

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DOS ALIMENTOS**

**DETERMINAÇÃO DE BIFENILOS POLICLORADOS
EM LEITE EM PÓ E INGESTÃO DIÁRIA ESTIMADA
PARA PRÉ-ESCOLARES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Andreia Niederauer Coelho

**Santa Maria, RS, Brasil
2010**

**DETERMINAÇÃO DE BIFENILOS POLICLORADOS EM
LEITE EM PÓ E INGESTÃO DIÁRIA ESTIMADA PARA PRÉ-
ESCOLARES**

por

Andreia Niederauer Coelho

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Área de Concentração em Qualidade de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos.**

Orientador: Prof^a. Dr^a. Ijoni Costabeber

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos
Alimentos**

A comissão examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**DETERMINAÇÃO DE BIFENILOS POLICLORADOS EM LEITE EM PÓ
E INGESTÃO DIÁRIA ESTIMADA PARA PRÉ-ESCOLARES**

elaborada por
Andreia Niederauer Coelho

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a Ijoni Hilda Costabeber
(Presidente/Orientador)

Prof^a. Dr^a Elizete Maria Pesamosca Facco (UCS)

Prof^a. Dr^a Claudia Kaehler Sautter (UFSM)

Santa Maria, 27 de agosto de 2010.

Aos meus pais Ana Lucia e Sérgio (in memórium),

À minha avó Antônia (in memórium),

Ao meu noivo Luis Felipe.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por iluminar meu caminho e me conceder coragem e forças para lutar pelos meus objetivos e concluir este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação da UFSM, especialmente ao Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos por possibilitar a realização do trabalho.

Aos membros do Colegiado pelo deferimento no pedido de prorrogação da defesa.

À professora Ijoni pela oportunidade, pela amizade, orientação, incentivo, apoio e pela sua grande paciência.

A todos os professores do PPGCTA por seus ensinamentos transmitidos.

Aos funcionários do PPGCTA, em especial à secretária Lia Cidade, pela ajuda com toda a documentação necessária.

Agradeço a minha mãe, Ana Lucia e meu pai, Sérgio (*in memórium*), inesgotáveis fontes de amor e amparo. Agradeço-lhes ainda pelo apoio, incentivo, carinho, atenção e paciência.

Ao meu noivo Felipe, pelo apoio, confiança, dedicação, companheirismo, amor incondicional e incentivo constante.

À minha avó Antônia (*in memórium*), pelo amor e carinho dedicados a mim, aos ensinamentos, por me proporcionar momentos infinitamente felizes com sua companhia, no qual sempre marcados com boas risadas e muitos mates.

À minha grande colega e amiga Susana, exemplo de dedicação a pesquisa. Na qual, sem a sua ajuda não seria possível a conclusão deste trabalho.

As bolsistas do LAPP (Laboratório de Análises de Poluentes Persistentes) Leandra, Joseane, Alessandra e Juliana pelo auxílio e colaboração na realização das análises.

Ao NAPO (Núcleo de Análises de Pesticidas Orgânicos) e ao colega Thiago pela ajuda com as injeções das amostras no GC.

À Ana Flávia, minha estagiaria na Prefeitura Municipal de Imbé pela ajuda na coleta de dados antropométricos das crianças, amizade, confiança e incentivo.

A todos os meus amigos pelos momentos compartilhados, em especial a Carol. Amiga de todas as horas, sempre presente nos diversos momentos da minha vida, tanto felizes, quanto nos tristes.

Compartilho também essa conquista com todos aqueles que não foram citados, mas que de uma ou outra forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

“Só existem dois dias no ano em que nada pode ser feito: o ontem e o amanhã. Portanto, hoje é o melhor dia para trabalhar, amar, sonhar, ousar, produzir e acima de tudo, ser feliz.”

Dalai Lama

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

DETERMINAÇÃO DE BIFENILOS POLICLORADOS EM LEITE EM PÓ E INGESTÃO DIÁRIA ESTIMADA POR PRÉ-ESCOLARES

AUTOR: ANDREIA NIEDERAUER COELHO

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. IJONI HILDA COSTABEBER

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 27 de agosto de 2010.

Os bifenilos policlorados são substâncias organocloradas sintéticas que podem causar efeitos lesivos à saúde. Não existem fontes naturais conhecidas de PCBs no ambiente. Eles podem ser líquidos ou sólidos, incolores ou amarelo claro. Alguns são voláteis e podem permanecer como vapores no ar. Foram amplamente utilizados na indústria como óleos para transformadores, capacitores elétricos, em fluidos de transferência, tintas, conservantes para pesticidas, lubrificantes e etc. Devido ao seu descarte inadequado no meio ambiente, e por apresentarem persistência, bioacumulação e grande toxicidade encontram-se distribuídos na superfície terrestre, contaminando a cadeia alimentar. Alimentos, especialmente os mais lipídicos, como os produtos de origem animal têm sido reconhecidos como a principal fonte de ingestão de PCBs. A preocupação quanto a estes compostos está voltada para o seu potencial toxicológico, principalmente como indutores de câncer. Leite e derivados lácteos, constituem uma importante fonte de macronutrientes, em especial as proteínas, vitaminas e sais minerais. Além disso, proporcionam efeitos benéficos à saúde. Diante do exposto, a presente dissertação tem como objetivo investigar a presença de PCBs em leite em pó integral e estimar a ingestão destes compostos a partir deste alimento por pré-escolares. Foram coletados os dados de peso e consumo de leite em pó por crianças matriculadas nas escolas de educação infantil no município de Imbé – RS. O consumo de leite em pó pelas crianças foi de 32 g⁻¹ dia, equivalente a 8,3 g de gordura/dia. Para avaliar a presença dos PCBs 28, 52, 153, 138 e 180 no leite em pó integral utilizado pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) de Imbé e consumido pelos pré-escolares da rede de ensino municipal, procedeu-se a reconstituição do leite, seguido da centrifugação para obtenção da fração lipídica. Posteriormente, o conteúdo lipídico foi extraído com sulfato de sódio e éter de petróleo. A purificação e extração dos PCBs, a partir da gordura, foram feitas utilizando-se florisil e hexano. A identificação e a quantificação destes compostos foram feitas com auxílio de cromatógrafo a gás dotado de microdetector de captura de elétrons (μ ECD). A confirmação foi realizada por cromatógrafo a gás acoplado à espectrometria de massas (GC-MS). As concentrações dos compostos foram detectadas na seguinte ordem, do mais concentrado para o menos concentrados: PCB 180 (0,157 ng g⁻¹ de gordura) > PCB 138 (0,073 ng g⁻¹) > PCB 28, 53 e 153 (<LQ). O somatório de PCB (Σ PCB) foi de 0,230 ng g⁻¹ de gordura, variando de 0,000 a 2,857 ng g⁻¹. A ingestão diária estimada de PCBs (Σ PCBs), a partir de leite em pó, foi 0,0013 ng g⁻¹ de gordura. Este valor, quando comparado com o limite de referência admitido pela legislação brasileira fica abaixo do valor estabelecido. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o leite consumido pelos pré-escolares do PNAE no município de Imbé não oferece risco toxicológico. No entanto, sugere-se a importância de outros trabalhos na área, com a finalidade de monitorar a presença de resíduos de PCBs em produtos lácteos destinado ao público infantil, uma vez que estes podem provocar efeitos adversos à saúde.

Palavras-chaves: bifenilos policlorados; leite em pó integral, ingestão diária estimada, pré-escolares.

ABSTRACT

Master Dissertation

Pos-Graduate Course of Food Science and Technology

Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

DETERMINATION OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS IN POWDERED MILK AND ESTIMATED DAILY INGESTION IN PRE-SCHOLARS

AUTHOR: ANDREIA NIEDERAUER COELHO

ADVISER: IJONI HILDA COSTABEBER

Place and Date of Defense: Santa Maria, August 27, 2010.

The polychlorinated biphenyls are synthetic organochlorinated substances that can produce noxious effects to health. There are not any natural sources of PCBs known in the environment. They can be liquid or solid, colorless or clear yellow. Some of them are volatile and may remain as steams in the air. They were widely used in the industry as oils for transformers, electric capacitors, in transference fluids, inks, conservants for pesticides and lubricants, amongst others. Due to their inappropriate discard in the environment and also for the fact of presenting lingerence, bioaccumulation and high toxicity, they are distributed over the land surface, contaminating the alimentary chain. Victuals, mainly the most lipidic ones, such as the animal-originated products, have been recognized as the main source of PCBs ingestion. The concern about these compounds is in regard to their toxicological potential, mainly as cancer inductors. Milk and milk deriving products are an important source of macronutrients, with emphasis on proteins, vitamins, and mineral salts. Besides, they provide beneficial effects to health. Thus, the present dissertation has the purpose of investigating the existence of PCBs in integral powdered milk and to estimate the ingestion of these compounds from that victual by pre-scholars. Data of weight and consumption of powdered milk by children attending to infantile education schools of the municipal district of Imbé, RS, have been collected. The consumption of powdered milk among these children was of 32g per day, which is equivalent to 8,3g of daily fat. For the evaluation of the presence of PCBs 28, 52, 153, 138, and 180 in the powdered milk consumed by the pre-scholars we have proceeded the rebuilding of milk, followed by centrifugation in order to obtain the lipidic fraction. Subsequently, the lipidic content was extracted with sodium sulfate and ether of petroleum. The extraction and purification of the PCBs from fat were developed by using florisil and hexane. The identification and quantification of these compounds have been accomplished with the aid of the gas chromatograph equipped with micro electron capture detector (μ ECD). The confirmation was carried out on a gas chromatography coupled with mass spectrometer (GC/MS). The compounds concentrations were detected in the following order, from the most concentrated to the least concentrated: PCB 180 ($0,157 \text{ ng g}^{-1}$ of fat) > PCB 138 ($0,073 \text{ ng g}^{-1}$) > PCB 28, 52 e 153 (<LQ). The PCB sum (Σ PCB) was of $0,230 \text{ ng g}^{-1}$ of fat, oscillating from 0,000 to $2,857 \text{ ng g}^{-1}$. The estimated daily ingestion of PCBs (Σ PCBs) from powdered milk was of $0,0013 \text{ ng g}^{-1}$ fat. This value, when compared with the reference limit admitted by the Brazilian legislation, is under the value established. On the basis of the results obtained it was possible to conclude that the milk consumed by the pre-scholars from PNAE of the municipal district of Imbé does not offer any toxicological risk. Nevertheless, it is suggested the importance of other works on this area with the purpose of monitoring the presence of residues of PCBs in milky products addressed to the infantile population once that they can generate adverse effects to health.

Keywords: polychlorinated biphenyls, whole milk power, estimated daily ingestion, pre-scholars.

LISTA DE ABREVIATURAS

µg - Micrograma

µL - Microlitro

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ATSDR - (Agency for Toxic Substances and Disease Registry)

CV - Coeficiente de Variação

GC-µECD - Cromatógrafo a gás com micro detector de captura de elétrons

GC/MS - Cromatógrafo a gás acoplado à espectrometria de massas

EPA - (Environmental Protection Agency)

FAO - (Food and Agriculture Organization)

FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

g – Gramas

IDA - Ingestão diária adequada

IDE – Ingestão diária estimada

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

IUPAC - (International Union of Pure and Applied Chemistry)

Kg - Quilograma

Kcal - Quilocaloria

L - Litro

LD - Limite de Detecção

LQ - Limite de Quantificação

LMR - Limite Máximo de Referência

LR – Limite de Referência

mL - Mililitro

ng - Nanograma

OMS - Organização Mundial da Saúde

PA - Para Análise

PCBs - Bifenilos policlorados (polychlorinated biphenyls)

PCDDs - Dioxinas (polychlorinated dibenzodioxins)

PCDFs - Furanos (polychlorinated dibenzofurans)

PNAE – Programa Nacional de Alimentação Escolar

POPs - Poluentes orgânicos persistentes

UNEP - (United Nations Environment Programme)

UNIFRA – Centro Universitário Franciscano

WHO - (World Health Organization)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|-----------|
| FIGURA 1 – Etapas da Síntese dos PCBs | 29 |
| FIGURA 2 – 5 PCBs Indicadores | 30 |
| GRÁFICO 1 – Dados de sexo e idade de pré-escolares do município de Imbé/RS..... | 56 |
| GRÁFICO 2 – Dados de peso corporal de pré-escolares do município de Imbé/RS..... | 58 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----------|
| TABELA 1 – Limite de detecção e quantificação de PCBs em leite em pó integral..... | 56 |
| TABELA 2 – Concentração média, mínima, máxima e incidência de congêneres de PCBs em amostras de leite em pó integral em ng g⁻¹ de gordura | 56 |
| TABELA 3 – Concentração média de congêneres de PCBs em amostras de leite em pó integral no RS e Espanha em ng g⁻¹ de gordura | 57 |
| TABELA 4 – Concentração média de congêneres de PCBs em amostras de leite em pó integral, UHT, pasteurizado e leite cru em ng g⁻¹ de gordura | 57 |
| TABELA 5 – Concentração média Σ PCBs em amostras de leite em pó integral e subprodutos de leite no RS e países europeus em ng g⁻¹ de gordura. | 57 |
| TABELA 6 – Concentração média de congêneres de PCBs em amostras de leite em pó integral no RS e amostras de derivados lácteos na Itália em ng g⁻¹ de gordura | 58 |
| TABELA 7 – Estimativa da ingestão diária estimada (IDE) de PCBs em leite em pó e Limite de Referência (LR) em pré-escolares de Imbé/RS..... | 58 |

LISTA DE APÊNDICES

| | |
|--|-----------|
| APÊNDICE 1 – Termo de consentimento | 71 |
|--|-----------|

LISTA DE ANEXOS

| | |
|---|-----------|
| ANEXO 1 - Normas de publicação | 74 |
|---|-----------|

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 18 |
| 2 OBJETIVOS | 20 |
| 2.1 Objetivo geral | 20 |
| 2.2 Objetivos específicos | 20 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 21 |
| 3.1 Leite | 21 |
| 3.2 Características organolépticas..... | 21 |
| 3.3 Composição nutricional | 22 |
| 3.3.1 Lactose | 22 |
| 3.3.2 Gorduras | 22 |
| 3.3.3 Proteínas | 23 |
| 3.3.4 Sais minerais | 24 |
| 3.3.5 Vitaminas..... | 24 |
| 3.3.6 Água | 24 |
| 3.4 Tratamentos térmicos | 25 |
| 3.4.1 Resfriamento | 25 |
| 3.4.2 Pasteurização | 25 |
| 3.4.3 Esterilização | 25 |
| 3.4.4 Atomização..... | 27 |
| 3.5 Alimentação escolar | 27 |
| 3.6 Bifenilos policlorados | 29 |
| 3.6.1 Características e propriedades | 29 |
| 3.6.2 Absorção e eliminação | 33 |
| 3.6.3 Aspéctos toxicológicos | 34 |
| 3.6.4 Metabolismo infantil | 35 |
| 3.7 Limite de Referência..... | 36 |
| 3.8 Cálculo da ingestão diária estimada (IDE) | 37 |
| 4 ARTIGO CIENTIFÍCO | 38 |
| 4.1 Revista química nova | |
| Avaliação dos níveis de bifenilos policlorados (PCBs) em leite em pó integral e ingestão diária estimada | 39 |

| | |
|--|-----------|
| 5 DISCUSSÃO | 59 |
| 6 CONCLUSÕES..... | 62 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 63 |
| APÊNDICE | 71 |
| ANEXO | 74 |

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial, tecnológico e científico trouxe inúmeras conseqüências ao planeta. A grande industrialização e o consumo de diversos produtos ocasionaram sérios danos ao ecossistema terrestre. Um dos maiores danos deixados é a poluição de todas as matrizes ambientais (flora e fauna), e a biomagnificação na cadeia alimentar, devido ao grande volume de resíduos, o acúmulo de compostos tóxicos no meio ambiente, além do grande poder bioacumulativo em organismos (GRIGG, 2004; KANIA-KORWEL et al., 2008). Dentre os inúmeros compostos considerados altamente tóxicos, estão os Bifenilos Policlorados, do inglês *polychlorinated biphenyls* (PCBs). Eles constituem um grupo de contaminantes potencialmente tóxicos classificados como poluentes orgânicos persistentes (POPs), por apresentarem três características básicas: persistência ambiental, bioacumulação e alta toxicidade. A persistência deste composto ocorre em função de sua baixa degradação por processos bióticos e abióticos, acarretando em elevada meia-vida no ambiente, que pode chegar a anos ou décadas. São hidrocarbonetos clorados que consistem de dois anéis de benzeno unidos por uma ligação simples de carbono-carbono (SILVA, TORRES, MALM, 2007).

Os PCBs foram utilizados em transformadores e capacitores, como aditivos na formulação de plastificantes, em fluídos de transferência e demais produtos como: tintas, aditivos, conservantes para pesticidas, lubrificantes, copiadoras de papel, plásticos e papel carbono (PENTEADO, VAZ, 2001; TAM, YAO, 2002).

Devido a sua ampla aplicação comercial, foram difundidos em vários países com diferentes denominações: na França com a marca “Phenoclor[®]”; Japão “Kanechlor[®]”; Alemanha “Clophen[®]”, Itália “Fenclor[®]”, e Estados Unidos “Aroclor[®]”. No Brasil foram comercializados com a denominação de Ascarel[®], líquido isolante usado em transformadores e capacitores, composto de 75% de Aroclor 1254 e 25% de triclobenzeno (PENTEADO, VAZ, 2001; SILVA, TORRES, MALM, 2007).

O seu uso se difundiu globalmente por suas propriedades físico-químicas: resistência a altas temperaturas, baixa volatilidade, resistência à oxidação e redução, resistência à ação de ácidos e demais agentes químicos e biológicos (ROBARDS, 1990), mas atualmente o seu emprego tem sido proibido, pois suas propriedades apresentam um largo espectro residual (FLORES et al., 2004). Diante

do exposto foram incluídos entre os 10 poluentes com maior potencial de biotoxicidade no mundo (PELLIZARI; RODRIGUES, 1997) que compõem a lista de 12 poluentes prioritários do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2003), o qual visa a redução e/ou eliminação de poluentes orgânicos persistentes de elevada toxicidade.

Os resíduos de PCBs em alimentos provocam intoxicação humana causando o aparecimento de afecções dérmicas, hipersecreção ocular, pigmentação das unhas e mucosas, fadiga, náuseas, vômitos e demais efeitos adversos á saúde como: carcinogênese, efeitos neurológicos, doença cardíaca e disfunção imunológica (KANIA-KORWEL, 2008).

Estudos reportam que mais de 90% da ingestão humana de PCBs são provenientes dos alimentos, especialmente os de origem animal (ZHAO et al., 2007).

A alimentação, especialmente os alimentos gordurosos, tem sido amplamente reconhecida como a principal fonte de ingestão de produtos tóxicos como PCBs. Leite e laticínios em particular, têm recebido especial interesse devido ao seu extenso e elevado consumo em crianças (LLOMPAR et al., 2001).

As crianças apresentam um padrão único de vulnerabilidade a produtos tóxicos em relação à sua massa corpórea e consumo de alimentos propensos a contaminação, o que as leva a ter maior exposição a substâncias tóxicas. Devido à imaturidade enzimática, o metabolismo e excreção de substâncias tóxicas serem menos desenvolvidos (DAMSTRA, 2002), as crianças têm maior probabilidade de virem a apresentar conseqüências tardias a exposições cumulativas e prolongadas (ALVES, 2007).

A importância deste trabalho se dá principalmente pelo fato de existirem poucos estudos no Brasil que tratam da presença de resíduos de PCBs em alimentos, especialmente na alimentação de pré-escolares, outro fator importante é o fato de não se conhecer o real tamanho da contaminação existente em nosso País. Devido a isso toda e qualquer pesquisa que vise identificar e quantificar a contaminação destes compostos se justifica.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Determinar níveis de PCBs em leite em pó integral proveniente da alimentação fornecida aos pré-escolares da rede municipal de educação infantil, no Município de Imbé, RS, Brasil.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar e quantificar a contaminação por congêneres de PCBs (28, 52, 138, 153, e 180) em amostras de leite em pó integral;
- ✓ Coletar dados do peso corpóreo e consumo de leite em pó de crianças atendidas pela rede municipal de Imbé;
- ✓ Calcular a ingestão diária estimada (IDE) e comparar os valores encontrados com os limites de referência dos resíduos de PCBs em leite estabelecidos pela legislação brasileira.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Leite

O leite bovino é um fluido sintetizado na glândula mamária, composto por glicídios, lipídios, proteínas, vitaminas, minerais e água (GARRIDO et al., 2001; MEDEIROS et al., 2004; LORENZETTI et al., 2006). Tem uma importante função na alimentação do homem, pois é um alimento de elevada qualidade nutricional, podendo ser classificado como uma das principais fontes de cálcio e proteínas (COSTA, 1996). É considerado, pela população em geral, como um alimento completo (AMORIM, 2005). Além disso, está entre os produtos mais importantes da agropecuária brasileira, ficando à frente de produtos tradicionais como café e arroz. O agronegócio do leite e seus derivados também desempenha um papel relevante no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda para a população (VILELA, 2002).

3.2 Características organolépticas

O leite fresco possui um sabor levemente adocicado e agradável, devido essencialmente a alta quantidade de lactose. O teor de gordura também influencia no sabor do leite, pois, normalmente, quanto maior o teor de gordura mais saboroso o leite será. O odor é suave, levemente ácido. Os principais elementos que influenciam o odor do leite são provenientes de alimentos, meio ambiente, utensílios que entram em contato com o leite e microrganismos. Odores desagradáveis do leite podem ser eliminados durante a pasteurização. A cor característica do leite (branco-amarelada opaca) é devida principalmente à dispersão da luz pelas micelas de caseína, sendo que glóbulos de gordura dispersam a luz, mas pouco contribui para a cor branca do leite. A cor amarelada do leite é devido a substâncias lipossolúveis (caroteno e a riboflavina). O leite apresenta aspecto líquido e homogêneo (ORNELLAS, 2001; WENZEL, 2001; CARDOSO; ARAÚJO, 2003; VENTURINI, SARCINELLI, SILVA, 2007; SILVA, TORRES, MALM, 2007).

3.3 Composição nutricional do leite

3.3.1 Lactose

É um açúcar presente no leite e seu conteúdo pode variar de 4,7 a 5,2 g 100 mL⁻¹. Cada g de lactose fornece 4 kcal g⁻¹ de energia. Apresenta baixo poder adoçante, e pouca solubilidade, apresentando menor tendência de irritação da mucosa do estômago, quando comparado com outros açúcares como a sacarose (TRONCO, 1997).

A lactose é uma importante fonte de energia, em especial para as crianças. Ela é capaz de interagir com as vilosidades intestinais, no íleo, aumentando a permeabilidade ao cálcio e facilitando a absorção deste mineral. Desta forma, a lactose estimula a ossificação e contribui para a prevenção à osteoporose (ORDÓÑEZ, 2005).

A lactose é hidrolisada no intestino delgado em monossacarídeos (glicose e galactose), por ação da enzima lactase, existente nas células epiteliais da mucosa intestinal, a qual absorve os produtos da decomposição. A utilização da lactose pela microflora intestinal resulta na produção de ácido láctico e na diminuição do pH, promovendo o desenvolvimento da microflora intestinal lactofílica desejável, inibindo o crescimento de bactérias putrefativas e patogênicas. Contudo, a lactose exerce efeito levemente laxativo, devido a sua lenta absorção atribuída pelo seu elevado peso molecular e menor nível de pH no intestino, o que aumenta a sua atividade peristáltica (TRONCO, 1997; CCGL, 1982).

Um litro de leite integral fornece cerca de 620 Kcal, que energeticamente equivale a 9 ovos de galinha, 625 g de frango, 600 g de carne bovina ou 1162 g de peixe (INMETRO, 1998).

3.3.2 Gordura

O leite apresenta em média 4% de gordura, variando de 2,5 a 5,5%. Fornece cerca de 9 kcal g⁻¹ de energia. A gordura está presente na forma de glóbulos, constituídos por um núcleo, composto principalmente de triglicerídios, protegido por uma membrana lipoprotéica. Outros lipídios presentes são fosfolipídios, colesterol, ácidos graxos livres, mono e diglicerídios (COSTA, FLORES, GIGANTE, 2009).

Durante muito tempo a gordura presente no leite foi apontada como prejudicial à saúde por conter colesterol e ácidos graxos saturados, os quais estão relacionados com o aumento de doenças cardiovasculares.

No entanto, estudos têm revelado que a gordura possui componentes benéficos e importantes para a manutenção da saúde e redução do risco de doenças. Nela encontram-se quantidades apreciáveis de ácidos linolêicos conjugados (Conjugated Linoleic Acid - CLA), que desempenham importantes efeitos à saúde, incluindo o combate a diabetes e à obesidade, a modulação do sistema imunológico e do crescimento ósseo e sua ação anticarcinogênica, principalmente no que diz respeito ao câncer de mama. Igualmente benéfico é o ácido butírico, que tem sido sugerido como potente inibidor da proliferação de células cancerígenas e indutor da diferenciação e apoptose de diferentes linhagens destas células (NUNES, 2010, p.432).

3.3.3 Proteínas

As proteínas são representadas pela caseína 79%, albumina 8%, globulina 3,5% e proteóse pectina 3% (SOUZA, 2001). O leite é formado por vários compostos nitrogenados, dos quais aproximadamente 95% ocorrem como proteínas e 5% como compostos nitrogenados não protéicos. A elevada qualidade da proteína é devida à diversidade e quantidades de aminoácidos essenciais. Além disso, é rico em lisina e isso faz com que o leite seja utilizado como complemento de dietas baseadas em cereais e outros nutrientes pobres neste aminoácido (TRONCO, 1997).

As proteínas presentes no leite oferecem todos os aminoácidos essenciais indispensáveis ao organismo tais como cisteína, fenilalanina, histidina, isoleucina, lisina, leucina, metionina, treonina, triptofano, tirosina e valina e ainda aqueles considerados como não-essenciais, produzidos pelo próprio organismo (SGARBIERI, 1996).

A falta de aminoácidos essenciais no organismo ocasiona alterações nos processos bioquímicos e fisiológicos e na síntese protéica, resultando em balanço nitrogenado negativo, em crianças provoca diminuição do crescimento, perda de peso e profundas alterações bioquímicas (LAJOLO, TIRAPEGUI, 1998).

3.3.4 Sais minerais

Em relação aos minerais, os mais abundantes são o cálcio, que contribui para o desenvolvimento dos dentes, para a formação óssea e prevenção da osteoporose; o potássio, importante no equilíbrio ácido-básico do organismo e no transporte de oxigênio; o fósforo, relacionado a constituição óssea e dos dentes, além de atuar na formação dos ácidos nucleicos, e o sódio, relacionado com o controle da pressão arterial (DUTRA-DE-OLIVEIRA, MARCHINI, 1998; PHILIPPI, 2006).

O leite de vaca possui uma concentração de minerais mais elevada que o leite humano, razão pela qual nas fórmulas infantis deve-se diminuir a concentração de minerais, a fim de que as crianças pequenas possam utilizá-los sem sobrecarga do sistema renal. Nas demais faixas etárias a maior concentração de minerais é benéfica (TRONCO, 1997).

3.3.5 Vitaminas

O leite bovino é considerado uma excelente fonte de vitamina A, vitaminas do complexo B e vitamina D. A vitamina A fortalece a visão, contribui para o desenvolvimento ósseo e na formação do esmalte dentário e ajuda a combater infecções. As vitaminas do complexo B como, a tiamina (B₁) e riboflavina (B₂) ajudam no crescimento normal da criança e são essenciais para a saúde da pele. Além disso, a cobalamina (B₁₂) é fundamental para a prevenção da anemia megaloblástica. A vitamina D ajuda no crescimento normal do esqueleto, evitando o raquitismo, pois é indispensável para a absorção de cálcio e fósforo (INMETRO, 1998; FRANCO, 2005).

3.3.6 Água

No leite o constituinte que está presente em maior quantidade é a água (aproximadamente 88%) (OLIVEIRA, FONSECA, GERMANO, 1999).

3.4 Tratamento térmico do leite

O leite é um dos alimentos de maior importância para o homem. Todavia, a grande disponibilidade de nutrientes, a elevada atividade de água e pH próximo ao neutro, o tornam um alimento altamente perecível, tendo suas características físicas, químicas e biológicas facilmente alteradas pela ação de microorganismos e pela manipulação a qual é submetido (DÜRR, 2005; VENTURINI, SARCINELLI, SILVA, 2007). Os elementos nutricionais, sobretudo proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais contidos no leite, transformam-no em um excelente substrato para o crescimento de microorganismos (OLIVEIRA, 2003).

O tratamento térmico é um processo que envolve o emprego de altas temperaturas, visando a conservação de um determinado alimento. Segundo, Franco & Landgraf (2005) o emprego de elevadas temperaturas é capaz de promover a desnaturação de proteínas e a inativação de enzimas necessárias ao metabolismo microbiano. Além disso, tem como principal objetivo a garantia de sua segurança ao consumidor no momento do consumo e o aumento da sua conservação, o que é obtido pela redução de microorganismos patogênicos e deteriorantes, assim como da atividade enzimática dos mesmos (SANTOS, 2004; GOFF, GRIFFITHS, 2006).

Para a conservação do leite pode-se aplicar diversas técnicas que envolvem tanto o emprego de baixas temperaturas, como o resfriamento, e altas temperaturas como o processo de pasteurização, esterilização e o processo de atomização ou *Spray drying* (PRATA, 2001).

3.4.1 Resfriamento

O resfriamento é a principal forma de conservação do leite após a ordenha. A refrigeração impede a multiplicação exagerada da maioria dos microorganismos do leite, entretanto não impede a multiplicação dos microorganismos psicrótróficos (SANVIDO, 2007).

3.4.2 Pasteurização

A pasteurização tem por finalidade, reduzir a microbiota deteriorante e eliminar

os microrganismos patogênicos (GAVA, 2002; EVANGELISTA, 2005; LORENZETTI et al., 2006). É capaz de inviabilizar a maior parte das células vegetativas das bactérias normalmente presentes no leite cru, sem, contudo alterar suas propriedades ou características. Com isso, consegue-se uma eficiência bactericida geralmente superior a 98%, restando apenas algumas espécies termorresistentes, como esporos (PRATA, 2001).

O processo de pasteurização utilizado para o leite é a pasteurização lenta ou LTLT (*Low Temperature – Long Time*) e a pasteurização rápida ou HTST (*High Temperature – Short Time*). Na pasteurização lenta (LTLT) o leite é submetido ao aquecimento entre 62 - 65°C por 30 min. e esfriado imediatamente a 2 – 5°C em tanques providos de paredes duplas ou serpentinas para circular o meio de aquecimento (água + vapor) e/ou resfriamento (água gelada). Cabe salientar, que este processo é usado em pequenas indústrias de leite, queijo e sorvete. A legislação brasileira não permite o uso deste processamento para o leite destinado ao consumo (UNIFRA, 2004; TRONCO, 1997).

A pasteurização rápida (HTST) é utilizada quando grande volume de leite é beneficiado diariamente. Consiste no aquecimento do leite a temperaturas de 72 – 75°C por 15 – 20 segundos em trocadores de placas ou tubulares, seguido de resfriamento imediato à 2 – 5°C. É o processo mais difundido nas indústrias de laticínios, devido a rapidez, bem como economia advinda da regeneração térmica (UNIFRA, 2004).

3.4.3 Esterilização

A esterilização, também conhecida como UHT (*Ultra High Temperature*), tem como objetivo obter um produto bacteriologicamente estéril e que mantenha as características nutritivas e organolépticas do produto fresco. O leite é homogeneizado, aquecido a 135 – 150°C durante dois a quatro segundos por um processo térmico de fluxo contínuo, e imediatamente resfriado e envasado em condições assépticas. O resultado é um produto de grande qualidade com vida de prateleira à temperatura ambiente e durabilidade de até 180 dias (TRONCO, 1997).

3.4.4 Atomização

No processo de atomização ou *Spray drying* o leite é pré-concentrado (26-40% de sólidos) e injetado sob grande pressão numa câmara especial de secagem (*spray dryer*), onde penetra sob forma de garoa (*spray*). A grande quantidade de minúsculas partículas assim formadas apresenta uma enorme superfície e a água que as envolve é facilmente evaporada por ação de uma corrente de ar quente (170-250°C). As minúsculas partículas de sólidos desidratados (pó) caem no fundo da câmara onde são em seguida removidas e resfriadas. Este processo é bastante utilizado, pois a estrutura físico-química do leite é pouco modificada, além disso não permite a multiplicação ou crescimento de microrganismos, pois retarda certas reações químicas. Permite ainda, maior durabilidade, podendo ser transportado por longas distâncias (UNIFRA, 2004).

O consumo do leite artificial no Brasil cresceu com o processo de urbanização, concomitantemente ao excesso de produção de leite em pó e à importação desse produto após a Primeira Guerra Mundial (MONTEIRO, 2006).

O leite em pó, além do lugar de destaque na alimentação da população, possui grande importância sob o ponto de vista econômico. Além do grande consumo de leite em pó no comércio varejista, o leite em pó integral é utilizado largamente na alimentação escolar (INMETRO, 1998).

3.5 Alimentação escolar

Os programas de alimentação escolar existem tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento. A operacionalização nos países em desenvolvimento de baixa renda é freqüentemente mantida por subsídios governamentais e autoridades locais. O objetivo dos programas de alimentação escolar, na maior parte dos países em desenvolvimento, permanecem quase os mesmos de um século e meio atrás, ou seja, minimizar a fome e melhorar o estado nutricional das crianças atendidas (ANDRADE, 1999).

A alimentação escolar no Brasil é gerenciada pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), popularmente conhecido como Programa de Merenda Escolar. Atualmente a expressão “merenda escolar” é um termo aplicado

erroneamente, pois traduz uma idéia de alimentação reduzida, equivalente a um pequeno lanche. Enquanto, o termo “alimentação escolar” remete a idéia de refeição completa, composta por macro e micro-elementos (WEIS, CHAIM, WALTER, 2007).

O PNAE foi criado em 1954 e é o maior programa de alimentação existente no Brasil. Atende cerca de 22% da população brasileira, por meio de transferência de recursos financeiros. São aproximadamente 37 milhões de refeições servidas diariamente nas escolas públicas do país (BRASIL, 2006; WEIS, CHAIM, WALTER, 2007).

São beneficiados pelo PNAE os alunos das escolas de educação infantil (creche e pré-escola), ensino fundamental (1ª a 8ª séries) da rede pública, durante todo o ano letivo. O objetivo do programa é suprir no mínimo 20% das necessidades nutricionais diárias dos alunos, contribuindo para o crescimento, desenvolvimento, aprendizagem, rendimento escolar dos estudantes, bem como a formação de hábitos alimentares saudáveis (BRASIL, 2006).

A partir de 1994, a gestão da alimentação escolar, em grande parte dos estados e municípios passou a funcionar de forma descentralizada. Ou seja, o governo federal transfere os recursos financeiros às entidades executoras, estados e municípios, que passam a ser responsáveis pelo uso e pela qualidade nutricional das refeições (WEIS, CHAIM, WALTER, 2007).

Os recursos financeiros disponibilizado pelo governo Federal, através do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), coordenador do PNAE, destinam-se à compra de alimentos pelas secretarias de Educação dos Estados e Distrito Federal e dos Municípios, que complementam esses recursos, além de cobrir os custos operacionais (STURION et al., 2005).

A partir de janeiro de 2010, o valor *per capita*/dia repassado é de R\$ 0,30 (trinta centavos de real) para os alunos matriculados na pré-escola, ensino fundamental, ensino médio e educação de jovens e adultos (EJA) e R\$ 0,60 (sessenta centavos de real) para os alunos matriculados em creches. Esses recursos são transferidos em dez parcelas mensais, a partir do mês de fevereiro, para cobertura de 200 dias letivos, com exceção das creches e escolas indígenas, para as quais são computados 250 dias (BRASIL, 2006; FNDE, 2009).

3.6 Bifenilos Policlorados

3.6.1 Características e propriedades

Os bifenilos policlorados são uma classe de compostos organoclorados caracterizados por uma estrutura formada por dois anéis benzênicos. A síntese do PCB tem sua origem no petróleo, do qual, é extraído o benzeno, composto químico que dá origem aos PCBs. Após a extração e purificação há reação entre as moléculas de benzeno, a 750 °C na presença de chumbo. O produto desta reação é o bifenilo, que na presença de cloro e de cloreto férrico, como catalisador, produz o PCB (BAIRD, 2002), conforme figura 1.

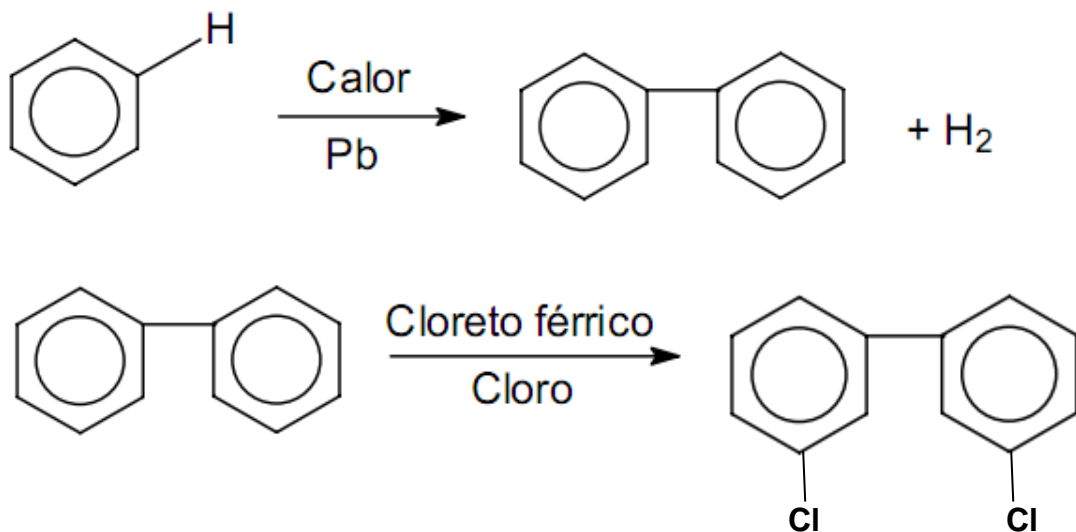


FIGURA 1 – Etapas da síntese dos PCBs.

Fonte: Baird, (2002).

A estrutura molecular do PCB pode variar de 1 a 10 átomos de cloro, resultando em até 209 isômeros possíveis, denominados congêneres. Na figura 2, podem ser identificados 5 congêneres de PCBs dos 7 congêneres considerados como indicadores por estarem predominantemente presentes em matrizes ambientais (BAARS et al., 2004). As dez posições que os átomos de cloro podem ocupar na estrutura bifenila são: posições orto (2, 6, 2', 6'); posições meta (3, 5, 3', 5') e posições para (4, 4') (PENTEADO, VAZ, 2001).

Os bifenilos policlorados foram sintetizados e descritos pela primeira vez por SCHIMIDT e SCHULTZ, por volta de 1800 na Alemanha; contudo sua produção

industrial só foi iniciada a partir de 1929 (WHO, 1992; WHO 2003; NOBBS, CHIPMAN, 2003).

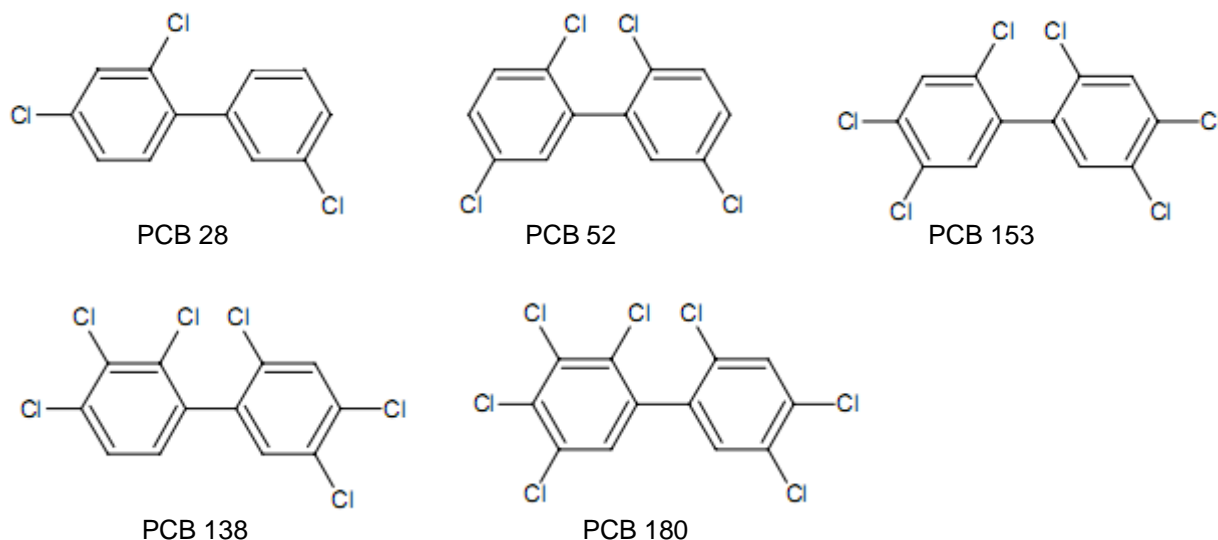


FIGURA 2 – 5 PCBs indicadores.

A nomenclatura para os 209 congêneres de PCBs, adotada pela IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*), considera a posição relativa dos átomos de cloro na estrutura bifenil, sendo a posição 1 reservada para a ligação entre os anéis. A partir desta, no anel da esquerda, as posições são numeradas em ordem crescente no sentido anti-horário. No outro anel as posições são numeradas da mesma forma, mas em sentido horário, adicionando-se um índice para diferenciar os anéis (PENTEADO, VAZ, 2001).

Os PCBs podem apresentar-se como líquidos oleosos, sólidos cristalinos e resinas (WHO/IPCS, 1993). Apresentam propriedades dielétricas, baixa inflamabilidade, elevada estabilidade química e térmica, permitindo uma ampla aplicação comercial. Foram utilizados em sistemas de transferência de calor, pesticidas, fluido dielétrico em transformadores, capacitores, lubrificantes, plastificantes de tintas, sistemas hidráulicos e como solventes de tintas (WHO, 1976; SAFE, 1986; PERSIC, 2004).

No Brasil, o nome comercial dos PCBs é Ascarel[®], sendo comercializado a partir da importação dos Estados Unidos e Alemanha, não havendo registros de produção nacional (ALVES, 2007).

Apesar das diversas características industrialmente interessantes, este é um dos compostos de difícil eliminação e degradação, ocasionando acúmulo de resíduos tóxicos na água, animais e alimentos (GRIGG, 2004).

Segundo Penteado & Vaz (2001, p. 391) os meios pelos os quais os PCBs foram introduzidos como contaminantes no meio ambiente são:

- Acidente ou perda no manuseio de PCBs e/ou fluídos contendo PCBs;
- Vaporização de componentes contaminados com PCBs;
- Vazamentos em transformadores, capacitores ou trocadores de calor;
- Vazamento de fluídos hidráulicos contendo PCBs;
- Armazenamento irregular de resíduo contendo PCBs ou resíduo contaminado;
- Fumaça decorrente da incineração de produtos contendo PCBs;
- Efluentes industriais e/ou esgotos despejados nos rios e lagos.

Por causa das implicações à saúde e ao impacto ambiental, o uso e produção de PCBs foram severamente proibidos em diversos países. No Japão sua fabricação e utilização foram banidos em 1972, o mesmo aconteceu na Suécia. Os Estados Unidos o fez em 1977, Noruega em 1980. No Brasil, a Portaria Interministerial nº 19, de 2 de janeiro de 1981, proibiu a fabricação, a comercialização e o uso de PCBs. Entretanto, permite o funcionamento de equipamentos já instalados até a sua substituição integral ou troca do fluído dielétrico por produto isento de PCBs (SILVA, TORRES, MALM, 2007).

Embora sua produção tenha sido banida nos Estados Unidos em 1977, os PCBs ainda são espalhados por vazamento de capacitores e transformadores antigos ainda em uso (ATSDR, 1990).

O destino e comportamento dos resíduos de PCBs no ambiente são influenciados pelas suas propriedades físico-químicas: congêneres menos clorados possuem pressão de vapor e solubilidade em água maiores que os mais clorados, os quais são mais lipofílicos. Estas diferenças exercem grande efeito na persistência dos congêneres individuais e em seus coeficientes de partição entre os diferentes compartimentos ambientais (WHO, 2003).

A concentração destes compostos tem alcançado níveis tóxicos em vários organismos terrestres, como pássaros e mamíferos, assim como em organismos aquáticos. Está comprovado pelo seu potencial tóxico, que os Poluentes Orgânicos Persistentes ameaçam o equilíbrio ecológico da biosfera e a saúde humana, por

serem fracamente biodegradáveis e apresentarem efeito tóxico mesmo em pequenas doses. Além disso, podem se acumular tanto nos organismos vivos (bioacumulação) quanto ao longo da cadeia alimentar (biomagnificação) (BROWN et al., 2000; FLEEGER, CARMAN, NISBET, 2003).

Os PCBs podem ser transportados por longas distâncias, pois têm sido detectados em amostras biológicas coletadas em locais distantes das fontes de contaminação, ainda podem participar de diversos ciclos biogeoquímicos sem sofrerem degradação (FILLMAN et al., 2002; FOCANT et al., 2002).

Na atmosfera, os PCBs e outros poluentes estão distribuídos entre a fase gasosa. Essa distribuição é influenciada principalmente pela temperatura ambiente e pela pressão de vapor. Em geral os PCBs contendo até 5 átomos de cloro são encontrados predominantemente na fase gasosa, enquanto que os congêneres contendo mais que 5 átomos de cloro são encontrados no material particulado. A concentração de PCBs na atmosfera, em clima tropical, varia de 74 a 46000 g/m³, dependendo da distância da fonte de emissão (BACKE, COUSINS, LARSSON, 2004).

Seres humanos podem ser expostos aos PCBs, por meio de inúmeras fontes, entretanto, a ingestão de alimentos é considerada a principal fonte de exposição aos PCBs. Os produtos de origem animal como: peixe, carne, ovos, leite e produtos lácteos são responsáveis por mais de 90% da contaminação (BIRMINGHAM et al., 1989). Dentre eles, o leite é considerado como um indicador da contaminação ambiental por compostos organoclorados (FOCANT et al., 2002).

A presença de resíduos organoclorados em leite e derivados é um fato observado por diversos autores como: Ramos et al. 1998, os quais analisaram resíduos de PCBs em amostras de leite em pó integral na Espanha; Heck et al., 2007 que, analisaram amostras de leite in natura, pasteurizado e integral comercializadas no Rio Grande do Sul, Santos et al., 2006 analisaram amostras de queijo comercializados também no Rio Grande do Sul; Zuccato, 2008 analisaram manteiga na Itália, Bélgica, Portugal e Espanha.

O leite é um dos caminhos pelos quais resíduos de PCBs são excretadas do organismo. Os animais produtores de leite acumulam estes compostos através de alimentos contaminados, pastagem e ar inalado (COSTABEBER et al., 2006).

A contaminação dos alimentos pode afetar a saúde humana após uma única exposição, ou após a exposição continuada (WHO, 2002).

Em um estudo realizado com 98 mulheres lactantes em Nova York (EUA), foi encontrada relação significativa entre os níveis de PCB em leite materno e o consumo de peixe (SILVA, TORRES, MALM, 2007).

BOUGUSZ (2004) analisou amostras de carne (bovina e suína), produtos cárneos (lingüiça, salsicha hot-dog, mortadela, carne para exportação e salame), todos oriundos do RS, os níveis de PCBs encontrados seguiram a seguinte ordem: produtos cárneos com carne mista > carne suína > carne bovina.

JAN, REINERT (2008) também analisaram amostras de leite materno e concluíram haver associação entre níveis altos de PCBs e prevalência de cáries. DALLAIRE et al. (2006) investigaram a exposição pré-natal aos PCBs e concluiu que esta pode ser responsável pelas infecções respiratórias em crianças de 0 a 5 anos.

3.6.2 Absorção e eliminação

Os PCBs, assim como os demais organoclorados, são absorvidos por via oral, respiratória e dérmica. Quando absorvidos entram na circulação e são transportados através do corpo. Distribuem-se inicialmente no fígado e músculos, os quais são altamente perfundidos. Os PCBs são altamente lipofílicos, acumulando-se na gordura e na pele (EPA, 1996). Seu mecanismo de ação no organismo humano não é totalmente conhecido, mas sabe-se que atingem o sistema nervoso central e periférico. Além disso, são capazes de atravessar a placenta, sendo potencialmente teratogênicos (SANTOS, 2001).

Os compostos clorados são transportados na corrente sanguínea ligados a proteínas plasmáticas como as lipoproteínas e a albumina. O armazenamento dessas substâncias depende da sua característica lipofílica. Substâncias pouco lipofílicas costumam ser hidrossolúveis e, portanto não se acumulam no tecido adiposo, são metabolizadas rapidamente e eliminadas pelos rins (MESQUITA, 2001). No caso das mulheres, ocorre um grande acúmulo desses compostos no leite e conseqüentemente, nos recém-nascidos por elas amamentados (BASHEER, OBBARD, 2004).

Os PCBs são eliminados através do metabolismo, que ocorre primeiramente no fígado. As taxas de metabolização são geralmente baixas com alto conteúdo de cloro, mas a posição do cloro também é importante. Ausência de cloro em duas posições adjacentes facilita o metabolismo (EPA, 1996).

Congêneres de PCBs menos clorados entram na circulação hepática portal e são submetidos a um metabolismo primário em grandes quantidades e excretados. A excreção ocorre via hidroxilação e conjugação com ácido glicurônico e sulfatos, que são excretados principalmente na urina, enquanto metabolitos hidroxilados são excretados principalmente na bile. Os demais meios de excreção dos PCBs são pelas fezes e leite materno (WHO, 2003).

3.6.3 Aspectos toxicológicos

“A contaminação por resíduos tóxicos representa um grave problema para a saúde pública. Em geral os efeitos crônicos, ou seja, efeitos cumulativos provocados pela exposição continuada a pequenas doses dessas substâncias são difíceis de ser monitorados e seu impacto na saúde ainda é subestimado” (BRASIL, 2005, p.115). Somente a partir de 1966 os PCBs foram considerados como poluentes do meio ambiente. A partir desta data os efeitos toxicológicos e bioquímicos das misturas de congêneres individuais têm sido estudados principalmente em peixes (YENG, WONG, WONG, 2003), células de mamíferos e até mesmo no homem (FELIP et al., 2004).

A toxicidade crônica tem sido observada em peixes, pássaros e em mamíferos. Vários estudos, entretanto, demonstram que cada congêneres de PCB pode agir mediante diferentes mecanismos e produzir efeitos potenciais diferentes (SEEGAL, 1996).

Os PCBs têm-se mostrado causadores de uma série de respostas biológicas tóxicas incluindo toxicidade imunológica e hepática, carcinogênese e efeitos teratogênicos, o que torna a exposição humana foco de preocupação mundial (ALBOURG et al., 1992; VAN DER BERG et al., 1994).

Estudos toxicológicos realizados em animais têm demonstrado que a contaminação por PCBs pode alterar principalmente as funções reprodutivas dos organismos vivos, entre elas distúrbios na maturação sexual. Nos seres humanos as consequências da contaminação por PCBs foram avaliadas no caso de exposição em acidentes ou por exposição ocupacional. Nesses casos, os principais sintomas observados foram: cloracne (escamação dolorosa que desfigura a pele, similar a acne), hiperpigmentação, problemas oculares, além da elevação do índice de

mortalidade por câncer no fígado e na vesícula biliar (YENG, WONG, WONG et al., 2003; FELIP et al., 2004).

Há indícios de que a contaminação com resíduos tóxicos em alimentos possa afetar o sistema imune, endócrino e nervoso, especialmente relacionados ao desenvolvimento do sistema neuro fetal (WHO, 2002).

As misturas comerciais de PCBs podem gerar uma infinidade de respostas tóxicas que irão depender principalmente do número de átomos de cloro, da pureza, da dose, do tipo de espécie, da idade, do sexo, da via e duração da exposição. Imunotoxicidade, carcinogenicidade, neurotoxicidade bem como outros efeitos bioquímicos têm sido observados tanto no ser humano como em animais (BARRETT, 1995).

No Japão, 1.600 indivíduos que consumiram óleo de arroz contaminado com PCBs em 1968 apresentaram cloracne, problemas oculares, incidência de mortes por câncer de fígado e vesícula biliar, hiperpigmentação da pele, neuropatia periférica e fortes dores de cabeça. Os bebês nascidos de mães contaminadas apresentaram efeitos similares, além de baixo peso ao nascer (SAFE, 1994).

3.6.4 Metabolismo infantil

As crianças apresentam um padrão único de vulnerabilidade a produtos tóxicos. Em relação à sua massa corpórea, elas consomem mais água, alimentos e ar que adultos, o que as leva a ter maior exposição a substâncias tóxicas presentes nestes elementos. O seu comportamento de levar a mão e objetos à boca, e o hábito de brincar diretamente ou próximas ao solo ampliam a exposição (LANDRIGAN; GARG; DROLLER, 2003). Devido à imaturidade enzimática, o metabolismo e excreção de substâncias tóxicas são menos desenvolvidos do que nos adultos E, por terem, potencialmente, mais anos de vida, apresentam maior probabilidade de virem a apresentar conseqüências tardias de exposições cumulativas e prolongadas (DAMSTRA, 2002).

No período neonatal, observa-se um risco maior de absorção de agentes químicos através da pele, pois a queratinização só se completa por volta do quinto ao oitavo dia de vida. Em relação entre superfície e massa corporal no recém-nascido, em relação à criança maior e ao adulto, um neonato absorve três vezes

mais, e uma criança duas vezes mais que um indivíduo adulto para uma dada área exposta (MAZUR, 2003).

As vias de biotransformação aos agentes químicos que ingressam no organismo não estão preparadas e desenvolvidas ao nascimento e durante os primeiros meses de vida. A capacidade de metabolizar, destoxificar e excretar agentes químicos difere do indivíduo adulto. A exposição aos resíduos tóxicos nas crianças, as tornam seu organismo vulnerável, pois são menos aptas a lidar com estas substâncias, pela ausência ou deficiência de enzimas necessárias para sua biotransformação e eliminação (LANDRIGAN; GARG, 2002).

As dificuldades na metabolização de agentes tóxicos pode representar para a criança, no caso de exposição continuada ou crônica, o acúmulo desses agentes em órgãos ou tecidos de depósito, como ossos e células adiposas. As conseqüências dessas exposições poderão, tendo em vista a expectativa de vida dessas crianças, vir a ser observadas muitos anos após, com o possível desenvolvimento de câncer (ETZEL; BALK, 2003).

Estudos revelam que crianças de mães com altos níveis de PCBs sofreram algum retardo no crescimento e obtiveram uma pontuação menor em certos testes de memória. Tais efeitos ocorreram em conseqüência da transferência de PCBs no útero materno e a sua persistência nas crianças até dez anos de idade (FELIP et al., 2004).

3.7 Limite de referência

No Brasil, a legislação estabelecia até 2009, pela Instrução Normativa nº 14, de 25 maio (BRASIL, 2009), um limite de referência de $10 \mu\text{g L}^{-1}$ para resíduos de PCBs em leite. Atualmente, esta Normativa foi revogada e novos limites foram estabelecidos, sendo regidos pela Instrução Normativa nº 8 de 29 de abril de 2010 (BRASIL, 2010). O limite atual de referência é de $2 \mu\text{g L}^{-1}$. Estes limites referem-se ao somatório dos PCBs 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180.

Até o presente momento, o Codex Alimentarius, não estabelece níveis de ingestão diária admissíveis para resíduos de PCBs. Segundo Van Den Berg et al., 2006 existiu ingestão diária admissíveis somente para dioxinas; furanos; PCBs não-orto e PCBs mono-orto, estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde.

3.8 Cálculo da ingestão diária estimada (IDE) de PCBs

Para estimar a exposição humana às substâncias químicas presentes nos alimentos, três dados são necessários: a concentração da substância no alimento (ng kg^{-1}), o consumo do alimento (kg) e o peso corpóreo (kg) (individual ou da população em estudo). A estimativa da ingestão ou suposta exposição, pode ser definida de uma maneira geral pela equação abaixo.

$$\text{IDE} = \frac{\text{Concentração da substância} \times \text{consumo do alimento}}{\text{Peso corporal}}$$

FONTE: Adaptado de Jardim, Caldas (2009).

ARTIGO CIENTÍFICO

Será submetido para revista Química Nova

Avaliação dos níveis de bifenilos policlorados (PCBs) em leite em pó integral e ingestão diária estimada

Andreia Niederauer Coelho, Susana Mohr e Thiago Guilherme Schwanz

Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, CEP 97105-900, RS, Brasil.

Ana Flávia Oliveira dos Santos

Setor de Alimentação Escolar de Imbé Prefeitura Municipal, Imbé, CEP 95625-000, RS, Brasil.

Ijoni Hilda Costabeber*

Departamento de Morfologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, RS, Brasil.

*E-mail: ijonicostabeber@gmail.com

Avaliação dos níveis de bifenilos policlorados (PCBs) em leite em pó integral e ingestão diária estimada

RESUMO

Foram determinados níveis de PCBs (28, 52, 153, 138 e 180) em leite em pó integral, consumido por pré-escolares no Município de Imbé, RS, Brasil. Na extração dos PCBs foi utilizado florisil e hexano. As análises dos PCBs foram realizadas com GC- μ ECD e os resultados confirmados com GC/MS. Os PCBs foram encontrados em ng g⁻¹ de gordura com valores médios de 0,073 ng g⁻¹ (PCB 138) 0,157 ng g⁻¹ (PCB 180). Para os demais PCBs (28, 52 e 153) os valores médios encontrados foram menores que o limite de quantificação (<LQ). A ingestão diária estimada total dos PCBs foi de 0,0013 ng g⁻¹ de gordura, valor inferior ao estabelecido pela legislação vigente.

Palavras-chave: bifenilos policlorados, leite em pó integral, ingestão diária, pré-escolares.

Evaluation of the Levels of polychlorinated biphenyls (PCBs) in Integral Powdered Milk and Estimated Daily Ingestion

ABSTRACT

Levels of PCBs (28, 52, 153, 138 e 180) were determined in integral powdered milk consumed by pre-scholars in the municipal district of Imbé, RS, Brazil. For the extraction of the PCBs, florisil and hexane were applied. The analyses of the PCBs were developed with GC- μ ECD and the results confirmed by GC/MS. The PCBs were found in ng g^{-1} of fat with medium values of (PCB 138) 0,073, (PCB 180) 0,157 ng g^{-1} . Other PCBs (28, 52 and 153) the mean values were lower than the quantification limit (LQ). The total estimated daily ingestion of PCBs was 0,0013 ng g^{-1} fat, value lower than prescribed by law.

Keywords: Polychlorinated biphenyls, whole milk powder, daily ingestion, pre-scholars.

INTRODUÇÃO

Os bifenilos policlorados pertencem ao grupo de contaminantes classificados como poluentes orgânicos persistentes, devido a sua persistência e poder de bioacumulação em organismos bióticos e sistemas abióticos.¹⁻² Por apresentarem propriedades físicas de baixa inflamabilidade, excelentes isolantes térmicos e elétricos foram amplamente usados como fluido hidráulico, dielétrico em transformadores e capacitores.^{1,3,4}

Apesar das diversas características industrialmente interessantes, eles são compostos de difícil eliminação e degradação, ocasionando acúmulo de resíduos tóxicos na água, animais e alimentos, afetando os ecossistemas e colocando em risco a saúde humana.^{5,6}

A contaminação ambiental por PCBs ocorreu durante sua produção, utilização, armazenagem, a ocorrência de acidentes ambientais, vazamentos e descartes inadequados, entre outros.⁷

Entre as décadas de 60 a 80 ocorreram acidentes, tendo como consequência a evidencia da sua toxicidade. Embora sua produção tenha sido banida nos Estados Unidos em 1977, os PCBs ainda são espalhados por vazamento de capacitores e transformadores antigos.⁸ A restrição ou proibição de PCBs nos países ocidentais, contribuíram para que os níveis desses compostos declinassem nas últimas décadas, porém, ainda persistem no meio ambiente e encontram-se distribuídos pela superfície terrestre e ambientes aquáticos, devido sua elevada bioestabilidade, hidrofobicidade e lipofilicidade, e seu potencial para bioacumulação e biomagnificação.⁹

A alimentação, especialmente os alimentos gordurosos, tem sido amplamente reconhecida como a principal fonte de ingestão de produtos tóxicos como os PCBs. Leite e laticínios em particular, têm recebido especial interesse devido ao seu amplo consumo por crianças,¹⁰ pois é rico em uma grande quantidade de nutrientes essenciais ao crescimento e a manutenção de uma vida saudável,¹¹ proporcionando não só nutrientes como também proteção imunológica e elementos anticarcinogênicos.¹² Referindo-se ao leite em pó, além do lugar de destaque na alimentação da população, possui grande importância sob o ponto de vista econômico, além de ser utilizado largamente na alimentação escolar. Neste sentido, destaca-se que a alimentação pré-escolar é subsidiada pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), sendo considerado um dos maiores e mais antigos programas na área de alimentação escolar no mundo.¹³

O presente trabalho objetivou avaliar a exposição de alunos pré-escolares aos resíduos de bifenilos policlorados em leite em pó integral no Município de Imbé, RS, Brasil, além de determinar a ingestão diária estimada de PCBs a partir deste alimento.

PARTE EXPERIMENTAL

Amostras

Um total de 38 amostras de leite em pó integral, todas da mesma marca, foram analisadas. As mesmas foram obtidas da alimentação destinada à pré-escolares nas escolas de educação infantil municipais localizadas no município de Imbé, Rio Grande do Sul, Brasil. As quais foram coletadas no ano de 2008 e 2009.

Reagentes

Hexano grau cromatografico, silicato de magnésio (60-100 mesh) foram adquiridos da Mallinckrot Baker[®] (USA). O silicato de magnésio foi previamente ativado a 150 °C 12 h⁻¹, desativado com a adição de 2 % de água bidestilada e agitado antes do uso. Foram utilizados demais reagentes como éter de petróleo e sulfato de sódio.

Padrões

Os padrões analíticos dos bifenilos policlorados (PCB 28 - 2,4,4' triclorobifenil; PCB 52 - 2,2',5,5' – tetraclorobifenil; PCB 153 - 2,2',4,4',5,5' – hexaclorobifenil; PCB 138 - 2,2',3,4,4',5' – hexaclorobifenil; PCB; PCB 180 - 2,2',3,4,4',5,5' – heptaclorobifenil) foram adquiridos da SUPELCO, Inc., Bellefonte, Pensilvania (U.S.A.), com grau de pureza superior a 99% foram usados.

Materiais

A limpeza do material constitui uma etapa importante da metodologia, ainda mais quando se trabalha com a análise de resíduos de pesticidas. Dela depende a confiabilidade dos resultados obtidos e a eliminação ou minimização dos interferentes na análise cromatográfica. Para isso, a vidraria utilizada nas análises e armazenamento de amostras foi previamente preparada, segundo a metodologia de Ângulo et al.,¹⁴ sendo lavada com detergente neutro e água quente; enxaguada três vezes com água destilada; seca em estufa a 150 °C por 12 horas, após foi enxaguada com acetona e hexano PA e seca em estufa a 150 °C por 12 horas, para assegurar ausência de contaminação.

Extração da gordura

Os resíduos de PCBs foram determinados a partir da gordura extraída das amostras de leite em pó. O procedimento de extração e purificação da gordura seguiu o método descrito por Sandmeyer,¹⁵ com algumas adaptações: 55 g de leite em pó foram reconstituídas com 110 mL de água destilada, homogeneizado manualmente até a completa diluição, e posteriormente centrifugado por 30 min. a 2683, 24 g. À gordura extraída adicionou-se sulfato de sódio anidro, aproximadamente 30 g, até a obtenção de um pó, sendo o mesmo colocado em uma coluna cromatográfica, usando algodão com um meio filtrante. A amostra foi eluída com 80 mL de éter de petróleo. O extrato obtido foi evaporado a vácuo, em banho termostaticado à 60 °C. A gordura purificada foi pesada e armazenada à -20 °C até o momento da extração dos PCBs.

Extração e purificação dos PCBs

Os PCBs foram extraídos seguindo a metodologia de Martinez et al.,¹⁶ na qual 0,1 g da amostra de gordura foi adicionada de 1 mL de *n*-hexano e agitada em Vortex até a completa diluição. Em seguida, a amostra foi colocada em uma coluna cromatográfica contendo 10 g de florisil e sulfato de sódio anidro, e eluída com 80 mL de *n*-hexano para extração dos PCBs. O solvente eluído foi filtrado usando algodão acrescido de sulfato de sódio e evaporado em rotavapor até a completa secura. Posteriormente, foi armazenado a -20 °C até o momento das análises cromatográficas. Após, a amostra foi reconstituída com 1 mL de *n*-hexano. Para cada conjunto de amostras submetidas à extração realizou-se um branco das extrações, para verificar possíveis contaminações durante o procedimento analítico.

Análise cromatográfica

Os resíduos de PCBs foram analisados utilizando-se um cromatógrafo a gás Agilent, modelo 6890N, equipado com micro detector de captura de elétrons (GC- μ ECD) de Ni^{63} e injetor automático HP 7683. A separação dos analitos foi realizada em uma coluna capilar de sílica fundida DP-1701, com 30 m de comprimento, 0,32 mm de diâmetro interno e 0,25 μm de espessura de fase estacionária. O Hélio foi utilizado como gás de arraste sob pressão constante de 18,29 psi, fornecendo uma vazão inicial de 1,6 mL min^{-1} . A programação da temperatura do forno iniciou a 60 °C, (2 min.), seguindo uma taxa de aquecimento a 5 °C min^{-1} até 220 °C (2 min). Posteriormente, a temperatura subiu a 300 °C a uma taxa de 20 °C min^{-1} (2 min). A temperatura do detector foi mantida a 320 °C durante toda a análise. Um microlitro dos extratos foi introduzido em um injetor do tipo *split/splitless* no modo *splitless*. O injetor foi mantido a uma temperatura constante de 250 °C. A confirmação dos compostos foi realizada em cromatógrafo a gás, acoplado a Detector de Massas com impacto de eletrons 5973B inert MSD., marca Agilent, modelo 6890N. Dois microlitros dos extratos foi injetado em um injetor do tipo *split/splitless* no modo *splitless*, a uma temperatura de 280 °C, com o auxílio de um injetor automático. A separação dos analitos foi realizada em uma coluna DB5MS, com 30 m de comprimento, 2 mm de diâmetro interno e 0,25 μm de espessura de fase estacionária. O hélio foi utilizado como gás de arraste fornecendo uma vazão de 1,5 mL min^{-1} . A programação da temperatura do forno iniciou a 60 °C, (2 min), seguindo uma taxa de aquecimento de 5 °C min^{-1} até 220 °C (5 min), e por fim a temperatura subiu até 300°C a uma taxa de 20 °C min^{-1} (2 min). O detector operou no modo de monitoramento de íons selecionados (SIM) com ionização por elétrons (EI) a 70 eV.

Validação do método

Foram validados os parâmetros básicos: linearidade, precisão, exatidão, limite de detecção e limite de quantificação. Para o estudo da linearidade preparou-se uma série de cinco amostras contaminadas com os padrões em concentrações crescentes (de 0,25 a 40 ng mL⁻¹). Estas amostras foram preparadas em triplicata, em dias diferentes, e injetadas em duplicata no sistema cromatográfico. Adicionalmente a cada triplicata foram preparadas amostras testemunhas, sendo uma a matriz sem adição do analito e a outra sem matriz para controle. Com os dados obtidos, calculou-se o gráfico de calibração de cada um dos compostos em estudo.

A precisão foi avaliada utilizando-se a estimativa do desvio padrão relativo (RSD), também conhecido como coeficiente de variação (CV), sendo este menor que 18%, indicando a eficácia do método, para a repetibilidade (intra-dia) e para a precisão intermediária (inter-dia). Para a repetibilidade foram preparadas 5 amostras iguais, todas contaminadas com 8 ng mL⁻¹ de cada um dos compostos em estudo. Estas amostras foram analisadas segundo o método proposto, desde a extração (todas no mesmo dia) até a análise cromatográfica. Para o estudo da exatidão utilizou-se a técnica de adição padrão, que consiste em adicionar diferentes quantidades conhecidas de padrões certificados do analito de interesse à matriz, antes do preparo da amostra. Uma amostra sem adição do padrão e cada uma das amostras com o padrão adicionado (nas concentrações de 8,0, 12 e 20 ng mL⁻¹) foram analisadas em triplicata, e as quantidades medidas relacionadas com a quantidade adicionada.

Os Limites de Detecção (LD) e Quantificação (LQ) foram determinados visualmente pela razão sinal/ruído, a partir de ensaios com amostras fortificadas em concentrações decrescentes a partir de 3 ng mL⁻¹, conforme Tabela 1.

Estimativa da ingestão diária de PCBs

Para estimar a exposição humana às substâncias químicas presentes nos alimentos, três dados essenciais são necessários: a concentração da substância no alimento (ng kg⁻¹), o consumo do alimento (kg) e o peso corpóreo (kg) (individual ou da população em estudo). A estimativa da ingestão ou suposta exposição, pode ser definida de uma maneira geral pela equação abaixo.

$$\text{IDE} = \frac{\text{Concentração do composto} \times \text{consumo do alimento}}{\text{Peso corporal}}$$

FONTE: Adaptado de Jardim, Caldas (2009).

Para mensurar dados (peso, consumo de leite em pó integral *per capita*) dos alunos pré-escolares foram respeitadas as exigências das diretrizes e normas da pesquisa envolvendo seres humanos apresentadas na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 1996),¹⁷ considerando a confidencialidade dos dados fornecidos, a privacidade e a integridade dos participantes. Foi solicitada à Secretaria de Educação uma autorização para realização da pesquisa. O estudo teve aprovação do Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Maria sob CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética) número 0100.0.243.000-10.

O tamanho da amostra foi calculada, segundo Barbeta (1999),¹⁸ considerando um erro amostral tolerável de 5%. Assim, a amostra foi composta de 236 crianças,

sendo 113 meninas e 123 meninos, na faixa etária de 24 a 78 meses de idade (Gráfico 1).

A estimativa de exposição alimentar aos PCBs foi calculada a partir da quantidade de resíduos encontrados no leite em pó e do consumo de leite, por dia, pelas crianças.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As amostras foram analisadas, segundo a metodologia consultada e os resultados representam a média aritmética, considerando $n=38$.

Na Tabela 2 encontram-se as concentrações (médias e desvio padrão) a dispersão e a incidência dos PCBs nas amostras. Os valores são apresentados em ng g^{-1} de gordura. Das 38 amostras de leite em pó analisadas, os resíduos de PCBs 138 e 180 foram detectados em 7,9% das mesmas ($n=3$), enquanto que os PCBs 28, 52, e 153 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação ($<LQ$). Valores menores que LQ foram atribuídos como zero (Tabela 2).

Nos resultados obtidos com as análises de leite em pó integral observou-se maior concentração média para o PCB 180 ($0,157 \text{ ng g}^{-1}$). O PCB 138 apresentou concentração média inferior ($0,073 \text{ ng g}^{-1}$) ao PCB 180.

O somatório PCBs foi calculado com base na soma das concentrações dos compostos (PCBs 138 e 180) detectados em cada amostra.

As concentrações médias dos PCBs (28, 52, 153, 138 e 180) do presente estudo, foram inferiores aos resultados encontrados por Ramos et al., (1998)¹⁹ na Espanha (Tabela 3). No qual, os autores analisaram três marcas de leite em pó integral e, em todas elas, encontraram as respectivas concentrações médias de

PCBs: Marca A continha os PCB 153 (1,60 ng g⁻¹), PCB 138 (1,72 ng g⁻¹), e PCB 180 (0,80 ng g⁻¹); Marca B apresentou os PCB 153 (2,74 ng g⁻¹), PCB 138 (2,41 ng g⁻¹) e PCB 180 (1,78 ng g⁻¹) e a Marca C estava contaminada com o PCB 153 (1,59 ng g⁻¹), PCB 138 (1,47 ng g⁻¹) e PCB 180 (0,81 ng g⁻¹). O referido estudo não analisou os PCBs 28 e 52, porém analisou outros PCBs indicadores (101 e 118) que não foram estudados no leite em pó integral.

Os valores médios obtidos nas análises de leite em pó integral, também foram inferiores quando comparados aos resultados encontrados em outro estudo, realizado no Rio Grande do Sul, quando Heck et al. (2007)²⁰ analisaram amostras de leite cru e leite pasteurizado (Tabela 4). As concentrações médias para os PCBs no leite cru foram: 28 (0,32 ng g⁻¹), 52 (0,59 ng g⁻¹), e 180 (2,50 ng g⁻¹). No leite pasteurizado foram: 28 (0,29 ng g⁻¹), 52 (1,43 ng g⁻¹), 138 (0,14 ng g⁻¹) e 180 (11,7 ng g⁻¹). Heck et al. (2007)²⁰ também analisaram amostras de leite UHT e as concentrações médias de PCBs encontradas foram: 52 (1,02 ng g⁻¹), e 180 (1,00 ng g⁻¹). O PCB 28 não foi encontrado com valor inferior ao (LQ) tanto, no leite UHT quanto, no leite em pó. No entanto, o PCB 138 apresentou-se abaixo do limite de detecção apenas no leite cru e UHT. Quanto ao PCB 153, o mesmo não foi estudado no respectivo estudo Heck et al. (2007).²⁰ Considerando a temperatura de processamento do leite em pó (170-250°C), leite UHT (135-150°C) e pasteurizado (72-75°C), pode-se sugerir as menores concentrações de PCBs no presente estudo.

Pines et al. (1988)²¹ analisaram PCBs, em Israel, em 42 amostras de leite de cru (14 amostras em 1976, 14 em 1983, e 14 em 1986) e 41 amostras de leite industrializado (10 em 1976, 16 em 1983, e 15 em 1986). Durante este período, foram observadas mudanças na distribuição de PCBs nas amostras de leite. O

percentual de hexaclorofenil diminuiu com o tempo e o pentaclorofenil aumentou (WHO,1993).²²

Quanto aos subprodutos obtidos a partir do leite, Santos et al. (2006)²³ avaliaram os níveis de PCBs em amostras de queijo, comercializado no Rio Grande do Sul, encontrando as concentrações médias de PCBs em ordem crescente de contaminação: congêneres 52 (15,75 ng g⁻¹) > 180 (4,91 ng g⁻¹) > 28 (3,43 ng g⁻¹) > 153 (3,00 ng g⁻¹) > 10 (2,38 ng g⁻¹) > 138 (1,37 ng g⁻¹). Zuccato et al. (2008)²⁴ avaliaram a concentração dos sete PCBs indicadores na manteiga em quatro países europeus (Itália, Bélgica, Portugal e Espanha). A contaminação encontrada é dada, a continuação, pelo somatório PCBs dos sete congêneres encontrados: Itália (7,65 ng g⁻¹), Bélgica (2,20 ng g⁻¹), Portugal (0,98 ng g⁻¹) e Espanha (3,07 ng g⁻¹). Observou-se a presença de contaminações de PCBs superiores no queijo e manteiga quando comparado com o leite em pó processado (Tabela 5), a alta temperatura, o que sugeri que, quanto maior a temperatura do processamento menor a concentração dos compostos nos alimentos.

Na Itália, Fattore et al. (2008)²⁵ avaliaram a exposição alimentar da população italiana a seis PCBs indicadores (Tabela 6). Dentre os alimentos analisados, estão o leite e os produtos lácteos. Neste estudo, o nível médio de contaminação foi superior ao encontrado no leite em pó, encontrado os seguintes resultados: PCB 28 (1,48 ng g⁻¹), PCB 52 (0,99 ng g⁻¹), PCB 101 (1,01 ng g⁻¹), PCB 153 (3,21 ng g⁻¹), PCB 138 (2,57 ng g⁻¹) e PCB 180 (1,47 ng g⁻¹).

Kowalski (2010)²⁶ analisou PCBs em amostras de leite de mulheres brasileiras. O leite com maior quantidade de gordura, em geral apresentava maiores quantidades de PCBs, principalmente o mais persistente, como o PCB 180, também encontrado em maior concentração no leite em pó integral.

O consumo médio de leite em pó integral por criança foi de aproximadamente 32 g dia^{-1} , o qual contém o conteúdo de gordura equivalente a 8,3 g. O peso médio das crianças foi de 17,35 kg (Gráfico 2).

Com base nos dados de peso e quantidade de leite em pó ingerida, a estimativa da ingestão diária dos congêneres de PCBs pode ser visualizada na tabela 7. A mesma apresentou a IDE de $(0,0013 \text{ ng g}^{-1}$ de gordura, considerando o somatório PCBs. A ingestão diária aceitável (IDA) esta baseada segundo o valor determinado na Normativa nº 8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento,²⁷ que estabelece $2 \mu\text{g L}^{-1}$ como limite de referência.

O Codex Alimentarius, (FAO/WHO) não estabelece níveis de ingestão diária admissíveis para resíduos de PCBs. No Brasil, a legislação vigente até 2009, pela Instrução Normativa nº 14, de 25 maio,²⁸ estabelecia um limite de referência de $10 \mu\text{g L}^{-1}$ de resíduos de PCBs em leite. Atualmente, esta Normativa foi revogada e novos limites foram estabelecidos, sendo regidos pela Normativa nº 8 de 29 de abril de 2010.²⁷ O limite atual de referência ($2 \mu\text{g L}^{-1}$) refere-se ao somatório PCBs dos congêneres 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180.

O somatório PCBs ($0,230 \text{ ng g}^{-1}$ de gordura = $0,00782 \mu\text{g L}^{-1}$ de leite) encontrado nas amostras de leite em pó integral ao ser comparado com o estabelecido pela legislação vigente na Normativa nº 8²⁷ ficou abaixo do limite de referência ($2 \mu\text{g L}^{-1}$) permitido.

CONCLUSÃO

Os congêneres de PCBs 28, 52, 153, 138 e 180 foram detectados no leite em pó integral em concentrações médias abaixo dos limites máximos de resíduos estabelecidos pela Legislação Brasileira vigente. Os compostos que tiveram contribuição no somatório de PCBs foram os congêneres mais clorados (PCB 138 e 180). A ingesta diária estimada por crianças pré-escolares de educação infantil do Município de Imbé, para os bifenilos policlorados analisados, foi de $0,0000442 \mu\text{g L}^{-1}$ ($0,0013 \text{ ng g}^{-1}$ de gordura), valor abaixo do limite de referência para resíduos de PCBs no leite. Como os valores dos compostos detectados nas amostras de leite em pó integral e a ingesta diária estimada apresentaram-se abaixo do limite de referência pode-se dizer que o leite consumido pelos pré-escolares não representa risco toxicológico sob o aspecto avaliado. No entanto, sugere-se que mais estudos sejam realizados para fixar Limites Máximos de Resíduos e valores de Ingestas Diárias Admissíveis. Salienta-se também, a necessidade de monitorar os resíduos de PCBs em leite, devido à grande importância e amplo consumo deste alimento pela população brasileira, em especial as crianças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

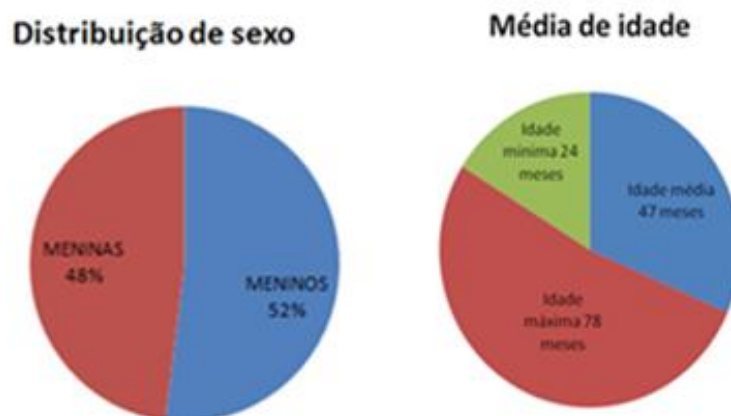
1. GRIGG J. Arch. Dis. Child. **2004**, 89, 244.
2. KANIA-KORWEL, I. et al. Food Chem. Toxicol. **2008**, 46, 637.
3. ESPOSITO, M. et al. Chemosphere. **2009**, 77, 1212.
4. SILVA, C. E. de A.; TORRES, J. P. M.; MALM. Oecol. Bras. **2007**, 11, 179.

5. FILLMAN, G. et al. Marine Pollution Bulletin. **2002**, 44, 122.
6. FOCANT, J. F., et al. Chemosphere. **2002**, 48, 179.
7. PENTEADO, J.; VAZ, J. Quím. Nova. **2001**, 24, 390.
8. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). Polichlorinated Biphenyl (PCB) Toxicity. Estados Unidos, 1990.
9. GHISELLI, G.; JARDIM, W. F. Quím. Nova. **2007**, 30, 695.
10. LLOMPAR et al. Analytical Chemistry. **2001**, 73, 5858.
11. VILELA, D. A. Revista Batavo. **2001/2002**, 111.
12. MÜLLER, E. E. Anais simpósio sobre sustentabilidade da pecuária leiteira na região sul do Brasil, Toledo, Brasil, 2002.
13. <http://www.fnde.gov.br/index.php/ae-historico>, acessada em julho 2010.
14. ÂNGULO, R. et al. European Pesticide Residue Workshop. Alkmaar-Netherlands, **1996**, p.59.
15. SANDMEYER, U. Revista Española de Lechería. **1992**, 3, 56.
16. MARTINEZ, M. P. *et al.* Food Chem. Toxicol. **1997**, 35, 621.
17. BRASIL. Resolução 196/1996. Decreto nº 93933 de janeiro de 1987. Estabelece. Bioética, 1996, v.4.
18. BARBETA, A. Estatística Aplicada as Ciências Sociais. 3nd Ed. Florianópolis: UFSC, 1999.

19. RAMOS L. et al. Chemosphere. **1998**, 38, 2589.
20. HECK, M. C. et al. Food Chem. **2007**, 102, 288.
21. PINES et al. Bull. Environ. Contam. Toxicol. **1988**, 40, 94.
22. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Polychlorinated biphenyls and terphenyls, 2nd ed. Geneva: 1993.
23. SANTOS, J. S. et al. Chemosphere. **2006**, 65, 1544.
24. ZUCCATO, E. et al. Food Chem. Toxicol. **2008**, 46, 1062.
25. FATTORE, E. et al. Chemosphere. **2008**, 73, S278.
26. KOWALSKI, C. H. et al. Journal of the Brazilian Chemical Society. **2010**, 21, 502.
27. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa N° 8, 29/04/2010.
28. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa N° 14, 25/05/2009.

Tabela 1. Limites de detecção e quantificação de PCBs em leite em pó integral

| Compostos | LOD (ng g ⁻¹) | LOQ (ng g ⁻¹) |
|-----------|---------------------------|---------------------------|
| PCB 28 | 1 | 3 |
| PCB 52 | 1 | 3 |
| PCB 153 | 0,25 | 0,5 |
| PCB 138 | 0,25 | 0,5 |
| PCB 180 | 0,25 | 0,5 |

**Gráfico 1.** Dados de sexo e idade de pré-escolares do município de Imbé/RS.**Tabela 2 – Concentração média, mínima, máxima e incidência de congêneres de PCBs em amostras de leite em pó integral em ng g⁻¹ de gordura**

| Congêneres de PCBs | Média (n=38) ^a (ng g ⁻¹) | Média (n=3) ^b (ng g ⁻¹) | Mín. e Max. (ng g ⁻¹) | Incidência (n=38) (%) |
|--------------------|--|---|--------------------------------------|--------------------------|
| PCB 28 | ND | 0,000 | 0,000 | 0 |
| PCB 52 | ND | 0,000 | 0,000 | 0 |
| PCB 153 | ND | 0,000 | 0,000 | 0 |
| PCB 138 | 0,073 (0,257) | 0,931 (0,168) | 0,000-1,114 | 7,9 |
| PCB 180 | 0,157 (0,571) | 1,990 (0,758) | 0,000-2,857 | 7,9 |
| Σ PCB | 0,230 | 2,921 | | |

Σ PCBs = PCB 28 + PCB 52 + PCB 153 + PCB 138 + PCB 180.

^a Congêneres não detectados foram designados como zero (média e desvio padrão)

^b Congêneres acima de LOQ (média e desvio padrão).

ND = não detectado

Tabela 3 – Concentração média de congêneres de PCBs em amostras de leite em pó integral no RS e Espanha em ng g⁻¹ de gordura

| Congêneres de PCBs | Leite pó (Marcas =) ^a | Ramos et al. (Marca A) ^b | Ramos et al. (Marca B) ^b | Ramos et al. (Marca C) ^b |
|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| PCB 28 | 0,000 | NE | NE | NE |
| PCB 52 | 0,000 | NE | NE | NE |
| PCB 153 | 0,000 | 1,60 | 2,74 | 1,59 |
| PCB 138 | 0,073 | 1,72 | 2,41 | 1,47 |
| PCB 180 | 0,157 | 0,80 | 1,78 | 0,81 |
| ∑ PCB | 0,230 | 7,35 | 11,44 | 5,66 |

^a ∑ PCBs = PCB 28 + PCB 52 + PCB 153 + PCB 138 + PCB 180.

^b ∑ PCBs = PCB 101 + PCB 118 + PCB 153 + PCB 138 + PCB 180.

NE – congêneres não estudados.

Tabela 4 – Concentração média de congêneres de PCBs em amostras de leite em pó integral, UHT, pasteurizado e leite cru em ng g⁻¹ de gordura

| Congêneres de PCBs | Leite pó | Heck et al. UHT | Heck et al. Pasteurizado | Heck et al. Cru |
|--------------------|----------|-----------------|--------------------------|-----------------|
| PCB 28 | 0,000 | 0,00 | 0,29 | 0,32 |
| PCB 52 | 0,000 | 1,02 | 1,43 | 0,59 |
| PCB 153 | 0,000 | NE | NE | NE |
| PCB 138 | 0,073 | 0,00 | 0,14 | 0,00 |
| PCB 180 | 0,157 | 1,00 | 11,7 | 2,50 |
| ∑ PCB | 0,230 | 2,02 | 13,56 | 3,41 |

^a ∑ PCBs = PCB 28 + PCB 52 + PCB 153 + PCB 138 + PCB 180.

NE – congêneres não estudados.

Tabela 5 – Concentração média ∑PCBs em amostras de leite em pó integral e subprodutos de leite no RS e países europeus em ng g⁻¹ de gordura

| Congêneres de PCBs | Leite pó RS | Queijo ^a RS | Manteiga ^b Portugal | Manteiga ^b Bélgica | Manteiga ^b Espanha | Manteiga ^b Itália |
|--------------------|-------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| ∑ PCB | 0,230 | 28,46 | 0,98 | 2,20 | 3,07 | 7,65 |

^a ∑ PCBs = PCB 28 + PCB 52 + PCB 153 + PCB 138 + PCB 180.

^b ∑ PCBs = PCB 28 + PCB 52 + PCB 101 + PCB 118 + PCB 153 + PCB 138 + PCB 180.

^aSantos et al. (2006)

^bZuccato et al. (2008)

Tabela 6 – Concentração média de congêneres de PCBs em amostras de leite em pó integral no RS e amostras de derivados lácteos na Itália em ng g⁻¹ de gordura

| Congêneres de PCBs | Leite pó ^a | Fattore et al. lácteos ^{bc} |
|--------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| PCB 28 | 0,000 | 1,48 |
| PCB 52 | 0,000 | 0,99 |
| PCB 101 | NE | 1,01 |
| PCB 153 | 0,000 | 3,21 |
| PCB 138 | 0,073 | 2,57 |
| PCB 180 | 0,157 | 1,47 |
| Σ PCB | 0,230 | 10,73 |

^a NE – congêneres não estudado.

^b Σ PCBs = PCB 28 + PCB 52 + PCB 101 + PCB 153 + PCB 138 + PCB 180.

^c Fattore et al., 2008.

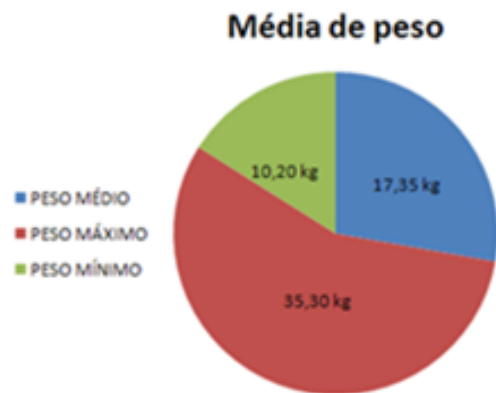


Gráfico 2. Dados de peso corporal de pré-escolares do município de Imbé/RS.

Tabela 7. Estimativa da ingestão diária estimada (IDE) de PCBs em leite em pó e limite de referência (LR) em pré-escolares de Imbé

| Congêneres | IDE (ng g ⁻¹) | LR (μg L ⁻¹) ^a MAPA |
|------------|---------------------------|---|
| PCB 28 | 0,0000 | - |
| PCB 52 | 0,0000 | - |
| PCB 153 | 0,0000 | - |
| PCB 138 | 0,0004 | - |
| PCB 180 | 0,0009 | - |
| Σ PCBs | 0,0013 | 2 |

$$0,0013 \text{ ng g}^{-1} \text{ gordura} = 0,0000442 \text{ } \mu\text{g L}^{-1} \text{ leite}$$

Σ PCBs = PCB 28 + PCB 52 + PCB 153 + PCB 138 + PCB 180

^a Valor estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

4 DISCUSSÃO

O leite é um alimento fundamental nas diversas faixas etárias, desde o nascimento até o envelhecimento. É rico em nutrientes essenciais, o que proporciona diversos benefícios à saúde. Por ser considerado um alimento completo, o leite está presente na mesa de muitas famílias brasileiras.

Apesar de ser um componente indispensável na dieta humana (VILELA, 2002), o leite pode representar uma importante fonte de contaminação de resíduos de PCBs. Estes constituem um grupo de contaminantes potencialmente tóxicos classificados como poluentes orgânicos persistentes (POPs) (SILVA, TORRES, MALM, 2007).

Para determinar os bifenilos policlorados e estimar a sua ingestão, a partir de leite em pó integral, foram coletados os dados de peso e consumo de leite em pó pelas crianças matriculadas nas escolas de educação infantil no município de Imbé – RS. O número de pré-escolares avaliados foram 236. O peso variou de 10,2 kg a 35,3 kg, sendo sua média de 17,35 kg. Quanto ao consumo de leite, a quantidade foi definida segundo a média *per capita*/dia consumida pelas crianças, sendo a mesma de 32 g de leite em pó, equivalendo a 8,3 g de gordura.

Foram analisados os PCBs 28, 52, 153, 138 e 180 nas amostras de leite em pó integral. Estes congêneres foram escolhidos por representarem cinco dos sete PCBs indicadores. Os PCBs indicadores foram selecionados por serem representativos, para todos os PCBs e por estarem predominantemente presentes em matrizes bióticas e abióticas. Os sete PCBs indicadores são os congêneres 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180 (BAARS et al., 2004).

Foi observada a presença de bifenilos policlorados nas amostras de leite em pó integral. Entre as 38 amostras de leite analisadas, os resíduos de PCBs 138 e 180 foram detectados em 7,9% das mesmas (n=3), para as demais amostras 92,1% (n=35) o nível de contaminação encontrado foi menor que o limite de quantificação (<LQ).

Quanto aos níveis de bifenilos policlorados encontrados nas amostras de leite em pó, o PCB 180 foi o composto encontrado em maior concentração média, seguido do PCB 138. As concentrações dos compostos foram detectadas na seguinte ordem, do mais concentrado para o menos concentrado: PCB 180 (0,157 ng g⁻¹ de gordura) > PCB 138 (0,073 ng g⁻¹) > PCB 28, 52 e 153 (<LQ). O somatório

PCBs encontrado nas amostras de leite em pó integral foi de $0,230 \text{ ng g}^{-1}$ de gordura, tendo este, uma maior contribuição do PCB 180, que apresentou um rango de $0,000$ a $2,857 \text{ ng g}^{-1}$ de gordura. O valor do somatório PCBs ($0,230 \text{ ng g}^{-1} = 0,00782 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$), quando comparado com o estabelecido pela Normativa nº 8, de 29 de abril de 2010, ficou abaixo do limite de referência permitido ($2 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$).

Até o presente momento não há estabelecido pelo Codex Alimentarius, (FAO/WHO) nenhum nível de ingestão diária admissíveis para resíduos de PCBs.

Cabe ressaltar, que as concentrações médias dos PCBs (28, 52, 153, 138 e 180) do presente estudo, foram inferiores quando comparadas aos resultados encontrados em outro estudo também realizado no Rio Grande do Sul, , quando Heck et al. (2007) analisaram amostras de leite cru e leite pasteurizado. As concentrações médias para os PCBs no leite cru foram: 28 ($0,32 \text{ ng g}^{-1}$), 52 ($0,59 \text{ ng g}^{-1}$), e 180 ($2,50 \text{ ng g}^{-1}$). No leite pasteurizado foram: 28 ($0,29 \text{ ng g}^{-1}$), 52 ($1,43 \text{ ng g}^{-1}$), 138 ($0,14 \text{ ng g}^{-1}$) e 180 ($11,7 \text{ ng g}^{-1}$). Heck et al. (2007) também analisaram amostras de leite UHT e as concentrações médias de PCBs encontradas foram: 52 ($1,02 \text{ ng g}^{-1}$), e 180 ($1,00 \text{ ng g}^{-1}$). O PCB 28 foi encontrado com valor inferior ao LQ tanto, no leite UHT quanto, no leite em pó. No entanto, o PCB 138 apresentou-se baixo do limite de detecção apenas no leite cru e UHT. Quanto ao PCB 153, o mesmo não foi estudado no respectivo estudo Heck et al. (2007). Considerando a temperatura de processamento do leite em pó ($170\text{-}250^\circ\text{C}$), leite UHT ($135\text{-}150^\circ\text{C}$) e pasteurizado ($72\text{-}75^\circ\text{C}$), pode-se justificar as menores concentrações de PCBs no presente estudo, deduzindo-se que quanto maior a temperatura do processamento, menor será a concentração dos resíduos de PCBs no alimento.

Quanto aos subprodutos obtidos a partir do leite, Santos et al. (2006) avaliaram os níveis de PCBs em amostras de queijo, obtidas no comércio do Rio Grande do Sul, encontrando as concentrações médias de PCBs em ordem crescente de contaminação $52 (15,75 \text{ ng g}^{-1}) > 180 (4,91 \text{ ng g}^{-1}) > 28 (3,43 \text{ ng g}^{-1}) > 153 (3,00 \text{ ng g}^{-1}) > 10 (2,38 \text{ ng g}^{-1}) > 138 (1,37 \text{ ng g}^{-1})$. Zuccato (2008) avaliaram a concentração dos sete PCBs indicadores na manteiga em quatro países europeus (Itália, Bélgica, Portugal e Espanha). A contaminação encontrada é dada pelo somatório PCBs dos sete congêneres encontrados nos seguintes países: Itália ($7,65 \text{ ng g}^{-1}$), Bélgica ($2,20 \text{ ng g}^{-1}$), Portugal ($0,98 \text{ ng g}^{-1}$) e Espanha ($3,07 \text{ ng g}^{-1}$).

A ingestão diária estimada de PCBs, a partir dos congêneres 138 e 180 foi de $0,0004 \text{ ng g}^{-1}$ e $0,0009 \text{ ng g}^{-1}$, respectivamente considerando o somatório PCBs, a

partir do leite em pó integral, a ingestão diária estimada foi de $0,0013 \text{ ng g}^{-1}$ de gordura de leite em pó. Este valor, quando comparado com o limite de referência permitido pela legislação brasileira fica abaixo do estabelecido. Porém, salienta-se que a legislação brasileira ainda não tem determinado o Limite Máximo Recomendado (LMR). Desta forma, não possível relacionar a IDE com a IDA (ingestão diária admitida).

Não foram encontradas referências na literatura sobre análises de PCBs em leite em pó integral consumido no Rio Grande do Sul, permitindo assim deduzir que este seja o primeiro estudo realizado sobre o tema.

Devido ao fato do leite ser um produto amplamente consumido pela população nas diferentes faixas etárias e sabendo-se que o mesmo é uma das principais fontes de exposição de PCBs aos humanos é importante o contínuo monitoramento para assegurar o consumo seguro deste alimento, sem riscos toxicológicos à saúde. Além disso, faz-se necessário estabelecer níveis de ingestão admitida, pois uma vez determinado estes valores pode-se calcular o nível de exposição e avaliar com critérios mais precisos os riscos toxicológicos.

5 CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que:

- Os alunos pré-escolares de Imbé consomem 32 g/dia de leite em pó integral, representando 8,3 g de gordura/dia.
- Os resultados das análises das amostras revelaram a presença de PCBs abaixo do limite de referência permitido pela legislação para congêneres de bifenilos policlorados no leite.
- A ingestão diária estimada de PCBs, a partir de leite em pó, pelos pré-escolares de Imbé não pode ser comparada com o valor de ingestão adequada, pois ainda não se tem estabelecido estes níveis.
- Com base no conhecimento toxicológico, pode-se afirmar que os níveis de bifenilos policlorados encontrados neste estudo não representam um risco associado ao consumo do leite em pó integral. Entretanto, salienta-se a importância de outros trabalhos na área, com a finalidade de levantar dados sobre a contribuição da ingestão adequada de produtos lácteos destinados ao público escolar e pré-escolar, uma vez que o leite é amplamente consumido pela população brasileira, em especial por crianças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C. Exposição ambiental a interferentes endócrinos com atividade estrogênica e sua associação com distúrbios puberais em crianças. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.23, n.5, maio. 2007.

ALHBORG, U.G. et al. Impact of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofuranos and biphenyls on human and environmental health, with special emphasis on application of the toxic equivalency factor concept. **European Journal of Pharmacology**, v. 228: p. 179-99.1992.

AMORIM, S. T. S. P. de. Alimentação infantil e o marketing da indústria de alimentos. Brasil, 1960-1988. **História: Questões & Debates**, Curitiba, n. 42, p. 95-111. Editora UFPR, 2005.

ANDRADE, M.K. de. **Experiências sobre alimentação escolar em países do 3º mundo**. In: Seminário de Alimentação Escolar. 3º., 1999, Campinas.Campinas: ITAL, 1999.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Department of health and human services. **Polichlorinated Biphenyl (PCB) Toxicity**. Estados Unidos, 1990.

BAARS, A.J. et al. Dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in foodstuffs: occurrence and dietary intake in the Netherlands. **Toxicology Letters**, v.151, p.51-61, 2004.

BACKE, C.; COUSINS, I.T.; LARSSON, P. PCB in soils and estimated soil-air exchange fluxes of congeners in the south of Sweden. **Chemosphere**, [S.l], v.128, n. 1-2, p. 59-72. 2004.

BAIRD, C. **Química ambiental**. 2ª ed. Bookman: São Paulo, 2002. 622 p.

BARRETT, et al. Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis **Chemosphere**, [S.l] v. 333, n. 1-2, p. 189-202. 1995.

BASHEER, C. LEE, H. K. OBBARD, J. P. Application of liquid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry for the determination of polychlorinated biphenyls in blood plasma. **Journal of Chromatography A**, [S.l], v.1022, n. 1, p. 161-169. 2004.

BIRMINGHAM, B. et al. Dietary intake of PCDD and PCDF from food in Ontario, Canadá. **Chemosphere**, [S.l], v. 19, p. 637-642, 1989.

BOGUSZ S. JR. **Determinação de bifenilos policlorados em carne e produtos cárneos no Rio Grande do Sul, Brasil**. 2004. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa Nº 8, 29 de abril de 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa Nº 14, 25 de maio de 2009.

BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de atenção à saúde. Coordenação geral da política de alimentação e nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Programa de Alimentação Escolar – Encontros técnicos. **O Programa Nacional de Alimentação Escolar na dimensão do direito humano**. [S.l.]: 1º Encontro Regional de Nutricionistas do PNAE, 2006.

BROWN, S.S. et al. Effects of sediment contaminants and environmental gradients on macrobenthic community trophic structure in gulf of Mexico estuaries. **Estuaries**, [S.l.], v.23, p. 411-484, 2000.

CARDOSO, L.; ARAÚJO, W. M. C. Parâmetros de qualidade em leites comercializados no distrito federal, no período 1997 – 2001. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 17, p.114-115, nov./dez. 2003.

(CCGL) - COOPERATIVA CENTRAL GAÚCHA DE LEITE. **Manual de Higiene e resfriamento do leite**. [S.l.],: DITEC/CCGL, 1982.

CENTRO UNIVERSITÁRIO FRANCISCANO (UNIFRA). Curso de Nutrição. **Tecnologia de alimentos**. Santa Maria, [76], 2004.

COSTABEBER I. H. et al. Níveis de organoclorados em queijos produzidos no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, mar./abr. 2006.

COSTA, E. O. Resíduos de antibióticos no leite: um risco à saúde do consumidor. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.10, n.44, p.15-17, 1996.

COSTA, M. de R. COSTA; FLORES, R. J.; GIGANTE, M. L. propriedades da membrana do glóbulo de gordura do leite. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.20, n.3, p. 507-514, jul./set. 2009.

DALLAIRE, F. et al. Effect of prenatal exposure to polychlorinated biphenyls on incidence of acute respiratory infections in preschool inuit children. **Environmental Health Perspectives**, [S.L.], v.114, n.8, p.1301-1305, 2006.

DAMSTRA T. Potential effects of certain persistent organic pollutants and endocrine disrupting chemicals on the health of children. **Clinical Toxicology**, [S.l.], v. 40, p. 457- 465. 2002.

DÜRR, J. W. Estratégias para a melhoria da qualidade do leite. In: CARVALHO, L. A. et al. **Tecnologia e gestão na atividade leiteira**. 1ª. ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. Cap. 5, p. 89 – 97.

DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. Sérgio. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998. 403 p.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 652 p.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **PCBs: Cancer Dose-Response Assessment and Application to Environmental Mixtures**. Washington, DC, 1996.

ETZEL, R.A.; BALK, S.J. **American Academy of Pediatrics**. Committee on Environmental Health. *Pediatric environmental health*. 2nd ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics. 2003.

FRANCO, B. D. G. de M; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182 p.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 307 p.

FELIP, E. et al. Polychlorobiphenyls and other organochlorine compounds in human follicular fluid. **Chemosphere**, [S.l.], v. 54, n. 10, p.1445-1449. 2004.

FILLMAN, G. et al. Persistent organochlorine residues in sediments from the Black Sea. **Marine Pollution Bulletin** [S.l.], v. 44, p. 122-133. 2002.

FLEEGER J.W.; CARMAN K.R.; NISBET R.M. Indirect effects of contaminants in aquatic ecosystems. **The Science of Total Environment**, [S.l.], v.317, p.207-233. 2003.

(FNDE) - FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. Ministério da Educação. Resolução/CD/FNDE Nº 67, de 28 de dezembro de 2009. **Altera o valor per capita para oferta da alimentação escolar do Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE**. Brasília, DF, 28 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/ae-legislacao>>. Acesso em 23 jul.2010.

FLORES, A. V. et al. Organoclorados: um problema de saúde pública. **Ambiente e sociedade**, Campinas, v. 7, n. 2, jul./dez. 2004.

FOCANT, J. F., et al. Levels and congener distributions of PCDDs, PCDFs and non-ortho PCBs in Belgian foodstuffs Assessment of dietary intake. **Chemosphere**, [S.L], v. 48, p. 167–179, feb. 2002.

GARRIDO, N. S. et al. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica do leite pasteurizado proveniente de mini e micro-usinas de beneficiamento da região de Ribeirão Preto/SP. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, [S.l.], v. 60, n. 2, p.141-146. 2001.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 2002. 284 p.

GRIGG J. Environmental toxins: their impact on children's health. **Archives of Disease in Childhood**, [S.L.], v. 89, p.244-250, mar. 2004.

GOFF, H.D.; GRIFFITHS, M.W. Major advances in fresh milk and milk products: fluid milk products and frozen desserts. **Journal of Dairy Science**, [S.I.], v. 89, n.4, p.1163-1173, 2006.

HECK, M. C. et al. Estimation of children exposure to organochlorine compounds through milk in Rio Grande do Sul, Brazil. **Food Chemistry**, [S.I.], v.102, p. 288-294. 2007.

INMETRO. Programa de análise de produtos. **Leite em pó**. [S.I.], 1998.

JARDIM, A. N. O; CALDAS, E. D. exposição humana a substâncias químicas potencialmente tóxicas na dieta e os riscos para saúde. **Química. Nova**, v. 32, n 7, p. 1898-1909. 2009.

JAN, J.; REINERT, K. Dental caries in Faroese children exposed to polychlorinated biphenyls. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, [S. L.], v.25, p.188-191. 2008.

KANIA-KORWEL, I. et al. Influence of dietary fat on the enantioselective disposition of 2,2', 3,3', 6,6'- hexachlorobiphenyl (PCB 136) in female mice. **Food and Chemical Toxicology**, [S.I.],v. 46, p. 637-644. 2008.

LAJOLO, F. M.; TIRAPGUI, J. **Proteínas e aminoácidos**. In: OLIVEIRA, J.E.D de. Ciências Nutricionais. Cap. 3, p.41-65. São Paulo: Sarvier, 1998.

LANDRIGAN, P.J.; GARG, A. Chronic effects of toxic environmental exposures on children's health. **Journal of Toxicology Clinical Toxicology**, [S.I.], v. 40, p. 449-456. 2002.

LANDRIGAN, P.; GARG, A.; DROLLER, D.B.J. Assessing the effects of endocrine disruptors in the National Children's Study. **Environ Health Perspect**, [S.I.], v.11, p.1678-1682. 2003.

LLOMPAR et al. Determination of Polychlorinated Biphenyls in Milk Samples by Saponification-Solid-Phase Microextraction. **Analytical Chemistry**, [S.L.], p. 5858-5865, v. 73, n. 24, nov. 2001.

LORENZETTI, D. K. et al. Avaliação físico-química do leite tipo C comercializado em Curitiba e região metropolitana. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 20, n. 138, jan./fev. 2006.

MAZUR, L. J. Pediatric environmental health. **Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care**, [S.I.], p. 6-25, v. 33. 2003.

MEDEIROS, N. G. de A. et al. Detecção de antibióticos no leite in natura consumido no município de Patos, Paraíba. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 124, set. 2004.

MESQUITA, S. A. **Avaliação da contaminação do leite materno por pesticidas organoclorados persistentes em mulheres doadoras do Banco de leite do Instituto Fernandes Figueira, RJ.** 2001. 84 f. Dissertação (Mestre em Saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

MONTEIRO, Renata. Norma brasileira de comercialização de alimentos para lactentes e crianças de primeira infância: histórico, limitações e perspectivas. *Revista Panamericana de la Salud Publica/Pan American Journal Public Health*, [S.l.], v.19, n.5, 2006.

NOBBS, D.; CHIPMAN, G. Contaminated site investigation and remediation of chlorinated aromatic compounds. *Separation and Purification Technology*, v. 31, p. 37-40. 2003.

NUNES, G. F. M. Modificação bioquímica da gordura do leite *Química Nova*, v. 33, n. 2, p. 431-437. 2010.

OLIVEIRA, C. A. F. Qualidade do leite no processamento de derivados. In: GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos.** 2ª. ed. São Paulo: Varela, p. 83-94. 2003.

OLIVEIRA, C.A.F.; FONSECA, L.F.L.; GERMANO, P.M.L. Aspectos relacionados a produção, que influenciam a qualidade do leite. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v.13, n.62, p.10-16. 1999.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos:** alimentos de origem animal. v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005. 279 p.

ORNELLAS, Lieselotte H. **Técnica dietética:** seleção e preparo de alimentos. 7. ed. São Paulo: Atheneu. 2001.

PELLIZARI, V. H.; RODRIGUES, J. M.; **Biodegradação de PCBs.** In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Eds.). *Microbiologia ambiental.* Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1997.

PENTEADO, J.; VAZ, J. O legado das bifenilas policloradas (PCBs). *Química Nova*, [S. l], p. 390-398, v. 24, n. 3. 2001.

PERSIC, A. Modalités de contamination par pollutants organiques persistants des réseaux trophiques lagunaires. Application de la méthode des isotopes stables. Thèse (Doctorat en Sciences). **Université Paris XI – Orsay/France**, 2004.

PHILIPPI, Sônia Tucunduva. **Nutrição e técnica dietética.** 2ª. ed. Barueri: Manole, 2006. 387 p.

PRATA, L. F. **Fundamentos da ciência do leite.** 1ª. ed. Jaboticabal: Funep – Unesp, 2001. 287 p.

ROBARDS, K. The determination of polychlorinate biphenyl residues: a reviews with

special reference to foods. **Food additives and contaminants**, [S. L.], v.7, p. 143-147, 1990

SAFE, S. Polychlorinated Biphenyls (PCBs): environmental impact, biochemical and toxic responses, and implications for risk assessment **Critical Reviews in Toxicology**, [S.L.], v. 24, p. 87-149. 1994.

SAFE, S. Polychlorinated biphenyls-human health effects. Hazards, descontamination and replacement of PCB: a comprehensive guide. **Environmental Science Research**, v. 37, p. 51-70. 1986.

SANTOS, M. V. Aspectos não microbiológicos afetando a qualidade do leite. In: DÜRR, J. W.; CARVALHO, M. P. de; SANTOS, M. V. (Org.). **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. 1. ed. Passo Fundo: UPF, 2004. p. 269–283.

SANTOS, J. S. et al. Assessment of polychlorinated biphenyls (PCBs) in cheese from Rio Grande do Sul, Brazil. **Chemosphere**, [S.], v. 65, p.1544-1550. 2006.

SANTOS, S. et al. **Anais da Associação Brasileira de química**, v. 50 n. 2, p. 50-58. 2001.

SANVIDO, G. B. **Efeito do tempo de armazenamento do leite cru e da temperatura de estocagem do leite pasteurizado sobre sua vida de prateleira**. 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SEEGAL, R.F. Epidemiological and laboratory evidence of PCB-induced neurotoxicology. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 26, n. 6, p. 709-35. 1996.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Varela, 1996. 520 p.

SILVA, C. E. de A.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. Toxicologia das bifenilas policloradas. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 179-187. 2007.

SOUZA, T. C. de. **Alimentos: propriedades físico-químicas**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2001. 240 p.

STURION, G. L. et al. Fatores condicionantes da adesão dos alunos ao Programa de alimentação escolar no Brasil. **Revista de Nutrição**, v. 18, n, 2, p. 167-181, mar./abr. 2005.

TAM, N. F. Y.; YAO, M. W. Y. Concentrations in coastal mangrove sediments of Hong Kong. **Marine Pollution Bulletin**, [S.], v. 44, p. 642-651. 2002.

TRONCO, V. M. Manual para inspeção da qualidade do leite. Santa Maria: Ed. Da UFSM, 1997. 166 p.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Master list of actions: on the reduction and/or elimination of the releases of persistent organic pollutants**,

Geneva, 2003. 445 p.

VAN DEN BERG et al :The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds. **Toxicological Sciences**, jul.2006.

VAN DEN BERG, M.et al. The toxicokinetics and metabolism of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and dibenzofurans (PCDFs) and their relevance for toxicity. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 24: p.1-74. 1994.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C da. **Características do Leite**. 2007, 6 f. (Boletim técnico) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.

VILELA, D. A importância econômica, social e nutricional do leite. **Revista Batavo**, nº 111, dez. 2001/jan. 2002.

WEIS, B.; CHAIM, N. A.; WALTER, B. **Manual de gestão eficiente da merenda escolar**. 3ª ed. São Paulo: Ação Fome zero, 2007. 80 p. Disponível em: http://www.acaofozero.org.br/site/arquivos/Manual_2ed_Publicacoes.pdf. Acesso 30 jul. 2010.

WENZEL, Guido Edgar. **Bioquímica experimental dos alimentos**. São Leopoldo: Unisinos, 2001. 213 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Polychlorinated biphenyls and terphenyls**. Environmental Health Criteria, 140. Geneva. 1976.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Polychlorinated biphenyls and terphenyls**, 2ª ed. Geneva. 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO/IPCS). **Polychlorinated biphenyls and terphenyls**, 2ª ed. Geneva. 1993.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global strategy for food safety: safer food for better health (food safety issues)**, 2002. Disponível em: <http://www.who.int/foodsafety/publications/general/en/strategy_en.pdf > Acessado em 26 de jul. 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Polychlorinated biphenyls: human health aspects**. Concise International Chemical Assessment Document, 55, Geneva. 2003.

YENG, H. Y.; WONG, C.C.; WONG, C. K. C. Differential expression of CYP1A1 mRNA in gill, intestini and liver of tilapia fed with PCB Aroclor-1254 and Aroclor-1260 spiked food. **Chemosphere**,[S.l.], v. 52, n. 9,.p. 1659-1665. 2003.

ZHAO, G. et al. PCBs and OCPs in human Milk and selected foods Luqiao and Pingqiao in Zhejiang, China. **Science of the Total Environment**, [S.l.], v.378, p. 281-292. 2007.

ZUCCATO, E. PCB concentrations in some foods from four European countries. **Food and Chemical Toxicology**, [S.l.], v. 46, p. 1062-1067. 2008.

APÊNCIDE 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DOS ALIMENTOS

Pesquisadores da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) desenvolverão o projeto: **Determinação de Bifenilos Policlorados em leite em pó e ingestão diária estimada em pré-escolares no município de Imbé, RS, Brasil** sob a responsabilidade da Profª Drª Ijoni Costabeber. (Endereço para contato: Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Morfologia, Centro de Ciências da Saúde, Prédio 19, sala 3201. Cep.: 97105-900 – Santa Maria, RS, Brasil. Fone: 55 3220-9375, e-mail: ijonicostabeber@gmail.com).

Este projeto tem como objetivo determinar e quantificar a contaminação de Bifenilos Policlorados (PCBs) em amostras de leite em pó integral consumidas por pré-escolares da rede municipal de ensino de Imbé, RS; bem como estimar a ingestão diária e comparar com a estimada (IDE) e, com a ingestão diária admissível (IDA) destes contaminantes estabelecidos pelo Codex Alimentarius; tendo como objetivo final avaliar o estado nutricional das crianças atendidas pelas creches municipais no Município de Imbé.

Justificativa da pesquisa

Os Bifenilos Policlorados (PCBs) são uma classe de contaminantes tóxicos, e por possuírem uma estrutura resistente a agentes químicos e biológicos foram amplamente comercializados e utilizados pela indústria em transformadores, capacitores, tintas, conservantes para pesticidas, lubrificantes e etc. Devido ao seu descarte inadequado no meio ambiente, e por possuir uma estrutura de difícil degradação, largo espectro residual e bioacumulativo os PCBs podem ser encontrados no solo, água, animais, alimentos.

A alimentação, especialmente os alimentos gordurosos, tem sido amplamente reconhecidos como a principal fonte de ingestão de resíduos de PCBs. Leite e Laticínios, em particular por serem amplamente consumidos na alimentação infantil, e constituir um alimento completo, com fontes importantes de proteínas, gorduras, carboidratos, sais minerais como o Cálcio, vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis, além de ser considerado um indicador da contaminação ambiental.

A importância deste trabalho se dá por avaliar os índices de contaminação da população e região em estudo, e também pelo fornecimento de dados aos órgãos e instituições públicas, tendo em vista a escassez de pesquisas relacionadas ao assunto em nosso país.

Como será realizada a pesquisa:

A análise das amostras de leite em pó oriundas da alimentação escolar fornecida aos pré-escolares matriculados na rede municipal de Imbé terá a determinação dos resíduos de Bifenilos Policlorados realizada no Laboratório de Análises de Poluentes Persistentes da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Quanto à identificação e quantificação dos Bifenilos Policlorados será realizada no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL) da UFSM.

A avaliação nutricional das crianças matriculadas na pré-escola da rede municipal será realizada nas escolas no Município de Imbé por meio de visitas, onde serão obtidos os seguintes dados: data de nascimento e o sexo de cada criança através do cadastro de matrícula existente na creche, a aferição do peso e da estatura, usando balança com capacidade de 150 kg, fita métrica inelástica, com escala em centímetros e esquadro. As crianças serão pesadas sem sapatos, com o mínimo de roupas possível com balança eletrônica (que deverá estar em superfície plana). A estatura dos pré-escolares será avaliada em posição ereta, com pés descalços, calcanhares unidos, braços relaxados ao longo do corpo, cabeça posicionada de acordo com o plano de Frankfurt, através de fita métrica com 150 cm, fixada em parede reta e sem rodapés. Para auxiliar na aferição da estatura será utilizado um esquadro com ângulo de 90° sobre a parte superior da cabeça.

Riscos e benefícios esperados

A pesquisa não apresentará nenhum risco tais como: danos físicos ou morais, nem prejuízos a saúde do seu filho (a), mas pode eventualmente gerar certo desconforto ou constrangimento passageiro ao seu filho (a) no momento em que for medido o seu peso ou a altura, pelo fato de criança ter que ficar descalça e, também pelo fato de necessitar eventualmente retirar o excesso de roupas como (casacos, jaquetas e blusões), podendo permanecer com calça jeans ou moletom, blusa, e meias no momento em que for avaliada.

Com a participação do seu filho nesta pesquisa será possível estimar a exposição das crianças aos resíduos de PCBs, caso seja encontrada alguma amostra contaminada. Com os resultados dos dados antropométricos será possível traçar o perfil nutricional das crianças atendidas na rede municipal.

Confidencialidade

Os resultados obtidos com esta pesquisa serão publicados em revistas científicas reconhecidas, as informações coletadas e ficarão guardados com o pesquisador no endereço de contato por cinco anos, após este período serão incinerados.

Os dados do seu filho serão analisados em conjunto com os de outros participantes, assim não aparecerão informações que possam identificá-lo, sendo mantido total sigilo da sua identidade.

Informo ainda que:

Em qualquer momento você pode ficar livre para esclarecer qualquer dúvida que possa vir a existir sobre este estudo, e você não terá nenhuma despesa pessoal e muito menos o seu filho/(a). Também não haverá compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelos responsáveis da pesquisa. Os dados coletados **não** serão utilizados em prejuízo ao seu filho/(a) e estarão disponíveis a qualquer momento, sendo guardados sob a responsabilidade do pesquisador. Você terá liberdade de acesso aos dados e resultados da avaliação nutricional do seu filho/(a) realizada no estudo em qualquer momento da pesquisa.

Caso você não tenha interesse em participar da pesquisa ou deseje interromper a avaliação, não haverá qualquer prejuízo. Em qualquer tempo poderá pedir mais informações ou esclarecer eventuais dúvidas sobre o projeto, através do telefone fornecido para contato.

Assim, o pai ou responsável declara ter sido suficientemente informado a respeito das informações que leu ou que foram lidas e explicadas a ele, ficando clara a garantia de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes, ficou claro também que sua participação é isenta de despesas, resguardando à autora do projeto a propriedade intelectual das informações geradas e expressando a concordância com a divulgação pública dos resultados.

Assinatura do pai ou responsável : _____

Data: ____/____/____

Pesquisador responsável: Ijoni Costabeber

Assinatura: _____

Data: ____/____/____

Qualquer dúvida quanto aos princípios éticos dessa pesquisa entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa - Avenida Roraima, 1000-Prédio da Reitoria 7º andar- Campus; 97105-900, Santa Maria, RS. Telefone: (55) 3220-9362 ou email comiteeticapesquisa@mail.ufsm.br

ANEXO 1 – Normas de publicação Revista Química Nova

NORMAS DE PUBLICAÇÃO 2010

GERAL - Serão considerados para publicação na Revista Química Nova manuscritos que cubram as áreas tradicionais da Química bem como artigos sobre Ensino de Química, História da Química, Política Científica, etc, além de artigos de áreas afins, desde que tenham acentuado conteúdo químico. Os trabalhos devem se encaixar dentro de uma das modalidades abaixo:

Artigos Originais (em português, inglês ou espanhol): refere-se a trabalhos inéditos de pesquisa. Devem seguir a forma usual de apresentação, contendo Introdução, Resultados e Discussão, Parte Experimental etc, de acordo com as peculiaridades de cada trabalho. Deverão ter no máximo 25 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas, etc e todas as páginas deverão ser numeradas.

Artigos de Revisão (em português, inglês ou espanhol): destinados à apresentação do progresso em uma área específica de Química, com o objetivo de dar uma visão crítica do estado da arte do ponto de vista do especialista altamente qualificado e experiente. Deverão ter no máximo 40 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas, etc e todas as páginas deverão ser numeradas.

É imprescindível que, na referida área, o autor tenha publicações que comprovem a sua experiência e qualificação. Antes do envio do manuscrito, o autor deverá submeter à editoria, por e-mail, um resumo da revisão pretendida, acompanhado de uma carta explicativa da pertinência do trabalho. O material será analisado pelos Editores e, uma vez aprovado, será solicitado ao autor o envio do manuscrito completo, dentro das normas de QN, e só então será dado início ao processo de avaliação pelos assessores.

O Corpo Editorial de QN poderá, eventualmente, convidar pesquisadores qualificados para submeter artigo de revisão.

Artigos sobre Educação (em português ou espanhol): trabalhos de pesquisas relacionadas ao ensino de Química e divulgação de experiências inovadoras no ensino de graduação e pós-graduação. Deverão ter no máximo 25 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas, etc e todas as páginas deverão ser numeradas.

Notas Técnicas (em português, inglês ou espanhol): trabalhos de comunicação de métodos, validação de métodos, técnicas, aparelhagens ou acessórios desenvolvidos no laboratório de origem do autor do manuscrito. Deverão ter no máximo 25 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas, etc e todas as páginas deverão ser numeradas.

Assuntos Gerais (em português, inglês ou espanhol): abordagem de assuntos de interesse geral dos químicos, tais como política científica, programas de graduação e pós-graduação, história da química, etc. Deverão ter no máximo 40 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas etc. e todas as páginas deverão ser numeradas.

PREPARAÇÃO DE MANUSCRITOS - Todos os trabalhos deverão ser digitados em espaço duplo, utilizando somente Microsoft Word. A seguir, deve ser gerado um único arquivo no formato *.pdf*, do trabalho todo, para ser submetido através do sistema *on line de QN*. A revista não aceita mais a submissão de trabalhos por outra forma.

A primeira página deverá conter o título do trabalho, nome e endereço dos autores. Havendo autores com diferentes endereços, estes deverão vir imediatamente após o nome de cada autor. Os autores deverão ser agrupados por endereço. O autor para correspondência, que deverá ser o mesmo que submete o artigo *on line*, deverá ser indicado com asterisco (*) e seu e-mail colocado no rodapé da página (um só e-mail).

A segunda página deverá conter o título e o resumo do trabalho em inglês (abstract), com no máximo 100 (cem) palavras, e a indicação de 3 palavras-chave (keywords), também em inglês.

As figuras (incluindo gráficos, esquemas, etc) deverão ser em número máximo de 7 figuras simples e ter qualidade gráfica adequada (usar somente fundo branco). Para número maior ver o item Material Suplementar. As figuras, tabelas, esquemas, etc deverão ser colocadas após as referências e devidamente identificadas pelo respectivo número. Se escaneadas, deverão ser em alta resolução (*800 dpi/bitmap para traços*). No caso particular de esquemas contendo estruturas químicas, estas deverão ter sempre a mesma dimensão, para que possam ser reduzidas uniformemente, além de boa qualidade gráfica. Considerar que as figuras deverão ter largura máxima de uma coluna (8,5 cm).

Figuras coloridas terão custo de publicação repassado aos autores, quando da publicação. Esse valor só poderá ser informado aos autores quando o trabalho estiver previsto para ser publicado, ocasião em que a gráfica fornece o orçamento.

Para figuras, gráficos, esquemas, tabelas, etc idênticos aos já publicados anteriormente na literatura, os autores deverão pedir permissão para publicação junto à empresa/sociedade científica que detenha os direitos autorais e enviá-la à editoria de *QN* junto com a versão final do manuscrito.

As referências deverão ser numeradas consecutivamente no texto, na forma de expoentes, após a pontuação (se houver). A lista de referências deverá ser colocada no final do texto. As legendas das figuras, gráficos e esquemas deverão ser colocadas em uma única folha à parte, separadas das figuras. A seguir, deverão ser colocadas as figuras, os gráficos, os esquemas, as tabelas e os quadros. Colocar os títulos acima de cada tabela. No texto, deverá ser indicada apenas a inserção de cada um(a).

Referências

Revistas:

Será utilizada a abreviatura da revista como definida no Chemical Abstracts Service Source Index (ver <http://www.cas.org/sent.html>). Caso a abreviatura autorizada de uma determinada revista não puder ser localizada e não for óbvio como o título deve ser abreviado, deve-se citar o título completo.

1. Varma, R. S.; Singh, A. P.; *J. Indian Chem. Soc.* **1990**, 67, 518.

2. No caso especial da revista citada não ser de fácil acesso, é recomendado citar o seu número de Chemical Abstract, como segue:

Provstyanoi, M. V.; Logachev, E. V.; Kochergin, P. M.; Beilis, Y. I.; *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved.; Khim. Khim. Tekhnol.* **1976**, 19, 708. (CA 85:78051s).

3. Caso o trabalho tenha doi, mas não a referência completa, citar doi da seguinte maneira:

Vidotti, M.; Silva, M. R.; Salvador, R. P.; de Torresi, S. I. C.; Dall'Antonia, L. H.; *Electrochimica Acta* (2007), doi:10.1016/j.electacta.2007.11.029.

É recomendado o uso de referências compostas na medida do possível, em lugar de uma lista de referências individuais. O estilo das referências compostas é o seguinte:

4. Varela, H.; Torresi, R. M.; *J. Electrochem. Soc.* **2000**, 147, 665; Lemos, T. L. G.; Andrade, C. H. S.; Guimarães, A. M.; Wolter-Filho, W.; Braz-Filho, R.; *J. Braz. Chem. Soc.* **1996**, 7, 123; Ângelo, A. C. D.; de Souza, A.; Morgon, N. H.; Sambrano, J. R.; *Quim. Nova* **2001**, 24, 473.

Patentes:

Devem ser identificadas da seguinte forma (na medida do possível o número do Chemical Abstracts deve ser informado entre parênteses).

5. Hashiba, I.; Ando, Y.; Kawakami, I.; Sakota, R.; Nagano, K.; Mori, T.; *Jpn. Kokai Tokkyo Koho 79 73,771* **1979**. (CA 91:P193174v)

6. Kadin, S.B.; *US pat. 4,730,004* **1988**. (CA 110:P23729y)

7. Eberlin, M. N.; Mendes, M. A.; Sparrapan, R.; Kotiaho, T. *Br PI 9.604.468-3*, **1999**.

Livros:

com editor(es):

8. Regitz, M. Em *Multiple Bonds and Low Coordination in Phosphorus Chemistry*; Regitz, M.; Scherer, O. J., eds.; Georg Thieme Verlag: Stuttgart, 1990, cap. 2.

sem editor(es):

9. Cotton, F.A.; Wilkinson, G.; *Advanced Inorganic Chemistry*, 5th ed., Wiley: New York, 1988.

Programas de computação (Softwares):

10. Sheldrick, G. M.; *SHELXL-93; Program for Crystal Structure Refinement*; Universidade de Göttingen, Alemanha, 1993.

Teses:

11. Velandia, J. R.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

Material apresentado em Congressos:

12. Ferreira, A. B; Brito, S. L.; *Resumos da 20ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, Poços de Caldas, Brasil, 1998.

Páginas Internet:

<http://www.s bq.org.br/jbcs>, acessada em Junho 2001.

Material não publicado:

Para material aceito para publicação: Magalhães, U. H.; *J. Braz. Chem. Soc.*, no prelo. Para material submetido mas ainda não aceito: Magalhães, U. H.; *J. Braz. Chem. Soc.*, submetido. Para trabalho não publicado ou comunicação pessoal: Magalhães, U. H.; trabalho não publicado ou Magalhães, U. H., comunicação pessoal. Os resultados não publicados só poderão ser citados com a permissão explícita das pessoas envolvidas na sua obtenção.

Os autores devem procurar seguir, naquilo que for possível, as normas recomendadas pela IUPAC, inclusive o Sistema Internacional de Unidades. Sobre a nomenclatura de compostos (orgânicos e inorgânicos) já há traduções para a língua portuguesa publicadas em QN. Quanto aos Símbolos e Terminologias, onde não há tradução, espera-se que adaptação seja feita pelos autores, criando então, paulatinamente, um conjunto de normas em português.

SUBMISSÃO DOS ARTIGOS – A QN oferece aos autores a submissão *on line*, que pode ser acessada através do registro de Login e Senha. É possível registrar-se em nossa home page (<http://quimicanova.s bq.org.br>) usando a opção Novo Usuário. Usuários da plataforma do JBCS, já estão cadastrados na base (pois ela é comum às duas revistas), devendo utilizar o

mesmo Login e Senha. Após estar cadastrado no sistema, o autor pode facilmente seguir as instruções fornecidas na tela. Será solicitada a submissão de um único arquivo do manuscrito completo, em formato .pdf. Está disponível uma ferramenta para gerar o arquivo .pdf, a partir de arquivo .doc ou .rtf, com envio automático para o e-mail do autor. Tão logo seja completada a submissão, o sistema informará automaticamente, por e-mail, o código temporário de referência do manuscrito, até que este seja verificado pela editoria. Então será enviado e-mail com o número de referência do trabalho.

Se não for recebido o e-mail com código de submissão temporária, por algum motivo, a submissão não foi completada e o autor terá prazo máximo de 5 (cinco) dias para completá-la. Depois desse prazo, o sistema não permite o envio, devendo ser feita nova submissão.

O autor poderá acompanhar, diretamente através do sistema, a situação de seu manuscrito.

Ao fazer a submissão, solicita-se uma carta de apresentação, que deverá ser digitada no local indicado, sendo obrigatória a apresentação dos e-mails de todos os autores. Além disso, devem ser enviados também os nomes, instituições a que pertencem e e-mails de três ou quatro possíveis assessores, que não podem pertencer à(s) mesma(s) instituição(ões) dos autores.

Material Suplementar – Esta modalidade foi criada para que na versão impressa da revista apareça o número estritamente necessário de figuras e tabelas (6 a 7 figuras simples). Ressalta-se que, como este material ficará disponível apenas na versão *on line*, figuras, tabelas e ilustrações coloridas apresentadas na forma de material suplementar não terão custo repassado aos autores, nem limite de páginas. Porém, devem ter boa qualidade gráfica.

O material suplementar deverá ser colocado no final do trabalho, com indicação clara. Deverá ser submetido um único documento .pdf, incluindo o material suplementar.

Os Editores poderão solicitar aos autores, em qualquer fase da tramitação, a separação de Material Suplementar.

MANUSCRITOS REVISADOS – Manuscritos enviados aos autores para revisão deverão retornar à Editoria dentro de prazo máximo de trinta dias ou serão considerados retirados, sendo que o sistema encerra o processo, não permitindo que seja reaberto. Vencido o prazo, deverá ser feita nova submissão, dando início a um novo processo.

A submissão do manuscrito revisado deverá ser feita pelo mesmo autor, usando o Login e a Senha registrados anteriormente. O autor deve seguir as instruções fornecidas na tela, para envio do documento .pdf completo da versão revisada e das respostas aos assessores, detalhando as alterações feitas na nova versão e justificando as alterações sugeridas nos pareceres e que não foram aceitas pelos autores. Esses dois arquivos devem ser enviados através da seção Envio de Nova Versão, na Página do Autor, no sistema de submissão *on line* de QN.

Tão logo seja completada a submissão o sistema informará automaticamente, por e-mail, o código temporário de referência do manuscrito, até que ele seja verificado pela editoria.

Então será enviado e-mail contendo o número de referência do trabalho.

Se não receber o e-mail com código de submissão temporária, por algum motivo, a submissão não foi completada e o autor terá prazo máximo de 5 (cinco) dias para completá-la. Depois desse prazo, o sistema não permite o envio, devendo ser feita nova submissão.

O autor poderá acompanhar, diretamente através do sistema, o status de seu manuscrito.

VERSÃO FINAL – Quando for solicitada a versão final, o autor receberá instruções específicas quanto a programas para envio de arquivos (texto, figuras, tabelas, etc) . Arquivos em formato .pdf não são mais solicitados nessa fase.

Se as Figuras forem escaneadas, deverão ser em alta resolução (800 dpi/bitmap para traços) com extensão tif ou jpg, desde que nas dimensões especificadas pelos Editores. As fotos ou desenhos com cor (300 dpi/grayscale) deverão ser enviadas com extensão tif/jpg, com largura máxima total de 8,5 cm para não haver problemas ao aplicá-las no padrão da Revista. Outras extensões possíveis: cdr, eps, cdx ou opj. No caso particular de esquemas contendo estruturas químicas, estas deverão ter sempre a mesma dimensão, para que possam ser reduzidas uniformemente.

A Editoria de QN reserva-se o direito de efetuar, quando necessário, pequenas alterações nos manuscritos, de modo a adequá-los às normas da revista ou tornar seu estilo mais claro, respeitando, naturalmente, o conteúdo do trabalho. Qualquer que seja a natureza do manuscrito submetido, ele deve ser original em nível de metodologia, informação, interpretação ou crítica. A qualificação do trabalho será atestada por dois consultores, indicados pela Editoria.

Copyright ©2010 Sociedade Brasileira de Química

Para publicação, requer-se que os manuscritos submetidos a esta revista não tenham sido publicados anteriormente e não sejam submetidos ou publicados simultaneamente em outro periódico. Ao submeter o manuscrito, os autores concordam que o copyright de seu artigo seja transferido à Sociedade Brasileira de Química (SBQ), se e quando o artigo for aceito para publicação. O copyright abrange direitos exclusivos de reprodução e distribuição dos artigos, inclusive separatas, reproduções fotográficas, microfilmes ou quaisquer outras reproduções de natureza similar, inclusive traduções. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em bancos de dados ou transmitida sob qualquer forma ou meio, seja eletrônico, eletrostático, mecânico, por fotocópia, gravação, mídia magnética ou algum outro modo, sem permissão por escrito da detentora do copyright. Embora todo esforço seja feito pela SBQ, Editores e Conselho Editorial para garantir que nenhum dado, opinião ou afirmativa errada ou enganosa apareçam nesta revista, deixa-se claro que o conteúdo dos artigos e propagandas aqui publicados são de responsabilidade, única e exclusiva, dos respectivos autores e anunciantes envolvidos. Conseqüentemente, a SBQ, o Conselho Editorial, os Editores e respectivos funcionários, diretores e agentes isentam-se, totalmente, de qualquer responsabilidade pelas conseqüências de quaisquer tais dados, opiniões ou afirmativas erradas ou enganosas.

