

Plano de Ação para a Gestão das Bifenilas Policloradas (PCBs) para as Companhias do Setor Elétrico Brasileiro

Junho de 2019



Brasil



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET

Coordenação Ministério do Meio Ambiente (MMA)

**Coordenação Programa das Nações Unidas para o
Desenvolvimento (PNUD)**

Ministério do Meio Ambiente

Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental

André Luiz Felisberto França (Secretário)

Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos (DQAR)

XXXXX (Diretora)

XXX (Coordenadora Geral)

Camila Arruda Boechat (Analista Ambiental)

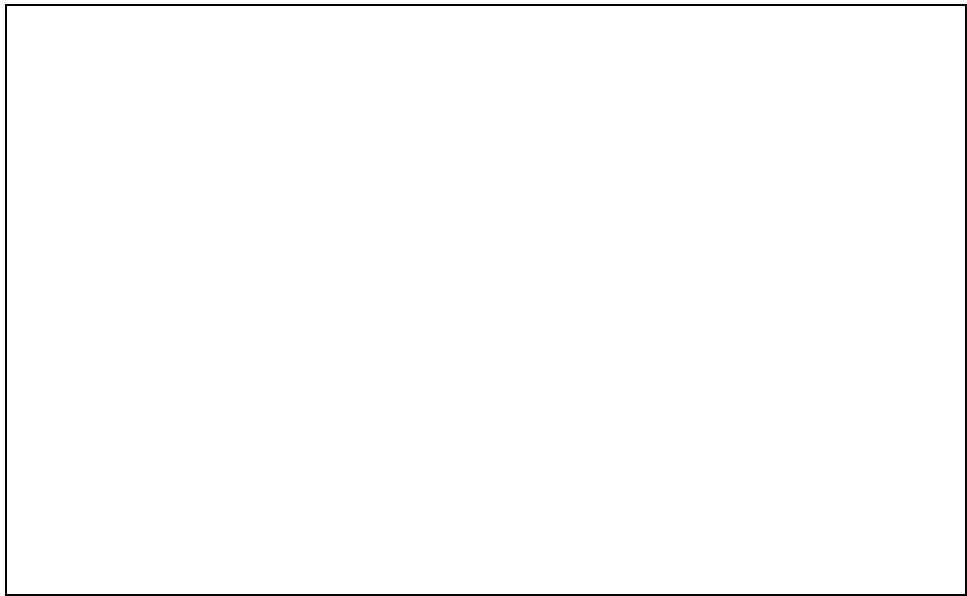
Programa de Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)

Didier Trebucq (Diretor de país)

Contrato nº 2018/000183

Consultora técnica

Mariana Garcia Costa



SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE QUADROS.....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	IX
1 APRESENTAÇÃO	1
2 INTRODUÇÃO.....	2
3 AS PCBS NO BRASIL	5
3.1 ESTIMATIVA DE IMPORTAÇÃO E USO	5
3.2 HISTÓRICO DA LEGISLAÇÃO E NORMATIVAS BRASILEIRAS RELACIONADAS ÀS PCBS	5
3.3 ESTIMATIVA DE DESTRUIÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA	7
3.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O INVENTÁRIO NACIONAL PRELIMINAR DE PCBS	2
3.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL DE PCBS NO BRASIL	4
3.6 AVALIAÇÃO DO HISTÓRICO DO GERENCIAMENTO DE PCB NO SEB E CONSIDERAÇÕES SOBRE COMO VIABILIZAR O ATENDIMENTO A CE PELO SEB	8
3.7 OUTRAS REGULAMENTAÇÕES APLICÁVEIS A PRODUTOS OU RESÍDUOS PERIGOSOS EM GERAL	13
4 PLANO DE AÇÃO	15
5 REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA	19
APÊNDICE I - O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	27
ANEXO I – MODELO DE OFÍCIO E PLANILHA ENVIADOS AOS DESTINADORES DE PCB (INCINERADORAS, DESCONTAMINADORAS E EXPORTADORAS)	33
ANEXO II - RESULTADOS ESTATÍSTICOS DE MEDIÇÃO DE DIOXIN LIKE PCB E DE PCB INDICADORES EM LEITES MATERNS.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação genérica da estrutura molecular das bifenilas policloradas (PCBs) e o sistema de numeração da <i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i> – IUPAC. O número de átomos de cloro pode variar de 1 a 10, sendo representado por (m+n).....	2
Figura 2: Estimativa de destruição de PCBs totais provenientes do Brasil (no país e exportados), levantadas até o momento, por ano, de 1991 a 2018.....	2
Figura 3: Comparação entre os resultados da soma dos 6 PCBs indicadores em leite materno por região do mundo e por país, sendo em A, visão geral, e em B, visão ampliada do retângulo verde para visualizar melhor os resultados do Brasil (destacados em vermelho)	6
Figura 4: Concentrações de PCB 153 no ar medidos e modelados pelo Glemos e BETR no período de 2004 a 2013, em pg/m ³	7
Figura 5: Fotos de um transformador de potência em uma subestação de uma transmissora (A) e de um transformador de rede aérea (B) contendo 120 000 L e 60 L de óleo mineral isolante, respectivamente	9
Figura 6: Ilustração esquemática de modelo proposto que relaciona a massa de PCB identificada ao tempo, esforços necessários e impactos sociais, econômicos, técnicos e logísticos	12
Figura 7: Visão geral dos principais segmentos da indústria de energia elétrica brasileira	27
Figura 8: Unidade de geração de energia existentes no Brasil	28
Figura 9: Linhas de transmissão existentes no Brasil.....	29
Figura 10: Subestações de transmissão existentes no Brasil	29
Figura 11: Sistemas isolados existentes no Brasil	30

Figura 12: Evolução dos índices de qualidade de fornecimento de energia elétrica, sendo DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora).....	32
Figura 13: Mediana dos níveis de PCBs marcadores em ng EQT-OMS/g de gordura em amostras de leite humana de população geral do Brasil de 2002 em comparação com as medianas dos países integrantes da 3ª rodada (A) e da 2ª rodada (1992-1993) (B).....	38
Figura 14: Níveis médios de dioxin like PCBs (A) e PCBs indicadores (B) em leite materno no Brasil em 2012 em comparação com os resultados de outros países no período de 2008/2009	39
Figura 15: Resultados estatísticos de medição de dioxin like PCB – coplanares (somatório de 12 PCBs) em leite materno dos levantamentos feitos pela OMS / PNUD (GMP UNEP)ordenados pela mediana, com destaque dos resultados dos levantamentos realizados no Brasil (2001 e 2012)	41
Figura 16: Resultados estatísticos de medição de PCB indicadores (somatório de 6 PCBs) em leite materno dos levantamentos feitos pela OMS / PNUD (GMP UNEP) ordenados pela mediana, com destaque dos resultados dos levantamentos realizados no Brasil em 2001 e 2012	43

LISTA DE TABELAS

Nenhuma entrada de índice de ilustrações foi encontrada.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Síntese das atividades estabelecidas pelo Plano de Ação de Bifenilas Policloradas	16
Quadro 2: Opções selecionadas para obtenção da Figura 15	40
Quadro 3: Opções selecionadas para obtenção da Figura 16	42

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRADEE - Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

ASTM - originalmente conhecida como *American Society for Testing and Materials*

CE - Convenção de Estocolmo

CENELEC - *Comité Européen de Normalisation Electrotechnique*

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

ECD - Detector por captura de elétrons (do inglês *Electron Capture Detection*)

ED – Eficiência de Destruição

EDR – Eficiência de Destruição e Remoção

EPA - *Environmental Protection Agency*

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

EPIs - Equipamentos de Proteção Individual

EUA - Estados Unidos da América

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz

GC – Cromatografia gasosa (do inglês *Gas Chromatography*)

GEF - *Global Environmental Facility*

IARC - *International Agency for Research on Cancer*

IEC - *International Electrothechnical Commission*

ISO - Organização Internacional de Normalização (do inglês *International Organization for Standardization*)

IUPAC - *International Union of Pure and Applied Chemistry*

MMA - Ministério de Meio Ambiente

MS - Espectrômetro de massa (do inglês *Mass Spectrometry*)

NIP - Planos Nacionais de Implementação (do inglês *National Implementation Plan*)

N.D. – Não Disponível

N. R. – Não realizado

OECD - *Organization for Economic Co-operation and Development*

OEMAS - Órgãos Estaduais de Meio Ambiente

OMS - Organização Mundial da Saúde

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico

ONU - Organização das Nações Unidas

PCDD - dibenzo-p-dioxinas policloradas (do inglês *polychlorinated dibenzo-p-dioxins*)

PCDF - dibenzo-furanos policlorados (do inglês *polychlorinated dibenzofurans*)

POPs - poluentes orgânicos persistentes

PCB - Bifenilas Policloradas (do inglês *Polychlorinated Biphenyls*)

SEB - setor elétrico brasileiro

SIN - Sistema Interligado Nacional

SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente

TCDD – tetracloro-dibenzeno-para-dioxina (do inglês *Tetrachlorodibenzo-p-dioxin*)

TEF - Fator de equivalência de toxicidade (do inglês *Toxic equivalency factor*)

TEQ – Equivalência tóxica (do inglês *Toxic equivalency*)

UC – Unidade consumidora

UNEP ou PNUD - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ou, em inglês, *United Nations Environment Programme*)

1 APRESENTAÇÃO

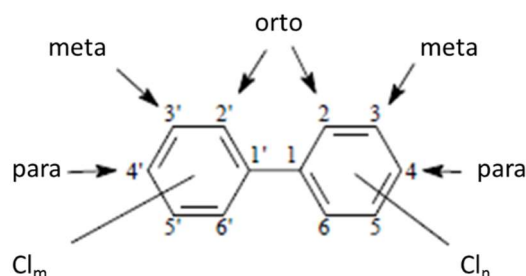
Este Plano de Ação foi concebido para dispor das principais estratégias necessárias para atender o estabelecido na Convenção de Estocolmo (CE) quanto a gestão e eliminação de PCBs no Setor Elétrico Brasileiro. Trata-se de uma revisão geral do Plano de Ação publicado em 2015 pelo Ministério de Meio Ambiente, pois considera o estado da arte atual do tema.

2 INTRODUÇÃO

O Brasil é signatário da Convenção de Estocolmo (CE) sobre poluentes orgânicos persistentes (POPs) entre os quais se tem as Bifenilas Policloradas (do inglês *Polychlorinated Biphenyls* ou PCB).

As PCBs são compostos orgânicos aromáticos clorados, formados por dois radicais fenol, sendo cada radical constituído de 6 átomos de carbono e 5 átomos de hidrogênio, os quais podem ser substituídos por átomos de cloro. A fórmula química geral pode ser representada como $C_{12}H_{10-n}Cl_n$, onde n, o número de átomos de cloro na molécula, pode variar de 1 a 10. Assim, existem no total 209 possíveis compostos chamados de congêneres de PCB, diferenciados pelo número e posicionamento de átomos de cloro na molécula. A estrutura geral da molécula de PCB é representada na Figura 1.

Figura 1: Representação genérica da estrutura molecular das bifenilas policloradas (PCBs) e o sistema de numeração da *International Union of Pure and Applied Chemistry* – IUPAC. O número de átomos de cloro pode variar de 1 a 10, sendo representado por (m+n).



Fonte: Adaptado de WEBBER, 2012.

A CE, promulgada pelo Decreto Executivo nº 5.472, 20 de junho de 2005, proíbe a produção das PCBs no Anexo A, sendo os artigos em uso considerados uma exceção quanto à eliminação, devendo seguir as disposições da Parte II deste Anexo. Neste é determinado que os Estados-Parte deverão:

- evitar esforços para identificar, rotular e tirar de uso equipamentos que contenham mais de 0,05% de PCB (500 mg/kg) e volumes superiores a 5 L até 2025;
- empenhar-se para identificar e tirar de uso equipamentos que contenham mais de 0,005% de PCB (50 mg/kg) e volumes superiores a 0,05L até 2025;
- realizar seu manejo ambientalmente saudável até 2028.

As PCBs foram utilizadas como fluido dielétrico isolante em equipamentos elétricos, fluidos térmicos e hidráulicos, entre outros.

As PCBs nunca foram fabricadas no Brasil, mas estima-se uma importação de 14 a 26 mil toneladas de fluido PCB, o que corresponde a 1 a 2% das PCBs produzidas globalmente (BRASIL, [201?]), BREIVIK et al, [2002?] e BREIVIK et al, 2007). O gerenciamento de PCB vem sendo tratado no âmbito da legislação nacional desde 1981, através da Portaria Interministerial nº 19, onde a fabricação, comercialização e uso foram proibidos no Brasil e também através da Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº 01 de 1983, que disciplina manuseio, armazenamento e transporte de PCB e seus resíduos. Ademais, há a Norma 8371 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), criada pelo Comitê Brasileiro de Eletricidade em 1984 (e revisada em 1997 e 2005), cujo objetivo é estabelecer diretrizes técnicas adicionais a este setor.

Visando estabelecer diretrizes adicionais para atendimento da CE, especificamente em relação à gestão e eliminação de PCB, o Governo Brasileiro, com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento/PNUD e recursos do Global Environmental Facility (GEF), implantou em 2009 o Projeto PNUD BRA/08/G32 – Estabelecimento da Gestão de Resíduos de PCB e Sistema de Disposição. O Projeto tem como objetivos desenvolver e fortalecer a capacidade do país para gerenciar a disposição/eliminação adequada de óleos, equipamentos, materiais e resíduos contendo PCB de maneira sustentável, a fim de estar conforme, dentro do prazo estabelecido, com as exigências da Convenção de Estocolmo sobre POPs, minimizando a exposição da população e do meio ambiente aos riscos oferecidos por esse grupo de substâncias.

Assim, o presente documento consiste no Plano de Ação para a Gestão das Bifenilas Policloradas (PCBs) para as companhias do Setor Elétrico Brasileiro, principais usuárias

das PCBs, sendo necessária a elaboração de complementos que tratem dos demais detentores de PCBs.

O Plano de Ação é composto por 5 capítulos. O capítulo 1 contém a Apresentação deste documento, seguido pelo capítulo 2 que contempla uma breve Introdução do assunto. Na sequência, o capítulo 3 dispõe sobre as PCBs no Brasil, sendo discutido o histórico de utilização e importação, regulamentações e massa destruída, bem como considerações sobre o Inventário Nacional Preliminar e contaminação ambiental de PCB. Ele ainda contém avaliação sobre o histórico do gerenciamento de PCB no SEB e considerações sobre como viabilizar o atendimento a CE quanto às PCB por este setor. Por fim, o capítulo 4 apresenta o Plano de Ação em si, com calendário, e medidas de acompanhamento. O capítulo 5 contém as referências utilizadas e bibliografia consultada.

Além deste Plano de Ação, há o Manual de Gestão de PCBs para as Companhias do Setor Elétrico Brasileiro. Ele dispõe das características e riscos das PCBs, estabelece orientações para elaboração do inventário, manuseio, acondicionamento, rotulagem, armazenamento, transporte e destinação final, procedimentos para equipamentos em operação, entre outros, para equipamentos elétricos com teores de Bifenilas Policloradas (PCBs) maiores ou iguais a 50 mg/kg e seus resíduos do Sistema Elétrico Brasileiro. Portanto, sua leitura é recomendável para compreensão global do tema. Há também um capítulo que contempla a fundamentação teórica sobre PCBs tratando de seus riscos, toxicidade e suas aplicações e contextualização do cenário internacional, através do histórico da produção e consumo mundial das PCBs, cuja leitura é essencial para quem não conhece estes fundamentos.

3 AS PCBS NO BRASIL

3.1 Estimativa de importação e uso

As PCBs nunca foram fabricadas no Brasil, mas estima-se uma importação de 14 a 26 mil toneladas de fluido PCB, o que corresponde a 1 a 2% das PCBs produzidas globalmente (BRASIL, [201?]), BREIVIK et al, [2002?] e BREIVIK et al, 2007), sendo que em 1981 houve publicação da Portaria Interministerial MIC/MI/MME nº19, de 29/01/1981, que proibiu a fabricação, uso e comercialização de PCBs no país.

3.2 Histórico da legislação e normativas brasileiras relacionadas às PCBs

As principais legislações e normas nacionais relacionadas diretamente às PCBs no Brasil em ordem cronológica são:

- Portaria Interministerial MIC/MI/MME nº19, de 29/01/1981 - Proibiu a fabricação, uso e comercialização de PCB;
- Portaria MINTER 157/1982, que proibiu o lançamento de efluentes contendo substâncias não-degradáveis de alto grau de toxicidade, entre as quais as PCBs, nas águas do Rio Paraíba do Sul.
- Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº 01/83 - Manuseio, Armazenamento e Transporte de PCB's e/ou resíduos contaminados com PCB's;
- ABNT NBR-8371/ 1984, 1997 e 2005 - Ascarel para transformadores e capacitores: Características e Riscos;
- ABNT/NBR 8840/1985, 1992 e 2013: Diretrizes para amostragem de líquidos isolantes.
- ABNT NBR 11.175/1990 que trata de incineração de resíduos sólidos perigosos – padrões de desempenho e estabelece EDR de 99,999% para PCBs e dioxinas;
- ABNT NBR – 13882/1997, 2005, 2008, 2013 - Líquidos isolantes elétricos: Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB): Define a utilização da cromatografia gasosa nas revisões de 2008 e 2013;

- Resolução Conama 316/2002: Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos, aqueles cuja temperatura mínima seja de 800°C e tempo de residência maior que 1s, estabelecendo para PCB a taxa de eficiência de destruição e remoção de 99,99%; Ela define como limite máximo de emissão de Dioxinas e Furanos: TEQ (total de toxicidade equivalente) da 2,3,7,8 TCDD (tetracloro-dibenzo-para-dioxina): 0,50 ng/Nm³;
- Decreto Legislativo nº 204/2004 – Aprova o texto da CE sobre POPs, adotada em 22 de maio de 2001;
- Decreto Federal nº 5472/2005 – Promulga o texto da CE sobre POPs, adotada em 22 de maio de 2001;
- Resolução ANP 36/2008 – que estabelece as especificações dos óleos minerais isolantes tipo A e tipo B, de origem nacional ou importada, comercializados em todo o território nacional, dentre as quais, estabelece que o teor de PCB deve ser não detectável, conforme ABNT NBR 13882. Esta resolução revogou a Resolução ANP 25/2005 que por sua vez revogou a Portaria DNC nº 46/94 – ambas também estabeleciam que o teor de PCB deveria ser não detectável;
- Resolução ANP 16/2009 - designa a NBR 8371/2005 como a norma a ser seguida para a alienação de óleos isolantes elétricos;
- Resolução ANP 19/2009 – estabelece os requisitos necessários à autorização para exercício da atividade de rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado, e a sua regulação. Exigência de laboratório próprio para controle de PCB, entre outros;
- ABNT/NBR 16432/2016: Óleo mineral isolante — Determinação do teor de produtos clorados que contempla a análise por potenciometria, mas inclui a análise por colorimetria.

Observa-se que o Brasil publicou parte significativa de sua regulamentação e normativas relacionadas a PCB ainda na década de 80, se antecipando em relação à boa parte dos países desenvolvidos.

3.3 Estimativa de destruição final ambientalmente adequada

Com objetivo de atualizar a estimativa de destruição final ambientalmente adequada de PCB realizada até o momento pelo Brasil, foi enviado um ofício (apresentado no Anexo I) para 8 empresas destinadoras localizadas no país (incineradoras a alta temperatura e descontaminadoras) e também para 2 empresas exportadoras. Até o dia 4/dez/2018, foram recebidas respostas de 6 empresas – WPA, Haztec, Ecovital, Denver, Saniplan e Koren. Das 4 empresas que não responderam, 3 haviam participado do levantamento realizado em 2012 (Cetrel, Tecori e Braskem), tendo sido consideradas as respostas enviadas naquela ocasião. Além disto, foi feito um levantamento dos Relatórios Nacionais da Convenção da Basileia disponíveis em seu sítio eletrônico (BASEL CONVENTION, 2018 – relatórios de 2001 a 2017) quanto aos resíduos de PCB (código Y10) exportados pelo Brasil e também sobre os resíduos de PCB importados pelo Reino Unido da Grã Bretanha e Irlanda do Norte. Foi feita uma comparação entre os dados exportados, considerando o ano e o país de destruição, e as informações foram contabilizadas de forma a não considerar massas destinadas em duplicata.

A partir deste levantamento, as informações sobre destruição final de PCB realizadas pelo Brasil foram sintetizadas na Tabela 1 e apresentadas no gráfico da Figura 2. Assim, de 1991 a 2018 estima-se que houve uma destruição final ambientalmente adequada de 36.324 T de resíduos de PCB, sendo que 21.518 T foram destruídas no país e 15.159 T foram exportadas. Essa massa destruída de PCBs corresponde não apenas à massa de fluido, mas também à massa de equipamentos e outros resíduos contaminados com PCB. Percebe-se, portanto, que tem havido esforços significativos de eliminação de PCB no país ao longo do tempo, mesmo antes da Convenção de Estocolmo. Importante destacar também que este quantitativo encontra-se subestimado, pois há empresas que não responderam a consulta ou responderam parcialmente e também houve destinação nas décadas de 1980 e 1990 que não foram incluídas neste levantamento.

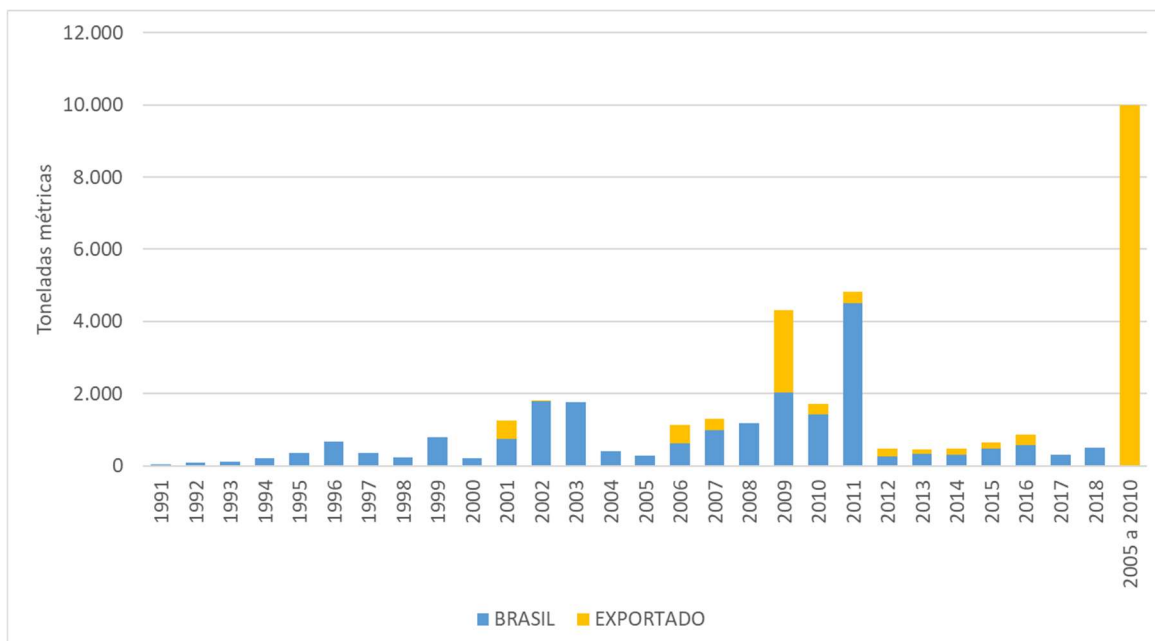
Tabela 1: Dados da estimativa destruição de PCBs totais provenientes do Brasil, por ano e por empresa, de 1991 a 2018.

Empresa	Cetrel	WPA	Tecori	Haztec	Braskem	Ecovital	Denver	Saniplan	Koren	Exportação de PCB do Brasil	Importação de PCB	TOTAL		
Levantamento em:	2012	2018	2012	2018	2012	2018	2018	2018	2018	2018*	2018*			
País em que houve a destruição	Brasil	Brasil	Brasil	Brasil	Brasil	Brasil	Brasil	Finlândia e Suécia	Reino Unido	Finlândia, Dinamarca e Suécia	Reino Unido da Grã Bretanha e Irlanda do Norte	BRASIL	EXPORTADO - CORRIGIDO	GLOBAL
1991	35	0	0		0							35	0	35
1992	79	0	0		0							79	0	79
1993	113	0	0		0							113	0	113
1994	207	0	0		0							207	0	207
1995	336	0	0		8							344	0	344
1996	648	0	0		30							678	0	678
1997	228	0	0		119							347	0	347
1998	108	0	0		119							226	0	226
1999	269	438	0		74							781	0	781
2000	77	108	0		14							198	0	198
2001	525	181	0		47						503	753	503	753
2002	928	663	0		208						6	1.799	6	1.799
2003	404	132	909		315							1.760	0	1.760
2004	237	158	0		9							404	0	404
2005	43	186	0		54							283	0	283
2006	183	239	168		33					500		622	500	1.122
2007	255	446	274		17			15		300		992	300	1.307
2008	606	326	255		0							1.187	0	1.187
2009	131	112	289	1.486	0					2.300		2.018	2.300	4.318
2010	615	96	316	388	0			22		300		1.416	300	1.738
2011	919	172	241	3.185	0			55		300		4.517	300	4.872
2012	0	122	94	52	0			202				269	202	470
2013		124		90			120	116				333	116	449
2014		170		133				162				303	162	464
2015		170		79				172				471	172	642
2016		243		283				64		300		569	300	933
2017		75		232				0				307	0	307
2018		236		269								505	0	505
2005 a 2010									10.000			0	10.000	10.000
TOTAL DESTRUÍDO	6.945	4.396	2.546	6.197	1.047	266	120	807	10.000	4.000	509	21.518	15.159	36.324

*(BASEL CONVENTION, 2018)

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 2: Estimativa de destruição de PCBs totais provenientes do Brasil (no país e exportados), levantadas até o momento, por ano, de 1991 a 2018.



Fonte: Elaborado pela autora

3.4 Considerações sobre o Inventário Nacional Preliminar de PCBs

Em 2009, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) realizou, junto aos agentes de transmissão e distribuição de energia elétrica do país, um inventário de equipamentos, em operação ou armazenados, que contenham óleo mineral isolante, contaminado por PCBs. O mesmo foi atualizado em 2012. Foram consultados 75 agentes de transmissão e 64 agentes de distribuição de energia elétrica, porém apenas uma pequena parte (37) retornou com resposta. Considerando que há uma grande diferença de porte entre as diversas companhias de energia, e que as companhias de distribuição e de transmissão respondentes são de grande porte (em relação a sua tipologia), avalia-se que este levantamento como tendo uma representatividade razoável, apesar de ser passível de melhoria. No total, constatou-se, no setor elétrico, a existência de 2.664.917 litros de óleo contaminado com PCBs.

De forma complementar ao Inventário no setor elétrico, o MMA, durante os anos de 2012 e 2013, realizou um levantamento preliminar de estoques, equipamentos em uso e fora de

uso, e a quantidade existente (em número de equipamentos e em volume, quando aplicável) fora do setor elétrico. Foram incluídas áreas de risco como escolas, shopping centers, hospitais e universidades, conforme escalonamento de necessidades da Parte II do Anexo A do texto da Convenção de Estocolmo (áreas de grande circulação de pessoas). O setor de alimentos e bebidas também está incluído como área de risco, visto que a utilização de equipamentos PCBs é proibida nas áreas de produção de alimentos e de água para consumo.

Para a realização deste Inventário foram escolhidos setores públicos e privados, para realizar pesquisas às associações, federações e baseado nos principais setores elencados como potenciais detentores de PCBs pela Convenção, a saber: 1) Industriais diversos; 2) Bancário; 3) Hospitalar; 4) Comercial; 5) Militar; 6) Instituições Públicas; 7) Metalúrgica e Mineração; 8) Escolar; 9) Agronegócio; e 10) Construção e Cimento.

Foram inventariados 1904 equipamentos com suspeita de contaminação por PCBs, os quais foram agrupados em 11 tipos, a saber: bombas de vácuo, capacitores, disjuntores, docas, eletroímã, fluido térmico, reatores, sistema hidráulico, transformadores, unidades de correção de potência e outros.

A identificação de equipamentos contaminados PCB e com suspeita de contaminação no setor industrial foi feita considerando-se o ano de fabricação e de manutenções. Nota-se que apesar de ter sido importado apenas 1 a 2% das PCBs do mundo, considerou-se que todo equipamento fabricado antes de 1986 ou 1989 que não tenham sofrido substituição do fluido como contaminado PCB ou com suspeita de contaminação. Assim, os resultados obtidos podem estar superestimados.

No total, entre o setor elétrico e o industrial, foram identificados aproximadamente 3,5 milhões de litros de óleo contaminado ou com suspeita de contaminação, o que corresponde a cerca de 4,9 mil toneladas de resíduos contaminados ou com suspeita de contaminação.

Assim, observa-se que pelo Inventário Nacional Preliminar de PCBs (MMA, 2013a) que a representatividade no total geral foi média. Dadas essas limitações, avalia-se que as

informações no Inventário preliminar realizado, embora forneçam uma aproximação, não refletem o quantitativo existente no País naquele momento. O estabelecimento da obrigatoriedade de inventariar, com critérios mínimos padronizados, possibilitará o melhor conhecimento da realidade do Brasil quanto à existência dos estoques ainda em uso e equipamentos que contêm PCBs e, assim, eliminar esses resíduos adequadamente, conforme disposições da Convenção de Estocolmo. Esclarece-se que cada país signatário da CE adotou seu próprio critério de inventário, não havendo um consenso ou recomendações sobre como ou o que deve ser realizado.

Portanto, o refinamento dos inventários é crucial para determinar e implementar as ações eliminação e destinação. Somente após o estabelecimento do Inventário de PCBs, será possível correlacionar a quantidade de PCBs remanescente a ser destruída e a capacidade nacional de destruição desses materiais, e, a partir disso, verificar uma estratégia nacional de destinação final desses produtos.

3.5 Considerações sobre a contaminação ambiental de PCBs no Brasil

Foi feito um levantamento de artigos científicos sobre contaminação ambiental de PCBs em diversas matrizes ambientais no Brasil (COSTA, 2016). De forma geral, foi possível observar que há poucas publicações; os dados disponíveis são fragmentados e não há estudos consolidados que avaliem a magnitude do problema com uma visão geral.

No entanto, os dados mais relevantes e abrangentes encontrados que avaliam a exposição da população brasileira (em termos de número de amostras, dispersão da coleta no território brasileiro e confiabilidade da comparação dos resultados nacionais com internacionais) foram os realizados como parte da 3ª e 5ª Rodada de Estudos de Exposição organizadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2002 e em 2011 a 2013 (Braga, 2003; Fiocruz, 2014). Nestes foram coletadas amostras nos bancos de leite humano em diferentes regiões do país que foram enviadas para um laboratório de referência da Alemanha.

Braga (2003) analisou 10 amostras compostas de um total de 100 amostras individuais de bancos de leite humano em 10 diferentes áreas em distintas regiões do país em 2002, sendo seus resultados apresentados no Anexo II. Concluiu-se que dos 24 países participantes do estudo, as concentrações encontradas no Brasil foram as mais baixas. Comparando-se os níveis dos PCBs marcadores do Brasil da terceira rodada com os resultados de países integrantes da segunda rodada, realizada em 1992 e 1993, pode-se observar a mesma situação.

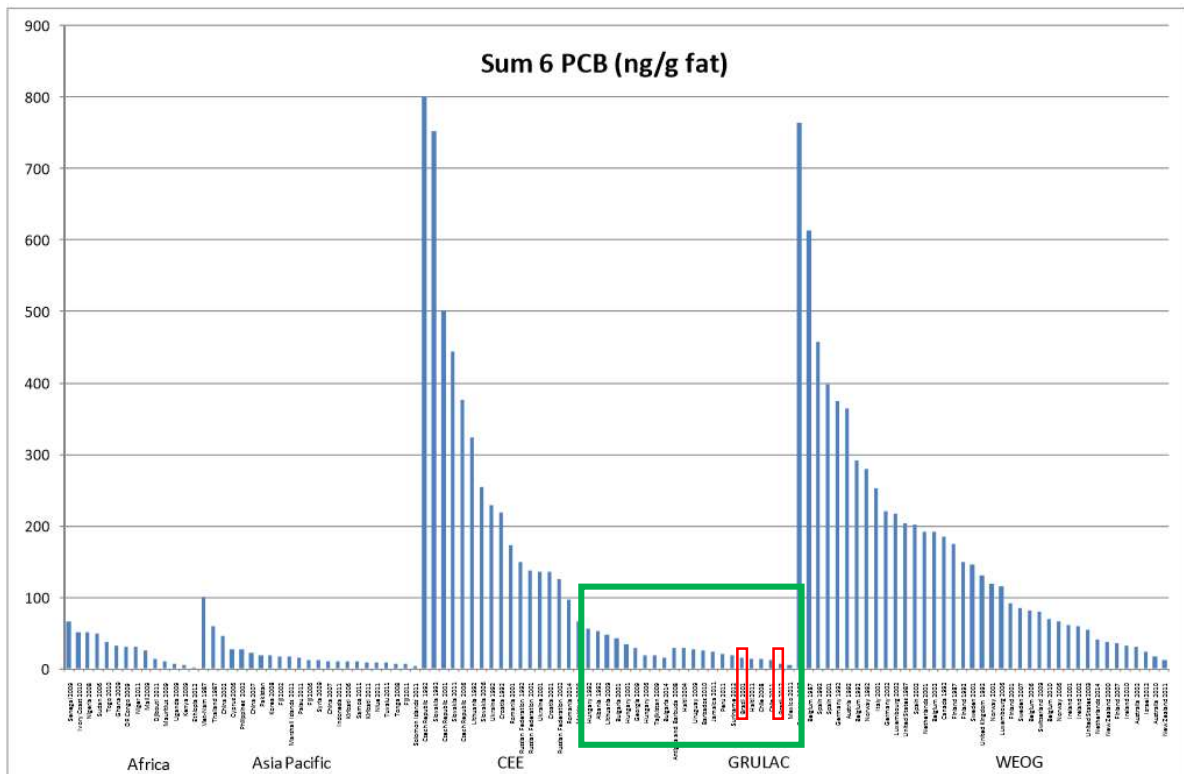
Em 2011 a 2013, Fiocruz (2014) realizou coleta em 15 bancos de leite humano da Rede Brasileira de Bancos de Leite Humana com maior distribuição pelas diferentes regiões do país. O estudo, cujos resultados estão disponibilizados no Anexo II, demonstrou que, em geral, os níveis de POPs em leite humano do Brasil podem ser considerados como um dos menores quando comparados aos níveis encontrados em outros países (Fiocruz, 2014).

A comparação com níveis de PCBs indicadores encontrados em leite humano de outros estudos publicados nos últimos 7 anos também confirma que a entre as menores. Concluiu-se que houve diminuição da exposição nesse período de 10 anos (2002 a 2012) e que a exposição da população geral brasileira deve ser conseqüentemente baixa (Fiocruz, 2014).

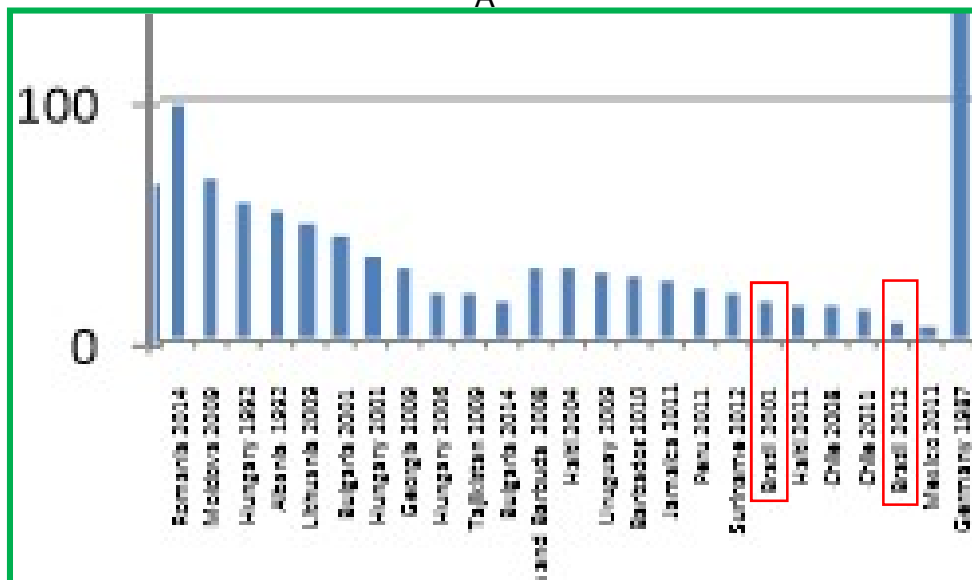
A Figura 3, do Segundo Relatório Global de Monitoramento de POPs, apresenta os resultados de monitoramento de PCBs na matriz leite humano de diversos países, entre os quais se incluem estes dois resultados do Brasil. Assim, os resultados das duas rodadas de exposição da população geral brasileira (BRAGA, 2003; FIOCRUZ, 2014; STOCKHOLM CONVENTION ON PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS, 2017) indicam que a contaminação de leite materno por PCBs no país deve estar entre as menores do mundo.

O Anexo II contém, também, os resultados estatísticos de medição de PCBs em leite materno conforme dados disponibilizados pelo Plano de Monitoramento Global (Global Monitoring Plan – GMP Data Warehouse. Neste é possível visualizar o Brasil em relação a todos os monitoramentos aprovados ou validados pelo GMP do mundo, que corroboram estas conclusões.

Figura 3: Comparação entre os resultados da soma dos 6 PCBs indicadores em leite materno por região do mundo e por país, sendo em A, visão geral, e em B, visão ampliada do retângulo verde para visualizar melhor os resultados do Brasil (destacados em vermelho)



A



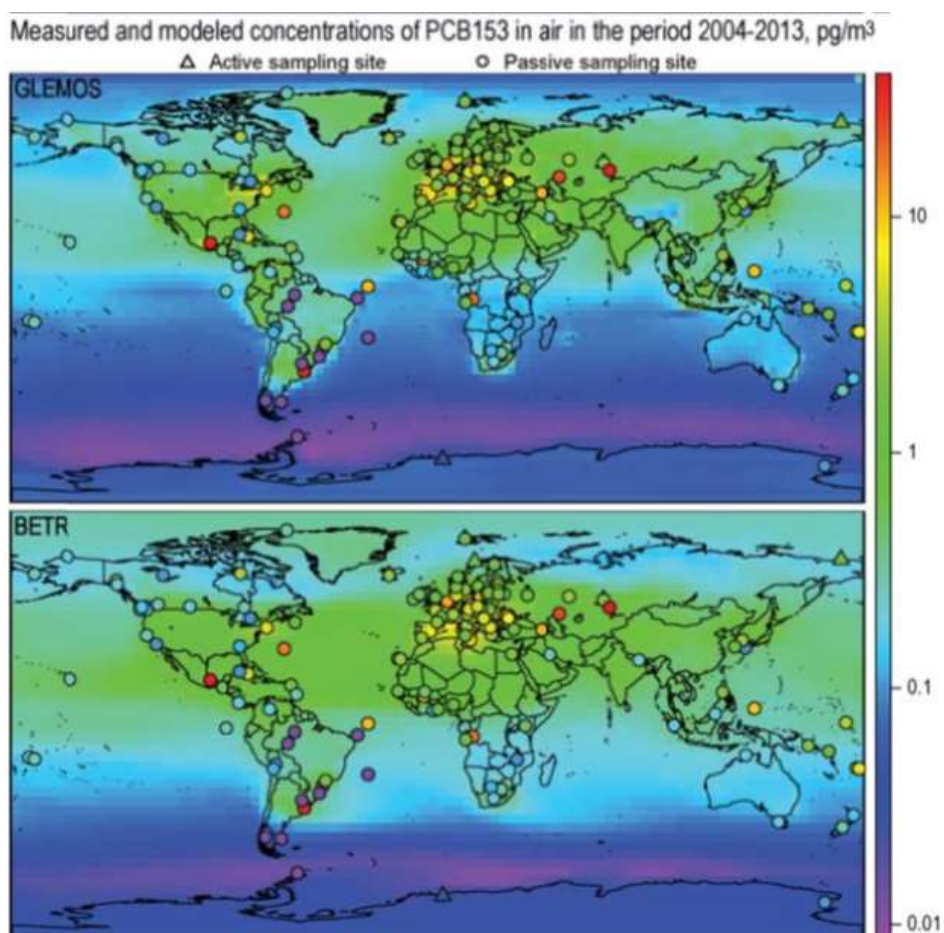
B

Fonte: STOCKHOLM CONVENTION ON PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS, 2017.

Quanto aos resultados de PCBs na matriz ar, também apresentados no Segundo Relatório Global de Monitoramento de POPs, é importante considerar que há limitações nestas comparações, tendo em vista a falta de padronização de diversos parâmetros adotados, entre os quais destacam-se o próprio tipo de amostrador e de amostragem, a metodologia analítica, frequência de amostragem, forma de correção dos dados, etc.

A Figura 4 apresenta a mediana da concentração medida de PCB 153 no ar nos anos 2004 a 2013 (triângulos para sítios com amostragem ativa e círculos para sítios de amostragem passiva) comparando com as medianas das concentrações modeladas através do Glemos e do BETR Research.

Figura 4: Concentrações de PCB 153 no ar medidos e modelados pelo Glemos e BETR no período de 2004 a 2013, em pg/m^3



Fonte: STOCKHOLM CONVENTION ON PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS. 2017.

Os dois modelos apresentam descrições globais da concentração de PCB 153 na atmosfera e de forma geral concorda com os dados medidos. Para PCB-153, as maiores concentrações estão na Europa Central, Leste Europeu e Costa Leste dos EUA, que correspondem às áreas de maior uso histórico das PCBs. Também se observa que as concentrações no hemisfério norte são maiores que no hemisfério sul (STOCKHOLM CONVENTION ON PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS. 2017), o que também corresponde a utilização histórica das PCBs (97% no hemisfério norte e 3% no hemisfério sul (BREIVIK et al, 2002).

3.6 Avaliação do histórico do gerenciamento de PCB no SEB e considerações sobre como viabilizar o atendimento a CE pelo SEB

O Apêndice I apresenta informações sobre o Setor Elétrico Brasileiro (SEB), um sistema com características singulares, de dimensões continentais, responsável por fornecer um serviço de utilidade pública. Os dados apresentados demonstram as particularidades dos diferentes segmentos desta indústria (Geração, Transmissão e Distribuição), bem como seus grandes desafios regulatórios, de melhoria da qualidade de fornecimento de energia e expansão que visa a universalização do serviço.

Além disto, dentre os diversos tipos de equipamentos elétricos, há, por exemplos, os transformadores de diferentes potências, variando de 25 kVA a mais que 400 000 kVA. Com isto, o volume de fluido isolante de cada equipamento pode variar enormemente (40L a mais de 140 000L), como pode ser visualizado na Figura 5. Como equipamentos de distribuição são para pequenas quantidades de energia (menores capacidades), enquanto os de geração e transmissão são normalmente para grandes quantidades de energia (maiores capacidades), os volumes de fluido isolante dos transformadores de rede de distribuição (média e baixa tensão) são significativamente menores que os de transmissão e geração.

Figura 5: Fotos de um transformador de potência em uma subestação de uma transmissora (A) e de um transformador de rede aérea (B) contendo 120 000 L e 60 L de óleo mineral isolante, respectivamente



A



B

Visando simular e verificar a aplicabilidade de critérios de gerenciamento de PCB no setor elétrico, foram realizados projetos demonstrativos em 3 companhias elétricas de diferentes regiões do país (Norte, Nordeste e Sul). Foram realizadas análises de 962 amostras sendo cerca de 320 amostras em cada companhia. Dentre as principais conclusões, destacam-se:

- Foram encontradas proporções baixíssimas ou muito baixas de equipamentos com teores de PCB maiores ou iguais a 50 mg/kg;
- Foram encontradas ocorrências pontuais e isoladas de equipamentos com teores de PCB maiores que 500 mg/kg.

Esses resultados eram esperados conforme o histórico nacional e indicam a efetividade do gerenciamento de PCB nestas empresas, com os instrumentos já existentes. Notou-se também que as empresas tem realidades distintas, sendo que o resultado depende do histórico de cada empresa e a forma com que as PCBs foram tratadas nelas.

Portanto, de fato não há uma estimativa atual da massa remanescente no SEB, a qual só será conhecida após a realização do inventário conforme os critérios estabelecidos por este Manual. Mas, conforme o histórico de PCB no SEB apresentado e o resultado dos projetos demonstrativos nestas 3 companhias elétricas, é razoável esperar que a maior parte das empresas do setor elétrico brasileiro também tenha proporções baixíssimas ou muito baixas de equipamentos com teores de PCB maiores ou iguais a 50 mg/kg.

Assim, considerando-se que:

- o baixo risco ambiental do uso das PCBs em equipamentos elétricos, que é considerada uma aplicação não dispersiva;
- a pequena importação e utilização das PCBs, a destinação final já realizada, a existência de estrutura legal e normativa deste a década de 80, e que há indicativo de que a exposição da população geral brasileira a PCB está entre as menores do mundo, mesmo havendo poucos estudos sobre a magnitude do problema de poluição ambiental das PCBs no país, infere-se que há um baixo risco ambiental histórico das PCBs no país;
- as diferenças entre equipamentos de distribuição e de transmissão e geração (número de equipamentos, volume de fluido de cada equipamento, facilidade ou não de amostragem do fluido);
- a grande quantidade de equipamentos elétricos existente no sistema elétrico brasileiro, a enorme extensão territorial do país, deverá haver grande dificuldade de se identificar a totalidade da massa remanescente das PCBs, que deve ocorrer em concentrações baixas, decorrente da regulamentação em vigor;
- a realidade sócio econômica nacional (país em desenvolvimento com inúmeros problemas e dificuldades sociais e econômicas);

Adicionalmente, além do princípio da Precaução, as partes signatárias da CE consideram: (UNEP, 2010):

“(...) as capacidades dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, assim como das responsabilidades comuns mas diferenciadas dos Estados de acordo com o estabelecido no

Princípio 7 da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento; (...)

As circunstâncias e as necessidades especiais dos países em desenvolvimento, e a necessidade de fortalecer suas capacidades nacionais para a gestão das substâncias químicas;” (SECRETARIAT OF THE STOCKHOLM CONVENTION, 2010)

E a Política Nacional de Resíduos Sólidos tem dentre os seus princípios:

“III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;

IV - o desenvolvimento sustentável; (...)

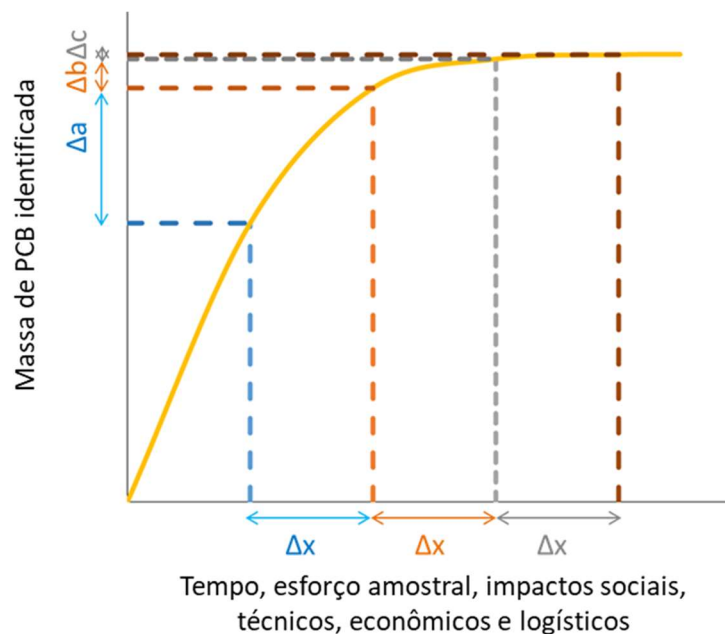
XI - a razoabilidade e a proporcionalidade.” (BRASIL, 2010)

Dessa forma, para viabilizar o atendimento a CE que prevê que as partes devem “envidar esforços” ou “empenhar-se” para eliminar equipamentos contendo teores superiores a 50 mg/kg pelo SEB é necessário a adoção de critérios de inventário e gerenciamento de PCB que simplificam o processo, priorizando o necessário, de modo a focar os esforços de eliminação em grupos com maior suspeita de contaminação. A adoção de estratégias de priorização de fato não elimina integralmente a totalidade das PCBs remanescente, mas viabiliza a eliminação do mais relevante (de maior suspeita de contaminação e, conseqüentemente, maior ganho ambiental).

A Figura 6 apresenta esquematicamente um modelo proposto que relaciona a massa de PCB identificada com tempo, esforços e impactos correspondentes. Nota-se que, a partir de um certo momento, esforço e impacto adicionais não produzem aumento significativo na massa de PCB identificada. Ou seja, esta curva se torna assintótica à medida que o inventário está se aproximando de sua conclusão e a descoberta de novos equipamentos contendo teores de PCB significativo torna-se cada vez mais difícil. Em outras palavras, aumentar grandemente os esforços e impactos não significa identificar massa significativa de PCB. Comportamento similar ao modelo proposto é observado nas curvas de descoberta de espécies que é um gráfico da frequência acumulada de espécies novas identificadas de um certo grupo taxonômico em uma certa região (BEBER et al, 2007).

As curvas do tipo *Creaming Curve*, que relaciona a descoberta acumulada de petróleo (em volume) com o número acumulado de poços exploratórios (*new field wildcats*) de uma certa região também tem este tipo de comportamento assintótico. A adoção de critérios de priorização pode proporcionar, por tanto, uma relação adequada do ponto de vista da sustentabilidade entre massa de PCB identificada e os esforços e impactos sociais, técnicos, econômicos e logísticos necessários.

Figura 6: Ilustração esquemática de modelo proposto que relaciona a massa de PCB identificada ao tempo, esforços necessários e impactos sociais, econômicos, técnicos e logísticos



A estatística contempla um conjunto de técnicas desenvolvidas com a finalidade de auxiliara a responder, de forma objetiva e segura, situações que envolvem uma grande quantidade de informações. Quando, por questões diversas, não é possível ter acesso a todo o conjunto de dados, o uso da inferência estatística possibilita a extrapolação das informações obtidas a partir de um pequeno subconjunto de dados (amostra) a um grande conjunto de dados (população). Assim, o uso de técnicas estatísticas, como testes de hipóteses, pode possibilitar a identificação de grupos com suspeita de contaminação com PCB a partir de uma análise amostral, de forma a diminuir os esforços e impactos necessários para identificação da massa remanescente. Adicionalmente, o histórico de gerenciamento de PCB no SEB e os resultados dos projetos demonstrativos indicam um

baixo risco ambiental das PCBs no SEB, o que reforça que é razoável tecnicamente a adoção de critérios de priorização que minimizam o impacto à sociedade.

3.7 Outras regulamentações aplicáveis a produtos ou resíduos perigosos em geral

Outras regulamentações, não específicas de PCB, mas que são aplicáveis a resíduos sólidos perigosos e/ou produtos perigosos em geral são:

- Decreto Federal n. 96.044 / 1988 - Regulamento para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos;
- Norma ABNT/NBR 11.175/90 - Incineração de Resíduos Sólidos Perigosos – Padrões de desempenho;
- Norma ABNT/NBR 12.235/92 - Armazenamento de Resíduos Perigosos - Classe I;
- Decreto Federal n. 875 / 1993 - Promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito;
- Resolução Contran n. 91 / 1999 - Normas Gerais dos Cursos de Treinamento Específico e Complementar para Condutores de Veículos Rodoviários Transportadores de Produtos Perigosos;
- Lei Federal n. 12.305 / 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos
- Decreto Federal n. 7.404 / 2010 - Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010;
- Norma ABNT/NBR 7.501/2011 - Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Terminologia;
- Resolução CONAMA n. 452 / 2012 - Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu

Depósito. Revoga a Resolução CONAMA n. 23 / 1996 - Dispõe sobre o Movimento Transfronteiriço de Resíduos, entre outras.

- Resolução ANTT n. 5.232 / 2016 - Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências. Esta revogou a Resolução ANTT n. 420/2004, entre outros, que tratava do mesmo tema;
- Resolução ANTT n. 5.377 / 2017 – Altera o caput do artigo 2º da Resolução n. 5232, de 14/12/2016;
- Norma ABNT/NBR 13.221/2017 - Transporte Terrestre de Resíduos;
- Norma ABNT/NBR 7.500/2018 - Identificação para o Transporte Terrestre, Manuseio, Movimentação e Armazenamento de Produtos;
- Norma ABNT/NBR 9.735/2017 - Conjunto de Equipamentos para Emergências no Transporte Terrestre de Produtos Perigosos;
- Norma ABNT/NBR 14.619/2017 - Transporte Terrestre de Produtos Perigosos- Incompatibilidade Química.;
- Norma ABNT/NBR 7.503/2018 - Ficha de Emergência e Envelope para Transporte Terrestre de Produtos Perigosos- Características, Dimensões e Preenchimento.

4 PLANO DE AÇÃO

No Quadro 1, é apresentada a síntese das atividades estabelecidas pelo Plano de Ação de Bifenilas Policloradas atualizadas:

Quadro 1. Síntese das atividades estabelecidas pelo Plano de Ação de Bifenilas Policloradas

Plano de Ação para a gestão adequada das bifenilas policloradas (PCB) Projeto GEF - Gestão Ambientalmente Adequada de PCBs					
Objetivo	Atividade	Situação	Responsáveis	Período	Acompanhamento
Medidas jurídicas para reduzir ou eliminar as liberações de estoques e resíduos de PCBs	Art. 6º e Parte II do Anexo A (PCB) - Elaborar legislação criando o cadastro/inventário de equipamentos que contêm PCB e estabelecendo procedimentos técnicos para a gestão e destinação adequada de PCBs	Iniciada	MMA, MME, CONAMA,	2013-2019	Em andamento, por meio de: - proposta de resolução ao CONAMA, pelo MMA; - substitutivo ao PL 1075/2011 em tramitação no CN, pelo MMA e MME - elaboração/atualização de manual de gestão de PCBs para o SEB, pelo MMA - disponibilização de formulário eletrônico para inventário de PCBs no setor elétrico, pelo MMA – em breve Acompanhamento e análise das informações e dados obtidos a partir dos inventários respondidos pelo SEB e destinadores
Fortalecimento da estrutura de procedimentos administrativos para gestão e disposição de PCBs	Criação da base de dados para o Cadastro Obrigatório de Equipamentos para a realização do Inventário Nacional de PCB – adequação dos campos do CTF/IBAMA.	Iniciada	MMA	2015-2019	Em desenvolvimento. Sistema para inventário em desenvolvimento pela CGTI/MMA.
	Desenvolvimento de orientações, normas técnicas e mecanismos de aprovação para gestão e disposição ambientalmente saudáveis de PCBs –	Concluída	MMA	2015	Guia do Inventário foi elaborado, mas está sendo atualizado. Será incorporado no Manual de Gestão de PCBs

	Guia para Inventário de Equipamentos com PCBs.				
Desenvolvimento da capacidade nacional para a disposição ambientalmente saudável de PCBs	Elaboração do Manual de Gerenciamento de Resíduos e Equipamentos PCB.	Concluída	MMA, Setores Interessados	2015	Manual elaborado, Mas será incorporado no Manual de Gestão de PCBs
	Realização de capacitação técnica sobre gerenciamento e eliminação de resíduos de PCBs.	Iniciada	MMA	2015-2020	Cursos/treinamentos já realizados. Curso sobre Gerenciamento de PCBs a ser preparado e ministrado pela Cetesb. Disponibilização de versão do curso em EaD em breve. Realização de uma oficina presencial sobre o Inventário para as Companhias do Setor elétrico Cursos presenciais sobre amostragem (ABNT NBR 8840) e sobre métodos de triagem (ABNT NBR 16432)
	Execução de 6 projetos de demonstração: sendo cinco (5) deles sobre Inventário e elaboração de planos de gestão em unidades do setor elétrico e um (1) sobre investigação de área contaminada por PCBs.	Iniciada	MMA e Setores	2014-2018	- Foram finalizados os Planos de Gestão de PCBs das 3 companhias elétricas em Dezembro de 2017. O Consórcio contratado está, no momento, executando a complementação de 20% das amostras de PCBs adicionadas ao processo nas respectivas companhias. - Serão executados mais 2 (dois) projetos demonstrativos (pilotos) para inventário e gestão de PCBs em mais 2 Companhias elétricas.
	Avaliação dos sistemas de tratamento de resíduos de PCBs existentes no Brasil e comparação com as melhores tecnologias disponíveis para o tratamento de resíduos de PCBs.	Concluída	MMA	2015	Realizada avaliação dos Sistemas de Tratamento de PCBs Existentes no Brasil Comparação com as Melhores Tecnologias Existentes e Utilização dos Sítios de Demonstração - 2011 Realizado o Seminário sobre Tratamento de PCBs e outros POPs da Convenção de Estocolmo - 2015

Promover a conscientização dos detentores de PCBs, poder público, sociedade	Elaboração de um Plano de Comunicação, com a finalidade de delinear a estratégia nacional para a divulgação e a disseminação dos resultados do Projeto aos setores envolvidos.	Concluída	MMA	2015-2016	Plano de Comunicação elaborado e disponível no site do MMA.
	Elaboração do material de comunicação: cartilhas, vídeos, etc.	Iniciada	MMA	2018-2019	Videos serão elaborados pela Cetesb
Desenvolver Estratégia para outros setores detentores de PCBs	Refinamento do Inventário dos setores prioritários (hospitais, escolas e órgãos públicos).	Não iniciada	MMA e Setores	2015-2020	<ul style="list-style-type: none"> - MMA realizará reuniões com os outros detentores. - elaboração de manual de gestão de PCBs para outros detentores, pelo MMA - disponibilização de formulário eletrônico para inventário de PCBs de outros detentores, pelo MMA - Divulgação do Manual e formulário eletrônico para outros detentores de PCBs quando estiver pronto. <p>O inventário deverá estar aberto para o preenchimento por outros setores além do setor elétrico. Disponibilização do Sistema de Inventário de PCBs de outros detentores. Acompanhamento e análise das informações e dados obtidos a partir dos inventários respondidos dos outros detentores</p>
	Adoção de estratégias específicas com áreas representativas dos setores difusos.	Não iniciada	MMA, IBAMA e Setores	2015-2020	MMA realizará reuniões com os setores.

5 REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA - ABRADDEE. Sistemas de Informação para a Gestão da Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia Elétrica. 2013.

ABRADEE. Apresenta informações sobre o setor elétrico, a distribuição de energia elétrica e de suas associadas. 2015. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br>>. Acesso em: 02 mai. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NORMA BRASILEIRA - NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação. 31 de maio de 2004.

ABNT. NBR 12.235: Armazenamento de Resíduos Perigosos – Procedimento. 30 de abril de 1992.

ABNT. NBR 13.221: Transporte Terrestre de Resíduos. 8 de novembro de 2017.

ABNT. NBR 13.882: Líquidos isolantes elétricos –Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB). 20 de outubro de 2008.

ABNT. NBR 16.432: Óleo Mineral Isolante – Determinação do teor de produtos clorados. 18 de março de 2016.

ABNT. NBR 7.500: Identificação para o Transporte Terrestre, Manuseio, Movimentação e Armazenamento de Produtos. 8 de maio de 2018. 2018a.

ABNT. NBR 7.501: Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Terminologia. 12 de setembro de 2011.

ABNT. NBR 7.503: Ficha de Emergência e Envelope para Transporte Terrestre de Produtos Perigosos- Características, Dimensões e Preenchimento. 6 de abril de 2018.

ABNT. NBR 8.371: Ascarel para transformadores e capacitores – Características e riscos. 29 de abril de 2005.

ABNT. NBR 9.735: Conjunto de Equipamentos para Emergências no Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. 10 de agosto de 2017.

ABNT. NBR 10.576: Óleo mineral isolante de equipamentos elétricos - Diretrizes para supervisão e manutenção. 11 de outubro de 2017.

ABNT. NBR 11.175: Incineração de Resíduos Sólidos Perigosos – Padrões de desempenho. 30 de julho de 1990.

ABNT. NBR 14.619: Transporte Terrestre de Produtos Perigosos - Incompatibilidade Química. 9 de outubro de 2018. 2018b.

ABNT. NBR 16446: Líquidos isolantes sintéticos à base de hidrocarbonetos aromáticos para equipamentos elétricos. 13 de outubro de 2015.

ABNT. NBR 16.518: Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos - Diretrizes para supervisão e manutenção. 29 de junho de 2017.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY - ATSDR. 1. Public Health Statement. In: ATSDR. Toxicological profile for Polychlorinated

Biphenyls (PCBs). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. 2000a.

ATSDR. 4. Chemical and Physical information. In: ATSDR. Toxicological profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. 2000b.

BASEL CONVENTION, Updated general technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants (POPs). 2007.

BASEL CONVENTION. Convention overview. Apresenta informações gerais sobre a Convenção da Basiléia. Disponível em: <<http://www.basel.int/TheConvention/Overview/tabid/1271/Default.aspx>> . Acesso em jun. 2016.

BASEL CONVENTION. Basel Convention National Reports. Disponível em: <<http://www.basel.int/Countries/NationalReporting/NationalReports/tabid/4250/Default.aspx>>. Acesso em dezembro de 2018.

BEBER, D. P.; MARRIOTT, F. H. C.; GASTON, K. J.; HARRIS, S. A.; SCOTLAND, R. W. Predicting unknown species numbers using discovery curves. Proceedings of the Royal Society B. p. 1651-1658. v. 274. 2007.

BRAGA, A. M.C.B. Dioxinas, furanos e PCBs em leite humano no Brasil. Tese de Doutorado. Campinas. 2003.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP. Resolução ANP nº16, de 18 de junho de 2009. Dispõe sobre a comercialização de óleo lubrificante básico e os requisitos necessários ao cadastramento de produtor e de importador desse produto.

BRASIL. ANP. Resolução ANP nº19, de 18 de junho de 2009. Dispõe sobre os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado, e a sua regulação.

BRASIL. ANP. Resolução ANP nº36, de 5 de dezembro de 2008. Dispõe sobre as especificações dos óleos minerais isolantes tipo A e tipo B.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. Resolução ANTT nº 5.232 de 14 de dezembro de 2016. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências.

BRASIL. ANTT. Resolução ANTT nº 420 de 12 de fevereiro de 2004. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos.

BRASIL. ANTT. Resolução ANTT nº 5.377 de 29 de junho de 2017. Altera o caput do artigo 2º da Resolução ANTT nº 5.232, de 14 de dezembro de 2016.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 1075 de 2011. Dispõe sobre a eliminação controlada das Bifenilas Policloradas - PCBs e dos seus resíduos, a descontaminação e a eliminação de transformadores, capacitores e demais equipamentos elétricos que contenham PCBs, e dá outras providências correlatas. Disponível em

<<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=498530>>
. Acesso em Outubro de 2018.

BRASIL. Conama. Resolução Conama nº 316 de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

BRASIL. Conama. Resolução Conama nº 452 de 2 de julho de 2012. Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito – Contran. Resolução Contran nº 91 de 4 de maio de 1999. Dispõe sobre os Cursos de Treinamento Específico e Complementar para Condutores de Veículos Rodoviários Transportadores de Produtos Perigosos.

BRASIL. Decreto nº 875 de 19 de julho de 1993. Dispõe sobre a promulgação do texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.

BRASIL. Decreto nº 5.472, de 20 de junho de 2005. Dispõe sobre a promulgação do texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22 de maio de 2001.

BRASIL. Decreto Legislativo nº 204 de 8 de maio de 2004. Aprova o texto da CE sobre POPs, adotada em 22 de maio de 2001.

BRASIL. Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a regulamentação da Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010.

BRASIL. Decreto nº 96.044 de 18 de maio de 1988. Dispõe sobre a aprovação do regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.

BRASIL. Lei nº 12 305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

BRASIL. Empresa Pesquisa Energética – EPE. Contém o Sistema de Informações Geográficas do Setor Energético Brasileiro - Webmap. Disponível em:<<https://gisepeprd.epe.gov.br/webmapepe/>>. 2018. Acesso em set. 2018.

BRASIL. Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS. Contém o Mapa dinâmico do Sistema Interligado Nacional. Disponível em: < <http://ons.org.br/paginas/sobre-oi-sin/mapas>>. 2018. Acesso em set. 2018.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente – MMA; Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD (coord). Guia para o inventário nacional de bifenilas policloradas (PCB) em equipamentos elétricos. Abril de 2015a.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente – MMA; Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD (coord). Manual de gerenciamento de resíduos e equipamentos com Bifenilas Policloradas (PCB). Abril de 2015b.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente – MMA. Plano Nacional de Implementação Brasil – Convenção de Estocolmo. Brasília. 2015c.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente – MMA. Estudo sobre as bifenilas policloradas. Proposta para atendimento à “Convenção de Estocolmo”. Anexo A – Parte II. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_prorisc_upml/_arquivos/estudo_sobre_as_bifenilas_policloradas_82.pdf> . Acesso em Fevereiro de 2015. [201?]

BRASIL. Ministério do Interior; Ministério da Indústria e Comércio; Ministério das Minas e Energias. Portaria interministerial nº 19, de 29/01/1981.

BRASIL. Secretário Especial do Meio Ambiente. Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº 01 de 10 de junho de 1983. Dispõe sobre Manuseio, Armazenamento e Transporte de PCB's e/ou resíduos contaminados com PCB's.

BREIVIK, K; SWEETMAN, A; PACYNA, J, M; JONES, K C. Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners — a mass balance approach 1. Global production and consumption. The Science of the Total Environment 290. p. 181–198. 2002.

BREIVIK, K; SWEETMAN, A; PACYNA, J, M; JONES, K C. Databases on the global production, consumption and emissions of PCBs from 1930 to 2000. [2002?]. Disponível em: <<http://www.nilu.no/projects/globalpcb/>>. Acesso em 21 out. 2015.

BREIVIK, K.; SWEETMAN, A.; PACYNA, J, M; JONES, K. C. Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners — a mass balance approach 3. An update. The Science of the Total Environment. vol. 377. p. 296-307. 2007.

BRITISH STANDARD. 12766-2. Methods of test for petroleum and its products. Petroleum products and used oils. Determination of PCBs and related products. Calculation of polychlorinated biphenyl (PCB) content. English. 2001.

COGLIANO, V. J., Lack of data drives uncertainty in PCB health risk assessments. Environmental Science and Pollution Research. V. 23. P. 2212-2219. 2016.

COSTA, M. G. Marcos técnicos e legais de gerenciamento de PCB no setor elétrico: uma revisão crítica e propostas para o Brasil. Dissertação de mestrado. Belo Horizonte. 2016.

EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION - CENELEC. Guidelines for the inventory control, management, decontamination and/or disposal of electrical equipment and insulating liquids containing PCBs. Technical Report. CLC/TR 50503. 2010. English version.

EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION - CENELEC. Code of practice for the safe use of fully enclosed oil-filled electrical equipment which may be contaminated with PCBs. European Standard. EN 50225: 2003-04. 2003.

COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Council Directive 96/59/EC. On the disposal of polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls (PCB/PCT). Disponível em: <<http://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0059&from=EN>>. Acesso em: outubro de 2014.

DEXSIL. Instructions for Clor-n-oil 50 – PCB screening kit. Revision 5. 2014. Disponível em: <<http://www.dexsil.com/uploads/docs/instructionscl050.pdf>>. Acesso em: novembro/2015.

DEXSIL. Instructions for Clor-n-oil 20 – PCB screening kit. Revision 1. 2006. Disponível em: <<http://www.dexsil.com/uploads/docs/instructionscl020.pdf>>. Acesso em: novembro/2015.

DEXSIL. L2000DX PCB/Chloride ANALYZER System (LP-200). [????]. Disponível em: <http://www.dexsil.com/products/detail.php?product_id=13>. Acesso em: novembro/2015.

DI SESSA, C.; MARTINS, A. C. P.; DINIZ, C.B.; VASSALO, D. J.; ROCHA, H. C. B.; CHAVES, L. M. M.; PEREIRA, L. T.; ALMEIDA, M. I. D.; RIBEIRO, M. G. D. L.; LOIS, R. C.; PASSOS, W. E. Avaliação de metodologias analíticas para triagem de óleo mineral isolante de equipamentos elétricos com relação à possibilidade de contaminação por PCB. XXIII Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. 2015.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Electronic Code of Federal Regulations, Title 40, Chapter I, Subchapter R, Part 761 (current as of May, 27, 2015). Polychlorinated biphenyls (PCBs) manufacturing, processing, distribution in commerce, and use prohibitions). USA, 2015. Disponível em: <<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=4e9a2d5498b3936626d1dc957b87e4d2&mc=t>> Acesso em Maio de 2015.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. U. S. Environmental Protection Agency – EPA. Environmental Technology Verification Program. Verification Statement – Ion Specific Electrode -L2000DX Analyzer EPA-VS-SCM-46. 2001a.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. EPA. Method 8270D. Semivolatile organic compounds by Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (GC/MS). Revision 4. 1998. Disponível em: < <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/epa-8270d.pdf>>. Acesso em: outubro/2018.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. EPA. Method 9078. Screening test method for Polychlorinated Biphenyls in Soil. Revision 0. 1996. Disponível em: < <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/9078.pdf>>. Acesso em: outubro/2018.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. EPA. Method 9079. Screening test method for Polychlorinated Biphenyls in Transformer Oil. Revision 0. 1996. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/9079.pdf>>. Acesso em: outubro/2014.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. EPA. Revisions to the PCB Q and A Manual. June 2014 Version. 2014. Acesso em Agosto de 2015.

FRANÇA. Ministério de l'Écologie et du Développement Durable. Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Énergie. Plan Nacional de Decontamination et d'élimination des appareils contenant des PCB et PCT. 2003.

FRANÇA. Ministério de l'Écologie et du Développement Durable et de l'Énergie. Vos appareils peuvent contenir des PCBs- Pensez à les vérifier! 2014. Disponível em: <[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/plaquette%20PCB%202014\(5\).pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/plaquette%20PCB%202014(5).pdf)>. Acesso em Mar de 2016.

FIEDLER, H. Polychlorinated biphenyls (PCBs): uses and environmental releases. 1997. IN: Proceedings of the Subregional Awareness Raising Workshop on Persistent Organic

Pollutants (POPs), Bangkok, Thailand. Disponível em: <http://www.chem.unep.ch/pops/pops_inc/proceedings/bangkok/fiedler1.html>. 1997. Acesso em fevereiro de 2015.

FIOCRUZ. Estudo de Poluentes Orgânicos Persistentes em Leite Humano no Brasil. In: Quinta rodada de estudos de exposição coordenada pela Organização Mundial da Saúde em cooperação com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – Relatório Final. 2014.

FINCH, S. R; LAVIGNE, D. A. One example where chromatography may not necessarily be the best analytical method. *Journal of Chromatographic Science*. p. 351-356, v. 28, 1990.

HELSINKI COMMISSION - BALTIC MARINE ENVIRONMENT PROTECTION COMMISSION. Polychlorinated Biphenyls (PCBs). A compilation of information, derived from HELCOM recommendations, EU-Directives, UN-ECE-LRTAP, UNEP and OSPAR, and analysis of appropriate measures aiming at safe handling and reduction of releases of PCB from PCB-containing equipment in use. 2001.

HULEK, R., BORUVKOVA, J., GREGOR, J., KALINA, J., BEDNÁROVÁ, Z., ŠEBKOVÁ, K., MELKES, O., ŠALKO, M., NOVÁK, R., JARKOVSKY, J., DUŠEK L., KLÁNOVÁ, J. Global Monitoring Plan of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants: visualisation and on-line analysis of global levels of chemicals in air, water, breast milk and blood [online]. Masaryk University, 2014. Disponível em: <<http://www.pops-gmp.org/visualization-2014>>. Acesso em setembro de 2018.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to humans. World Health Organization - WHO. 2016. V. 107. p. 41-130 e p. 423 - 439.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC. 61619. International Standard. Insulating liquids – Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) – Method of determination by capillary column gas chromatography. 1997.

KARSTENSEN, K, MUBARAK, A, GUNADASA, H, WIJAGUNASEKARA, B, RATNAYAKE, N, ALWIS, A, FERNANDO, J. Test burn with PCB-oil in a local cement kiln in Sri Lanka. *Chemosphere*. v. 78. p. 717-723. 2010.

LAUBY-SECRETAN, B. LOOMIS, D. BAAN, R, GHISSASSI, F.E., BOUVARD, V., BENBRAHIM-TALLA, L., GUHA, N., GROSSE, Y, STRAIF, K., Use of mechanistic data in the IARC evaluations of the carcinogenicity of polychlorinated biphenyls and related compounds. *Environmental Science and Pollution Research*. V. 23. P. 2220-2229. 2016.

NASA EARTH OBSERVATORY. Earth at Night: Flat Maps. Global Map Downloads - 2012 Color. Disponível em: <<https://earthobservatory.nasa.gov/Features/NightLights/page3.php>>. Acesso em outubro de 2018. *We acknowledge the use of imagery provided by services from the NASA Earth Observatory.*

PUBCHEM. Apresenta informações sobre substâncias químicas, incluindo conformação em três dimensões. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>>. Acesso em dez. 2016.

QI, Z.; BUEKENS, A.; LIU, J.; CHEN, T.; LU, S.; LI, X.; CEN, K. Some technical issues in managing PCBs. Environmental Science and Pollution Research. vol. 21. p. 6448-6462. 2014.

ROTTERDAM CONVENTION. The convention. Apresenta informações gerais sobre a Convenção de Roterdã. Disponível em: <<http://www.pic.int/TheConvention/Overview/tabid/1044/language/en-US/Default.aspx>>. Acesso em jun.2016.

SÁ, A. L. C. R; MARTINS, A. R. Avaliação das metodologias para análise de bifenilas policloradas em óleo. I CMDT – Colóquio Sobre Materiais Dielétricos e Técnicas Emergentes de Ensaios e Diagnósticos (D1). 2013.

SEA MARCONI TECHNOLOGIES SAS. Sea Marconi – Total Chlorine and PCBs screening. Potentiometric Test Kit. Technical Data Sheet. 2013.

SECRETARIAT OF THE BASEL CONVENTION. Preparation of a National Environmentally Sound Management Plan for PCBs and PCB-Contaminated Equipment - Training Manual. 2003.

SECRETARIAT OF THE STOCKHOLM CONVENTION. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) as amended in 2009. Texts and Annexes. 2010.

STOCKHOLM CONVENTION. The POPs. 2016b. Apresenta informações gerais sobre os Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs). Disponível em: <<http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/tabid/673/Default.aspx>>. Acesso em jun. 2016.

STOCKHOLM CONVENTION ON PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS. Second Global Monitoring Report. 2017. Disponível em: <<http://chm.pops.int/Implementation/GlobalMonitoringPlan/MonitoringReports/tabid/525/Default.aspx>>. Acesso em maio 2019.

ULTRA SCIENTIFIC, INC. Safety Data Sheet. Aroclor 1242 (PCB 1242). Revision 4. 2016.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME CHEMICALS - UNEP CHEMICALS. Survey of currently available non-incineration PCB destruction technologies. First issue. 2000.

UNEP CHEMICALS. PCB Transformers and Capacitors: from management to reclassification and disposal. First issue. 2002.

UNEP CHEMICALS. Guidelines for the Identification of PCBs and materials containing PCB. First issue. 1999.

UNEP. Preliminary assessment of efforts made toward the elimination of polychlorinated biphenyls. Disponível em: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/POPs/PCB/Preliminary%20Assessment%20of%20Efforts%20Made%20Toward%20the%20Elimination%20of%20PCB_UNEP%20Chemicals%20Branch_2015_Final.pdf>. 2015. Acesso em: jun/2016.

UNEP. Revised draft guidelines on Best Available Techniques and provisional guidance on Best Environmental Practices relevant to article 5 and annex C of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. 2006.

WEBBER, I. PCBs and Associated Aromatics. In: ZIEGLER, E. N. Encyclopedia of Environmental Science and Engineering. p. 873 -970. v. II. 6th. ed. 2012.

APÊNDICE I - O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

O Setor Elétrico Brasileiro (SEB) é um sistema com características singulares, de dimensões continentais, de geração hidro-termo-eólico de grande porte, com predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. A energia elétrica gerada é transportada em diferentes níveis de tensão pelo sistema de transmissão e de distribuição até chegar ao usuário final. A Figura 7 apresenta um esquemático dos principais segmentos da indústria de energia elétrica brasileira.

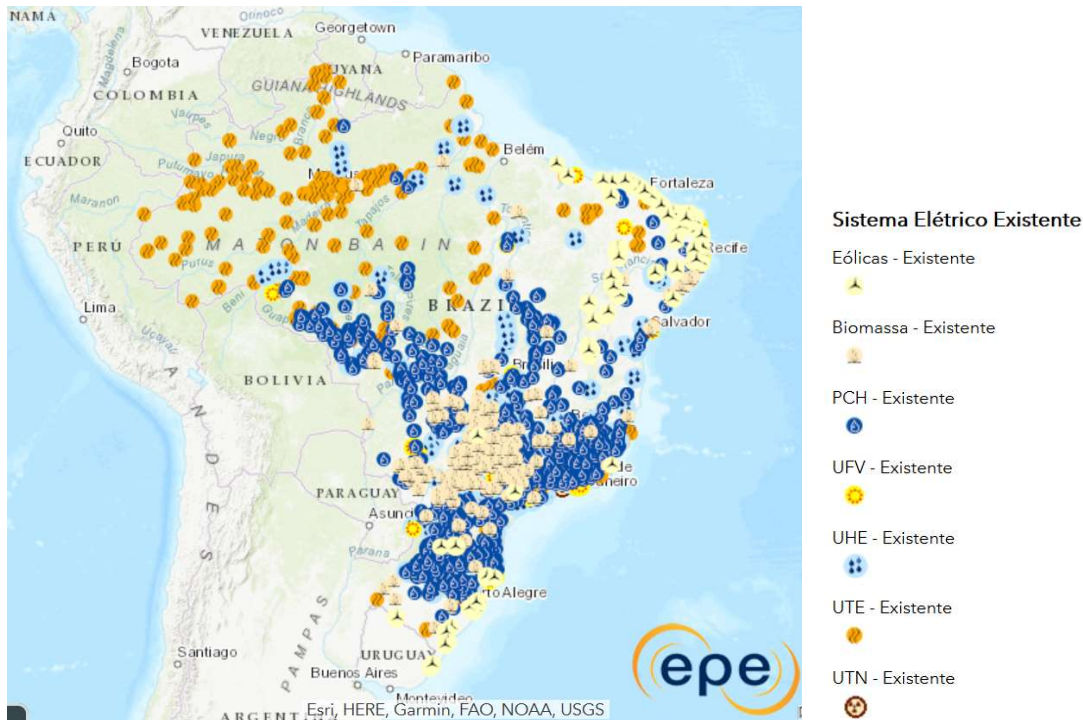
Figura 7: Visão geral dos principais segmentos da indústria de energia elétrica brasileira



Fonte: ABRADÉE, 2015.

O Brasil dispõe de um sistema gerador com capacidade instalada de 148.000MW (potência outorgada), principalmente por usinas hidrelétricas (predominantes), térmicas e eólicas de grande porte distribuídos em todo o território nacional, como pode ser visualizado na Figura 8.

Figura 8: Unidade de geração de energia existentes no Brasil



FONTE: BRASIL, 2018a

A maior parte do país é atendido a partir da rede interligada e é chamado de Sistema Interligado Nacional (SIN), composto por seguintes subsistemas Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e a maior parte da região Norte.

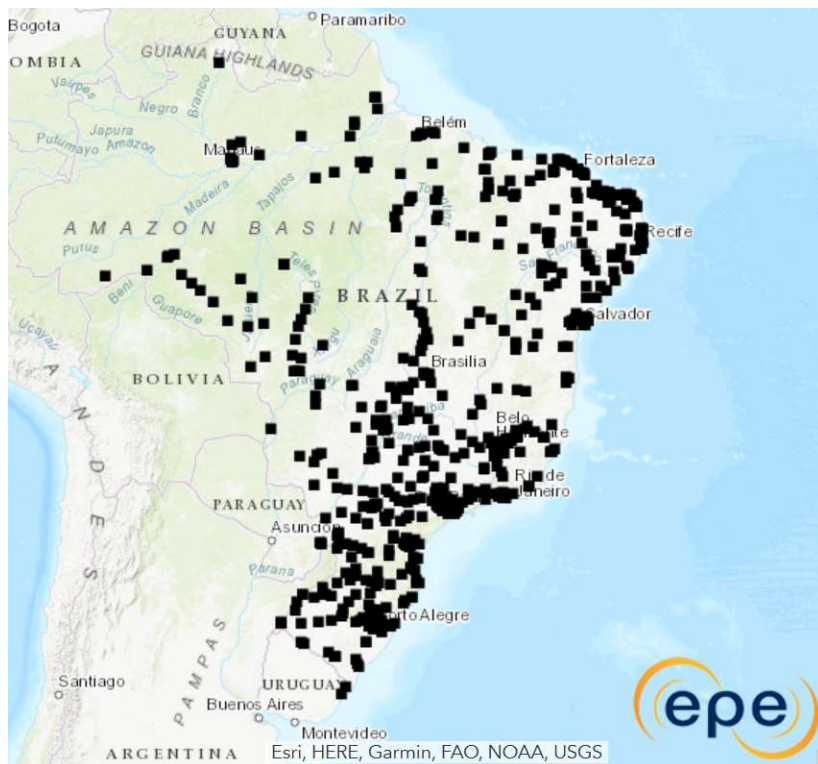
A interconexão dos sistemas elétricos, por meio da malha de transmissão, propicia a transferência de energia entre estes subsistemas. O sistema de transmissão, em geral, transporta grande quantidade de energia proveniente de usinas geradoras em longas distâncias, sendo mais vantajoso seu transporte em elevado nível de tensão por apresentar menores perdas térmicas. No Brasil, a transmissão é realizada em tensão superior a 230kV, havendo cerca de 137 000 km de linhas e 643 subestações conforme informações da Empresa de Pesquisa Energética (EPE - BRASIL, 2018a), como pode ser visualizado na Figura 9e na Figura 10.

Figura 9: Linhas de transmissão existentes no Brasil



FONTE: BRASIL, 2018b

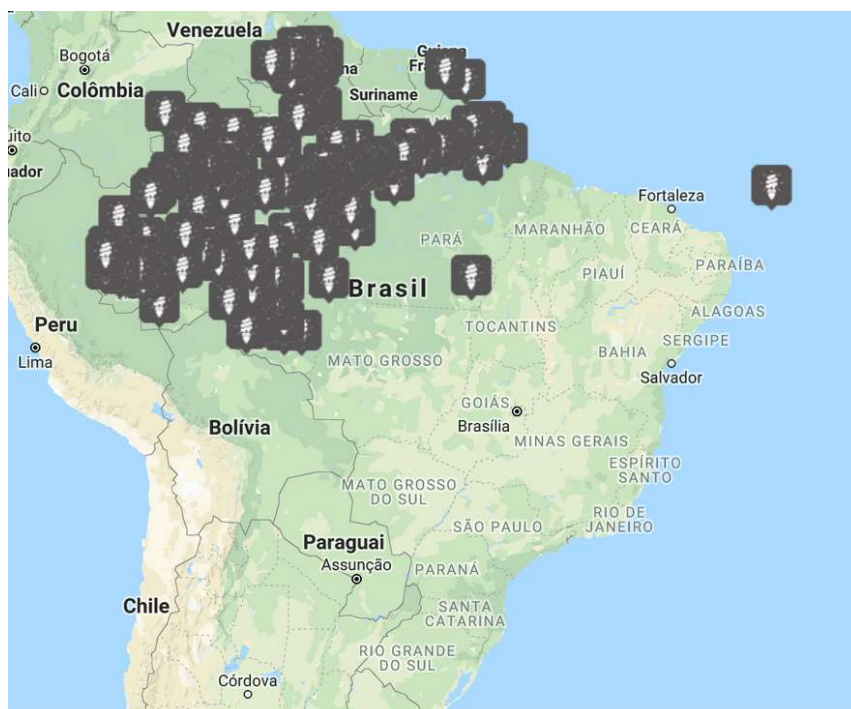
Figura 10: Subestações de transmissão existentes no Brasil



FONTE: BRASIL, 2018a

Pela Figura 9, é possível observar que algumas regiões do Brasil ainda não estão interligadas ao SIN (Boa Vista, diversas comunidades no interior do Amazonas, Acre e Roraima ainda permanecem com atendimento isolado, sendo desta forma chamados sistemas isolados). Estes podem ser visualizados na Figura 11, conforme disponibilizado no sítio eletrônico do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS - BRASIL, 2018b).

Figura 11: Sistemas isolados existentes no Brasil



FONTE: BRASIL, 2018b

Adicionalmente, para viabilizar o uso industrial e doméstico, a tensão precisa ser reduzida, o que é feito pelo sistema de distribuição que leva energia de forma pulverizada para médios e pequenos consumidores em tensão inferior a 230kV.

O sistema de distribuição de energia é aquele que se confunde com a própria topografia das cidades. É ramificado ao longo de ruas e avenidas para conectar fisicamente o sistema de transmissão, ou mesmo unidades geradoras de médio e pequeno porte, aos consumidores finais da energia elétrica. Assim, o sistema de distribuição é muito mais extenso, pois deve chegar aos domicílios e endereços de todos os seus consumidores,

sendo o gerenciamento de seus equipamentos (que são muito mais numerosos) bem mais complexo que no sistema de transmissão e geração.

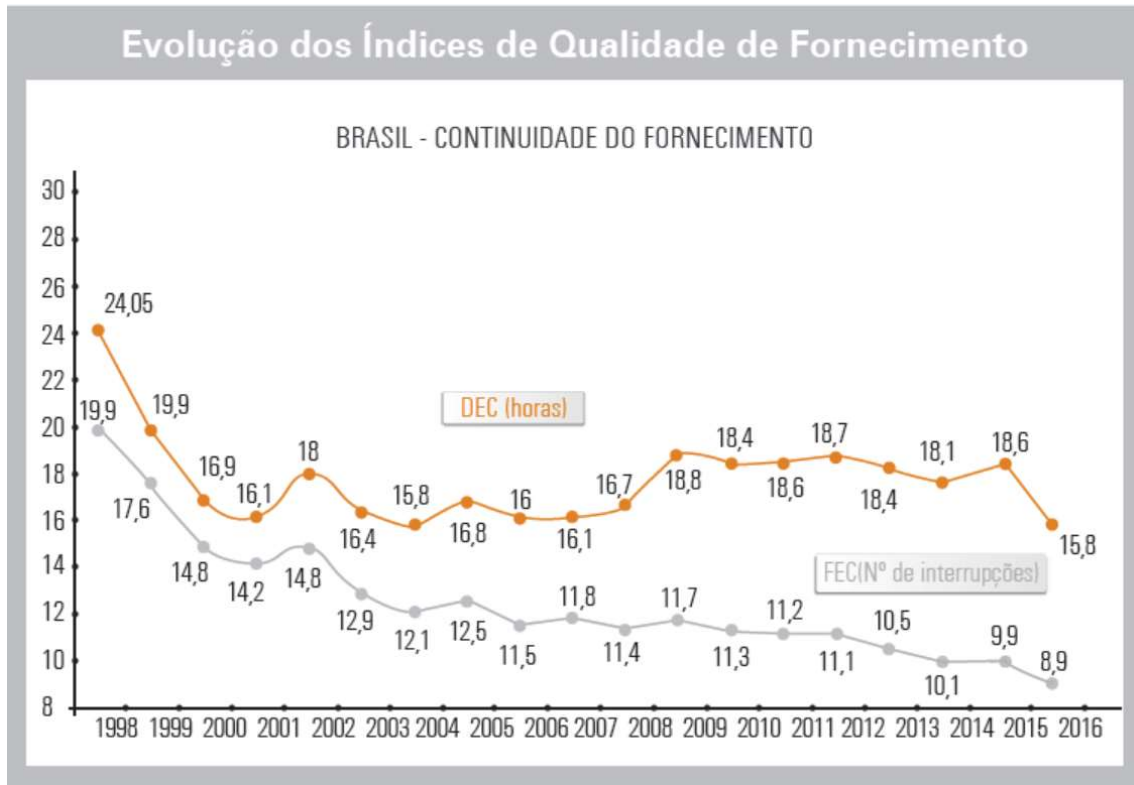
As redes de distribuição são compostas por linhas de alta, média e baixa tensão.

- Alta Tensão (Subtransmissão): 138 e 69 kV e Demais Instalações de Transmissão (DITs).
- Média Tensão: 2,3kV a 44 kV – redes aéreas ou subterrâneas;
- Baixa Tensão: 110 a 440V do poste para a UC.
- Milhões de equipamentos instalados.

O Brasil contava, **em 2015**, com mais de **77 milhões** de “Unidades Consumidoras” (UC), termo que corresponde ao conjunto de instalações/equipamentos elétricos caracterizados pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor. Do total de UCs brasileiras, 85% são residenciais.

O SEB presta um serviço de utilidade pública essencial sendo altamente regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Esta agência normatiza as políticas e diretrizes estabelecidas pelo Governo Federal para o setor, fiscaliza a prestação do fornecimento de energia elétrica à sociedade, define as tarifas de energia, de acordo com o que está estabelecido em lei e nos contratos de concessão assinados com as empresas, entre outros. Alterações de regulamentações que afetem o sistema elétrico podem afetar significativamente os contratos de concessão, assim, os impactos de qualquer proposta devem ser adequadamente avaliados. A regulação por incentivos foi iniciada pela Lei Geral de Concessões (Lei nº 8.987/95), mediante a qual as distribuidoras são incentivadas a se tornarem mais eficientes. Ao se analisar a evolução dos Índices de Qualidade de fornecimento de energia na Figura 12, nota-se a melhoria destes índices que também é acompanhada pelo aumento expressivo do número de consumidores, dada por Planos de Universalização de atendimento, como o Programa Luz para Todos. Este último Programa foi iniciado em 2006, muito após a proibição da Portaria 19 de 1981, quando a comercialização de PCB foi proibida, sendo que resultou na expansão significativa do sistema com a aquisição de inúmeros equipamentos novos.

Figura 12: Evolução dos índices de qualidade de fornecimento de energia elétrica, sendo DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora).



FONTE: ABRADÉE, 2018

ANEXO I – MODELO DE OFÍCIO E PLANILHA ENVIADOS AOS DESTINADORES DE PCB (INCINERADORAS, DESCONTAMINADORAS E EXPORTADORAS)

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E QUALIDADE AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL E GESTÃO DE RESÍDUOS
COORDENAÇÃO-GERAL DE QUALIDADE AMBIENTAL E GESTÃO DE RESÍDUOS
Esplanada dos Ministérios, Bloco B, Brasília/DF, CEP 70068-901
Telefone:

Ofício nº 7 2018-MMA

Brasília, 22 de outubro de 2018

A Sua Senhoria o Senhor
DAHLIO MÁRCIO SIMÕES

Assunto: Solicita Atualização de Informações - Convenção de Estocolmo sobre poluentes Orgânicos Persistentes (PCBs)

Senhor Presidente,

1. A Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Persistentes (POPs) entrou em vigor em 24 de fevereiro de 2004, e trata de assuntos relacionados ao controle de uso de substâncias químicas nocivas ao homem e ao ambiente. O Brasil é signatário da Convenção de Estocolmo, e seu ordenamento jurídico interno se fez Decreto nº 5.472 de 20 de junho de 2005.
2. As Bifenilas Policloradas (PCB) são uma das substâncias listadas nesta Convenção. O texto da Convenção de Estocolmo (Anexo A parte II) estabelece que as partes deverão, até 2025, envidar esforços para identificar, rotular e tirar de uso equipamentos que contenham mais de 0,05% de PCB (500mg/kg) e empenhar-se para identificar e tirar de uso equipamentos que contenham mais de 0,005% de PCB (50mg/kg), realizando seu manejo ambientalmente saudável até 2028.
3. Neste sentido, as Partes da Convenção comprometem-se a inventariar os estoques de PCB em seu território, bem como os materiais que tiveram destinação ambientalmente adequada. Portanto, visa-se neste ofício a solicitação de envio de informação sobre todos os materiais com teores acima de 50mg/kg de PCB que já foram destruídos de forma ambientalmente adequada em quantidade específica por ano (T métrica). Solicitamos que este estabelecimento identifique as empresas contratantes

do serviço para este fim, caso contrário, se vosso estabelecimento julgar necessário, preservar a identidade das empresas contratantes.

4. Encaminhamos em anexo a planilha a ser preenchida por sua empresa e para eventuais esclarecimentos, por favor contatar a Coordenadora Substituta de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos do Ministério do Meio Ambiente, Sra. Camila Boechat, pelo e-mail: camila.boechat@mma.gov.br ou pelo telefone (61) 2028-2614.

Atenciosamente,

CELINA XAVIER DE MENDONÇA
Secretária de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental Substituta

Empresa:

Endereço da sede da Empresa:

Data de preenchimento das informações:

Contato de referência:

E-mail:

Telefone:

Resíduos (incluindo equipamentos, líquidos, sólidos, solo e outros materiais) com teores de PCB acima de 50 mg/kg destruídos no Brasil		
Período / Ano	Massa destinada (Toneladas métricas)	Número de equipamentos de grande porte (com volume > 2500 L de óleo) – se disponível ou a melhor estimativa existente
1981		
1982		
1983		
1984		
1985		
1986		
1987		
1988		
1989		
1990		
1991		
1992		
1993		
1994		
1995		
1996		
1997		
1998		
1999		
2000		
2001		
2002		
2003		
2004		
2005		
2006		
2007		
2008		

2009		
2010		
2011		
2012		
2013		
2014		
2015		
2016		
2017		
Jan a set/2018		
Out a dez / 2018 (previsão / estimativa)		

1. Sua empresa já exportou ou participou da exportação de equipamento, líquido ou outros resíduos ou materiais contendo teores superiores a 50 mg/kg de PCB para destruição ambientalmente adequada? Se sim, favor especificar a massa específica por ano (T métrica), o ano e país e empresa de destino. Conforme Tabela abaixo:

Resíduos (incluindo equipamentos, líquidos, sólidos, solo e outros materiais) com teores de PCB acima de 50 mg/kg destruídos - EXPORTAÇÃO			
Ano	Massa destinada (Toneladas métricas)	Número de equipamentos de grande porte (com volume > 2500 L de óleo)	País de destino / empresa

2. Com intuito de cumprir com esta atividade, solicitamos a Vossa Senhoria que realize o envio destas informações impreterivelmente até o dia 9 de novembro de 2018. O documento contendo as informações necessárias pode ser enviado ao endereço: SEPN 505 Norte, Bloco B, Ed. Marie Prendi Cruz, Sala T14, CEP 70730-542 – Brasília/DF – Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos, ou por e-mail adriano.fernandes.mma@gmail.com. Para quaisquer dúvidas, por favor, entrar em contato pelo telefone +55 (61) 2028-2221, falar com Adriano Fernandes.

Atenciosamente,
 Coordenação Geral de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos– CGQAR
 Ministério do Meio Ambiente

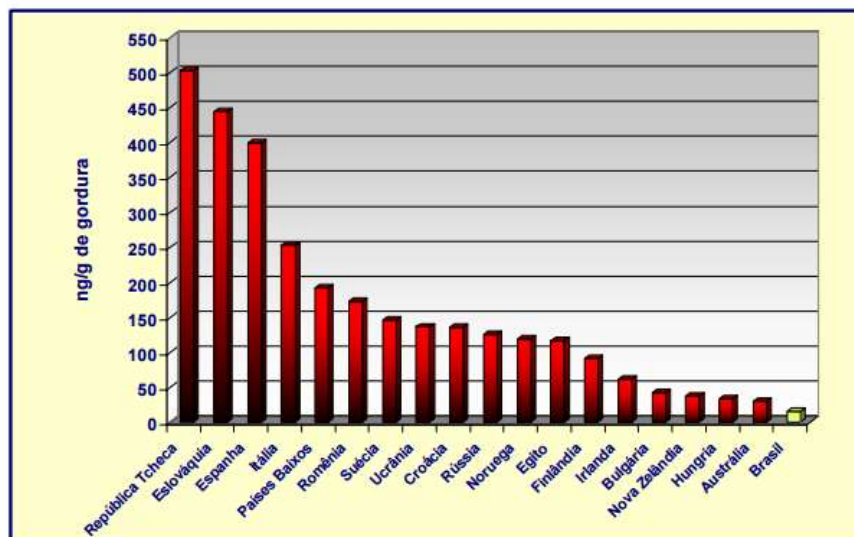
ANEXO II – RESULTADOS DE MEDIÇÃO DE DIOXIN LIKE PCB E DE PCB INDICADORES EM LEITES MATERNOS

Como explanado no item 3.5, a seguir são apresentados os resultados dos estudos de medição de PCBs em leite materno realizados por:

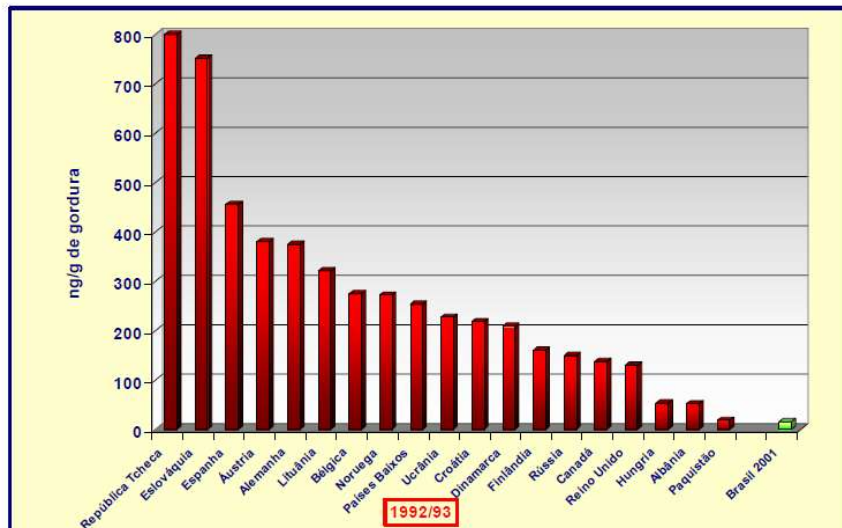
- Braga (2003) - Figura 13;
- Fiocruz (2014) - Figura 14;
- resultados estatísticos de medição de PCBs em leite materno conforme dados disponibilizados pelo Plano de Monitoramento Global (Global Monitoring Plan – GMP Data Warehouse, em que é possível todos os monitoramentos aprovados ou validados pelo GMP do mundo, entre os quais os dois estudos anteriores realizados no Brasil -Figura 15 e Figura 16.

Estes resultados das duas rodadas de exposição da população geral brasileira (BRAGA, 2003; FIOCRUZ, 2014) indicam que a contaminação por PCBs em leite materno do país deve estar entre os menores do mundo.

Figura 13: Mediana dos níveis de PCBs marcadores em ng EQT-OMS/g de gordura em amostras de leite humana de população geral do Brasil de 2002 em comparação com as medianas dos países integrantes da 3ª rodada (A) e da 2ª rodada (1992-1993) (B)



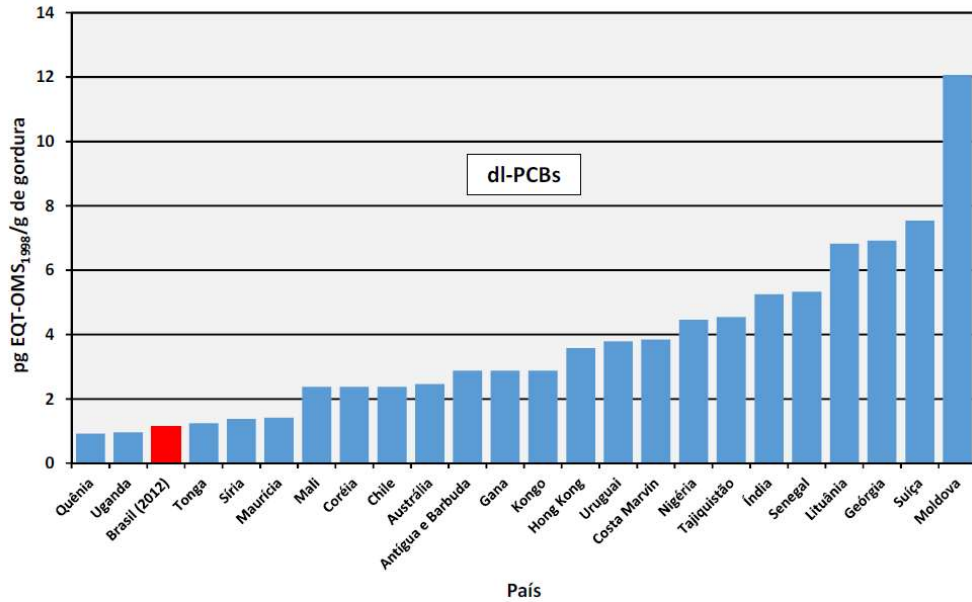
A



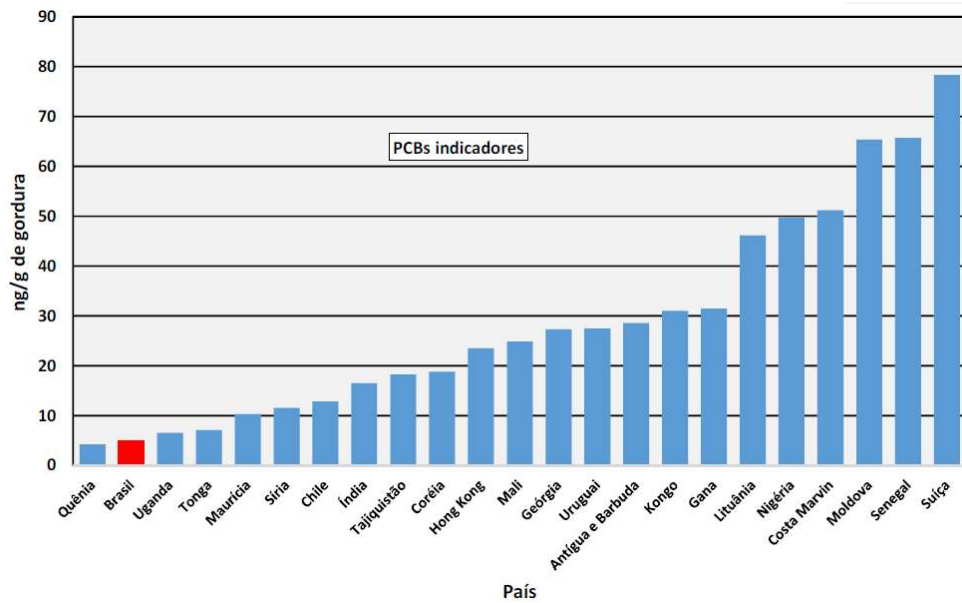
B

Fontes : BRAGA, 2003.

Figura 14: Níveis médios de dioxin like PCBs (A) e PCBs indicadores (B) em leite materno no Brasil em 2012 em comparação com os resultados de outros países no período de 2008/2009



A



B

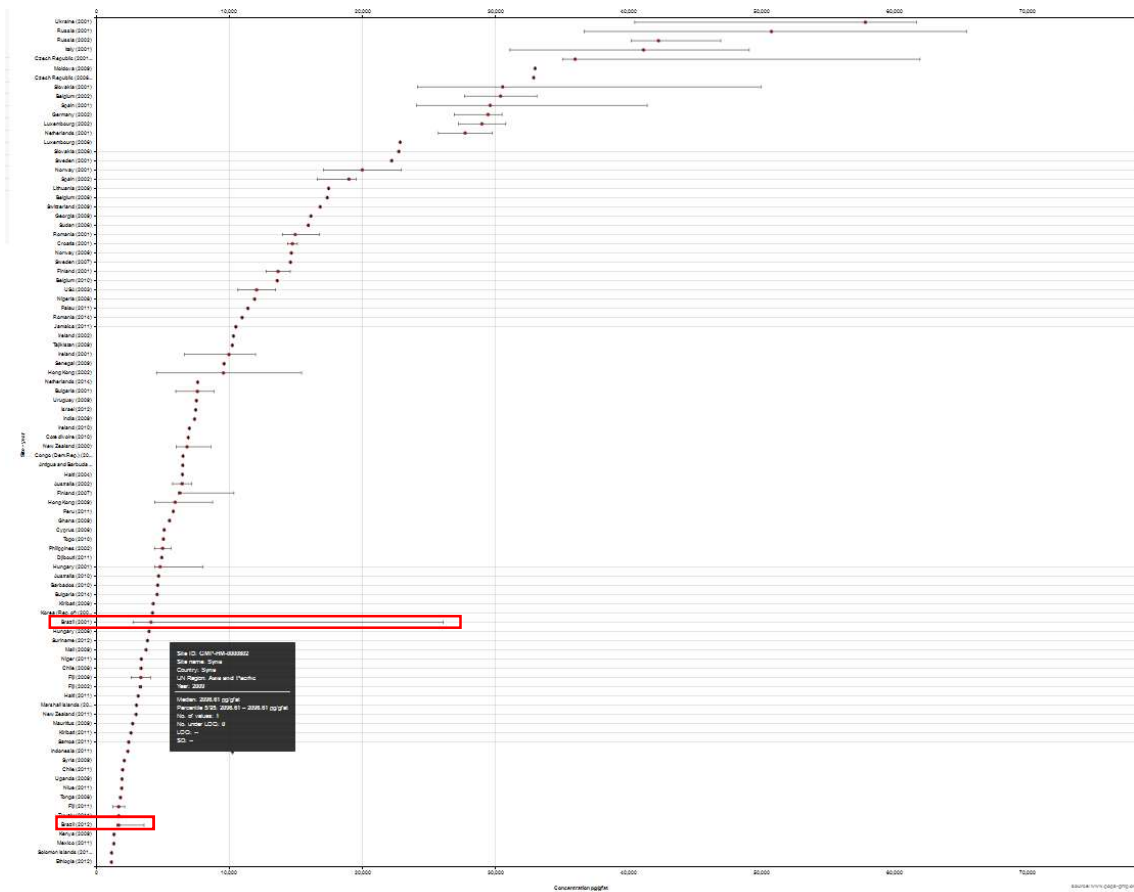
FONTE: FIOCRUZ, 2014.

A Figura 15 e a Figura 16 foram obtidas conforme dados disponibilizados pelo Plano de Monitoramento Global (Global Monitoring Plan – GMP Data Warehouse) de POPs da CE (HULEK et al, 2018), tendo sido selecionados as opções descritas no, respectivamente.

Quadro 2: Opções selecionadas para obtenção da Figura 15

Matriz	leite materno
Especificação de matriz	amostra composta (pooled)
Grupos regionais das Nações Unidas	Todos
Países	Todos
Mar	Não classificado
Tipo de sítio	Não classificado
Período	1987-2014 (máximo)
Status	Aprovado pelo GMP; Validado pelo GMP
Programa de monitoramento	GMP UNEP
Fornecedor dos dados	Africa – UNEP; Asia – UNEP; CEE – UNEP; GRULAC – UNEP; WEOG - UNEP
Composto	PCB indicador e dl-PCB - coplanar
Summary Statistics	
Matriz	leite materno
Especificação de matriz	amostra composta (pooled)
Composto	dl-PCB - coplanar
Parâmetro	Soma de 12 PCBs
Unidade	pg/g gordura
Local	Não selecionado
Ano	Não selecionado
Valor central	Mediana
Range	Percentil 5-95
Ordenado por	Valor central
Direção do ordenamento	Ascendente

Figura 15: Resultados estatísticos de medição de dioxin like PCB – coplanares (somatório de 12 PCBs) em leite materno dos levantamentos feitos pela OMS / PNUD (GMP UNEP) ordenados pela mediana, com destaque dos resultados dos levantamentos realizados no Brasil (2001 e 2012)

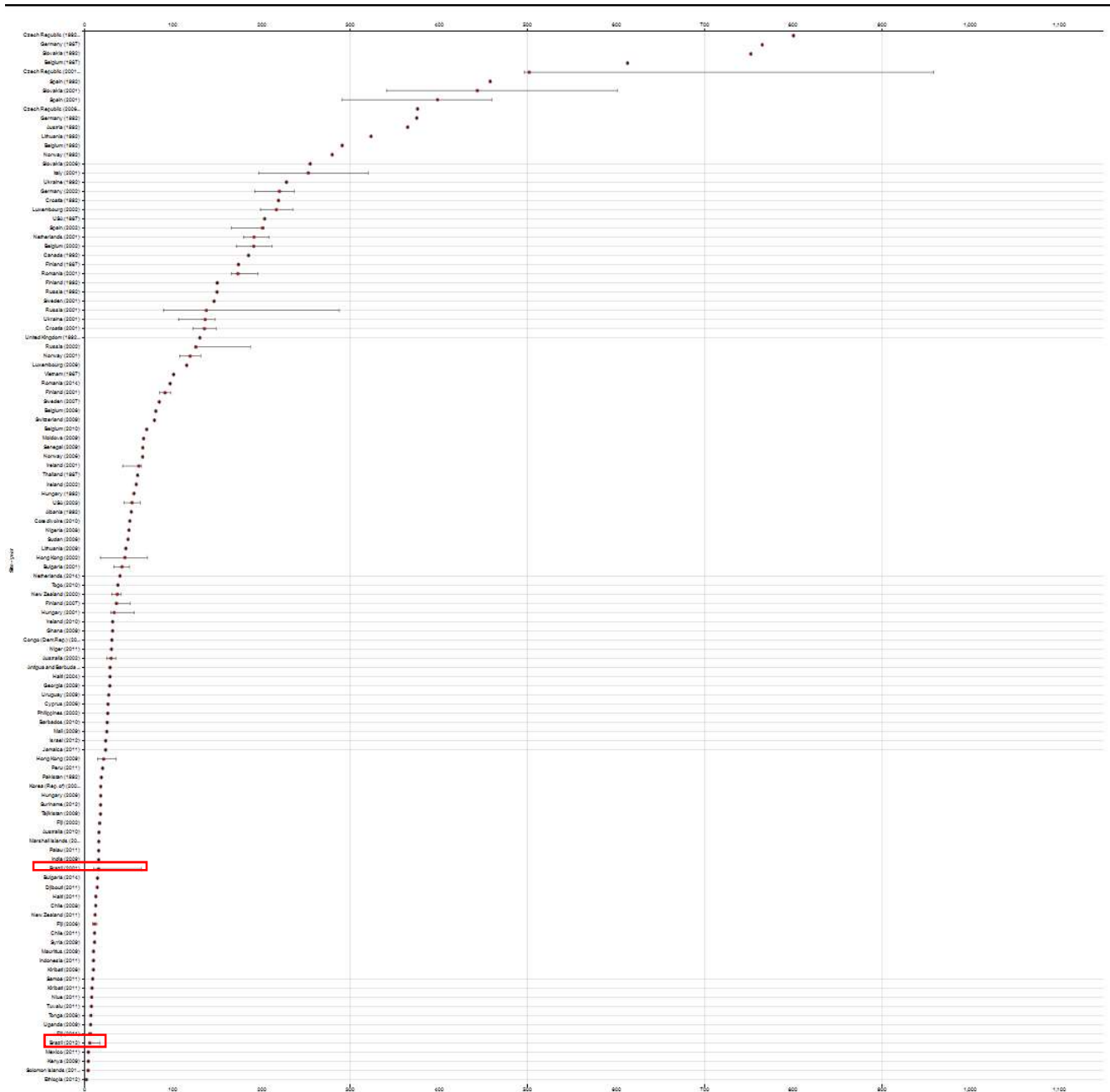


FONTE: HULEK et al, 2018.

Quadro 3: Opções seleccionadas para obtenção da Figura 16

Matriz	leite materno
Especificação de matriz	amostra composta (pooled)
Grupos regionais das Nações Unidas	Todos
Países	Todos
Mar	Não classificado
Tipo de sítio	Não classificado
Período	1987-2014 (máximo)
Status	Aprovado pelo GMP; Validado pelo GMP
Programa de monitoramento	GMP UNEP
Fornecedor dos dados	Africa – UNEP; Asia – UNEP; CEE – UNEP; GRULAC – UNEP; WEOG - UNEP
Composto	PCB indicador e dl-PCB - coplanar
Summary Statistics	
Matriz	leite materno
Especificação de matriz	amostra composta (pooled)
Composto	PCB indicador
Parâmetro	Soma de 6 PCBs
Unidade	Ng/g gordura
Local	Não seleccionado
Ano	Não seleccionado
Valor central	Mediana
Range	Percentil 5-95
Ordenado por	Valor central
Direção do ordenamento	Ascendente

Figura 16: Resultados estatísticos de medição de PCB indicadores (somatório de 6 PCBs) em leite materno dos levantamentos feitos pela OMS / PNUD (GMP UNEP) ordenados pela mediana, com destaque dos resultados dos levantamentos realizados no Brasil em 2001 e 2012



FONTE: HULEK et al, 2018.