação, genotoxicidade (experimento <i>in vivo</i> com ratos), além de potenciais riscos à saúde humana através da exposição durante a aplicação em ambientes domésticos.</p>



**Amoniacal de cobre
zinco arseniato
(ACZA)**

O ACZA é um produto composto por óxido cúprico, óxido de zinco e ácido arsênico na proporção 5:3:2. O produto tem uma alta fixação e é utilizado no Canadá e na parte ocidental dos EUA. Seu uso é permitido em áreas costeiras, contudo, tende a reter um odor desagradável (devido à adição de amônia em sua formulação), que pode ser inconveniente, principalmente em locais públicos.

Além do tratamento químico, outras alternativas são a substituição de peças de madeira por outros materiais (concreto, metais e fibras de vidro) (UNEP, 2014). Adicionalmente, propõe-se como alternativa a utilização de madeiras de melhor qualidade, que apresentam maior durabilidade e resistência às pragas e fungos, mesmo sem tratamento químico. Contudo, a crescente substituição das madeiras de uso atual pelas madeiras de lei pode resultar na sobrecarga dos ecossistemas locais, possivelmente tornando a exploração insustentável em médio a longo prazo (UNEP, 2014).

2 INVENTÁRIO DE PCP E SEUS SAIS E ÉSTERES NO BRASIL

No Brasil, os produtos contendo PCP e seus derivados foram usados como agrotóxicos, sendo relatados tanto o uso doméstico quanto a aplicação na agricultura e na indústria (KUSSUMI *et al.*, 2004). Principalmente o Na-PCP é conhecido como “Pó da China”. Devido ao reconhecimento do potencial tóxico desses compostos, a aplicação de PCP como agrotóxico foi proibida no Brasil pela Portaria do Ministério da Agricultura nº 329, de 02 de setembro de 1985. Posteriormente, seu uso foi proibido em campanhas de saúde pública e também para uso domissanitário pelo Ministério da Saúde (Portaria nº 11, de 08 de janeiro de 1998), sendo mantido seu uso específico como preservante de madeiras.

Na última década, o PCP entrou em status de reavaliação pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) sob a RDC 124A/2006, tendo sua proibição publicada pela RDC 164/2006. No contexto ambiental, a Instrução Normativa (IN) IBAMA nº 132, de 10 de novembro de 2006, também adotou medidas para restringir a manutenção do uso de PCP e seus sais em território brasileiro.

A IN nº 132/2006 considerou as avaliações que apontaram tais compostos como interferentes endócrinos, apresentando alta persistência no ambiente, solubilidade em água,



elevada toxicidade (hepática e renal) para animais e seres humanos, e a presença de outros contaminantes (por exemplo, dioxinas e HCB) como subprodutos de sua síntese. De acordo com a normativa, foram indeferidos novos registros e licenças de importação de ingredientes ativos e de produtos contendo PCP e seus sais. Além disso, também foi prevista na normativa a proibição, a partir de 30 de março de 2007, da comercialização em embalagens de todos os produtos listados em seu Anexo I. Segundo a normativa, o comércio dos produtos listados no Anexo I foi permitido apenas aos usuários identificados até 30 de junho de 2007. Também foi prevista na normativa a prioridade na análise de pedidos e de renovação dos registros de produtos que substituíssem os compostos contendo PCP e seus sais.

De acordo com a IN nº 132/2006 (IBAMA) os produtos listados no Anexo 1 tinham como princípio ativo o Na-PCP. No Quadro 2, são apresentados os status atuais dos produtos após o prazo de proibição estabelecido pela normativa. De acordo com as informações divulgadas pelas empresas, nenhum produto contém PCP e seus sais e ésteres.

Quadro 4: Produtos registrados contendo o princípio ativo Na-PCP segundo o Anexo 1 da IN no 132/2006 e status atual dos produtos em julho de 2019.

Indústria Química DIPIL LTDA	Madepil AC 90	Atualmente, segundo o Ibama (Comunicado nº 18/2016), a empresa titular do registro dos produtos preservativos de madeira MADEPIL AC 40 e MADEPIL TRI 90 FUNGICIDA LÍQUIDA está registrada como KOPPERS PERFORMANCE CHEMICALS BRASIL COMÉRCIO DE PRESERVANTES LTDA. Ambos produtos não apresentam PCP e Na-PCP em sua composição atual.
Lorenzetti Química LTDA	Fungicida Industrial Louro	Atualmente a empresa utiliza como princípio ativo do produto Fungicida Louro TBP 40 Plus o 2,4,6 – tribromofenato de sódio. Não há referências de produtos que contenham PCP ou Na-PCP sendo comercializados atualmente pela empresa.
Jimo Química Industrial LTDA	Jimo Antimofa PCP	Atualmente não há referências sobre o nome comercial “Jimo Antimofa PCP” na <i>webpage</i> da empresa JIMO Química Industrial LTDA. Não há referências sobre PCP ou Na-PCP nos produtos preservantes de madeira comercializados atualmente pela empresa.
Prentiss Química LTDA	PKR 40	Atualmente não há referências sobre produtos contendo PCP ou Na-PCP na <i>webpage</i> da empresa.

O inventário específico para o PCP e seus sais e ésteres incluiu um total de 10 associações com abrangência estadual e/ou nacional e 137 empresas envolvidas no processamento e



comércio de madeiras tratadas, curtume de couro e do setor químico. Foram enviados ofícios e questionários oficiais do Ministério do Meio Ambiente (MMA) visando obter informações sobre o uso atual e passado do PCP e seus sais e ésteres, e sobre a existência de estoques e áreas contaminadas com esses compostos. A tabela a seguir apresenta uma síntese das instituições selecionadas para o envio de ofícios às empresas e associações, além das respostas enviadas.

Tabela 1: Lista de instituições potencialmente envolvidas com o uso de PCP e seus sais e ésteres (PCP – *pentachlorophenol*; Na-PCP - *sodium pentachlorophenate* e PCP-L - *pentachlorophenyl laurate*) consultadas pelo Ministério do Meio Ambiente: Número de instituições selecionadas por setor produtivo, ofícios enviados, número de empresas e associações e número de respostas recebidas.

Setor	Instituições	Envio de ofício	Empresas	Associações	Resposta positiva	Resposta não relacionadas	Resposta negativa
Processamento de madeira	129	125	115	10	0	0	6
Processamento de couro	4	4	0	4	0	0	1
Química	69	61	51	10	0	14	13
Total	202	190	166	24	0	14	20

Do total de instituições selecionadas, apenas seis enviaram respostas direcionadas ao PCP e todas negaram o uso atual e o conhecimento sobre a ocorrência de estoques e áreas contaminadas. Por outro lado, duas instituições incluídas em inventários de outros POPs enviaram informações sobre a contaminação por PCP relacionada a uma antiga unidade de produção deste composto e outros organoclorados na Baixada Santista, São Paulo (SP). De fato, segundo Arruda Júnior (2004), nos anos 1960 a empresa Rhodia S/A operava dentro de outra empresa denominada Carbocloro, produzindo PCP no município de Cubatão, SP. A produção estimada de PCP e Na-PCP entre o final dos anos 1960 e 1982 foi de 22200 toneladas, sendo importadas no mesmo período mais 2000 toneladas (ALMEIDA *et al.*, 2007). Na mesma época, a empresa diversificou sua produção para outros produtos, como os solventes clorados tetracloreto de carbono (C_2Cl_4), também conhecido como percloroetileno, e o tetracloreto de carbono (CCl_4) (Arruda Júnior, 2004). Além da potencial toxicidade do PCP e dos solventes clorados produzidos pela empresa, em 1984 foi divulgada a existência de 11 lixões clandestinos utilizados para o descarte de subprodutos organoclorados tóxicos como hexacloretano (C_2Cl_6), hexaclorobutadieno (C_4Cl_6) e HCB (C_6Cl_6) no entorno da empresa Rhodia S/A (SILVA, 1998; ARRUDA JÚNIOR, 2004; ALMEIDA *et al.*, 2007; MMA, 2015). Em 1993 a planta de



produção de PCP e seu incinerador foram paralisados após a constatação de contaminação por PCP, HCB e outros compostos organoclorados nos solos do entorno e no lençol freático (ALMEIDA *et al.*, 2007).

De acordo com a resposta de um dos questionários enviados ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), atualmente a área da empresa Rhodia S/A está ocupada por outra empresa, onde já foram realizadas ações de remediação nos meios impactados (solo e água subterrânea). O tratamento do solo foi realizado em uma célula de *landfarming*. Após o tratamento todo o material teve como destino final um aterro para resíduos da classe I. O tratamento da água subterrânea foi realizado através de injeção direta e recirculação de produtos específicos. De acordo com as informações fornecidas ao MMA, em setembro de 2017 a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) emitiu um parecer técnico considerando a área reabilitada para o uso declarado.

O segundo relato enviado ao MMA, confirmou a gestão indevida de resíduos na época da produção de PCP no município de Cubatão, citando a existência de áreas altamente contaminadas com PCP e HCB, sendo as áreas fontes potenciais de contaminação na região. Um outro documento, uma representação com nº 05012004 realizada pela Associação de Combate aos Poluentes (ACPO), enviada ao Ministério Público Federal, especificamente à Procuradoria da República no Município de Santos descreve a ocorrência de “lixões tóxicos” contendo o PCP e outros contaminantes na região metropolitana da Baixada Santista. A representação, deferida em 05 de janeiro de 2004, teve como objetivo se opor à transferência de resíduos químicos tóxicos da região da Baixada Santista, no estado de São Paulo, para incineração no município de Camaçari no estado da Bahia. De acordo ainda com a representação, várias substâncias químicas tóxicas foram armazenadas clandestinamente no período entre o final dos anos 1970 e o início da década de 80 em áreas situadas na Baixada Santista e, parte desses resíduos, foram posteriormente armazenados em *mag-sacs* (recipientes de polietileno contendo cerca de uma tonelada de resíduos). Segundo o documento, laudos da CETESB confirmaram a ocorrência nos “Lixões químicos tóxicos” de concentrações de PCP variando entre 2000 e 36800 mg kg⁻¹.

Além dos relatos de contaminação derivados do uso no passado, também foram investigados os registros vigentes de produtos para o tratamento de madeiras recém-cortadas e



recém-serradas no Brasil (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, 2019). Atualmente, consta o registro de 41 produtos com ação inseticida, fungicida e inseticida/fungicida comercializados para o tratamento de madeiras. De acordo com a listagem, nenhum produto contém PCP e seus sais e ésteres como ingredientes ativos.

2.1 Comércio

2.1.1 Comercialização nacional e internacional de PCP e seus sais e ésteres

Até o ano de 1996, os dados sobre a importação de compostos derivados de PCP no Brasil estavam vinculados aos códigos da Nomenclatura Brasileira de Mercadorias (NBM). Posteriormente, a NBM foi substituída pela Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). Na Figura 1 são apresentados os valores de importação de produtos registrados sob a Nomenclatura Brasileira de Mercadorias (NBMs) 2908100201 e 2908100299 (ambos correspondentes aos NCMs: 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais; 29081919 – Outros derivados halogenados e seus sais, com cloro).

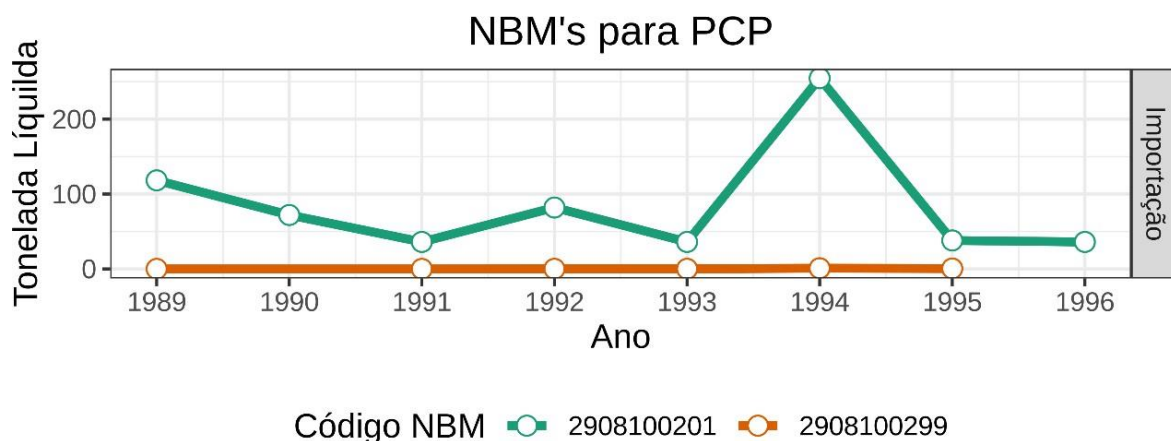


Figura 1: Importação de produtos registrados sob os códigos NBMs 2908100201 e 2908100299 (ambos correspondentes aos NCMs: 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais; 29081919 – Outros derivados halogenados e seus sais, com cloro). Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>). Os valores de importação são apresentados em uma Tabela Suplementar (item Anexo).



Nos anos seguintes (1997 a 2019), os dados de importação e exportação passaram a estar vinculados às NCMs e atualmente estão disponíveis na base de dados Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>), onde são divulgadas estatísticas do comércio exterior do Brasil. Em cada busca (importação e exportação) foi selecionado todo o período disponível (“Ano inicial” 1997 e “Ano final” 2019), com seleção do “Mês inicial” em janeiro e “Mês final” em dezembro. No primeiro filtro de consulta, a busca foi selecionada pela “Nomenclatura Comum do Mercosul – NCM”. Foram incluídos na pesquisa os códigos NCMs específicos para os compostos de interesse: NCM 29081016 - pentaclorofenol e seus sais, NCM 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais e NCM 38083025 - Herbicida à base de pentaclorofenol/seus sais, etc. Finalmente, foi selecionado no filtro “Valores” e resultado em “Quilograma Líquido”. Na Figura 2, são apresentados os resultados de importação e exportação em toneladas entre os anos 1997 e 2019.

Segundo a base de dados, as importações dos NCMs 29081016 e 38083025 foram descontinuadas nos anos de 2007 e 2004, respectivamente. Também consta a importação de 20 toneladas do NCM 29081100 no ano 2007, seguido de uma redução a zero nos demais anos (2008 a 2019). O pico de importação no Brasil (mais de 1500 toneladas) ocorreu no ano de 1998 (NCM 38083025 - Herbicida à base de pentaclorofenol / seus sais, etc.). É importante destacar que o uso de PCP foi proibido na agricultura brasileira pela Portaria do Ministério da Agricultura nº 329, de 02 de setembro de 1985. Contudo, a mesma normativa incluiu um item em seu parágrafo único com algumas exceções à proibição, como “o uso emergencial na agricultura, a critério da Secretaria Nacional Defesa Agropecuária - SNDA - do Ministério da Agricultura”.

No ano de 1998 houve o maior volume de exportação de compostos derivados de PCP (NCM 38083025 - Herbicida à base de pentaclorofenol / seus sais, etc.), chegando a quase 1300 toneladas. Segundo a base de dados, a exportação desse NCM foi descontinuada em 2006. Também consta na base de dados a exportação do NCM 29081100 (pentaclorofenol - ISO e seus sais) entre os anos 2011 e 2014. Contudo, os valores foram extremamente baixos (0,003 a 0,12 toneladas).

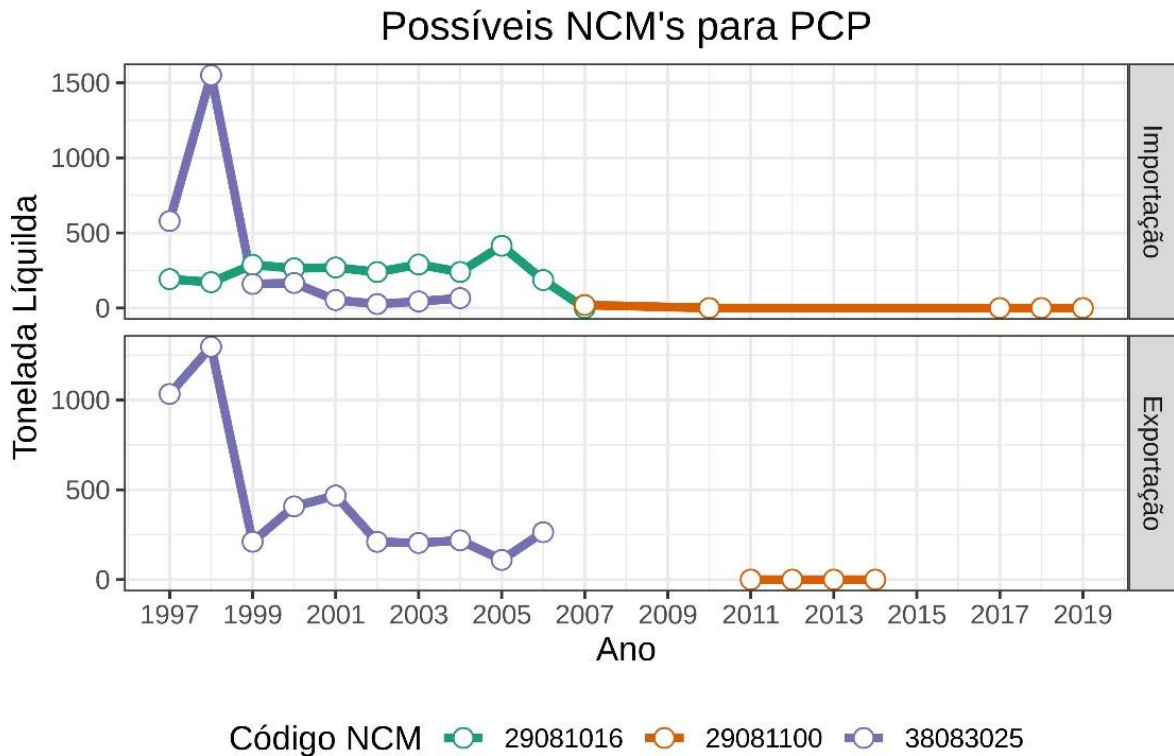


Figura 2: Balanço comercial (importação e exportação) de produtos registrados sob os códigos NCMs: 29081016 - pentaclorofenol e seus sais (em verde); 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais (em laranja); e 38083025 - Herbicida à base de pentaclorofenol / seus sais, etc. (em azul). Fonte: Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>). Os valores de importação e exportação são apresentados em Tabelas Suplementares (item Anexo).

Além da pesquisa na base de dados sobre comércio exterior do Brasil, também foram solicitadas informações sobre importação ao IBAMA, uma vez que o órgão é anuente da NCM 29081100, referente ao “Pentaclorofenol (ISO) e seus sais”. Segundo o órgão, nos anos de 2017 e 2018 foram importados 0,1 g ano⁻¹ de PCP.

2.2 Aplicações e indústrias nacionais

De acordo com os dados do Cadastro Central de Empresas (CEMPRE) disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), um órgão público federal, foi possível fazer um levantamento do número de empresas dedicadas à fabricação de produtos de madeira (exceto móveis) por unidade federativa.

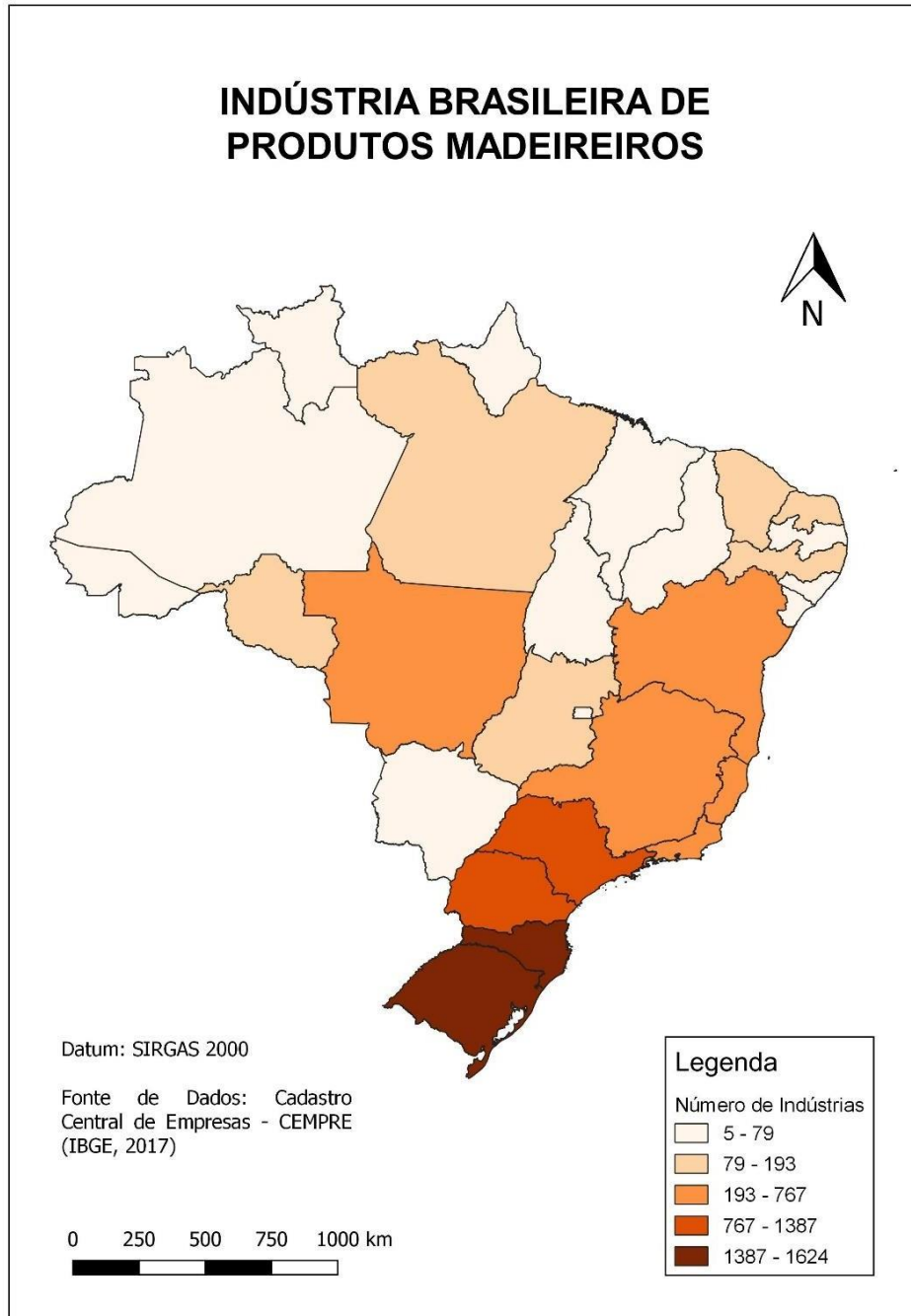


Figura 3: Número de indústrias por unidades federativas com uso potencial de PCP e Na-PCP.



A inclusão deste setor produtivo na presente avaliação é devido ao potencial uso de PCP para o tratamento de postes e cruzetas de madeira. De acordo com o cadastro nacional, há 8995 empresas dedicadas à fabricação de produtos de madeira, com exceção da fabricação de móveis (Anexo 6.2 – Tabela A5). Do total de empresas, 79% estão situadas nas Regiões Sul e Sudeste, apresentando os seguintes percentuais de cadastro estadual, em relação ao total do país - Região Sul (Santa Catarina: 18%; Rio Grande do Sul: 17% e Paraná: 15%) - Região Sudeste (São Paulo: 15%; Minas Gerais: 8,5%; Rio de Janeiro: 3,2% e Espírito Santo: 2,9%). Na Região Centro-Oeste o estado com maior percentual de empresas cadastradas foi o Mato Grosso, com 2,6% em relação ao total do país.

Alguns setores industriais, como o de Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica e o de Construção civil, embora não estejam especificamente relacionadas ao uso de PCP, merecem atenção devido ao destino final e possível reutilização de estruturas de madeira, incluindo postes e cruzetas que foram tratados no passado com PCP. Do total de 2557 empresas cadastradas do setor de Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, 40% estão situadas na Região Sudeste e 28% na Região Sul, sendo os estados de São Paulo (19%) e Santa Catarina (14%) os líderes do setor no país. No que tange ao setor da Construção civil, do total de 99257 de empresas cadastradas, as Regiões Sudeste (52%) e Sul (25%) são líderes, com destaque para os estados de São Paulo (32%) e Paraná (10%).

3 OCORRÊNCIA DE PCP E SEUS SAIS E ÉSTERES NO BRASIL

A partir da revisão sistemática foram selecionados nove estudos com relatos de contaminação por PCP em amostras coletadas no Brasil. Do total, apenas três publicações mencionaram a ocorrência de PCP em amostras biológicas e seis apresentaram relatos em amostras do meio abiótico. Adicionalmente, foram incluídas duas publicações que não haviam sido selecionadas na revisão sistemática por não mencionarem referências ao PCP e seus sais e ésteres no título, no resumo e nas palavras-chave. A Figura 3 ilustra os dados obtidos a partir do protocolo adotado para a avaliação da ocorrência de PCP no Brasil. O protocolo utilizado durante esta etapa de revisão foi descrito detalhadamente no Anexo 6.3.

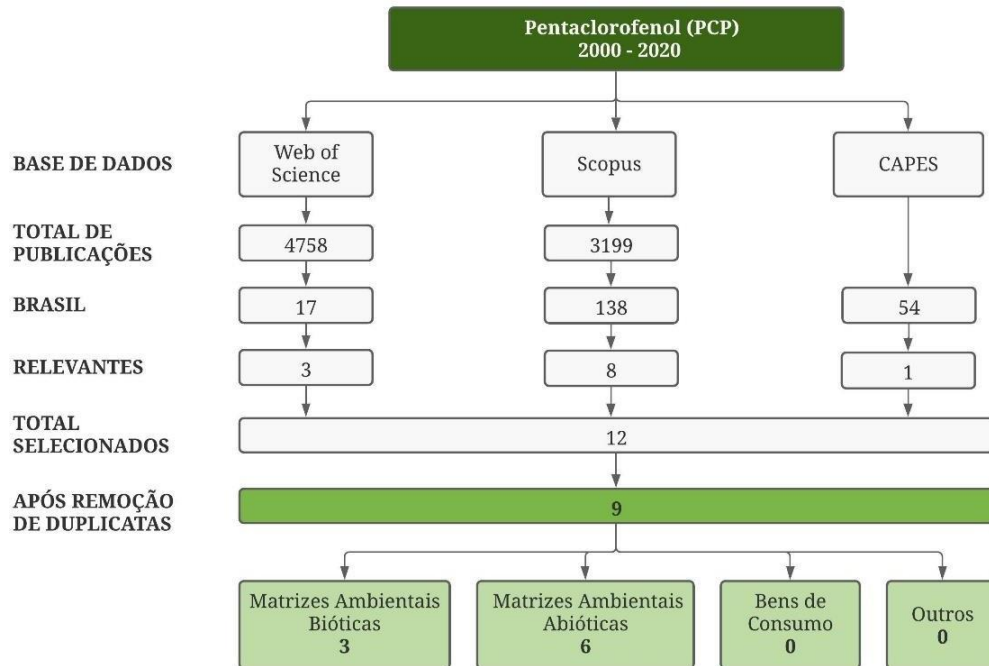


Figura 4: Fluxograma do protocolo seguido no processo de revisão sistemática da ocorrência de PCP e seus sais e ésteres no Brasil.

3.1 Matrizes ambientais abióticas

Estudos realizados no Brasil, investigaram a contaminação por PCP em diferentes matrizes ambientais. Pohren e colaboradores (2012) relataram a ocorrência de PCP em uma amostra composta de poeira residencial e em uma amostra de solo de uma área industrial (Tabela 1). As amostras foram coletadas no município de Triunfo, estado do Rio Grande do Sul (RS), em uma área contaminada por uma empresa de preservação de madeiras, que esteve em atividade entre os anos 1960 e 2005. Os autores destacaram a ocorrência de concentrações similares de PCP no solo contaminado da área industrial e na poeira de residências situadas a uma distância de 385 metros da área contaminada, sendo observadas ainda respostas de biomarcadores de mutagenicidade em ensaios *in vitro*.

Machado e colaboradores (2005) relataram a concentração extrema de 46300 mg kg^{-1} de PCP em uma amostra de solo coletada no município de São Vicente, São Paulo (SP). Segundo os autores, a amostra foi coletada em uma área de descarte inadequado de resíduos industriais



de compostos organoclorados contendo altas concentrações de PCP. Em um outro estudo, realizado no litoral do estado de SP (próximo ao município de Cubatão), foi verificada a ocorrência de PCP em sete amostras de solos coletadas em uma área industrial com depósito inadequado de compostos organoclorados desde 1977 (AIROLDI *et al.*, 2005). A contaminação de solos por PCP também foi verificada em um depósito municipal de lixo em Cubatão, onde uma amostra composta apresentou a concentração de 27,5 mg kg⁻¹ (CODOGNOTO *et al.*, 2004).

Nascimento *et al.* (2004) verificaram a ocorrência de PCP em amostras de solos e de águas subterrâneas coletadas em cavas e poços situados em áreas de despejo de resíduos químicos na Baixada Santista, SP (Tabela 2). Segundo os autores, HCB foi o contaminante predominante nessas áreas, com concentrações chegando a 81,0 mg kg⁻¹ nos solos das cavas e 312 ng L⁻¹ em uma amostra de água subterrânea.

Em um outro estudo com amostras de águas superficiais da Bacia do Rio Piracicaba (SP), o PCP foi o composto organoclorado que apresentou a concentração mais alta (22,3 ng L⁻¹), enquanto nas amostras compostas de sedimento superficial, o PCP variou de 0,12 a 8,95 µg kg⁻¹ (DEL GRANDE; REZENDE; ROCHA, 2003). A Tabela 1 apresenta a ocorrência de PCP e PCA em diferentes matrizes abióticas no Brasil.

Tabela 2: Ocorrência de PCP e PCA em matrizes abióticas no Brasil com base em estudos realizados entre os anos 2000 e 2020.

Composto	Matriz	Concentração	Localidade	Referências
PCP	Poeira residencial	0,49 ^a mg kg ⁻¹	Triunfo, RS	[1]
	Solo (área industrial)	0,43 ^a mg kg ⁻¹		
	Solo (área de descarte de resíduos)	46300 ^a mg kg ⁻¹	São Vicente, SP	[2]
	Solo (área industrial)	5,07 – 15,7 µg kg ⁻¹	Região litorânea, SP	[3]
	Solo (depósito de lixo)	27,5 ^a mg kg ⁻¹	Cubatão, SP	[4]
	Solo (área de descarte de resíduos)	21,0 - 135 µg kg ⁻¹	Baixada Santista, SP	[5]
	Água subterrânea	5,50 - 26,6 ng L ⁻¹		
	Água superficial	15,0 - 22,3 ng L ⁻¹		
		Sedimento superficial	0,12 - 8,95 µg kg ⁻¹	SP
PCA	Sedimento superficial marinho	0,84 ^b µg kg ⁻¹	Baía da Guanabara, RJ	[7]
		0,35 – 1,10 µg kg ⁻¹		
		0,77 ^b µg kg ⁻¹	Baía da Ilha Grande, RJ	



	0,69 – 1,13 $\mu\text{g kg}^{-1}$	
	0,57 ^b $\mu\text{g kg}^{-1}$	Baía de Sepetiba, RJ
	0,33 – 0,67 $\mu\text{g kg}^{-1}$	
	1,86 ^b $\mu\text{g kg}^{-1}$	
	<0,01 – 4,23 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Baía da Guanabara, RJ
Sólidos em suspensão	1,05 ^b $\mu\text{g kg}^{-1}$	Baía da Ilha Grande, RJ
	0,28 – 5,37 $\mu\text{g kg}^{-1}$	
	4,81 ^b $\mu\text{g kg}^{-1}$	Baía de Sepetiba, RJ
	0,52 – 11,0 $\mu\text{g kg}^{-1}$	

a: Concentração determinada em uma amostra; b: Concentração mediana. Referências: [1] POHREN *et al.*, 2012; [2] MACHADO *et al.*, 2005; [3] AIROLDI *et al.*, 2005; [4] CODOGNOTO *et al.*, 2004; [5] NASCIMENTO *et al.*, 2004; DEL GRANDE; REZENDE; ROCHA, 2003; [7] GALVÃO *et al.*, 2014.

Além da contaminação por PCP, foi encontrado um relato sobre a ocorrência ambiental de PCA em amostras de sólidos em suspensão e sedimentos superficiais coletadas nas Baías de Guanabara, de Sepetiba e da Ilha Grande, no estado do Rio de Janeiro (GALVÃO *et al.*, 2014). Segundo os autores, as concentrações mais altas ocorreram nas amostras de sólidos em suspensão (mediana de 4,81 $\mu\text{g kg}^{-1}$) coletadas na Baía de Sepetiba.

3.2 Matrizes ambientais bióticas

Um estudo epidemiológico transversal, que incluiu 220 residentes em uma área agrícola no município de Farroupilha (RS), investigou a associação entre as concentrações de agrotóxicos organoclorados e hormônios estimulantes da tireoide em amostras de sangue (PICCOLI *et al.*, 2016). Dentre os compostos organoclorados, foi verificada a ocorrência de PCA em amostras de soro sanguíneo, sendo relatados os seguintes valores referentes ao 95º percentil: mulheres (17,8 ng g^{-1}) e homens (21,08 ng g^{-1}), em concentrações ajustas pelo teor lipídico. Com base na ocorrência de múltiplos agrotóxicos (regulados e de uso atual) nas amostras, os autores destacaram que a exposição cumulativa e recente a esses compostos pode afetar a função da tireoide em indivíduos do sexo masculino.

Em um estudo realizado nos municípios de Lucas do Rio Verde e Campo Verde, duas cidades com forte atividade agrícola no estado do Mato Grosso, foi investigada a ocorrência de agrotóxicos utilizados na produção de soja, milho e algodão em diferentes amostras: plasma



sanguíneo de anuros, águas superficiais, de poço e de chuva e sedimentos (MOREIRA *et al.*, 2012). Dentre os diferentes grupos químicos avaliados, foi verificada a ocorrência de PCA ($0,28 \text{ ng mL}^{-1}$) em uma amostra de *Leptodactylus labyrinthicus* “rã-pimenta”. Por outro lado, o estudo demonstrou uma alta ocorrência de vários grupos químicos de agrotóxicos nas matrizes investigadas.

Galvão e colaboradores (2015) avaliaram a ocorrência de compostos organoclorados em amostras de mexilhão marrom *Perna perna* (tecido mole inteiro em peso seco) coletadas em três baías situadas no estado do Rio de Janeiro. Os autores relataram as seguintes concentrações de PCA separadas por estação e local de coleta: Baía de Guanabara (mediana no verão: $2,20 \mu\text{g kg}^{-1}$; mediana no inverno: $1,30 \mu\text{g kg}^{-1}$; intervalo de concentrações: $0,35 - 13,0 \mu\text{g kg}^{-1}$); Baía da Ilha Grande (mediana no verão: $1,80 \mu\text{g kg}^{-1}$; mediana no inverno: $0,84 \mu\text{g kg}^{-1}$; intervalo de concentrações $0,43 - 4,30 \mu\text{g kg}^{-1}$) e; Baía de Sepetiba (mediana no verão: $1,40 \mu\text{g kg}^{-1}$; mediana no inverno: $0,65 \mu\text{g kg}^{-1}$; intervalo de concentrações: $0,19 - 15,0 \mu\text{g kg}^{-1}$). Segundo os autores, o PCA foi um dos compostos com concentrações mais altas, junto com mirex, endosulfan, clordano, HCH e metabólitos do inseticida DDT.

Em um outro estudo, Guida e colaboradores (2018) verificaram a ocorrência do metabólito PCA em 100% das amostras ($n=12$) do peixe *Ageneiosus brevifilis* “mandubé” comercializadas em um mercado da cidade de Barcelos no estado do Amazonas. Segundo os autores, a confirmação analítica qualitativa foi realizada através do modo *scan* em um cromatógrafo em fase gasosa acoplado a um espectrômetro de massas.



4 PLANO DE AÇÃO

Mesmo diante de um baixo número de respostas, as informações enviadas coincidiram com os estudos prévios que apontaram alguns municípios situados na Baixada Santista (SP) como *hotspots* de contaminação ambiental e exposição humana derivadas da gestão indevida de resíduos organoclorados.

Por outro lado, são escassos os estudos sobre a contaminação por PCP (e PCA) em amostras biológicas realizados em outros estados do país. No que tange à produção industrial, as Regiões Sul e Sudeste são líderes nos setores madeireiro, de geração e transmissão de energia elétrica e construção civil. Portanto, os órgãos ambientais responsáveis nestas regiões deverão ser informados sobre a importância de realizarem programas de monitoramento, quando aplicável, para avaliar possíveis fontes de contaminação derivadas do uso de PCP em postes e cruzetas de madeira, além da avaliação dos potenciais riscos de exposição humana devido à reutilização de madeiras de demolição tratadas no passado com PCP para a produção de utensílios domésticos e de serragem, que é empregada na produção de frangos.

A Cetesb realizou estudo sobre fontes de contaminação derivadas do uso de PCP em postes e cruzetas. Este estudo avaliou a possível contaminação de madeiras de reciclagem. O resultado pode ser útil para avaliar se essa é uma fonte de contaminação relevante. O MMA enviará Ofício à Cetesb solicitando informações sobre atividades de monitoramento, acompanhamento e relatório final dos estudos realizados na área contaminada.

5 REFERÊNCIAS

AIROLDI, F. P. S. et al. A Simplified Method for Determination of Pentachlorophenol and Hexachlorobenzene in Soil Contaminated by Industrial Chemical Residues. *The Environmentalist*, v. 25, n. 1, p. 47–49, 2005.

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

ARRUDA JUNIOR, P. J. F. Responsabilidade Civil dos Poluidores de Hexaclorobenzeno (Dissertação). Universidade Católica de Santos. 125p., 2004.
<https://acpo.org.br/arquivos/pagina-biblioteca/agenda-marrom/artigos-dissertacoes-teses-manuais/dissertacoes-monografias/3-junior-direito-hexaclorobenzeno.pdf>

ATSDR, 2001. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Pentachlorophenol. U.S. Department of Health and Human Services. 316 p.
<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp51.pdf>



BRAMBILLA, G. et al. Pentachlorophenol, polychlorodibenzodioxin and polychlorodibenzofuran in eggs from hens exposed to contaminated wood shavings. Food Additives & Contaminants: Part A, v. 26, n. 2, p. 258–264, 2009.



CANADÁ, 2012. Government of Canada, July 2012. Pentachloroanisole (PCA).

CODOGNOTO, L. et al. Electroanalytical and chromatographic determination of pentachlorophenol and related molecules in a contaminated soil: a real case example. *Microchemical Journal*, v. 77, n. 2, p. 177–184, 2004.

DEL GRANDE, M., REZENDE, M. O. O., ROCHA, O. Distribuição de compostos organoclorados nas águas e sedimentos da Bacia do Rio Piracicaba/SP - Brasil. *Quím. Nova*, v. 26, n. 5, 2003.

EMBRAPA, 2004. Processos práticos para preservar a madeira / Antônio Paulo Mendes Galvão Washington Luiz Esteves Magalhães, Patrícia Povoá de Mattos. - Colombo: Embrapa Florestas. 49p.

GALVÃO, P. M. et al. Partition of organochlorine concentrations among suspended solids, sediments and brown mussel *Perna perna*, in tropical bays. *Chemosphere*, v. 114, p. 9–15, 2014.

GALVÃO, P. M. et al. The brown mussel *Perna perna* (L., 1758) as a sentinel species for chlorinated pesticide and dioxin-like compounds. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, v. 22, n. 17, p. 13522-33, 2015.

GE, J. et al. Concentrations of pentachlorophenol (PCP) in fish and shrimp in Jiangsu Province, China. *Chemosphere*, v. 69, n. 1, p. 164–169, 2007.

GERBER, P.F., GOULD, N., MCGAHAN, E. Potential contaminants and hazards in alternative chicken bedding materials and proposed guidance levels: a review. *Poultry Science*, v. 99, n. 12, p. 6664-6684, 2020.

GIFFORD, J. S. et al. Pentachlorophenol (PCP), PCDD, PCDF and pesticide concentrations in a freshwater lake catchment. *Chemosphere*, v. 32, n. 11, p. 2097–2113, 1996.

GUIDA, Y. S. et al. Amazon Riparian People's Exposure to Legacy Organochlorine Pesticides and Methylmercury from Catfish (*Ageneiosus brevifilis*) Intake. *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*, v. 10, n. 4, p. 320-326. 2018.

HONG, H. C. et al. Residue of pentachlorophenol in freshwater sediments and human breast milk collected from the Pearl River Delta, China. *Environment International*, v. 31, n. 5, p. 643-649, 2005.

IARC, 2016. International Agency for Research on Cancer. Monographs evaluate pentachlorophenol and some related compounds. https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/Volume-117_news-item.pdf

IBAMA, 2016. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Comunicado, 2016
http://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/preservativos_de_madeira/2017-registrados/madepil_ac_40.pdf



IBAMA, 2019. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Lista completa de produtos preservativos de madeiras registrados no Ibama. https://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/preservativos_de_madeira/2019/2019-05-03-Produtos_Preservativos_de_Madeiras_Registrados%20.pdf

KOYANO, S. et al. Concentrations of POPs based wood preservatives in waste timber from demolished buildings and its recycled products in Japan. *Waste Management*, v. 85, p. 445–451, 2019.

KUSSUMI, T. A. et al. Resíduos de pentaclorofenol em água de consumo de uma região próxima a madeireira. 2004. http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/2000/rial63_1_completa/971.pdf

MACHADO, K. M. G. et al. Biodegradation of pentachlorophenol by tropical basidiomycetes in soils contaminated with industrial residues. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 21, n. 3, p. 297–301, 2005.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de implementação Brasil: Convenção de Estocolmo. Brasília: MMA, 2015. 192 p.

MOHER, D. et al. The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. Disponível em: www.prisma-statement.org. Tradução: GALVÃO, T. F., PANSANI, T. S. A., 2015. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiol. Serv. Saúde*, v. 24, n. 2, 2015.

MOREIRA, J. C. et al. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n. 6, p. 1557-1568, 2012.

NASCIMENTO, N. R. et al. Pollution by hexachlorobenzene and pentachlorophenol in the coastal plain of São Paulo state, Brazil. *Geoderma*, v. 121, n. 3-4, p. 221–232, 2004.

PICCOLI, C. et al. Pesticide exposure and thyroid function in an agricultural population in Brazil. *Environmental Research*, v. 151, p. 389–398, 2016.

PISKORSKA-PLISZCZYNSKA, J. et al. Pentachlorophenol from an old henhouse as a dioxin source in eggs and related human exposure. *Environmental Pollution*, v. 208, p. 404–412, 2016.

POHREN, R. de S. et al. Soil mutagenicity as a strategy to evaluate environmental and health risks in a contaminated area. *Environment International*, v. 44, p. 40–52, 2012.

SEILER, J. P. *Mutation Research*, v. 257, p. 27-47, 1991.

SILVA, A. S. Contaminação ambiental e exposição ocupacional e urbana ao hexaclorobenzeno na Baixada Santista, SP, Brasil. United Nations Environment Programme. Seminário de Puerto Iguazu - Argentina, 1 - 3 abril, 1998. <http://www.acpo.org.br/biblioteca/bb/POPs.htm>



UNEP, 2013. Toolkit for identification and quantification of releases of dioxins, furans and other unintentional POPs under Article 5 of the Stockholm Convention. 445 p. <http://chm.pops.int/Implementation/UnintentionalPOPs/ToolkitforUPOPs/Overview/tabid/372/Default.aspx>

UNEP, 2014. United Nations Environment Programme. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its tenth meeting. Addendum - Risk management evaluation on pentachlorophenol and its salts and esters. UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.1. 28 November 2014.

UNEP, 2017. United Nations Environment Programme. Draft guidance on preparing inventories of pentachlorophenol and its salts and esters and on identifying alternatives for the phase-out of those chemicals. UNEP/POPS/COP.8/INF/20. 22 March 2017.

VIDAL, J. M. et al. Wood Preservation in Brazil: Historical, Current Scenario and Trends.

Ciência Florestal, v. 25, n. 1, p. 257-271, 2015.

ZHENG, M. -H. et al. Analysis of Pentachlorophenol from Water, Sediments, and Fish Bile of Dongting Lake in China. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, v. 64, n. 1, p. 16–19, 2000.

ZHENG, W. et al. Global Trends and Diversity in Pentachlorophenol Levels in the Environment and in Humans: A Meta-Analysis. Environmental Science & Technology, v. 45, n. 11, p. 4668–4675, 2011.

ZHENG, W. et al. Systematic review of pentachlorophenol occurrence in the environment and in humans in China: Not a negligible health risk due to the re-emergence of schistosomiasis. Environment International, v. 42, p. 105-116, 2012.



6 ANEXOS

6.1 Tabelas de balanço comercial

Tabela A 1: Balanço comercial (importação e exportação em quilograma líquido) de produtos registrados sob os códigos NCMs: 29081016 - pentaclorofenol e seus sais; 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais; e 38083025 - Herbicida à base de pentaclorofenol / seus sais, etc., no período de janeiro de 1997 a dezembro de 2019. Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>).

Ano	NCM 29081016		NCM 29081100		NCM 38083025	
	Importação	Exportação	Importação	Exportação	Importação	Exportação
1997	192350	-	-	-	578917	1033650
1998	172000	-	-	-	1550204	1296700
1999	288001	-	-	-	160212	210760
2000	264000	-	-	-	166611	407875
2001	270000	-	-	-	53280	468012
2002	239575	-	-	-	26640	210243
2003	290001	-	-	-	43718	203914
2004	240000	-	-	-	65775	218632
2005	414600	-	-	-	-	109727
2006	186400	-	-	-	-	264000
2007	-	-	20000	-	-	-
2008	-	-	0	-	-	-
2009	-	-	0	-	-	-
2010	-	-	0	-	-	-
2011	-	-	0	118	-	-
2012	-	-	0	3	-	-
2013	-	-	0	22	-	-
2014	-	-	0	6	-	-
2015	-	-	0	-	-	-
2016	-	-	0	-	-	-
2017	-	-	0	-	-	-
2018	-	-	0	-	-	-
2019	-	-	0	-	-	-
Total	2556927	-	20000	149	2645357	4423513



Tabela A 2: Importação por país (em quilograma líquido) de produtos registrados sob os códigos NCMs: 29081016 - pentaclorofenol e seus sais; 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais; e 38083025 - Herbicida à base de pentaclorofenol / seus sais, etc. no período de janeiro de 1997 a dezembro de 2004. Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>).

Ano	Países	NCM	Quilograma Líquido
1997	África do Sul	38083025	418381
1997	Argentina	38083025	160536
1997	Estados Unidos	29081016	108000
1997	China	29081016	84350
1997	Johnston, Ilhas	29081016	0
1997	Suíça	29081016	0
1998	Argentina	38083025	1504530
1998	Estados Unidos	29081016	144000
1998	África do Sul	38083025	45674
1998	Argentina	29081016	28000
1999	Argentina	38083025	160212
1999	Estados Unidos	29081016	72000
1999	Índia	29081016	64000
1999	México	29081016	54000
1999	China	29081016	54000
1999	África do Sul	29081016	30000
1999	Alemanha	29081016	14000
1999	Suíça	29081016	1
2000	África do Sul	38083025	166611
2000	Índia	29081016	142000
2000	Estados Unidos	29081016	54000
2000	China	29081016	50000
2000	México	29081016	18000
2001	Índia	29081016	144000
2001	México	29081016	126000
2001	África do Sul	38083025	53280
2001	Estados Unidos	29081016	0
2002	México	29081016	126000
2002	Índia	29081016	112000
2002	África do Sul	38083025	26640
2002	Estados Unidos	29081016	1575
2002	Suíça	29081016	0
2003	México	29081016	162000
2003	Índia	29081016	128000
2003	Argentina	38083025	43718



2003	Estados Unidos	29081016	1
2003	Alemanha	29081016	0
2004	México	29081016	126000
2004	Índia	29081016	96000
2004	Argentina	38083025	65775
2004	Estados Unidos	29081016	18000
2004	China	29081016	0
2004	Alemanha	29081016	0
2005	México	29081016	350600
2005	Índia	29081016	64000
2005	Estados Unidos	29081016	0
2006	México	29081016	154400
2006	Índia	29081016	32000
2006	Estados Unidos	29081016	0
2006	Suíça	29081016	0
2006	Reino Unido	29081016	0
2007	México	29081100	20000
2007	Estados Unidos	29081016	0
2007	Suíça	29081100	0
2010	Alemanha	29081100	0
2017	Alemanha	29081100	0
2018	Alemanha	29081100	0
2019	Estados Unidos	29081100	0
Total			5222284



Tabela A 3: Exportação por país (em quilograma líquido) de produtos registrados sob os códigos NCMs: 38083025 - Herbicida à base de pentaclorofenol / seus sais, etc. e 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais no período de janeiro de 1997 a dezembro de 2006. Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>).

Ano	Países	NCM	Quilograma Líquido
1997	Argentina	38083025	615000
1997	Paraguai	38083025	334382
1997	Bolívia	38083025	55000
1997	Uruguai	38083025	29268
1998	Argentina	38083025	901000
1998	Paraguai	38083025	251700
1998	Uruguai	38083025	90000
1998	Bolívia	38083025	40000
1998	Tunísia	38083025	14000
1999	Paraguai	38083025	120460
1999	Uruguai	38083025	73500
1999	Espanha	38083025	16800
2000	Paraguai	38083025	206174
2000	Argentina	38083025	140357
2000	Reino Unido	38083025	61344
2001	Argentina	38083025	270027
2001	Paraguai	38083025	197985
2002	Uruguai	38083025	117500
2002	Paraguai	38083025	92743
2003	Argentina	38083025	108624
2003	Uruguai	38083025	42000
2003	Paraguai	38083025	31290
2003	Bolívia	38083025	22000
2004	Argentina	38083025	141782
2004	Bolívia	38083025	65670
2004	México	38083025	11000
2004	Angola	38083025	180
2005	Argentina	38083025	86627
2005	México	38083025	17600
2005	Uruguai	38083025	5500
2006	Argentina	38083025	214500
2006	México	38083025	44000
2006	Uruguai	38083025	5500
2011	Bolívia	29081100	118
2012	República Dominicana	29081100	3
2013	República Dominicana	29081100	22
2014	República Dominicana	29081100	6
	Total		4423662



Tabela A 4: Importação por países (em quilograma líquido) de produtos registrados sob os códigos NBMs 2908100201 e 2908100299 (correspondentes aos NCMs: 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais; 29081919 – Outros derivados halogenados e seus sais, com cloro). Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>).

Ano	NBMs	País	Quilograma Líquido
1989	2908100201	França	118000
1989	2908100299	Áustria	0
1990	2908100201	Argentina	8000
1990	2908100201	China	5000
1990	2908100201	Estados Unidos	5000
1990	2908100201	França	54000
1991	2908100201	França	36000
1991	2908100299	Estados Unidos	0
1992	2908100201	Alemanha	0
1992	2908100201	China	28000
1992	2908100201	Estados Unidos	54000
1992	2908100201	Suíça	0
1992	2908100299	Estados Unidos	100
1992	2908100299	Suíça	0
1993	2908100201	Estados Unidos	36000
1993	2908100299	Estados Unidos	100
1994	2908100201	Estados Unidos	255000
1994	2908100299	Estados Unidos	900
1995	2908100201	Estados Unidos	38000
1995	2908100299	Estados Unidos	500
1996	2908100201	Estados Unidos	36000
1996	2908100201	Não Declarados	0
Total importado			674600



6.2 Tabela com o número de indústrias nacionais com possível aplicação de PCP

Tabela A 5: Número total de empresas cadastradas no CEMPRE-IBGE por unidade federativa, de acordo com o censo de 2017. Empresas do setor madeireiro (potencial uso de PCP) e setores (Energia elétrica e Construção civil) com potencial contato com produtos tratados com PCP, principalmente postes e cruzetas.

Estados	Produtos madeireiros ^a	Energia elétrica ^b	Construção civil
Rondônia	127	32	549
Acre	15	1	98
Amazonas	35	17	676
Roraima	5	3	109
Pará	193	10	1347
Amapá	6	4	134
Tocantins	14	18	444
Maranhão	40	37	1037
Piauí	50	19	653
Ceará	182	83	1854
Rio Grande do Norte	96	81	960
Paraíba	45	14	759
Pernambuco	120	122	1828
Alagoas	34	8	469
Sergipe	44	7	466
Bahia	343	133	4032
Minas Gerais	767	212	9700
Espírito Santo	260	17	2024
Rio de Janeiro	288	319	7356
São Paulo	1387	474	32117
Paraná	1319	188	9594
Santa Catarina	1624	356	6252
Rio Grande do Sul	1494	179	8834
Mato Grosso do Sul	79	27	1252
Mato Grosso	236	104	1811
Goiás	140	64	3208
Distrito Federal	52	28	1694
Total Brasil	8995	2557	99257

a: Exceto móveis; b: Geração, transmissão e distribuição.



6.3 Protocolo de revisão sistemática

O presente estudo contou ainda com uma revisão sistemática, que teve como objetivo buscar estudos prévios sobre a ocorrência de PCP seus sais e ésteres em amostras (abióticas, bióticas e em bens de consumo) coletadas no território nacional. A revisão sistemática foi baseada no protocolo PRISMA (MOHER et al. The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement). Foram incluídas duas bases de dados para a busca de publicações científicas (Web of Science e SCOPUS), além da plataforma Sucupira da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) utilizada para a busca de teses e dissertações desenvolvidas por estudantes de cursos de pós-graduação credenciados no Brasil. A revisão foi realizada no período de 28 de setembro até 28 de outubro de 2020.

A busca na base Web of Science utilizou os seguintes termos e caracteres: TS=(pentachlorophenol) OR TS=(pentachloroanisole) OR TS=(pentachlorophenyl laurate) OR TS=(sodium pentachlorophenate). Posteriormente, o termo (Bra?il), que engloba as variações de escrita Brazil (inglês) e Brasil (português), bem como as palavras derivadas que denominam nacionalidade em ambos os idiomas, foi utilizada para filtrar as publicações contendo o nome do composto, suas variações e correlações relacionadas ao país. Como resultado, foram selecionados inicialmente um total de 4758 arquivos, que foram filtrados pelo termo “Bra?il”, resultando em um total de 17 arquivos.

A busca na base Scopus utilizou os seguintes termos e caracteres: TITLE-ABS-KEY ((sodium pentachlorophenate) OR (pentachlorophenyl laurate) OR pentachlorophenol OR pentachloroanisole) AND PUBYEAR > 2000. Como resultado, foram selecionados inicialmente um total de 3199 arquivos, que foram filtrados pelo termo “Bra?il”, resultando em um total de 138 arquivos.

A busca na base Periódicos Capes utilizou os seguintes termos e caracteres: "pentaclorofenol" OR "pentaclorofenato de sódio" OR "pentacloroanisol" OR "pentacloro laurato" > ano (2000-2020). Como resultado, foram selecionados inicialmente um total de 54 arquivos.



Nas três bases de dados os termos foram pesquisados nos campos “Títulos”, “Palavras-chaves” e “Resumos”. Foi aplicado às buscas um filtro com o intervalo entre os anos 2000 e 2020. O critério de seleção das publicações foi a menção sobre a ocorrência de PCP e compostos derivados no território brasileiro.

6.4 Nome químico e nome comercial (ou sinônimos) dos compostos de interesse.

Quadro A 1: Nome químico e nome comercial (ou sinônimos) dos compostos de interesse.

<p>Pentaclorofenol</p>	<p>PCF; xylophene; penta OL; penta ART; Acutox; Block Penta; Cryptogil OL; Dirottox; Chlon; Chlorophen; Dowicide 6; Dowicide G; Dura treat 40; Lauxto; 2,3,4,5,6-Pentachlorophenol; Permite; Dowicide 7; Fungifen; Liroprem; Penchlorol; Pentacon; Permicide; Dowicide 7/EC-7/G; Permagard; Permasan; Santophen; Sinituho; Durotox; Penwar; Peratox; Glazd penta; Grundier arbezol; Penta-Kil; Term-i-trol; Chem-Tol; PENTA; Santophen 20; Preventol P; Thompson's wood fix; PCP; Chlon; Pentachlorofenol; Pentachlorphenol; Permatox penta; Lauxtol A; Dowicide EC-7; Santobrite; Pentaclorofenolo; Penta ready; Penta wr; Woodtreat A; Chem-Penta; Witophen P; Dura Treet II; Pol Nu; Permatox DP-2; Prilttox; Pentachloorfenol; Penta Concentrate; Pentachlorophenol, dp-2; Pole toppe fluid; Dowicide 7; Rcra waste number U242; 1-Hydroxypentachlorobenzene; Ontrack WE Herbicide; Caswell No. 641; Weed and Brush Killer; EP 30; Osmoplastic; Forepen; Permatox; Cryptogil oil; Dowicide 7 Antimicrobial; Dow pentachlorophenol DP-2 antimicrobial; Dura-Treet; 1-Hydroxy-2,3,4,5,6-pentachlorobenzene; Watershed Wood Preservative; Forpen-50 Wood Preservative; Pol-NU; Osmose Wood Preserving Compound; Pentachlorophenol, dowicide ec-7; AD 73; Ortho Triox Liquid Vegetation Killer; Pentachloron; Perchlorophenol; Satophen; Sinituhn; Acutox; Penwan; Chlorophenasic acid; PKhF; Pkhfn (Salt/Mix); Penton 70; Pentacon; Spectrum_001893; Santobrite (Salt/Mix); SpecPlus_000514; Pentachlorophenol, 97%; Dowicide G (Salt/Mix); Preventol PN (Salt/Mix); SCHEMBL1492; BSPBio_002433; KBioGR_001153; KBioSS_002423; SPECTRUM330056; DivK1c_006610; SPBio_001720; SGCUT00104; MolPort-000-183-601</p>
<p>Pentaclorofenato de sódio</p>	<p>Pó da china; Weedbeads; Pentaphenate; Sodium pentachlorophenol; Sodium pentachloroohenate; PCF; Acutox; Block Penta; Cryptogil OL; Dirottox; Chlon; Chlorophen; Dowicide 6; Dowicide G; Dura treat 40; Lauxto; 2,3,4,5,6-Pentachlorophenol; Permite; Dowicide 7; Fungifen; Liroprem; Penchlorol; Pentacon; Permicide; Dowicide 7/EC-7/G; Permagard; Permasan; Santophen; Sinituho; Durotox; Penwar; Peratox; Glazd penta; Grundier arbezol; Penta-Kil; Term-i-trol; Chem-Tol; PENTA; Santophen 20; Preventol P; Thompson's wood fix; PCP; Chlon; Pentachlorofenol; Pentachlorphenol; Permatox penta; Lauxtol A; Dowicide EC-7;</p>



	<p>Santobrite; Pentaclorofenolo; Penta ready; Penta wr; Woodtreat A; Chem-Penta; Witophen P; Dura Treet II; Pol Nu; Permatox DP-2; Priltox; Pentachloorfenol; Penta Concentrate; Pentachlorophenol, dp-2; Pole toppe fluid; Dowcide 7; Rcra waste number U242; 1-Hydroxypentachlorobenzene; Ontrack WE Herbicide; Caswell No. 641; Weed and Brush Killer; EP 30; Osmoplastic; Forepen; Permatox; Cryptogil oil; Dowcide 7 Antimicrobial; Dow pentachlorophenol DP-2 antimicrobial; Dura-Treet; 1-Hydroxy-2,3,4,5,6-pentachlorobenzene; Watershed Wood Preservative; Forpen-50 Wood Preservative; Pol-NU; Osmose Wood Preserving Compound; Pentachlorophenol, dowcide ec-7; AD 73; Ortho Triox Liquid Vegetation Killer; Pentachloron; Perchlorophenol; Satophen; Sinituhn; Acutox; Penwan; Chlorophenasic acid; PKhF; Pkhfn (Salt/Mix); Penton 70; Pentacon; Spectrum_001893; Santobrite (Salt/Mix); SpecPlus_000514; Pentachlorophenol, 97%; Dowcide G (Salt/Mix); Preventol PN (Salt/Mix); SCHEMBL1492; BSPBio_002433; KBioGR_001153; KBioSS_002423; SPECTRUM330056; DivK1c_006610; SPBio_001720; SGCUT00104; MolPort-000-183-601</p>
<p>Pentaclorofenato de sódio (monohidratado)</p>	<p>Pó da china; Weedbeads; Pentaphenate; Sodium pentachlorophenol; Sodium pentachloroohenate; PCF; Acutox; Block Penta; Cryptogil OL; Dirottox; Chlon; Chlorophen; Dowcide 6; Dowcide G; Dura treat 40; Lauxto; 2,3,4,5,6-Pentachlorophenol; Permite; Dowcide 7; Fungifen; Liroprem; Penchlorol; Pentacon; Permicide; Dowcide 7/EC-7/G; Permagard; Permasan; Santophen; Sinituho; Durotox; Penwar; Peratox; Glazd penta; Grundier arbezol; Penta-Kil; Term-i-trol; Chem-Tol; PENTA; Santophen 20; Preventol P; Thompson's wood fix; PCP; Chlon; Pentachlorofenol; Pentachlorphenol; Permatox penta; Lauxtol A; Dowcide EC-7; Santobrite; Pentaclorofenolo; Penta ready; Penta wr; Woodtreat A; Chem-Penta; Witophen P; Dura Treet II; Pol Nu; Permatox DP-2; Priltox; Pentachloorfenol; Penta Concentrate; Pentachlorophenol, dp-2; Pole toppe fluid; Dowcide 7; Rcra waste number U242; 1-Hydroxypentachlorobenzene; Ontrack WE Herbicide; Caswell No. 641; Weed and Brush Killer; EP 30; Osmoplastic; Forepen; Permatox; Cryptogil oil; Dowcide 7 Antimicrobial; Dow pentachlorophenol DP-2 antimicrobial; Dura-Treet; 1-Hydroxy-2,3,4,5,6-pentachlorobenzene; Watershed Wood Preservative; Forpen-50 Wood Preservative; Pol-NU; Osmose Wood Preserving Compound; Pentachlorophenol, dowcide ec-7; AD 73; Ortho Triox Liquid Vegetation Killer; Pentachloron; Perchlorophenol; Satophen; Sinituhn; Acutox; Penwan; Chlorophenasic acid; PKhF; Pkhfn (Salt/Mix); Penton 70; Pentacon; Spectrum_001893; Santobrite (Salt/Mix); SpecPlus_000514; Pentachlorophenol, 97%; Dowcide G (Salt/Mix); Preventol PN (Salt/Mix); SCHEMBL1492; BSPBio_002433; KBioGR_001153; KBioSS_002423; SPECTRUM330056; DivK1c_006610; SPBio_001720; SGCUT00104; MolPort-000-183-601</p>
<p>Laurato de pentaclorofenila</p>	<p>Pó da china; Weedbeads; Pentaphenate; Sodium pentachlorophenol; Sodium pentachloroohenate; PCF; Acutox; Block Penta; Cryptogil OL; Dirottox; Chlon; Chlorophen; Dowcide 6; Dowcide G; Dura treat 40; Lauxto; 2,3,4,5,6-Pentachlorophenol; Permite; Dowcide 7; Fungifen; Liroprem; Penchlorol; Pentacon;</p>



	<p>Permacide; Dowcide 7/EC-7/G; Permagard; Permasan; Santophen; Sinituho; Durotox; Penwar; Peratox; Glazd penta; Grundier arbezol; Penta-Kil; Term-i-trol; Chem-Tol; PENTA; Santophen 20; Preventol P; Thompson's wood fix; PCP; Chlon; Pentachlorofenol; Pentachlorphenol; Permatox penta; Lauxtol A; Dowicide EC-7; Santobrite; Pentaclorofenolo; Penta ready; Penta wr; Woodtreat A; Chem-Penta; Witophen P; Dura Treet II; Pol Nu; Permatox DP-2; Priltox; Pentachloorfenol; Penta Concentrate; Pentachlorophenol, dp-2; Pole topper fluid; Dowcide 7; Rcra waste number U242; 1-Hydroxypentachlorobenzene; Ontrack WE Herbicide; Caswell No. 641; Weed and Brush Killer; EP 30; Osmoplastic; Forepen; Permatox; Cryptogil oil; Dowicide 7 Antimicrobial; Dow pentachlorophenol DP-2 antimicrobial; Dura-Treet; 1-Hydroxy-2,3,4,5,6-pentachlorobenzene; Watershed Wood Preservative; Forpen-50 Wood Preservative; Pol-NU; Osmose Wood Preserving Compound; Pentachlorophenol, dowicide ec-7; AD 73; Ortho Triox Liquid Vegetation Killer; Pentachloron; Perchlorophenol; Satophen; Sinituhn; Acutox; Penwan; Chlorophenasic acid; PKhF; Pkhfn (Salt/Mix); Penton 70; Pentacon; Spectrum_001893; Santobrite (Salt/Mix); SpecPlus_000514; Pentachlorophenol, 97%; Dowicide G (Salt/Mix); Preventol PN (Salt/Mix); SCHEMBL1492; BSPBio_002433; KBioGR_001153; KBioSS_002423; SPECTRUM330056; DivK1c_006610; SPBio_001720; SGCUT00104; MolPort-000-183-601</p>
Pentacloroanisol	É um metabólito de PCP. Não é um produto comercial.