

Levantamento da utilização de transformadores com óleo ascarel na cidade de Joinville/SC

Ana Lúcia Berretta Hurtado (IST/SOCIESC) ana.hurtado@sociesc.org.br
Alexsander S. B. Magalhães (IST/SOCIESC) contato@alexmagalhaes.com

Resumo:

As bifenilas policloradas são substâncias tóxicas persistentes altamente nocivas aos mamíferos e estão presentes em óleos sintéticos industriais como o Ascarel. Mesmo com sua produção vetada por lei, dispositivos elétricos, especificamente alguns transformadores, ainda podem estar contaminados por este composto que quando descartado de forma incorreta pode causar contaminações extremas ao ambiente. Este projeto de pesquisa teve por objetivo principal estimar a quantidade de óleo possivelmente contaminado por bifenilas policloradas presentes em transformadores elétricos na cidade de Joinville/SC. Valendo-se de um mecanismo de pesquisa desenvolvido especificamente para este fim, baseou-se em estratégias já utilizadas por organizações internacionais do meio ambiente, sem a necessidade da coleta de amostras para análises químicas, em uma tentativa de contribuir para o mapeamento de tais substâncias. Ao final desta pesquisa foi possível constatar que, mesmo após quatro décadas da proibição da fabricação, ainda é possível encontrar equipamentos contaminados por Ascarel, mostrando a relevância de tal inventário.

Palavras chave: Substâncias tóxicas persistentes, Bifenilas policloradas, Transformadores elétricos, Óleo Ascarel, Contaminantes.

Survey on the use of electrical transformers with Ascarel in Joinville/SC

Abstract

Polychlorinated biphenyls are highly persistent toxic substances which are harmful to mammals and are present in synthetic oils such as industrial Ascarel. Even with its production vetoed by law, fixtures, specifically some transformers may still be contaminated by this compound which if improperly disposed can cause extreme environmental contamination. This research project aimed at estimating the amount of oil possibly contaminated by polychlorinated biphenyls present in electrical transformers in Joinville / SC. Making use of a search instrument developed specifically for this purpose, it was based on strategies already used by international environmental organizations, without the need for the collection of samples for chemical analysis, in an attempt to contribute to the mapping of such substances. At the end of this research it was found that, even after four decades of prohibition of manufacturing, it is still possible to find equipment contaminated by Ascarel, showing the relevance of such inventory.

Key-words: Persistent toxic substances, Polychlorinated biphenyls, Electric transformers, Ascarel oil, Contaminants.

1. Introdução

As bifenilas policloradas (PCBs) são compostos organoclorados sintetizados para fins industriais, tendo sido usadas amplamente na área elétrica até os anos 80. No Brasil, a existência do óleo Ascarel, nome comercial do produto que contém aproximadamente 75% de Aroclor 1254 e 25% de triclorobenzeno (Antonello et al., 2005), provém de importações vindas dos Estados Unidos e da Alemanha.

O óleo Ascarel teve sua fabricação proibida em todo mundo e, segundo o Relatório Organização Mundial da Saúde de 1987, este é incluído no Grupo 2A como Provável Cancerígeno Humano. Entretanto, a Portaria Interministerial (MIC/MI/MME) n° 19/81 ao mesmo tempo em que proíbe sua fabricação no Brasil, abre uma brecha para que transformadores elétricos que já possuem o óleo continuem a usá-lo até que haja a necessidade de esvaziar seu reservatório, e só então seja cheio com outro óleo que não o Ascarel.

O grande problema é que as PCBs possuem alta estabilidade química e térmica, por isso são persistentes no ambiente, insolúveis em água, porém extremamente solúveis em óleos vegetais, gorduras animais e em solventes orgânicos (Borja et al., 2005). Devido a essas características e ao seu uso indiscriminado, essas substâncias acumularam-se no meio ambiente (Garrido et al., 1992; Platonow et al., 1971) e estudos nacionais já encontraram PCBs em tecidos de animais e em alimentos processados. O problema torna-se maior na medida em que não se tem uma fiscalização adequada da destinação deste óleo e sua reciclagem, ainda que possível, seja extremamente onerosa, uma vez que são poucas as empresas habilitadas no Brasil a fazê-la.

Assim, é de extrema importância um levantamento da real situação de transformadores à base de Ascarel ainda em uso de forma a contribuir para a sua inativação e para o gerenciamento de um descarte correto, evitando maiores contaminações e possíveis acidentes irreversíveis.

Neste contexto, o projeto de pesquisa tem por objetivo principal estimar a quantidade de óleo presente em transformadores elétricos na cidade de Joinville, mostrar qual o risco potencial de contaminação do óleo atualmente utilizado e dos demais equipamentos locais através da diluição do Ascarel, apontar o grau de preocupação e conhecimento dos envolvidos sobre o assunto, contribuindo para o mapeamento de substâncias tóxicas persistentes.

2. Histórico das bifenilas policloradas

As bifenilas policloradas foram sintetizadas pela primeira vez por volta de 1881 por Schmidt e Schulz, sendo inicialmente produzidas em escala industrial em 1929 (Tanabe, 1988), para aplicações como componentes de dielétricos de capacitores eletrolíticos e óleo de transformadores elétricos, como componentes de bombas de vácuo, turbinas de transmissão de gás, fluidos hidráulicos, resinas plastificantes, lubrificantes, óleos de imersão, misturas de pesticidas e papel carbono (Penteado et al., 2001).

Dentro dos transformadores elétricos o óleo tem basicamente duas funções: resfriar o núcleo do transformador e criar isolamento elétrico ou, efeito dielétrico, através de imersão, dessa forma, o setor elétrico é uma fonte ativa de PCB para o ambiente, devido à estocagem primária deste passivo ambiental. Segundo as normas NBR 8371/94 e 13882/97, para o setor de transmissão de energia elétrica são considerados equipamentos elétricos isentos de PCBs aqueles cujo óleo mineral isolante contenha teores inferiores a 3,0ug/mL, equipamentos não contaminados aqueles com valores inferiores a 50ug/mL e contaminados aqueles com valores entre 50 e 500ug/mL.

Apesar da homologação da Portaria interministerial (MIC/MI/MME) n° 19 de 29 de janeiro de 1981, a qual proibiu a instalação de qualquer equipamento que contenha bifenilas

policloradas (PCBs) e sua fabricação em território nacional, o uso e a comercialização de PCB puro ou em mistura, em qualquer concentração ou estado físico, conforme prazos estabelecidos na própria norma, não decreta o descarte imediato do produto, como se pode observar no item III da mesma Portaria nº 19/81: “*Os equipamentos de sistema elétrico, em operação, que usam bifenil policlorados – PCBs, como fluido dielétrico, poderão continuar com este dielétrico, até que seja necessário o seu esvaziamento, após o que somente poderão ser preenchidos com outro que não contenha PCBs*”. Desta forma, mesmo a Portaria Federal proibindo a instalação de novos transformadores com este produto, os equipamentos antigos ainda continuam em uso.

Alguns trabalhos têm levantado a problemática da utilização desses transformadores antigos, relacionando a sua substituição à dificuldade no seu descarte, seja devido ao elevado valor ou às poucas empresas especializadas nesse serviço (Almeida et al., 2007; Leonel et al., 2010; Ricciardi et al., 2008). Para o descarte de resíduos contaminados com Ascarel, a NBR 10004 o classifica como resíduo de Classe I. No Brasil, apenas algumas empresas ambientais fornecem serviços de gerenciamento adequado da destinação final dos transformadores contaminados por Ascarel. A Bayer, no Rio de Janeiro e a Cetrel, no Pólo de Camaçari, na Bahia, incineram o óleo e os sólidos contaminados. A Cinal, em Alagoas, queima o líquido isolante, e a WPA, com o escritório em São Paulo e fábrica no Paraná, faz apenas a descontaminação de peças sólidas.

A Tecori, em Pindamonhangaba, São Paulo, faz a descontaminação e a reciclagem do metal já descontaminado

(<http://www.energiahoje.com/brasilenergia/noticiario/2000/11/01/363110/assine>). Ricardo Valente cita estimativas de que no Brasil há cerca de 200 mil toneladas de resíduos de Ascarel, sendo que apenas 1.500 a 2.000 toneladas, ou cerca de 1%, são tratadas por ano (http://www.ambiente.sp.gov.br/destaque/220803_asec.htm). Valente salienta que não há análise ou controle da qualidade do óleo processado pelas empresas regeneradoras de óleo isolante de transformadores, o que leva à ocorrência da contaminação nos próprios regeneradores, reintroduzindo o óleo Ascarel em todos os equipamentos.

O descarte clandestino, o manuseio inadequado deste óleo ou até o desconhecimento de causa têm suas conseqüências evidenciadas em alguns trabalhos dos últimos anos onde foram mapeadas a presença destes compostos em tecidos de mamíferos marinhos (Leonel et al., 2010) e alimentos processados (Bogusz Junior et al., 2004; Santos et al., 2006).

3. Procedimentos metodológicos

A pesquisa caracterizou-se por ser exploratória, buscando um levantamento qualitativo e quantitativo da situação dos transformadores possivelmente contaminados por óleo Ascarel na cidade de Joinville.

Como a pesquisa não previu a possibilidade de análises químicas do óleo dos transformadores para a confirmação da contaminação, partiu-se de uma máxima de que sendo uma substância tóxica persistente (STP), uma vez dentro do transformador, o mesmo, dentro de algumas variantes, seria considerado contaminado. Assim, houve a necessidade de se desenvolver uma ferramenta de pesquisa, no caso um questionário a ser preenchido em pesquisa de campo, que utilizou algumas perguntas na forma de *check-list*, já conhecidas e utilizadas por organizações internacionais do meio ambiente como a United Nations Environment Programme (UNEP).

Para o desenvolvimento deste questionário e um melhor entendimento do processo de regeneração de óleo empregado pela maioria das empresas especializadas da região, foram realizadas algumas visitas na CELESC, a Companhia Elétrica de Santa Catarina, a qual mostrou uma das formas corretas de filtragem e análise de óleo, conforme se pode ver no passo a passo representado na Figura 1.

1 – O óleo é retirado dos transformadores

Em média, 70% do peso total de um transformador elétrico é o peso do óleo.

Através de pressão hidráulica, o óleo é empurrado por cima do tanque de expansão do transformador e sugado por baixo para dentro de caminhões pipa.

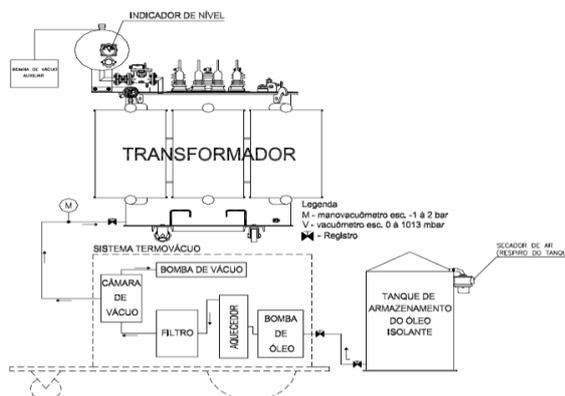


Imagem 1 – Esquemática da retirada do óleo

Fonte: Manual de Inst. e Man. para transformadores a óleo WEG

O processo de esvaziamento pode levar até 10 horas para um transformador de 20.000 litros

O transformador sem óleo é mantido pressurizado com ar seco para evitar a entrada de umidade até receber novo óleo.



Imagem 2 – Transformador de 15.700l vazio e pressurizado

Fonte: Própria

2 – O transporte é feito até a sede da CELESC em Joinville- SC

Os caminhões pipa trazem o óleo utilizado nos transformadores da CELESC de todo o estado de Santa Catarina e descarregam na SPSL (Supervisão de Subestações e Linhas de Transmissão) em Joinville, onde o óleo é armazenado até o momento do tratamento.



Imagem 3 – Armazenamento do óleo na SPSL

Antes do tratamento há um pré-

processo no denominado Tanque de Óleo Velho (TOV), onde o óleo decanta até o processo de regeneração. Este reservatório suporta até 50.000l.

Parte dos resíduos que contém apenas a bauxita usada aguardam destinação final numa caçamba no pátio da empresa.

Fonte: Própria



Imagem 4 – Detalhes armazenamento e transporte de óleo

Fonte: Própria

3 – O óleo é filtrado na estação de regeneração

O óleo é bombeado do TOV para dentro de 18 torres de filtragem cheias de bauxita, onde o óleo sujo é filtrado por gravidade e armazenado dentro de tonéis para análise.

O mineral faz a filtragem de partículas em suspensão no óleo e o processo é repetido até que o mesmo esteja livre de impurezas.

Após 3 filtrações, a bauxita das torres é toda substituída e encaminhada para uma empresa especializada fazer o descarte correto.

Depois de constatado pelo laboratório da CELESC que o mesmo está livre de agentes contaminantes, o óleo é aditivado e engalonado ou bombeado para dentro do Tanque de Óleo Regenerado, ou TOR.



Imagem 5 - Torres de filtragem

Fonte: Própria



Imagem 6 – Bauxita e aditivos

Fonte: Própria

4 – O óleo é transportado de volta ao transformador

O óleo é então transportado por caminhões da SPSL especializados em reabastecimento de transformadores até o local, onde aquecem o óleo a mais de 100°C através de resistências elétricas para evaporar gotículas de água acumuladas no óleo e reservam-no numa câmara de vácuo a 0,4Bar.

Quando o óleo está livre de umidade, é pulverizado sobre as bobinas pré-aquecidas do transformador pressurizado com ar. Este processo é denominado termovácuo e leva no mínimo 24 horas.

Este cuidado impede a formação de bolhas no óleo, o que poderia causar arcos-voltaicos entre as bobinas dos transformadores, destruindo seus enrolamentos e inutilizando-os.



Imagem 7 – Detalhe Caminhão abastecedor da SPSL

Fonte: Própria



Imagem 8 – Curto circuito em bobinas gerado por arco

Fonte: www.edtengineers.com

Figura 1 – Esquema da filtragem do óleo mineral de transformadores elétricos

Como descrito na Figura 1, após a filtragem algumas amostras são retiradas para análise. A análise química é realizada no laboratório especializado da CELESC em Florianópolis, onde são feitos diversos testes incluindo o teste para detecção de contaminação do óleo por PCBs.

Caso seja confirmada esta contaminação, o óleo e os resíduos de sua filtragem são armazenados de forma separada, onde aguardam transporte especializado até seu destino final, sendo este o principal diferencial entre um tratamento correto e um tratamento inadequado.

Após a visita à CELESC, e com o conhecimento adquirido por meio da revisão bibliográfica e informações trocadas com pesquisadores experientes no 2º CONEPRO-SUL (2012), foi desenvolvido o questionário para ser utilizado no levantamento das informações, o qual procurou classificar a contaminação e o grau de diluição deste óleo contaminado.

Como indicadores de contaminação, foram formuladas perguntas buscando a data de fabricação do transformador, o tipo de óleo utilizado e ainda o interesse da empresa proprietária do dispositivo de realizar algum teste de contaminação por PCBs no óleo.

Como indicadores de diluição, perguntas foram formuladas buscando a periodicidade da manutenção do óleo, terceirização de serviços de manutenção e adequação dos equipamentos

utilizados no processo, históricos de manutenção do óleo e do transformador, a prática de substituição, descarte e/ou reabastecimento do óleo, qual o óleo original indicado pelo fabricante, vazamentos acidentais e as providências tomadas ou indicadas pela empresa proprietária do transformador.

Para cada resposta destes dois ramos foram atribuídos pesos, os quais classificam a contaminação do óleo como baixo risco, alto risco e risco iminente de contaminação e, para o grau de diluição, classifica-se como baixo e alto nível de diluição para o meio ou outros equipamentos do gênero. Estes pesos foram definidos na matriz de classificação das respostas do formulário (Anexo A).

A amostra da pesquisa foi definida por 8 instituições de Joinville, dentre elas empresas, hospitais e instituições educacionais, totalizando 42 transformadores elétricos visitados.

4. Resultados e discussão

O instrumento principal de pesquisa foi o questionário desenvolvido para a pesquisa em campo, o qual foi elaborado de forma a levantar a utilização de transformadores com óleo Ascarel propriamente dito ou aqueles que tiveram a diluição do óleo por meio do preenchimento com óleos minerais. A seguir são apresentados os detalhes do referido instrumento de pesquisa com algumas discussões pertinentes:

1. Quantidade de litros de óleo ou peso do transformador: a quantidade de óleo no transformador pode ser medida diretamente em litros, calculada através da massa e de sua densidade tabelada ou ainda assumindo que aproximadamente 70% do peso do transformador é do óleo. Esta é uma das informações mais importantes do questionário, pois serve como base para o gráfico de contaminação e diluição estimado.

2. Data fabricação: esta informação é crucial para a estimativa de contaminação, pois se o transformador foi fabricado numa data anterior à lei da proibição do Ascarel, existem grandes chances do mesmo estar contaminado pelo óleo ou até ser portador do mesmo. É importante lembrar que alguns transformadores pesquisados tiveram esta data alterada em sua placa de fabricação de acordo com as regras internas de cada empresa quando, por exemplo, tinham seus conteúdos esvaziados e substituídos por outro óleo, procedimento este inadequado pois altera o único registro que pode classificar diretamente a vida útil do transformador, sem mencionar o fato de que a simples troca do óleo não elimina totalmente as bifenilas policloradas do reservatório, o que acaba por contaminar o óleo substituto, diluindo a STP no ambiente.

3. Qual o óleo utilizado e quando foi colocado / Existe algum teste de contaminação por PCB's: essas duas perguntas constituem a principal forma de se classificar a contaminação, pois informa se o transformador possui ou não Ascarel. Ao final desta pesquisa nenhum transformador foi comunicado como portador de Ascarel, o que já era esperado por parte dos pesquisadores uma vez que desde a sua proibição as pessoas temem alguma fiscalização por parte dos órgãos ambientais.

4. Houve vazamento ou acidente com o transformador / Quais providências foram (seriam) tomadas: embora todas as empresas pesquisadas tenham mostrado conhecimento sobre o assunto, ironicamente algumas admitiram a dificuldade em impedir pequenos gotejamentos de óleo em transformadores antigos que ainda estão em operação, justamente os fabricados anteriormente a 1980. No entanto, nenhum evento além destes gotejamentos foi citado.

5. Periodicidade da manutenção do óleo / A manutenção é terceirizada / Quais os equipamentos utilizados na manutenção / Existe algum histórico desta manutenção* (anexar cópia para análise posterior) / Costuma-se trocar ou completar o óleo / Qual o óleo original

(indicado pelo fabricante) / Houve manutenção mecânica ou rebobinamento / Neste caso, o óleo foi mantido ou descartado: essas perguntas pretendem reunir informações gerais sobre estimativas de diluição do óleo dito possivelmente contaminado que foi classificado pelas perguntas anteriores. Quanto à periodicidade de manutenção é fácil notar que quanto maior a periodicidade, maior o nível de diluição deste óleo. Algumas empresas pesquisadas inclusive realizam manutenções preditivas semestrais no óleo de seus transformadores. Quanto à terceirização de serviços e aos equipamentos utilizados, todas as empresas pesquisadas utilizam serviços terceirizados e equipamentos específicos como bombas-filtro, o que no caso de uma filtragem simples em um óleo contaminado, pode causar a contaminação de outros transformadores quando realizadas novas filtrações utilizando o mesmo equipamento, classificando novamente alto nível de diluição no caso de óleo contaminado. Quanto à troca ou preenchimento ocasional do óleo, nenhuma empresa relatou o preenchimento, apenas em alguns casos, relatou-se a substituição do óleo. No quesito manutenção do transformador, não se pode confirmar o tipo nem o número de manutenções nos transformadores mais antigos, pois não houve um histórico detalhado, tampouco a placa do transformador foi mantida inalterada nestes casos. Desta forma, nas empresas pesquisadas alguns transformadores ditos reparados foram considerados como se houvessem sofrido uma única manutenção com exposição do núcleo. Ainda neste contexto, não se pode confirmar se o óleo foi mantido ou trocado.

Ao final da pesquisa, as 8 instituições de Joinville totalizaram 42 transformadores elétricos e aproximadamente 81.000 (oitenta e um mil) litros de óleo, dos quais 63% foram classificados como tendo um baixo risco de contaminação por PCBs, ao passo que 37% possuem alto risco de contaminação, como mostra o Gráfico 1.

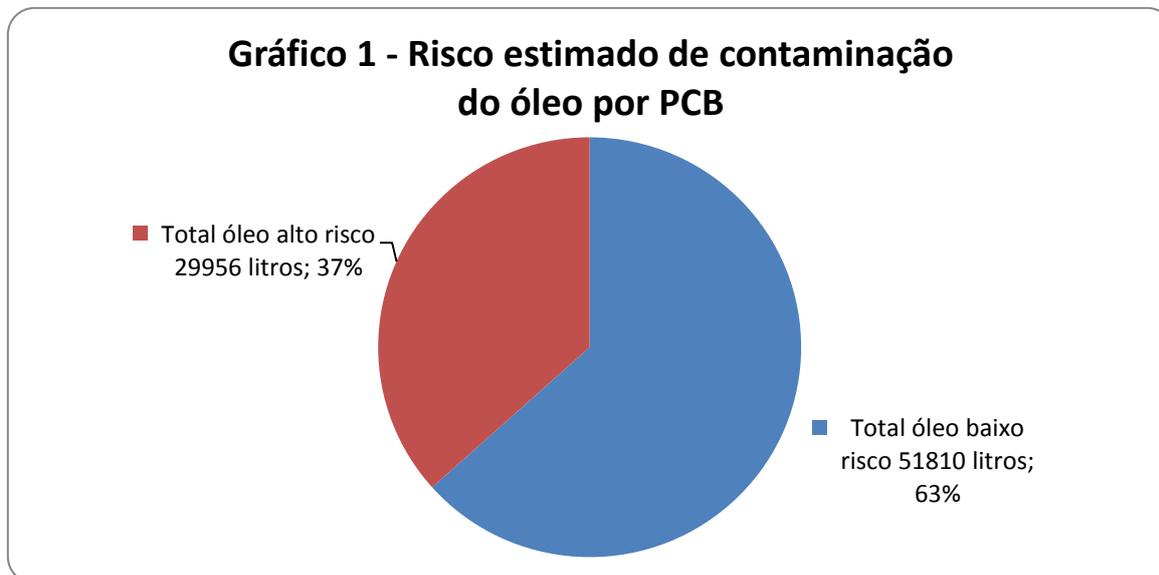


Gráfico 1 – Risco de contaminação do óleo dos transformadores elétricos por PCB

O nível de diluição deste óleo contaminado é muito alto se levado em consideração o tempo de operação dos transformadores potencialmente contaminados e a recorrência da manutenção dos mesmos, que em alguns casos chega a ser semestral. Desta forma, todo o óleo possivelmente contaminado foi considerado como altamente diluído.

5. Conclusões

Ao final desta pesquisa foi possível constatar que mesmo após quatro décadas da proibição da sintetização dos PCBs no Brasil, ainda é possível encontrar equipamentos com fortes indícios de contaminação por óleo Ascarel, salientando a relevância da fiscalização e manutenção de tal inventário.

É importante ressaltar que sem o auxílio de uma análise química, não foi possível comprovar a contaminação destes fluidos por PCB, assim a pesquisa classificou o risco da contaminação destes isolantes através da data de fabricação, por exemplo, que é um forte indicador de contaminação, pois, transformadores fabricados antes de 1980, mesmo que hoje reconicionados, ou que tiveram seu óleo substituído, ainda podem apresentar traços de PCB.

Neste contexto, embora não tenha sido possível encontrar equipamentos com óleo Ascarel puro, relatos dos funcionários do setor elétrico e documentos de inventário destas instituições demonstram que as mesmas já possuíam transformadores que utilizavam este óleo e que na data desta pesquisa já haviam sido leiloados ou descartados.

Infelizmente, para tais casos não foi possível comprovar o destino dos mesmos, mas é preciso ressaltar que o crime ambiental não está na emissão do poluente, mas é caracterizado na negligência do emissor quando reporta aos órgãos responsáveis inverdades sobre a quantidade ou destinação deste poluente.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio ao desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

ANTONELLO, I.; HUMERES, E.; SOUZA, I.G.; DEBACHER, N.A.; MARTINS, A.R. *Determinação de Ascarel em óleo isolante de transformadores*. Química Nova, v.30, n.3, p.709-711, 2007.

BORJA, J.; TALEON, D.M.; AURESENIA, J.; GALLARDO, S. *Polychlorinated biphenyls and their biodegradation*. Process Biochemistry, v.40, p.1999-2014, 2005.

GARRIDO, F.M.D.; JODRAL, V.M.L; POZO, L.R. *Bifenilos policlorados em leches esterilizadas españolas y estudio experimental del efecto de la temperatura sobre estos compuestos*. ILE – Industrias Lacteas Españolas, v.179, p.35-40, 1992.

PLATONOW, N.S.; SACHENBECKER, P.W.; FUNNEL, H.S. *Residues of polychlorinated biphenyls in cattle*. Canadian Veterinary Journal, v.12, p.115-118, 1971.

TANABE, S. *PCB problems in the future: foresight from current knowledge*. Environmental Pollution, v.50, p.5-28, 1988.

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

ALMEIDA, F.V.; CENTENO, A.J.; BISINOTI, M.C.; JARDIM, W.F. *Substâncias tóxicas persistentes (STP) no Brasil*. Química Nova, v.30, n.8, p.1976-1985, 2007.

RICCIARDI, T.R.; MORAES, M.O. DE; MICHELUTTI, F.L. *Avaliação da qualidade da energia elétrica no campus da Unicamp em Barão Geraldo*. Revista Ciências do Ambiente On-line, v.4, n.1, p.28-36, 2008.

LEONEL, J.; SERICANO, J.L.; FILLMANN, G.; SECCHI, E.; MONTONE, R.C. *Long-term trends of polychlorinated biphenyls and chlorinated pesticides in franciscana dolphin (Pontoporia blainvillei) from southern Brazil*. Marine Pollution Bulletin, v.60, p.412-418, 2010.

BOGUSZ JUNIOR, S.; DOS SANTOS, J.S.; XAVIER, A.A.O.; WEBER, J.; LEÃES, F.L.; COSTABEBER, I. *Contaminação por compostos organoclorados em salsichas de hot-dog comercializadas na cidade de Santa Maria (RS), Brasil.* Ciência Rural, v.34, n.5 p.1593-1596, 2004.

SANTOS, J.S.; XAVIER, A.A.O.; RIES, E.F.; COSTABEBER, I.; EMANUELLI, T. *Assessment of polychlorinated biphenyls (PCBs) in cheese from Rio Grande do Sul, Brazil.* Chemosphere, v.65, p.1544-1550, 2006.

Relatório da Organização Mundial da Saúde. Comitê Regional Africano. 37ª. Sessão. Bamaco, 1987. 206p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Instrução Normativa nº 001 de 10/06/83. São Paulo: ABNT, 1994 (NBR 10004).

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Ascarel para transformadores e capacitores – Características e riscos.* São Paulo: ABNT, 1994 (NBR 8371).

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Líquidos isolantes elétricos – Determinação do teor de Bifenilas Policloradas.* São Paulo: ABNT, (NBR 13882).

Portal Energia Hoje. Acesso em 10 de julho de 2010. Disponível em <http://www.energiahoje.com/brasilenergia/noticiario/2000/11/01/363110/assine>

Portal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Disponível em http://www.ambiente.sp.gov.br/destaque/220803_asec.htm

Ministério do Interior. Portaria Interministerial (MIC/MI/MME) nº 019, de 29 de janeiro de 1998, que dispõe sobre fabricação e uso de Ascarel.

ANEXO A

FORMULÁRIO_v2.1_classificação_das_respostas

Quantidade de litros de óleo / peso do transformador	DE QUANTO ÓLEO SE TRATA?	
	RISCO DE CONTAMINACAO POR PCB'S	NIVEL DE DILUIÇÃO DOS PCB'S (PARA OUTROS EQUIPAMENTOS)
	Possibilita dizer quantos litros estão contaminados	possibilita dizer quanto por cento desses litros estão diluídos por joinville e regioao
Data fabricação	DATA < 1980 = ALTO; DATA > 1980 = BAIXO;	
Periodicidade da manutenção do óleo		ÚLTIMOS 5 ANOS = ALTO; HÁ 10+ ANOS = BAIXO;
A manutenção é terceirizada		SIM = ALTO; NÃO = BAIXO;
Quais os equipamentos utilizados na manutenção		BOMBA-FILTRO = ALTO; OUTROS = BAIXO;
Existe algum histórico desta manutenção*		2+ MANUTENÇÕES = ALTO; 1 MANUTENÇÃO = BAIXO;
Costuma-se trocar ou completar o óleo		TROCAR = ALTO COMPLETAR = BAIXO
Qual o óleo utilizado / quando foi colocado	ASCAREL = IMINENTE; DATA < 1980 = ALTO; DATA > 1980 = BAIXO;	
Qual o óleo original (indicado pelo fabricante)		ASCAREL -> OUTROS = ALTO; SOMENTE OUTROS = BAIXO;
Houve manutenção mecânica ou rebobinamento		SIM = ALTO; NÃO = BAIXO;
Neste caso, o óleo foi mantido ou descartado		NÃO = ALTO; SIM = BAIXO;
Existe algum teste de contaminação por PCB's	NÃO = ALTO; SIM = BAIXO;	
Houve vazamento ou acidente com o transformador		SIM = ALTO; NÃO = BAIXO;
Quais providências foram (seriam) tomadas		SEM TRATAMENTO = ALTO; ALGUM TIPO DE ISOLAMENTO E/OU REGENERAÇÃO DO SOLO = BAIXO;