

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

**INGESTÃO DIÁRIA ESTIMADA DE BIFENILOS  
POLICLORADOS A PARTIR DE QUEIJO POR  
UNIVERSITÁRIOS EM SANTA MARIA – RS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Joice Sifuentes dos Santos**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2005**

**INGESTÃO DIÁRIA ESTIMADA DE BIFENILOS  
POLICLORADOS A PARTIR DE QUEIJO POR  
UNIVERSITÁRIOS EM SANTA MARIA - RS**

**por**

**Joice Sifuentes dos Santos**

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.**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2005**

**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

**INGESTÃO DIÁRIA ESTIMADA DE BIFENILOS POLICLORADOS A  
PARTIR DE QUEIJO POR UNIVERSITÁRIOS EM SANTA MARIA – RS**

Elaborada por  
**Joice Sifuentes dos Santos**

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

**Comissão Examinadora**

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Ijoni Hilda Costabeber  
**(Presidente/Orientador)**

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Tatiana Emanuelli  
**(Co-Orientador)**

---

Prof. Dr. Ernesto Kubota (CCR – UFSM)

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Solange Cristina Garcia Pomblum (CCS – UFSM)

Santa Maria, de 2005.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Tânia e Olírio, e as minhas manas, Maúcha e Lírian, por estarem sempre por perto com carinho e me incentivarem a continuar estudando e progredindo. Amo muito vocês!

Ao meu noivo Diego, pelo amor, carinho, companhia, paciência e apoio, o que recebo com muita alegria.

À minha orientadora Ijoni Costabeber, que além de guiar este trabalho sempre foi amiga e incentivadora. Desde os tempos da iniciação científica até agora tenho aprendido bastante contigo. Obrigada pelos ensinamentos e amizade.

À minha co-orientadora Tatiana Emanuelli, que além de excelente professora é um exemplo de dedicação à pesquisa. Também te agradeço os ensinamentos e amizade.

Aos já Mestres Marla Heck, Stanislaw Bogusz Jr. e Fernanda Leães, que além de colegas também foram amigos. Sempre que vocês precisarem podem me procurar, e tenham certeza que farei o mesmo.

Às minhas bolsistas Ana Augusta Xavier e Edi Franciele Ries, com quem além de trabalho, também dividi bons momentos de amizade.

À Ana Paula Daniel, a minha colega “desde o tempo da faculdade”, que também escolheu o caminho da pesquisa e sempre será uma amiga com quem posso contar.

Aos colegas e amigos que já passaram pelo grupo de pesquisa, em especial a Jucieli Weber, é sempre muito bom quando tu estás por perto.

Aos professores e funcionários do Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelos ensinamentos transmitidos.

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado concedida.

## RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

### **INGESTÃO DIÁRIA ESTIMADA DE BIFENILOS POLICLORADOS A PARTIR DE QUEIJO POR UNIVERSITÁRIOS EM SANTA MARIA – RS**

Autor: Joice Sifuentes dos Santos

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ijoni Hilda Costabeber

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tatiana Emanuelli

Local da defesa: Santa Maria, 24 de junho de 2005.

Alimentos isentos de substâncias tóxicas são uma preocupação constante, tanto por parte das indústrias alimentícias, como das instituições de ensino e pesquisa, e principalmente dos consumidores. Os bifenilos policlorados (PCBs) são substâncias organocloradas que foram utilizadas na indústria em óleos para transformadores e capacitores elétricos. Devido ao seu descarte inadequado, poluem o meio ambiente e entram na cadeia alimentar, sendo esta a sua principal forma de contaminação humana. O homem, que ocupa os níveis tróficos mais elevados, recebe os maiores níveis destes compostos. A preocupação acerca dos PCBs está centrada no potencial toxicológico, principalmente como indutores de câncer. Neste contexto, a presente dissertação de mestrado tem como objetivo investigar a presença de PCBs em queijos e estimar a ingestão destes compostos a partir deste alimento. Para avaliar o consumo de queijo e outros produtos de origem animal por universitários de Santa Maria, RS, foi utilizado um questionário de frequência de consumo de alimentos. Foi observado que todos os estudantes entrevistados consomem produtos de origem animal. O consumo de queijo industrializado foi de 99 g/semana e de queijo colonial foi de 22 g/semana. Para avaliar a presença dos PCBs 10, 28, 52, 153, 138 e 180 em queijos produzidos no Estado do Rio Grande do Sul, procedeu-se a extração da gordura com sulfato de sódio e éter de petróleo. A purificação dos PCBs a partir da gordura foi feita utilizando-se florasil e hexano. A identificação e quantificação destes compostos foi feita com auxílio de cromatógrafo gasoso dotado de microdetector de captura de elétrons. Os PCBs estavam presentes em 94,7% das amostras analisadas, em uma concentração média de 30,84 ng/g de gordura (intervalo de 0,00 – 78,32 ng/g). O congêner encontrado nas maiores concentrações foi o PCB 52 (15,75 ng/g de gordura). Também foi investigada a diferença dos níveis de PCBs nos queijos industrializado (33,32 ng/g de gordura) e colonial (26,58 ng/g), não tendo sido observada diferença significativa ( $p > 0,05$ ). Da mesma maneira, não foram observadas diferenças significativas nas três regiões avaliadas: Serra/Porto Alegre (36,21 ng/g de gordura), Santa Maria (27,64 ng/g) e Sul/Oeste (26,61 ng/g). Nenhuma amostra apresentou contaminação superior ao limite máximo permitido pela Comunidade Européia para produtos lácteos (100 ng/g de gordura). Com base no consumo de queijo pela população, observou-se que a ingestão diária estimada (IDE) de PCBs por universitários foi de 1,74 pg/kg de peso corporal para o queijo industrializado e 0,34 pg/kg para o queijo colonial. A IDE se encontra abaixo da ingestão diária tolerável (IDT) estabelecida pela Organização Mundial da Saúde, sendo de 4% da IDT para o queijo colonial e 22% da IDT para o queijo industrializado. Conclui-se que o queijo produzido no Rio Grande do Sul não oferece risco toxicológico sob o aspecto avaliado.

Palavras-chave: bifenilos policlorados, consumo de alimentos, queijo, níveis, ingestão estimada.

## ABSTRACT

Master Dissertation

Pos-Graduate Course of Food Science and Technology

Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### **ESTIMATED DAILY INTAKE OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS FROM CHEESE BY UNIVERSITY STUDENTS IN SANTA MARIA – RS – BRASIL**

Author: Joice Sifuentes dos Santos

Adviser: Ijoni Hilda Costabeber

Co-Adviser: Tatiana Emanuelli

Place and date of defense: Santa Maria, June 24<sup>th</sup>, 2005.

Foodstuffs free of toxic substances are a continuous concern, for food industry, educational and research institutes, and mainly for consumers. Polychlorinated biphenyls (PCBs) are industrial organochlorine substances used in electrical transformers and capacitors oil. Due to the inappropriate discharge, PCBs contaminate the environment and enter in the food chain, which constitutes main source for human contamination. Man, that is in the top of food chain, receives the higher levels of these compounds. The concern about PCBs is centered on its toxicological potential, mainly as cancer inductors. Thus, the present master dissertation is aimed at investigating PCBs residues in cheese and estimating the daily intake of these compounds from cheese. To investigate the intake of cheese and other animal food products by university students in Santa Maria, RS, a food consumption frequency questionnaire was used. It was observed that all surveyed students consume animal food products. Industrialized cheese intake was 99 g/week and homemade cheese was 22 g/week. To evaluate the levels of PCBs 10, 28, 52, 153, 138 and 180 in cheese produced in Rio Grande do Sul State; cheese fat was extracted using sodium sulfate and petroleum ether. PCBs clean-up was performed using florisil and hexane. The identification and quantification was made by a gas chromatography with microelectron capture detector (GC- $\mu$ ECD). PCBs were found in 94.7% of analyzed samples, in an average concentration of 30.84 ng/g fat (range 0.00 to 78.32 ng/g fat). The congener found at the highest concentration was PCB 52 (15.75 ng/g fat). Differences in PCB levels between industrialized (33.32 ng/g fat) and homemade (26.58 ng/g) cheese were not statistically significant ( $p>0.05$ ). Similarly, no statistical difference was observed among the three regions evaluated: Mountain/Porto Alegre (36.21 ng/g fat); Santa Maria (27.64 ng/g) and South/ Western (26.61 ng/g). All samples evaluated exhibited contamination below the maximum PCB level allowed in European Community for dairy products (100 ng/g fat). Based on cheese consumption by university students, the estimated daily intake (EDI) of PCBs was 1.74 pg/kg body weight for industrialized cheese and 0.34 pg/kg for homemade cheese. The EDI is below the tolerable daily intake established by World Health Organization, that amounts 4% of IDT to homemade cheese and 22% of IDT to industrialized cheese, concluding that the cheese produced in Rio Grande do Sul not offer toxicological risk under the evaluated aspect.

Key-words: polychlorinated biphenyls, food consumption, cheese, levels, estimated intake.

## LISTA DE ABREVIATURAS

2,3,7,8 TCDD – 2,3,7,8 tetraclorodibenzodioxina

FAO – do inglês *Food and Drug Administration*

IDT – ingestão diária tolerável

IMC – índice de massa corporal

OMS – Organização Mundial da Saúde

PCBs – bifenilos policlorados (do inglês *polychlorinated biphenyls*)

PCDDs – dioxinas (do inglês *polychlorinated dibenzo-p-dioxins*)

PCDFs – furanos (do inglês *polychlorinated dibenzofurans*)

QFCA – questionário de frequência de consumo de alimentos

TEF – fator de equivalente tóxico (do inglês *toxic equivalent factor*)

TEQ – equivalente tóxico (do inglês *toxic equivalent*)

TGI – trato gastrintestinal

vs. – versus

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>3</b>
2.1 Bifenilos policlorados .....	3
2.2 Queijo .....	7
2.3 Métodos de avaliação de consumo de alimentos .....	9
2.4 Ingestão diária tolerável.....	13
<b>3. ARTIGOS CIENTÍFICOS</b> .....	<b>14</b>
3.1 Artigo 1 – Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição CONSUMO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL POR UNIVERSITÁRIOS EM SANTA MARIA – RS.....	14
3.2 Artigo 2 - Versão para publicação, Chemosphere ASSESSMENT OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS IN CHEESE FROM RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL.....	30
3.3 Artigo 2 – Versão em Língua Portuguesa AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCBs) EM QUEIJO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL .....	46
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	<b>62</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>69</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>71</b>
<b>7. APÊNDICE</b> .....	<b>78</b>
7.1 Apêndice 1 QUESTIONÁRIO DE FREQUÊNCIA DE CONSUMO ALIMENTAR – PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL .....	78
<b>8. ANEXOS</b> .....	<b>84</b>
8.1 Anexo 1 Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição-SBAN .....	84
8.2 Anexo 2 Chemosphere .....	86



## 1. INTRODUÇÃO

Os bifenilos policlorados (PCBs, do inglês *polychlorinated biphenyls*) são compostos organoclorados que foram amplamente utilizados na indústria. Suas principais aplicações se deram em óleos para capacitores e transformadores elétricos, bombas de vácuo, turbinas de transmissão de gás, fluidos hidráulicos, resinas plastificantes, adesivos, plastificantes para borracha, sistemas de transferência de calor, aditivos antichama, óleos de corte, lubrificantes, conservantes para pesticidas e papel carbono (PENTEADO & VAZ, 2001; GERVEN et al., 2004). Comercialmente, são misturas de congêneres, que se apresentam sob a forma de um óleo que no Brasil é conhecido como Ascarel®. Propriedades como resistência a ácidos e bases, compatibilidade com materiais orgânicos, resistência à oxidação e redução, estabilidade térmica e não-inflamabilidade (SCHANTZ, 1996), conferem às misturas de PCBs diversas propriedades físicas e químicas propícias para amplas aplicações industriais. No entanto, as mesmas propriedades que tornaram estes compostos atrativos para uso industrial são a causa da sua persistência ambiental e bioacumulação.

A preocupação acerca da presença destes compostos no meio ambiente e nos alimentos se deve a sua elevada persistência (LANDRIGAN, 2001) e reconhecida toxicidade, que inclui neurotoxicidade, imunotoxicidade, carcinogenicidade e efeitos sobre o sistema endócrino (WEISGLAS-KUPERUS et al., 2004).

Devido à lipossolubilidade destas substâncias, alimentos ricos em gordura são aqueles onde os PCBs tem sido mais observados (GILBERT, 1994; ZUCCATO et al., 1999; FOCANT et al., 2002). A principal via da contaminação humana é a alimentar (ZUCATTO et al., 1999), contribuindo com mais de 90% da contaminação total (GERVEN et al., 2004). A maior contribuição é proveniente de peixe (34%), leite e produtos lácteos (25,5%) e carne (17,5%).

O queijo é um alimento amplamente consumido no Rio Grande do Sul e no Brasil. Em 1993, a produção brasileira de queijos sob Inspeção Federal foi de 190,7 toneladas. Em 2000, esse valor subiu para 375,1 toneladas (EMBRAPA, 2003). Sua matéria-prima, o leite, é uma das principais vias de eliminação do organismo de PCBs, e por ser rico em gordura, o queijo se torna um alimento onde estes compostos podem

ser concentrados. Assim, o presente trabalho teve como objetivo principal investigar a possível contaminação por congêneres de PCBs números 10, 28, 52, 138, 153 e 180 em queijos comercializados em Santa Maria, produzidos na cidade e em outras regiões do Estado do Rio Grande do Sul. Além disso, também foi avaliada a ingestão destes compostos por estudantes universitários através do consumo de queijo.

Os objetivos específicos do presente trabalho foram:

- Realizar um levantamento, através de um questionário de frequência de consumo de alimentos, sobre o consumo de queijo e outros produtos de origem animal de uma população universitária de Santa Maria;
- Investigar a existência de correlação entre o consumo de produtos de origem animal e o sexo, a idade, o índice de massa corporal, a região de origem, o centro de ensino, entre outros;
- Determinar a concentração de PCBs em amostras de queijos industrializados e coloniais produzidos no Estado do Rio Grande do Sul;
- Estimar a exposição da população a esses compostos através do queijo baseado na ingestão diária de queijo pela população investigada e na concentração de PCBs encontrados nas amostras.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Bifenilos policlorados

Os PCBs são uma classe de organoclorados aromáticos formados pela reação de um grupo bifenil com cloro anidro na presença de um catalisador (PENTEADO & VAZ, 2001). A estrutura genérica destes compostos pode ser observada na Figura 1. A fórmula molecular dos PCBs é  $C_{12}H_{(10-n)}Cl_n$ , onde  $n$  é o número de cloros presente na molécula, que pode variar entre 1 e 10, resultando em até 209 isômeros possíveis, denominados de congêneres.

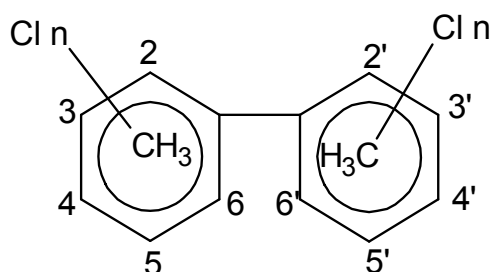


Figura 1: Estrutura molecular dos PCBs. Fonte: Penteado & Vaz (2001).

Os PCBs são classificados de acordo com a localização dos átomos de cloro em dois grupos:

- Planares ou coplanares: Não apresentam átomos de cloro nas posições orto (2,6,2',6') dos anéis. Estes PCBs expressam toxicidade semelhante a dioxina (“dioxin like PCBs”).

- Não-planares ou não-coplanares: Apresentam átomos de cloro nas posições orto dos anéis. Quando houver duas ou mais posições orto ocupadas na molécula, os dois anéis fenis não ficam no mesmo plano e estes PCBs expressam toxicidade não semelhante à dioxina (BAARS et al., 2004).

Os PCBs não planares (não semelhantes à dioxina) estão mais relacionados a neurotoxicidade. O provável mecanismo de ação seria atuação no sistema dopaminérgico no cérebro e/ou distúrbio no metabolismo de hormônios tireoidianos e esteroidais. Já os PCBs co-planares (semelhantes à dioxina) estão mais relacionados a imunotoxicidade, toxicidade endócrina e reprodutiva, carcinogenicidade. O mecanismo de ação seria devido a sua afinidade por receptores aril hidrocarboneto (Ah) (TILSON, 1998).

Podem ser observadas características tóxicas e metabólicas diferentes entre os bifenilos policlorados planares e não-planares.

As propriedades físico-químicas dos PCBs determinam a sua persistência, bioacumulação e outras características. Essas propriedades incluem resistência a altas temperaturas, baixa volatilidade, baixa constante dielétrica, resistência a oxidação e redução, a ácidos e álcalis. São insolúveis em água e solúveis em lipídeos e em solventes orgânicos (elevado coeficiente de partição octanol/água<sup>1</sup>). Apresentam-se sob a forma de líquidos oleosos ou sólidos cristalinos e resinas. Seu ponto de fusão e ebulição, assim como de inflamabilidade, aumentam com o número de cloro na molécula, aumentando sua capacidade de bioacumulação (WHO/IPCs, 1993). Devido a estas propriedades, os PCBs foram amplamente utilizados na indústria.

Estes compostos podem chegar ao meio ambiente de diferentes maneiras: como acidente ou perda no manuseio de PCBs e/ou fluidos contendo PCBs; vaporização de componentes contaminados com PCBs; vazamentos em transformadores, capacitores ou trocadores de calor; armazenamento irregular de resíduo contendo PCBs ou resíduo contaminado; fumaça decorrente da incineração de produtos contendo PCBs; efluentes industriais e/ou esgotos despejados em rios e lagos (GILBERT, 1994; PENTEADO & VAZ, 2001). Devido as suas propriedades de bioacumulação e persistência, e às diversas fontes de contaminação do ambiente, estes compostos podem ser encontrados praticamente em todas as partes do globo terrestre. Cerca de 30% do total de PCBs produzidos no mundo a partir de 1929 até o começo da década de 1980 tem sido descartada no meio ambiente (SCHANTZ, 1996). O autor comenta que diversos

---

<sup>1</sup> O coeficiente de partição octanol/água mede a afinidade de uma substância pelo octanol (apolar) ou pela água (polar). Assim, quanto maior for este coeficiente de partição, maior será a lipossolubilidade da substância.

especialistas concordam que a contaminação por PCBs continuará sendo um grande problema ambiental por muitas décadas.

Atenção especial a estes compostos é dada em função da sua toxicidade. Entre os efeitos tóxicos que podem ser causados pelos bifenilos policlorados incluem-se neurotoxicidade, imunotoxicidade, carcinogenicidade, alterações sobre os sistemas reprodutor e endócrino e de desenvolvimento (TSUTSUMI et al., 2001; WEISGLAS-KUPERUS et al., 2004). As dioxinas, produtos da incineração dos bifenilos policlorados, são os compostos desta classe de maior toxicidade conhecidos atualmente.

A entrada de PCBs no organismo humano se dá principalmente através da alimentação. Estima-se que 90% da contaminação humana tem como fonte os alimentos, sendo que aqueles de origem animal merecem maior destaque (RAMOS et al., 2000; BINELLI & PROVINI, 2003). Entre estes, o leite é considerado como um indicador da contaminação ambiental por compostos organoclorados (LOSADA et al., 1996). Thomas et al. (1999) avaliaram o metabolismo de PCBs em vacas e observaram que a maior entrada destes compostos é através da ingestão de rações concentradas. Depois de ingeridos, são submetidos a processos químicos e físicos que alteram os congêneres encontrados em diferentes partes do organismo do animal e nos meios de excreção (fezes e gordura do leite). O alimento sofre ação dos microrganismos do rúmen, passa pelos outros compartimentos do estômago (retículo e omásio) e sofre absorção na porção final do estômago (abomásio) e no intestino. Como os nutrientes, os PCBs absorvidos passam para a corrente sanguínea, onde circulam associados a componentes lipídicos (colesterol, triglicerídeos, lipoproteínas, etc). Os níveis de PCBs encontrados no sangue são um balanço entre o que foi absorvido a partir do alimento, metabolismo, excreção e depósito/mobilização. O metabolismo dos PCBs ocorre através das enzimas do citocromo P-450, localizadas no fígado.

No entanto, os alimentos não são a única fonte da contaminação por PCBs, menos de 10% da contaminação por PCBs pode ocorrer através de absorção dérmica e inalação de ar (BINELLI & PROVINI, 2003).

O efeito da exposição cumulativa ao longo da vida e fatores como eficiência de absorção, biotransformação potencial no trato gastrointestinal e taxas de metabolismo e depuração também são importantes na determinação dos níveis endógenos de PCBs

(ALCOCK et al., 2000). Na Figura 2 pode ser observada uma representação esquemática das fontes de exposição, vias de eliminação e metabolismo de PCBs em humanos.

Quanto aos níveis de PCBs em alimentos, a Comunidade Européia estabelece que a soma de sete congêneres usados como referência (números 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180) não deve exceder a 200 ng/g de gordura para produtos de origem animal (BESTER et al., 2001). Em produtos lácteos este limite está fixado em 100 ng/g de gordura (DE VOS et al., 2003). Até o presente momento, a legislação brasileira não estabelece limites para a presença destes compostos em produtos lácteos. No entanto, pode-se observar uma grande discrepância entre as legislações brasileira e da Comunidade Européia, pois a primeira (BRASIL, 1999) estabelece um limite de 3000 ng/g de gordura para produtos cárneos.

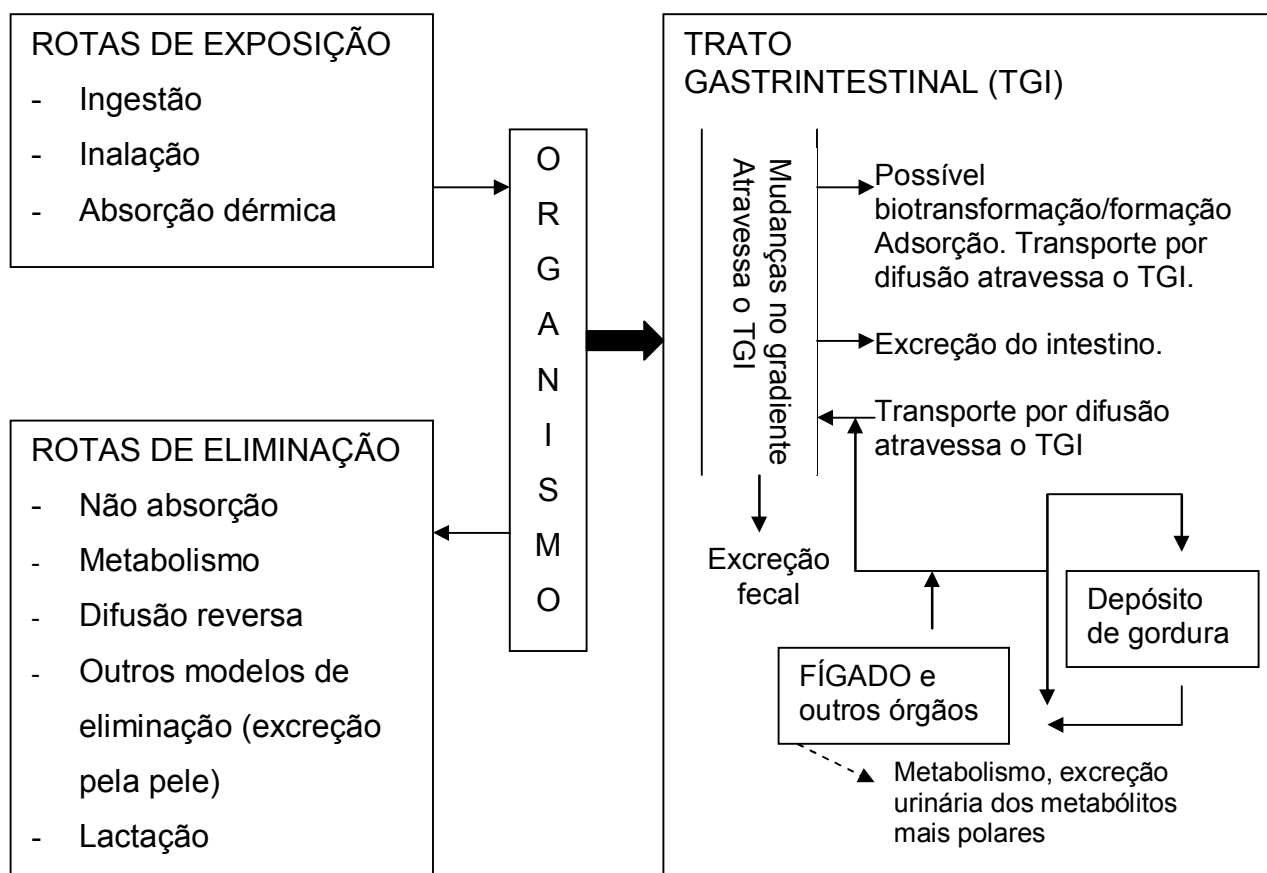


Figura 2: Representação esquemática da exposição, metabolismo e transformação de compostos químicos (como os PCBs) no organismo humano. (Adaptado de Alcock et al., 2000).

## 2.2 Queijo

Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactérias específicas, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (Brasil, 1996). Por queijo fresco entende-se o que está pronto para o consumo logo após sua fabricação. Por queijo maturado entende-se o que sofreu as trocas bioquímicas e físicas necessárias, apresentando características da variedade de queijo em questão. A denominação queijo está reservada aos produtos em que a base láctea não contenha gordura e/ou proteínas de origem não láctea.

O queijo é um produto resultante da concentração seletiva do leite, onde a água é eliminada em uma proporção diferente para cada tipo de queijo. A água retida no queijo desempenha um importante papel, pois permite o desenvolvimento de microrganismos e determina a velocidade da fermentação e maturação, o tempo de conservação, a textura e o rendimento do processo de elaboração (AMIOT, 1991). A gordura influencia a textura, o sabor, o rendimento e, um pouco, a cor. A lactose é o substrato para a formação de ácido e, portanto, interfere na coagulação do leite, no dessoramento, na textura da coalhada e no desenvolvimento de microrganismos. A caseína constitui a base da massa do queijo e sua degradação origina diversos compostos aromáticos. As proteínas do soro, que ficam incluídas na coalhada, contribuem para o valor nutritivo do queijo e têm importância no processo de maturação. Os minerais participam na coagulação do leite e influenciam o dessoramento e a textura do queijo.

É um produto de elevado valor nutritivo, com grande concentração de proteínas, sais minerais e vitaminas (BEHMER, 1984; TRONCO, 1996). Do ponto de vista calórico, pode-se afirmar que se trata de um alimento de alta concentração calórica, especialmente os queijos semiduros e duros. Nestes tipos, ocorre degradação da lactose, onde indivíduos que sofrem de intolerância a lactose podem substituir o leite por este alimento (SALINAS, 2002). As proteínas conservam, em sua maior parte, as

características das do leite utilizado como matéria-prima. As gorduras em estado sólido têm as mesmas características das do leite.

As etapas básicas para a fabricação de queijos são:

- 1) Seleção de matéria-prima e preparação;
- 2) Coagulação do leite;
- 3) Corte da coalhada;
- 4) Dessoramento da coalhada;
- 5) Moldagem da coalhada;
- 6) Salga do queijo;
- 7) Maturação do queijo.

Para a elaboração do queijo, ou de outro produto lácteo, o leite deve ser de boa qualidade, tanto em termos de composição química como de flora microbiana. Uma matéria-prima de má qualidade implicará em problemas na fabricação e defeitos no produto final. Este leite deve ser previamente pasteurizado antes de sofrer a coagulação. A coagulação pode ser de dois tipos: coagulação ácida e coagulação enzimática. A coagulação ácida é feita pela adição de microrganismos, onde os mais utilizados pertencem aos gêneros *Lactococcus*, *Spretococcus*, *Leuconostoc* e *Lactobacillus* (EARLY, 2000). A coagulação enzimática é a mais comum, sendo utilizada uma enzima proteolítica extraída do estômago de mamíferos, a renina ou quimosina. No processo de coagulação, as micelas de caseína são desestabilizadas, havendo a formação do coágulo. Este é instável, havendo a tendência de separação do soro, a sinérese. A massa obtida deve sofrer uma moldagem, onde são obtidos os diferentes formatos de queijo. Posteriormente, a massa deverá ser prensada, para que ocorra uma maior eliminação de soro. O queijo deve ser salgado, o que pode ser feito a seco ou com uso de salmoura, onde o sal não desempenha apenas papel na condimentação do produto. O sal controla o processo de maturação, atuando como agente de conservação seletivo (AMIOT, 1991). A última etapa é a maturação do queijo, que varia consideravelmente dependendo do tipo de queijo. A maturação tem como objetivo a eliminação de água, ocorrendo ainda, o desenvolvimento de sabor e textura, alcançado devido a transformações bioquímicas.



### 2.3 Métodos de avaliação de consumo de alimentos

As técnicas para estimar a ingestão dietética podem ser classificadas em dois grandes grupos: aquelas utilizadas para avaliar o consumo atual (registros e recordatórios) e retrospectivas, freqüentemente utilizadas para avaliar a ingestão habitual de grupos específicos de alimentos e para verificar a associação entre consumo alimentar e doença (história dietética e questionário de freqüência alimentar) (SALVO & GIMENO, 2002).

A avaliação da ingestão alimentar e hábitos alimentares são de difícil mensuração. Os instrumentos de ingestão dietética avaliam micronutrientes, macronutrientes e energia total, enquanto a avaliação do comportamento alimentar e padrão de alimentos procuram, primeiramente, os tipos de alimento, lanches e padrões de refeições (SPECK et al., 2001). Questionários de freqüência de consumo de alimentos, entrevistas, recordatórios de 24 horas, diários alimentares, recordatórios por vídeo ou fotografia, análise da duplicata da porção e observação direta têm sido utilizados para determinar a ingestão alimentar em adultos e crianças (CAVADINI et al., 1999; SPECK et al., 2001). Cada método avalia diferentes componentes dietéticos. Como não existe um “padrão-ouro” para avaliar o consumo de alimentos (CAVADINI et al., 1999, SALVO & GIMENO, 2002), alguns métodos se prestam melhor para determinadas situações. Os recordatórios de 24 horas e os diários, por exemplo, avaliam o conteúdo dietético específico, enquanto os questionários de freqüência alimentar usualmente examinam padrões dietéticos ou hábitos alimentares. Entretanto, questionários de freqüência alimentar tem sido mais utilizados para obter informações a respeito do conteúdo dietético do que simplesmente padrões alimentares (KOPROWSKI et al., 1999).

Através da avaliação dietética é possível identificar grupos populacionais de alto risco e elaborar programas de intervenção nutricional. Além disso, dados sobre a ingestão alimentar são necessários para predizer a adequação dos suprimentos alimentares, monitorar tendências na utilização de alimentos, estimar exposição aos contaminantes e determinar grupos que estariam de acordo com os padrões dietéticos (BUZZARD, 1994, apud CINTRA et al., 1997).

A relação existente entre a alimentação e o risco de doenças é citada por diversos autores. Uma dieta imprudente tem sido associada com o desenvolvimento de doenças (KO et al., 1995). Segundo Speck et al. (2001), hábitos alimentares pobres têm sido identificados como um fator de risco para obesidade e doenças cardiovasculares. Fryzek et al. (2002) afirmam que a dieta desempenha um importante papel no desenvolvimento ou prevenção de muitas doenças crônicas, incluindo doenças cardiovasculares e câncer. Estudos prospectivos e de casos e controles têm fornecido evidências da importância da dieta na identificação de fatores de risco para doenças cardiovasculares, acidente vascular cerebral, diabetes e vários tipos de câncer (MONDINI & MONTEIRO, 1994; CINTRA et al., 1997; CARDOSO & STOCCO, 2000; TOMITA & CARDOSO, 2002).

Todas as técnicas de levantamento do consumo de alimentos utilizadas apresentam algum inconveniente. Algumas são difíceis de serem implementadas, demandam muito tempo ou são imprecisas (CAVADINI et al., 1999). Um método de baixo custo e acurado para medir a ingestão alimentar e padrões alimentares é importante para muitos estudos, como os de obesidade e comportamento alimentar (SPECK et al., 2001).

Em estudos epidemiológicos, um método freqüentemente utilizado para verificar a associação entre dieta e doença é o questionário de freqüência de consumo de alimentos (QFCA), usado na abordagem do indivíduo sobre seu consumo de determinados alimentos e bebidas. Este tipo de questionário, que pode ser quantitativo, semi-quantitativo ou apenas qualitativo, consiste numa lista definida de itens alimentares para os quais os respondentes devem indicar a freqüência do consumo num período de tempo determinado (PEREIRA & KOFFMAN, 1999). Esse questionário pode fornecer uma estimativa da quantidade do consumo alimentar, incluindo-se informações sobre a porção diária consumida ou, por aproximação, comparando-a a uma porção alimentar de referência (SALVO & GIMENO, 2002). Dentre as vantagens da utilização do QFCA, cita-se o fato de poder ser aplicado em estudos com grande número de indivíduos. Um questionário de freqüência de consumo de alimentos auto-administrado pode ser utilizado na avaliação da freqüência de consumo de um grupo limitado de alimentos e bebidas com base diária, semanal ou mensal (CAVADINI et al.,

1999). Deve ser de fácil entendimento, requerer pouco tempo e ser de fácil aplicação. Pode ser enviado pelo correio, o que reduz o custo e fornece agilidade, opção viável em população com nível cultural elevado (CINTRA et al., 1997), ou pode ser utilizada entrevista por telefone (KO et al., 1995).

Segundo Cardoso & Stocco (2000), entre os métodos de estimativa de consumo alimentar, o inquérito recordatório de 24 horas é provavelmente o mais utilizado na avaliação nutricional e de populações no Brasil. Tem como objetivo obter informação completa sobre os alimentos ingeridos por um indivíduo durante um período de 24 horas. É um método de fácil aplicação e adequado à descrição de médias de consumo alimentar de grupos de indivíduos. No entanto, um único recordatório de 24 horas não estima a dieta habitual individual, pois não considera a variabilidade do consumo de um dia para outro (intra-indivíduo). A variação intra-indivíduo e entre indivíduos também pode diferir muito entre nutrientes (MCGEE et al., 1982). O entrevistador deve ter conhecimento sobre os alimentos disponíveis e sobre as práticas de preparação, incluindo alimentos étnicos e regionais. A entrevista pode ser estruturada, o que ajuda o entrevistado a lembrar os alimentos consumidos, e podem ser utilizados recursos visuais, como réplicas, fotos e figuras, para estimar as quantidades e porções consumidas (CINTRA et al., 1997).

O registro de alimentos, ou diário alimentar, consiste na anotação em formulário próprio de todos os alimentos consumidos ao longo do dia pelo indivíduo avaliado ou seu representante (MAJEM et al., 1995). Este método requer que os indivíduos sejam alfabetizados e que prestem a máxima colaboração, proporcionando uma importante informação sobre o padrão alimentar. No entanto, o ato de registrar pode modificar o relato do hábito dietético.

Na Tabela 1 pode ser observado um resumo de algumas vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de inquéritos alimentares.

TABELA 1: Vantagens e desvantagens de inquéritos alimentares.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<p><b>Recordatório de 24 horas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- necessário um só contato</li> <li>- não necessita alfabetização</li> <li>- não altera ingestão de alimentos</li> <li>- estimativa quantitativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- não representa ingestão habitual</li> <li>- dificuldade de estimar porções precisas</li> <li>- depende da memória do entrevistado</li> <li>- necessidade de entrevistador treinado</li> </ul>
<p><b>Registro de Alimentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- maior exatidão nas porções ingeridas</li> <li>- não depende de memória</li> <li>- informação quantitativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- requer alfabetização e motivação do entrevistado</li> <li>- requer tempo e cooperação</li> <li>- menor precisão ao aumentar o número de dias</li> <li>- pode alterar ingestão de alimentos</li> </ul>
<p><b>Frequência de Consumo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rapidez e menor custo</li> <li>- estima ingestão habitual</li> <li>- classifica conforme níveis de consumo</li> <li>- observa modificações na dieta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perda de detalhes</li> <li>- requer memória de hábitos do passado</li> </ul>
<p><b>Histórico dietético</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- descrição mais completa e detalhada da ingestão alimentar habitual e passada</li> <li>- pode ser usado em analfabetos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- entrevistador muito treinado</li> <li>- requer tempo e cooperação do entrevistado</li> <li>- custo de administração elevado</li> </ul>

Adaptado de Mojem et al., 1995.

## 2.4 Ingestão diária tolerável

Ingestão diária tolerável (IDT) é a quantidade de uma substância que possui efeitos tóxicos que pode ser consumida por seres humanos sem trazer riscos a sua saúde a longo prazo.

Devido ao fato de a principal fonte de contaminação por PCBs para o homem ser a alimentação, em 1990 a Organização Mundial de Saúde (WHO, 1991; citado por ABAD et al., 2002) sugeriu uma ingestão diária tolerável fixada em 10 pg TEQ/peso corporal. TEQ (do inglês *Toxic Equivalent*) é uma medida obtida pela multiplicação da contaminação do alimento (em ng/g de gordura, por exemplo) por um fator de equivalente tóxico (TEF, do inglês *Toxic Equivalent Factor*), que traduz a toxicidade destes compostos em termos de equivalentes de 2,3,7,8-TCDD (tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin) ou dioxina, a forma mais tóxica (SAFE, 1990a; apud FOCANT et al., 2002). Na Tabela 2 podem ser observados os TEFs dos PCBs em estudo. Esta medida foi criada para assegurar que a população humana não fique exposta a níveis que podem aumentar o risco de efeitos adversos. No entanto, em 1998 uma nova reavaliação recomendou reduzir a IDT para valores entre 1 e 4 pg TEQ/kg. Estes valores levam em conta os níveis de PCBs, dioxinas e furanos. As dioxinas (PCDDs, do inglês *polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins*) e os furanos (PCDFs, do inglês *polychlorinated dibenzofurans*) são subprodutos formados em processos industriais, com estrutura e propriedades semelhantes a alguns PCBs (HUISMAN et al., 1995; ABAD et al., 2002).

TABELA 2: Fator de equivalente tóxico (TEF) dos PCBs em estudo.

PCB	10	28	52	153	138	180
TEF	NE	0,001	NE	0,00002	0,00002	0,00002

Fonte: Safe, 1990b, apud Angulo et al., 1990.

NE= Não estabelecido.

### **3. ARTIGOS CIENTÍFICOS**

#### **3.1 Artigo 1 – Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**

##### **CONSUMO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL POR UNIVERSITÁRIOS EM SANTA MARIA – RS\***

##### **ANIMAL FOOD PRODUCTS INTAKE BY UNIVERSITY STUDENTS IN SANTA MARIA – RS**

##### **CONSUMO DE ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL POR ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS EN SANTA MARIA - RS**

JOICE SIFUENTES DOS SANTOS<sup>a</sup>, ANA AUGUSTA ODORISSI XAVIER<sup>b</sup>, EDI  
FRANCIELE RIES<sup>b,c</sup>, IJONI COSTABEBER<sup>d</sup>, TATIANA EMANUELLI<sup>e</sup>

\* Este trabalho é parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora, a ser apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, RS

<sup>a</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, RS

<sup>b</sup> Curso de Farmácia e Bioquímica – Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, RS

<sup>c</sup> Bolsista PIBIC - CNPq

<sup>d</sup> Depto de Morfologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, RS

<sup>e</sup> Depto de Tecnologia e Ciência de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, RS

Autor para correspondência: Ijoni Costabeber. Endereço: Depto. de Morfologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Faixa de Camobi, km 9. CEP 97105-900. Santa Maria, RS, Brasil. Fone: (55) 220-8239 Fax: (55) 220-8494.

## RESUMO

O consumo de produtos de origem animal é muito importante para a dieta humana. Com o objetivo de conhecer os hábitos de consumo deste tipo de alimento foi aplicado um questionário de frequência de consumo de alimentos a estudantes da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Foram entrevistados 109 alunos (37,6% do sexo masculino e 62,4% do feminino) com idade média de 21,3 anos. Dos alunos questionados, 53,7% moravam com a família, 64,2% costumavam freqüentar o Restaurante Universitário, 37,6% eram da região de Santa Maria, e 73,8% apresentavam IMC dentro da faixa normal (20,0-24,9 kg/m<sup>2</sup>). Apenas 39,4% realizavam alguma atividade física, 11,9% eram tabagistas, 49,5% consumiam bebidas alcoólicas e 10,2% seguiam dieta de restrição alimentar. Com relação ao consumo de produtos de origem animal, observou-se que: o leite mais consumido foi do tipo esterilizado integral (Md= 50 mL/semana); o queijo industrializado (Md= 60 g/semana) era preferido em relação ao “colonial” (Md= 7,75 g/semana); a carne bovina era consumida por 100% dos alunos questionados (Md= 500 g/semana); seguida pela carne de frango (Md= 100 g/semana), pescado (Md= 27,5 g/semana), carne suína (Md= 25 g/semana) e carne ovina (Md= 25 g/semana).

Descritores: Consumo de alimentos. Estudantes. Inquéritos nutricionais. Alimentos de origem animal.

## ABSTRACT

The intake of animal food products is very important to the human diet, because it is the main source of proteins of high biological value. With the aim of identifying the intake habits of this kind of food it was applied a food consumption frequency questionnaire to students from Federal University of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. A hundred and nine students were surveyed, 37.6% males and 62.4% females, with an average of 21.3 years old. 53.7% of the surveyed students lived with their family, 62.4% used to eat at the university restaurant, 37.6% were from Santa Maria region, and 73.8% had body mass index within the normal range (20-24.9 kg/m<sup>2</sup>). Only 39.4% used to practice some physical activity, 11.9% had the smoking habit, 49.5% consumed alcoholic drinks, and 10.2% were on a diet of food restriction. Concerning to the animal food products intake,

it was observed that the most consumed milk was sterilized (Md= 50 mL/week); the industrialized cheese (Md= 60 g/week) was preferred to homemade (Md= 7,75 g/week); the bovine meat was consumed by 100% of the surveyed students (Md= 500 g/week), followed by chicken meat (Md= 100 g/week), fish (Md= 27,5 g/week), pork (Md= 25 g/week) and sheep meat (Md= 25 g/week).

Key-words: Food consumption. Students. Nutrition surveys. Animal food products.

## RESUMEN

El consumo de productos de origen animal es importante para la dieta humana. Con el objetivo de conocer los hábitos de consumo de este tipo de alimento, fue aplicado un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos a estudiantes de la Universidad Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Fueron entrevistados 109 alumnos (37,6% del sexo masculino y 62,4% del sexo femenino) con edad media de 21,3 años. De los alumnos cuestionados, 53,7% residían con su familia, 62,4% frecuentaban el Restaurante Universitario, 37,6% pertenecían a la región de Santa Maria, 73,8 presentaban el IMC dentro del rango normal (20-24,9 kg/m<sup>2</sup>). Solamente 39,4% practicaban actividad física, 11,9% tenían el habito de fumo, 49,5% consumían bebidas alcohólicas y 10,2% estaban realizando dieta de restricción alimentar. Con relación al consumo de productos de origen animal, fue observado que: la leche más consumida era del tipo esterilizado integral (Md= de 50 mL/semana); el queso industrializado (Md= 60 g/semana) era preferido en relación al colonial (Md= 7,75 g/semana); la carne bovina era consumida por 100% de los estudiantes cuestionados (Md= 500 g/semana); seguida por la carne de pollo (Md= 100 g/semana), pescado (Md= 27,5 g/semana), carne porcina (Md= 25 g/semana) y carne ovina (Md= 25 g/semana).

Descriptorios: Consumo de alimentos. Estudiantes. Encuestas nutricionales. Alimentos de origen animal.

## INTRODUÇÃO

Os produtos de origem animal são a melhor fonte de proteínas da dieta humana (Fennema, 2000). Estas proteínas apresentam um escore completo de aminoácidos, tendo um valor biológico maior que aquelas de origem vegetal e alta digestibilidade.



Através de uma dieta adequada em quantidade e qualidade, o organismo adquire a energia e os nutrientes necessários para o bom desempenho de suas funções e para a manutenção de um bom estado de saúde (Mondini e Monteiro, 1994; Cervato e Vieira, 2003).

Grande parte da população não apresenta hábitos saudáveis de alimentação (Welker, 1999; Cruz et al., 2001), dentre a qual os estudantes universitários merecem destaque por apresentar um crescimento relevante nos últimos anos (aumento de 60% entre 1999 e 2003; INEP, 2004) e pelo papel que a universidade deveria ter no desenvolvimento de hábitos saudáveis. Os estudantes têm elevado conhecimento, mas pela falta de tempo para o preparo dos alimentos, ou pelo fato da alimentação se dar em lanchonetes, esta ocorre de maneira inadequada. Aqueles que freqüentam os Restaurantes Universitários não apresentam o mesmo comportamento, pois a refeição é, teoricamente, balanceada, devido a existência de um nutricionista responsável pelo planejamento dos cardápios.

Através da avaliação dietética é possível identificar grupos populacionais de risco e elaborar programas de intervenção nutricional. Além disso, dados sobre a ingestão alimentar são necessários para predizer a adequação dos suprimentos alimentares, monitorar tendências na utilização de alimentos, estimar exposição a contaminantes e determinar grupos que estariam de acordo com os padrões dietéticos (Buzzard, 1994, apud Cintra et al., 1997).

Assim, para avaliar o consumo de produtos de origem animal por estudantes universitários de Santa Maria – RS, foi utilizado o método de questionário de freqüência de consumo de alimentos (QFCA) semi-quantitativo, o qual, segundo Willet (1990), tem sido apontado como o método de avaliação dietética mais apropriado para a aplicação epidemiológica. Este é um método rápido e de baixo custo, que estima a ingestão habitual de alimentos (Cintra et al., 1997).

## MÉTODO

Um questionário de freqüência de consumo de alimentos (QFCA) seletivo e semi-quantitativo, foi elaborado com o objetivo de avaliar o consumo de produtos de origem animal por universitários, tendo como período de referência uma quinzena. Um

questionário piloto foi elaborado e aplicado a seis estudantes universitários para avaliar a compreensão e ajustar os tópicos questionados. O questionário foi preenchido individualmente pelos alunos, e depois do preenchimento os alunos foram inqueridos quanto à dificuldade/facilidade de respostas. Com base nas sugestões referidas pelos universitários, o questionário foi remodelado. Neste estudo piloto foram identificados os produtos de origem animal consumidos com maior frequência, os quais foram escolhidos para fazer parte do questionário. Procurou-se não selecionar um número muito amplo de produtos para facilitar o preenchimento dos questionários. Os alimentos selecionados podem ser observados na Tabela 1.

O número de questionários aplicados foi calculado de acordo com Barbetta (2001),  $n_0 = 1/E_0^2$ , onde  $n_0$  é a primeira aproximação para o tamanho da amostra e  $E_0$  é o erro amostral tolerado, que neste trabalho foi estabelecido como 9,5%. A partir desta primeira aproximação calculou-se o tamanho da amostra a ser entrevistada ( $n$ ) usando-se a fórmula  $n = N \times n_0 / N + n_0$ , onde  $N$  é o tamanho da população (12000 alunos de graduação, no caso da Universidade Federal de Santa Maria). Assim, a população ficou constituída por 109 alunos. Para avaliar a reprodutibilidade dos questionários, estes foram replicados a um grupo de alunos (9) aproximadamente 15 dias após a primeira aplicação do questionário. Observou-se uma correlação de 0,71-0,98 (teste de correlação de Pearson,  $p < 0,05$ ) entre o primeiro e o segundo preenchimento do questionário, de acordo com o tipo de produto avaliado. Este resultado indica uma boa concordância entre as duas aplicações do questionário, demonstrando que o instrumento é adequado para o fim proposto. Os questionários foram distribuídos aleatoriamente em locais de grande circulação de estudantes, como a Biblioteca Central, saguões dos Centros de Ensino e ônibus que se dirigiam ao Campus. A participação foi voluntária com consentimento livre e esclarecido, assegurando-se a confiabilidade das informações. Todos os alunos abordados consentiram em participar do estudo. No entanto, alguns dos entrevistados deixaram certas perguntas em branco, o que explica o “n” diferente que aparece em alguns dos parâmetros avaliados. O protocolo deste estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria. Os questionários foram preenchidos pelos

próprios universitários, nos meses de abril e maio de 2004. O tempo médio de preenchimento foi de 8 minutos.

O questionário era formado por duas partes, uma contendo perguntas que diziam respeito ao perfil dos estudantes, e outra sobre o consumo dos produtos de origem animal. Dados de peso e altura fornecidos pelos alunos foram utilizados para calcular o índice de massa corporal (IMC), utilizando a fórmula:  $IMC = \text{peso}/\text{altura}^2$ .

Para avaliar o consumo dos produtos de origem animal aplicou-se um questionário no qual era informada a porção alimentar por medida caseira, para cada produto, segundo a Anvisa (Brasil, 2001), e era solicitado que o entrevistado marcasse a opção referente a frequência de consumo do produto: “não consumo”, “consumo eventualmente”, “consumo a cada 15 dias”, “1 a 2 vezes por semana”, “3 a 4 vezes por semana”, “5 a 6 vezes por semana”, “consumo 1 vez ao dia” e “consumo 2 vezes ao dia”. A partir dos dados de tamanho da porção consumida e frequência de consumo calculou-se a quantidade consumida de cada alimento para um período semanal.

Para avaliar a ingestão dos macronutrientes através do consumo de produtos de origem animal, utilizou-se a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos da USP (Universidade de São Paulo, 1998).

Foram determinados mediana, primeiro quartil e último quartil dos resultados. Os testes estatísticos utilizados para avaliar a relação entre os resultados obtidos foram teste de Kruskal-Wallis, correlação de Spearman e teste de Mann-Whitney. O software utilizado para os testes estatísticos foi o Statistica 6.0 (Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos).

## RESULTADOS

A idade média dos alunos entrevistados foi de 21,3 anos, com mediana (Md) de 21 anos e intervalo de 17-32 anos (n=109). Poucos alunos afirmaram ter o hábito de fumar (11,9%) e o consumo de bebidas alcoólicas foi relatado por 49,5% dos estudantes.

Os hábitos de consumo de produtos de origem animal pelos estudantes da Universidade Federal de Santa Maria (RS, Brasil) podem ser observados na Tabela 1. Todos os alunos consumiam carne bovina pelo menos eventualmente, 93,6%

consumiam frango, 86,2% pescado, 77,1% carne suína e 68,5%, carne ovina. Apenas 6,4% dos entrevistados não consumiam ovos. O leite, por sua vez, foi consumido por um número bem menor de estudantes, sendo o leite esterilizado o consumido pela maior parte dos alunos (28-57%). Apenas 14% dos alunos afirmaram consumir leite *in natura* e 15,6% o leite pasteurizado. O leite em pó era pouco consumido, visto que apenas 13,8% dos estudantes consumiam este tipo de leite a cada 15 dias ou eventualmente. Por outro lado, o consumo de produtos lácteos, tais como queijos, bebida láctea e iogurte foram relatados por um número maior de alunos (59-94%).

Pôde-se observar, entre os entrevistados, um número superior de estudantes do sexo feminino (62,4%) comparado aos do sexo masculino (37,6%). Observou-se que o leite esterilizado integral (Md=250 vs. 50 mL, intervalo interquartil=0-2800 vs. 0-450 mL), a carne suína (Md=25 vs. 25 g, intervalo interquartil=25-50 vs. 0-50 g), o salame (Md=1,75 vs. 1,75 g, intervalo interquartil=1,75-7,0 vs. 0-3,5 g) e o salsichão (Md=30 vs. 15 g, intervalo interquartil=15-30 vs. 15-30 g) eram mais consumidos ( $p < 0,05$ , teste de Mann-Whitney) pelos alunos do sexo masculino quando comparado ao sexo feminino. Já o leite esterilizado desnatado foi mais consumido ( $p < 0,05$ , teste de Mann-Whitney) pelas mulheres do que pelos homens (Md=25 vs. 0 mL, intervalo=0-1400 vs. 0-50 mL).

O peso dos alunos variou entre 43 e 110 kg, com um peso médio de 62,3 kg e Md de 60 kg ( $n=105$ ), enquanto a altura variou de 1,40 a 1,90 m, com média e Md de 1,69 m ( $n=106$ ). Quanto ao estado nutricional dos alunos, 13,3% ( $n=14$ ) apresentavam baixo peso ( $IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$ ), 76,2% ( $n=80$ ) apresentavam peso normal ( $18,5 < IMC < 24,9 \text{ kg/m}^2$ ), 9,5% ( $n=10$ ) apresentavam sobrepeso ( $25,0 < IMC < 29,9 \text{ kg/m}^2$ ) e 1% ( $n=1$ ) estava obeso ( $IMC > 30,0 \text{ kg/m}^2$ ). Houve uma correlação positiva entre o consumo de leite *in natura* e o peso dos alunos ( $p < 0,05$ ,  $r=0,19$ , correlação de Spearman) e uma correlação negativa entre o consumo de queijo industrializado e o peso ( $p < 0,05$ ,  $r = -0,21$ , correlação de Spearman). Uma correlação negativa também foi observada entre o consumo de queijo industrializado e o IMC ( $p < 0,05$ ,  $r = -0,21$ , correlação de Spearman). Observou-se que o consumo semanal de queijo industrializado diminuiu com o aumento da idade ( $p < 0,05$ ,  $r = -0,19$ , correlação de Spearman).

Analisando a relação entre o consumo dos produtos de origem animal e o centro de ensino ao qual os alunos estão vinculados, observou-se diferenças significativas entre os centros apenas em relação ao consumo semanal de iogurte, carne suína e carne ovina ( $p < 0,05$ , teste de Kruskal-Wallis). Esses resultados podem ser visualizados na Tabela 2. Observou-se que o iogurte foi mais consumido pelos alunos do Centro de Educação Física e Desporto (CEFD), Centro de Tecnologia (CT), Centro de Ciências da Saúde (CCS) e Centro de Ciências Sociais e Humanas (CCSH). A carne suína foi mais consumida pelos alunos do Centro de Educação (CE), CT e Centro de Ciências Rurais (CCR). A carne ovina foi mais consumida pelos alunos do Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE), CCS, CCR, CEFD, CT e CE.

O maior número de estudantes desta Universidade procede da região central e noroeste do Estado (70% dos alunos; Tabela 3). Aproximadamente 2% dos alunos vêm de outros Estados do país. Quando os estudantes foram agrupados de acordo com sua região de origem se observou diferença significativa apenas em relação ao consumo semanal de leite esterilizado, bebida láctea e ovos ( $p < 0,05$ , Teste de Kruskal-Wallis; Tabela 3). O leite esterilizado integral foi mais consumido pelos alunos provenientes da capital e da região Sul do Estado do Rio Grande do Sul. A bebida láctea foi mais consumida pelos alunos provenientes de outros Estados. Já os ovos foram mais consumidos pelos alunos vindos das regiões Central, Sul e capital do Estado.

O número de estudantes que mora com a família (53,7%) foi superior ao dos que moram sem esta (46,3%), seja na Casa do Estudante Universitário (CEU), pensões, repúblicas ou em apartamentos alugados. Foi observado maior consumo semanal de leite pasteurizado (Md=0 vs. 0 mL, média=170,6 vs 55,3 mL e intervalo interquartil=0-50 vs. 0-0 mL) e leite in natura (Md=0 vs. 0 mL, média= 119,6 vs. 2,6 mL e intervalo interquartil=0-0 vs. 0-0 mL) na dieta dos alunos que não moram em relação aos que moram com a família ( $p < 0,05$ , teste de Mann-Whitney). Já o consumo semanal de ovos foi superior ( $p < 0,05$ , teste de Mann-Whitney) entre os estudantes que moram com a família quando comparados aos que não moram (Md=50 vs. 12,5 g, média=71 vs. 50 g e intervalo interquartil=12,5-150 vs. 12,5-50 g).

Do total de alunos entrevistados, 64,2% costumavam fazer a refeição principal (almoço) no Restaurante Universitário. O consumo semanal de frango mostrou-se

superior no grupo que não costuma freqüentar o Restaurante Universitário em relação ao que freqüenta (Md=300 g vs. 100 g, média=289,7 vs. 190,6 g e intervalo interquartil=100-500 vs. 100-300 g) e o consumo semanal de leite pasteurizado (Md=0 vs. 0 mL, média=167,8 vs. 2,5 mL e intervalo interquartil=0-0 vs. 0-0 mL) e leite in natura (Md=0 vs. 0 mL, média=107,8 vs. 2,5 mL e intervalo interquartil=0-0 vs. 0-0 mL) foi superior entre os alunos que costumam freqüentar o RU ( $p < 0,05$ , teste de Mann-Whitney).

Cerca de 90% dos alunos não faziam nenhum tipo de dieta de restrição alimentar. Entre os 10% que realizavam dieta de restrição alimentar, o motivo foi excesso de peso ou alergia a algum alimento. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre o consumo de produtos de origem animal daqueles que estavam fazendo e dos que não estavam fazendo dieta de restrição alimentar.

Quanto à atividade física, 39,4% disseram praticar alguma, sendo a musculação a preferida entre os que praticavam alguma atividade física (34,1%), seguida por caminhadas ou corridas (20,4%). O futebol foi a atividade de escolha de 15,9% dos alunos, 13,6% praticavam mais de uma atividade, 11,5% praticavam outras atividades (ciclismo, vôlei, hidroginástica, ioga e *ballet*) e 4,5% faziam natação. Entre os estudantes que praticam alguma atividade física, foi observado um consumo superior ( $p < 0,05$ , teste de Mann-Whitney) de leite esterilizado semi-desnatado (Md=0 vs. 0 mL, média=443 vs. 130 mL e intervalo interquartil=0-650 vs. 0-0 mL) quando comparado aos que não praticam.

Com base nas quantidades de produtos de origem animal consumidas pelos estudantes calculou-se a ingestão dos macronutrientes a partir desses produtos. Observou-se um consumo médio de 25,5 g/dia de carboidratos pelos homens e 25,6 g/dia pelas mulheres, 28,6 g/dia de lipídios pelos homens e 24,4 g/dia pelas mulheres e 54,8 g/dia de proteínas pelos homens e 52,8 g/dia pelas mulheres.

## DISCUSSÃO

Todos os métodos que avaliam o consumo alimentar são, em algum momento, imperfeitos, e não existe padrão ouro em Nutrição. O QFCA utilizado forneceu uma

estimativa semi-quantitativa do consumo de produtos de origem animal por universitários em Santa Maria.

Lerner et al. (2000) investigando o consumo de alimentos por adolescentes em São Paulo, observaram que o leite foi o alimento consumido com maior frequência. Diferente deste trabalho, onde se observou que o alimento mais consumido por estudantes universitários, no Rio Grande do Sul, foi a carne bovina. A idade média observada no estudo de Lerner et al. (2000) foi de 13,7 anos para os homens (34,7% dos questionados) e 14 anos para as mulheres (65,3%). Os autores observaram que 84,3% das mulheres e 79,3% dos homens consumiam leite. As mulheres ingeriam em média 1330 mL de leite por semana, enquanto os homens 1680 mL/semana. Em Santa Maria, observou-se um consumo semanal de leite superior, média de 2190 mL pelos homens e 1610 mL pelas mulheres.

No Piauí, em estudo realizado com adolescentes, os autores observaram maior consumo da carne bovina, seguida do frango para os meninos e leite e queijo para as meninas (Carvalho et al., 2001). De forma semelhante, observamos que os universitários do sexo masculino apresentaram maior consumo de produtos cárneos (carne suína, salame e salsichão) de que as universitárias do sexo feminino. No estudo de Carvalho et al. (2001) o pescado ficou entre os alimentos de menor consumo, sendo inferior ao da lingüiça. O mesmo não foi observado no presente estudo, estando o consumo de pescado acima do consumo de lingüiça. No entanto, o presente trabalho foi realizado em um período próximo a semana Santa, havendo a possibilidade de que os estudantes tenham referido o consumo de pescado por terem incluído este alimento em sua dieta no período próximo ao levantamento realizado.

Quanto aos alimentos consumidos, entre os tipos de leite a preferência se deu pelo leite esterilizado, provavelmente por ser uma forma mais prática, com boa segurança alimentar e período longo de validade. O maior consumo de leite desnatado pelas estudantes do sexo feminino provavelmente ocorreu devido a sua maior preocupação com o estado de saúde e com o peso, pois este tipo de leite é considerado mais saudável pelo baixo teor de gordura. Por outro lado, os alunos do sexo masculino aparentemente não apresentam este tipo de preocupação, uma vez

que consumiram leite esterilizado integral em quantidade superior a consumida pelas alunas do sexo feminino.

Segundo Baxter et al. (2000) o consumo de leite *in natura* pode representar um risco de transmissão de doenças para o consumidor. Assim, é preocupante o fato de aproximadamente 14% dos estudantes terem relatado o consumo de leite *in natura*. Este consumo foi maior entre os estudantes que não moram com a família. Muitos alunos de outras regiões do interior do estado são provenientes do meio rural, podendo o maior consumo de leite *in natura*, ser decorrente da atividade de criação de gado leiteiro pela família do estudante. Em relação aos queijos, o consumo maior de queijo industrializado provavelmente se deve à preocupação com uma maior segurança alimentar, sendo o queijo colonial mais consumido por aqueles alunos cujos familiares produzem este alimento em suas propriedades. A correlação negativa encontrada entre o consumo de queijo industrializado e o peso e o IMC sugere que o consumo deste produto não está contribuindo para o peso corporal dos estudantes.

Entre as carnes, observou-se um consumo maior da carne bovina, seguida de carne de frango. Nos últimos anos, devido ao aumento de produção e diminuição de custos, o consumo de carne de frango tem aumentado. O pescado, apesar de ser um alimento mais saudável, com altos teores de ácidos graxos insaturados, ainda é pouco consumido. A carne ovina, que apresenta alto teor de ácidos graxos saturados, foi a menos consumida. O menor consumo de carne de frango pelos estudantes que freqüentam o Restaurante Universitário pode estar relacionado ao fato de que esse alimento faz parte do cardápio apenas uma vez por semana, sendo que aqueles que não costumam realizar suas refeições no RU têm maior oferta de carne de frango.

Com relação às diferenças observadas entre os estudantes que praticam, ou não, alguma atividade física, o maior consumo de leite semi-desnatado pelos alunos que praticam atividade física pode estar ligado ao fato de estas pessoas demonstrarem alguma preocupação com a sua saúde.

## CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pôde-se observar que os produtos de origem animal são amplamente consumidos pelos estudantes da Universidade Federal de



Santa Maria, sendo a carne, em especial a bovina, o produto mais consumido. Apesar de o consumo leite ter sido relatado por uma parcela consideravelmente menor dos estudantes, outros produtos lácteos, como o queijo, bebida láctea e iogurte foram consumidos por grande número de estudantes.

Observaram-se diferenças no consumo de alguns produtos de origem animal entre os estudantes dos diferentes Centros de Ensino da Instituição e também entre os estudantes provenientes de diferentes regiões do Estado, o que sugere que tanto a Instituição quanto a família influenciaram os hábitos alimentares dos alunos. Os resultados revelaram ainda diferenças nos hábitos alimentares entre os sexos, entre os que moram ou não com a família, entre os que freqüentam ou não o Restaurante Universitário, e entre os que praticam ou não atividade física.

A ausência de correlação positiva entre IMC e o consumo de produtos de origem animal sugere que estes não estariam contribuindo para o sobrepeso dos estudantes.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBETTA, P.B. **Estatística aplicada às ciências sociais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 4 ed., 338p., 2001.
2. BAXTER, I.A.; SCHOREDER, M.J.A.; BOWER, J.A. The influence of socio-economic background on perceptions on vegetables among Scottish primary school children. **Food quality and preference**, v.10, p.261-272, 1999.
3. Brasil. Resolução RDC n° 359 de 23 de dezembro de 2003. *Agência Nacional de Vigilância Sanitária*, 2003.
4. CARVALHO, C.M.R.G.; NOGUEIRA, A.M.T.; TELES, J.B.M.; PAZ, S.M.R.; SOUZA, R.M.L. Consumo alimentar de adolescentes matriculados em um colégio particular de Teresina, Piauí, Brasil. **Revista de Nutrição**, v.14, p.85-93, 2001.
5. CERVATO, A.M.; VIEIRA, V.L. Índices dietéticos na avaliação da qualidade global da dieta. **Revista de Nutrição**, v.16 n.3, p. 347-355, 2003.
6. CINTRA, I.P.; VON DER HEYDE, M.E.D.; SCHIMITZ, B.A.S.; FRANCESCHINI, S.C.C.; TADDEI, J.A.A.C.; SIGULEM, D.M. Métodos de inquéritos dietéticos. **Cadernos de Nutrição**, v.13, p.11-23, 1997.

7. CRUZ, G.F.; SANTOS, R.S.; CARVALHO, C.M.R.G.; MOITA, G.C. Avaliação dietética em creches municipais de Teresina, Piauí, Brasil. **Revista de Nutrição**, v.14, n.1, p.21-32, 2001.
8. FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. Zaragoza, Espana: Editorial Acribia, 2 ed, 1258p., 2000.
9. INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. **Censo da Educação Superior de 2004**. 13 de outubro de 2004. IN: <http://www.inep.gov.br/imprensa/noticias/censo/superior/www.inep.gov.br>. Acesso em 16/06/2005.
10. LERNER, B.R.; LEI, D.L.M.; CHAVES, S.P.; FREIRE, R.D. O cálcio consumido por adolescentes de escolas públicas de Osasco, São Paulo. **Revista de Nutrição**, v.13, p.57-63, 2000.
11. MONDINI, L.; MONTEIRO, C.A. Mudanças no padrão de alimentação da população urbana brasileira (1962-1988). **Revista de Saúde Pública**, v.28, p.433-439, 1994.
12. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental (1998). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-USP. Versão 4.0. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela>. Acesso em: 13.07.2004.
13. WELKER, A.F. Avaliação do perfil alimentar, nutricional e físico das atletas da equipe feminina de pólo aquático da UnB. Monografia de Especialização da Faculdade de Educação Física, Brasília, 1999.
14. WILLET, W. **Nutritional Epidemiology**. New York: Oxford University Press, 1990.
15. World Health Organization. **Obesity: preventing and managing the global epidemic**. *Report of a WHO Consultation on Obesity*. Geneva: WHO; 1988.

TABELA 1: Consumo semanal de produtos de origem animal por estudantes da Universidade Federal de Santa Maria (RS, Brasil).

Alimento	Quantidade			Alimento	Quantidade		
	Consumo (%)	Mediana	1° – 3° quartil		Consumo (%)	Mediana	1 – 3° quartil
Leite esterilizado (mL)				Carne (g)			
Integral	56,9	50,0	0 – 1400	Bovina	100	500,0	300 – 700
Semi-desnatado	28,4	0,0	0 – 50	Suína	77,1	25,0	25 – 50
Desnatado	44,1	0,0	0 – 650	Ovina	68,5	25,0	0 – 25
Leite pasteurizado (mL)	15,6	0,0	0 – 0	Frango	93,6	100,0	100 – 300
Leite in natura (mL)	13,8	0,0	0 – 0	Presunto (g)	87,2	60,0	5 – 100
Leite em pó (g)	13,8	0,0	0 – 0	Mortadela (g)	63,3	3,7	0 – 7,5
Queijo (g)				Salame (g)	76,1	1,5	1,7 – 3,5
Industrializado	94,5	60,0	20 – 140	Salsicha (g)	84,4	10,0	10 – 20
“colonial”	59,6	7,7	0 – 7,7	Lingüiça* (g)	89	15,0	15 – 30
Bebida láctea (mL)	78	50,0	50 – 250	Pescado (g)	86,2	27,5	27,5– 55
logurte (mL)	77,9	50,0	50 – 250	Ovos (g)	93,6	25,0	12,5 – 50

Total de alunos entrevistados = 109. Total de alunos da instituição = 12.000.

\* O consumo de lingüiça engloba o consumo de salsichão.

TABELA 2: Centros de ensino aos quais pertencem os universitários e consumo semanal de produtos de origem animal

Centro de ensino	n	(%)	iogurte (mL)	Carne suína (g)	Carne ovina (g)
Centro de Artes e Letras	13	11,9	50 (0 – 50) <sup>d</sup>	25 (0 – 50) <sup>b,c</sup>	25 (0 – 25) <sup>b,c</sup>
Centro de Ciências Naturais e Exatas	19	17,4	50 (0 – 100) <sup>b,d</sup>	25 (0 – 50) <sup>b</sup>	25 (0 – 25) <sup>a,b</sup>
Centro de Ciências da Saúde	28	25,7	175 (50 – 450) <sup>a,b,c,e</sup>	25 (0 – 50) <sup>b</sup>	25 (25 – 25) <sup>a,b</sup>
Centro de Ciências Rurais	20	18,3	175 (50 – 450) <sup>c</sup>	25 (25 – 50) <sup>a,c</sup>	25 (12,5 – 25) <sup>a,b</sup>
Centro de Ciências Sociais e Humanas	16	14,7	50 (50 – 250) <sup>a,b,c</sup>	25 (0 – 50) <sup>b</sup>	0 (0 – 25) <sup>c</sup>
Centro de Educação	2	1,8	0 (0 – 0) <sup>d,e</sup>	62,5 (25 – 100) <sup>a,b</sup>	12,5 (0 – 25) <sup>a,b,c</sup>
Centro de Educação Física e Desporto	2	1,8	675 (250 – 1100) <sup>a,c,e</sup>	0 (0 – 0) <sup>b</sup>	25 (25 – 25) <sup>a,c</sup>
Centro de Tecnologia	9	8,4	250 (50 – 250) <sup>a,b,c,e</sup>	50 (50 – 50) <sup>a</sup>	25 (25 – 50) <sup>a</sup>
TOTAL	109	100	50 (50 – 250)	25 (25 – 50)	25 (0 – 25)

Os resultados são apresentados como mediana (1º quartil – 3º quartil). Estão apresentados apenas os dados de consumo dos alimentos para os quais foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os centros ( $p < 0,05$ ) segundo o teste de Kruskal-Wallis.

TABELA 3: Região de origem dos universitários entrevistados e consumo semanal de produtos de origem animal

Região de origem	n	%	Leite esterilizado integral (mL)	Bebida láctea (mL)	Ovos (g)
Central	41	37,6	50 (0 – 1400) <sup>b</sup>	50 ( 50 – 250) <sup>b</sup>	50 (12,5 – 150) <sup>a</sup>
Noroeste	36	33,0	50 (0 – 650) <sup>b</sup>	100 (50 – 250) <sup>b</sup>	25 (12,5 – 50) <sup>b</sup>
Sul	13	11,9	100 (0 – 2800) <sup>a,b</sup>	50 (0 – 650) <sup>b,c</sup>	50 (25 – 150) <sup>a</sup>
Capital	9	8,3	2800 (250 – 2800) <sup>a</sup>	50 (50 – 100) <sup>b,c</sup>	25 (12,5 – 50) <sup>a,b</sup>
Outros estados	2	1,8	0 (0 – 0) <sup>b</sup>	1400 (1400 – 1400) <sup>a</sup>	6,2 (0 – 12,5) <sup>b</sup>
Não respondeu	8	7,3	0 (0 – 25) <sup>b</sup>	0 (0 – 25) <sup>c</sup>	12,5 (0 – 31,2) <sup>b</sup>
TOTAL	109	100	50 (0 – 1400)	50 (50 – 250)	25 (12,5 – 50)

As regiões referem-se ao Estado do Rio Grande do Sul. Os resultados são apresentados como mediana (1° quartil – 3° quartil). Estão apresentados apenas os dados de consumo dos alimentos para os quais foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os centros ( $p < 0,05$ ) segundo o teste de Kruskal-Wallis.

### 3.2 Artigo 2 – Versão para publicação – Chemosphere

#### ASSESSMENT OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS IN CHEESE FROM RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

SANTOS<sup>a</sup>, J.S.; XAVIER<sup>b</sup>, A.A.O.; RIES<sup>b</sup>, E.F.; COSTABEBER<sup>c</sup>, I. \* AND EMANUELLI<sup>b</sup>, T.

<sup>a</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, CEP 97105-900, RS, Brasil. Bolsista do CNPq do Brasil. [joicess@pop.com.br](mailto:joicess@pop.com.br)

<sup>b</sup> Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, CEP 97105-900, RS, Brasil. [tati@ccr.ufsm.br](mailto:tati@ccr.ufsm.br)

<sup>c</sup> Departamento de Morfologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, RS, Brasil. [ijoni@smail.ufsm.br](mailto:ijoni@smail.ufsm.br)

\* Corresponding author:

Ijoni Costabeber

Departamento de Morfologia

Centro de Ciências da Saúde

Universidade Federal de Santa Maria

Campus Universitário – Camobi

Santa Maria – RS

97105-900 - Brasil

e-mail: [ijoni@smail.ufsm.br](mailto:ijoni@smail.ufsm.br)

Phone: +55 55 3220 9375

FAX: +55 55 3220 8494

**Abstract**

Polychlorinated biphenyls (PCBs) are among the most toxic environmental pollutants. Food, especially animal based, has been described as the major source for human exposure to PCBs. We investigated PCB levels (congeners 10, 28, 52, 153, 138 and 180) in cheese from 14 cities of Rio Grande do Sul, Brazil and their daily intake by university students. The fat was extracted using sodium sulfate and petroleum ether, and PCBs purification was conducted using florisil and hexane. The identification and quantification were made in a gas chromatograph with microelectron capture detector (GC- $\mu$ ECD). PCB congeners were found ( $\text{ng.g}^{-1}$  in fat basis) in the following rank: 52 (15.75) > 180 (4.91) > 28 (3.43) > 153 (3.00) > 10 (2.38) > 138 (1.37).  $\Sigma$ PCB contamination ranged from 0 to  $78.32 \text{ ng.g}^{-1}$  fat. Total toxic equivalent (TEQ) was  $3.61 \text{ pg.g}^{-1}$  fat. Differences between industrialized ( $33.32 \text{ ng.g}^{-1}$  fat) and homemade ( $26.58 \text{ ng.g}^{-1}$  fat) cheese and among three different regions ( $36.21$  vs.  $27.64$  vs.  $26.61 \text{ ng.g}^{-1}$  fat) were not statistically significant. For university students, the estimated daily intake of PCBs from cheese ranged from 0 to  $3.13 \text{ pg.kg}^{-1}$  b.w. This value correspond to a maximum intake of  $0.22 \text{ pg TEQ.kg}^{-1}.\text{day}^{-1}$  for industrialized cheese and  $0.04 \text{ pg TEQ.kg}^{-1}.\text{day}^{-1}$  for homemade cheese, which amounts to 22 and 4% of the tolerable daily intake proposed by WHO, respectively. No sample exceeded the European Community maximum allowed level of PCBs in dairy products. This is the first study describing background concentration of PCBs in cheese from Brazil.

*Keywords:* PCBs, dairy products, levels, intake.

## 1. Introduction

Polychlorinated biphenyls (PCBs) were extensively used from 1930 until the late 1970s as insulating materials in electrical capacitors and transformers, plasticizers in waxes, in paper manufacturing, and for a variety of other industrial applications (Gilbert, 1994). Environmental contamination has resulted from landfilling with and dumping of equipment containing PCBs, leaching of lubricants, hydraulic and heat-transfer fluids, and from dispersal of sewage.

According to Van Gerven et al. (2004), because of their resistance against biodegradation and their lipophilic properties, PCBs are mainly found in air, soil, and sediments, but less in water. Also, PCBs accumulate in fat in the food chain. Foods, particularly those that are animal-based, represent the most important source of human exposure for many persistent organic compounds, like PCBs (Alcock et al., 2000). Bioaccumulation of PCBs was measured by Walker and Livingstone (1992) who observed that the primary consumer of the food chain contains  $0.98 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  dry weight, the secondary consumers between 2.04 and  $2.40 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , and the tertiary consumers between 5.38 and  $23.60 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ .

Neurotoxic, immunotoxic, carcinogen as well as endocrine effects have been described after chronic exposure to PCBs (Weisglas-Kuperus et al., 2004). Animals usually become contaminated either by free grazing on contaminated pastures or by eating contaminated hay or cereals (Mallatou et al., 1997). In mammals the major route of elimination are biliary and through the milk, so this product is often used as a biological indicator of the degree of environmental pollution. Milk is one of the most important foodstuffs where PCBs are continuously monitored, because milk and dairy products play a central role in human nutrition (Storelli et al., 2001). According to Zuccato et al. (1999) dairy products, meat, and fish were the main sources of PCBs in the Italian diet. Thus, the present study was conducted to know the extension of PCB contamination in cheese consumed in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil, and to evaluate differences between industrialized and homemade cheese, and among three different regions of production. In addition, the estimated daily intake of PCBs through this foodstuff by university students from Santa Maria was evaluated.



## 2. Materials and methods

### 2.1 Materials

Hexane, petroleum ether for chromatography and 60/100 mesh pesticide reagent grade Florisil were obtained from Mallinckrodt Backer (Philipsburger, NJ, USA). Florisil was previously activated at 150 °C/12 h and deactivated by adding 2% twice-distilled water before use. Standard PCB solutions were obtained from Supelco Inc. (Bellefonte, PA, USA). The congeners number 10 (2,6 dichlorobiphenyl), 28 (2,4,4' trichlorobiphenyl), 52 (2,2',5,5' tetrachlorobiphenyl), 153 (2,2',4,4',5,5' hexachlorobiphenyl), 138 (2,2',3,4,4',5 hexachlorobiphenyl) and 180 (2,2',3,4,4',5,5' heptachlorobiphenyl) were analyzed. All other reagents used were of analytical reagent grade.

Glassware used in analyses and in the storage of samples were previously washed following the method of Angulo et al. (1996), with distilled water and rinsed with hexane and acetone alternately and dried at 150 °C, to assure chemical cleanliness.

### 2.2 Samples

A total of 19 cheese samples (12 samples of industrialized cheese and 7 samples of homemade cheese) produced in 14 cities from three different regions of the State of Rio Grande do Sul, Brazil (Figure 1) were used. Samples were obtained in ordinary commercial outlets from Santa Maria city. All samples were kept frozen at –20 °C until analysis.

### 2.3 Analysis of PCBs

The cheese fat was extracted as described by Waliszewski et al. (1997), with some modifications. Anhydrous sodium sulfate was mixed with a cheese sample (20 g), loaded into a column and extracted with petroleum ether (120 ml). Liquid was filtered through anhydrous sodium sulfate, the solvent was evaporated under vacuum, and the purified fat residue was transferred to a glass vial kept at –20 °C until analysis.

To evaluate the fat extraction efficiency, the % of cheese fat recovered in the method described by Waliszewski et al. (1997) was compared with fat content

determined by the Gerber method (IDF, 1997). The correlation coefficient between the methods was  $r=0.71$ , with  $p=0.001$ . However, the fat content obtained in the method adapted from Waliszewski et al. (1997) was higher ( $P < 0.05$ , Student t-test) than content obtained using the Gerber method, indicating that the adapted method is suitable for fat extraction.

PCBs were purified by the method of Martinez et al. (1997). Briefly, 0.1 g of fat sample was mixed with 2 ml n-hexane. The sample was applied to a chromatographic column containing 10 g of florisil and anhydrous sodium sulfate, and eluted with 100 ml n-hexane to purify the PCBs. The eluate was filtered through anhydrous sodium sulfate, evaporated to dryness, dissolved in 1 ml n-hexane and used for PCBs determination using an Agilent model 6890A gas chromatograph equipped with a  $^{63}\text{Ni}$  microelectron capture detector ( $\mu\text{ECD}$ ). An HP-5 fused silica (cross linked 5% phenyl methyl siloxane gum) column (30 m length, 0.25 mm internal diameter, 0.25  $\mu\text{m}$  film thickness) was used. Operating conditions were as follows: injector 250 °C, detector 350 °C, oven temperature was hold at 110 °C for 5 min, then increased to 280 °C at 14 °C/min and hold 2 min. The carrier gas was nitrogen at a column flow rate of 1.6 ml/min. All samples were analyzed in duplicate and results represent the arithmetic means. A mixture of specific PCB congeners was used for calibration and recovery evaluation. The mean recoveries of PCB standards ranged from 88.4 to 104.6%. The limits of detection (LOD) and quantification (LOQ) were evaluated using average blank values method. The LOD and LOQ of PCBs 10, 28, 52, 153, 138, and 180 were 0.56 and 1.28; 0.42 and 0.89; 2.75 and 3.86; 0.22 and 0.38; 0.54 and 1.07; 0.81 and 1.80, respectively.

For results below the limit of quantification a value of zero was assigned. All data were included in the statistical analysis.

#### *2.4 Cheese consumption*

To evaluate cheese consumption by university students, a food frequency questionnaire (FFQ) was applied to 109 students of Federal University of Santa Maria. Age, height and weight status, besides the industrialized and homemade cheese consumption were surveyed.

### 2.5 Statistical analysis

Data were analyzed using the Statistica® 6.0 software package. The effects of cheese type (industrialized and homemade) on the levels of PCBs, total toxic equivalent (TEQ) and estimated daily intake (EDI) were evaluated by Student t-test and the effects of the region of production (Mountain/ Porto Alegre, South/Western, and Santa Maria) were evaluated by one-way analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's test when appropriate. Differences were considered to be significant when  $P \leq 0.05$ .

## 3. Results and discussion

### 3.1 Analysis of PCBs

The fat content found in industrialized cheese (29.39 g%, method adapted from Waliszewski et al., 1997; 24.91 g%, Gerber method) is in accordance with other Brazilian industrialized cheese (22.92 – 28.38 g%; USP, 1998). Papadopoulos et al. (2004) found similar values for lipid content of cheese in Greece (24.85g%). In United States, the cheese analyzed had a smaller fat content (21.75g%; Schechter et al., 1997). Concerning homemade cheese (25.57 g%, method adapted from Waliszewski et al., 1997; 24.23 g%, Gerber method), due to the different origin and the lack of standardization of the milk used for cheese production, a comparison of the fat content become difficult.

The mean concentration of PCB residues found in cheese samples are summarized in Table 1. Values are reported as  $\text{ng.g}^{-1}$  fat and mean concentration included all samples, even the negative ones.  $\Sigma\text{PCBs}$  was calculated as sum of the concentrations of the six PCBs in each sample, and values presented are the mean of  $\Sigma\text{PCBs}$  for all samples evaluated. The individual congeners found at the highest mean concentration were PCB 52 ( $15.75 \text{ ng.g}^{-1}$  fat), followed by PCB 180 ( $4.91 \text{ ng.g}^{-1}$ ), PCB 28 ( $3.43 \text{ ng.g}^{-1}$ ), and PCB 153 ( $3.00 \text{ ng.g}^{-1}$ ). PCBs 10 and 138 were found at the lowest concentrations ( $2.38 \text{ ng.g}^{-1}$  and  $1.37 \text{ ng.g}^{-1}$  fat, respectively). Although PCB 52 and 180 were observed at the highest concentrations, the incidence frequency was higher for PCB 153. These compounds were not found in all samples; the incidence was 94.7% for  $\Sigma\text{PCB}$ , which includes the summation of the PCB congeners evaluated (10, 28, 52, 153,

138 and 180). Among samples analyzed, ten had all compounds evaluated, five had only one of the compounds, and one sample had undetectable levels of PCBs. PCB 52 was also the compound found at the highest concentration in other study conducted in Rio Grande do Sul, when Costabeber et al. (2005) evaluated meat samples. This congener, as well as PCB 28, has been associated with breast malignant lesions (Costabeber, 1999; Lucena et al., 2001).

No sample evaluated in the present study exceeded the maximum permitted level set by European Community ( $100 \text{ ng.g}^{-1}$  fat; De Vos et al., 2003). Brazilian legislation sets no PCB limit for dairy products, but it limits PCB levels in meat products to  $3,000 \text{ ng.g}^{-1}$  fat (Brasil, 1999). No study was found describing PCB levels in cheese in Brazil. In Greece, Papadopoulos et al. (2004) found average upperbound concentrations,  $5660 \text{ ng.g}^{-1}$  fat for PCBs in cheese. Baars et al. (2004) found the sum of indicator PCBs (28, 52, 101, 118, 138, 153, and 180) as  $4.7 \text{ ng.g}^{-1}$  fat in cheese from Netherlands. This level is well below that of the present study.

From the mean concentration and based on the equivalency factors (TEF) proposed by Safe (1990) relative to the toxicity of the PCBs on the basis of the strongest compound, 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin, the toxic equivalents (TEQ) were calculated (Table 1), giving a total of  $3.61 \text{ pg TEQ.g}^{-1}$  fat. Schechter et al. (1997) found a lower value in cheese from United States ( $0.03 \text{ pg TEQ.g}^{-1}$  fat).

The mean PCB residues in the types of cheese analyzed (industrialized and homemade) are shown in Table 2. In both types, the compound found at highest level was PCB 52. PCB levels and total TEQ were higher in industrialized cheese when compared to homemade, although no statistical differences were observed. The higher values found in industrialized cheese may be attributed to the milk homogenization that is made prior to preparation of this type of cheese.

Analyzing the PCB distribution in cheese from different regions of Rio Grande do Sul State (Table 2), it can be observed that the levels were higher in Mountain/Porto Alegre region ( $\Sigma\text{PCB} = 36.21 \text{ ng.g}^{-1}$  fat), followed by Santa Maria region ( $\Sigma\text{PCB} = 26.61 \text{ ng.g}^{-1}$  fat), and South/Western region ( $\Sigma\text{PCB} = 27.64 \text{ ng.g}^{-1}$  fat). Costabeber et al. (2005) also observed higher PCB levels in meat samples of Mountain/Porto Alegre (Rio Grande do Sul) that corresponds to the most industrialized area in the State. Such result

is in agreement with other studies (Valters et al., 1999; Bayarri et al., 2001) suggesting that industrial activity is an important source for environmental and occupational exposure to PCBs. This hypothesis is also supported by data from Bennet (1983), who reported that the average air concentration of PCBs in rural areas is ten times lower than in industrialized areas.

### 3.2 Cheese consumption

An estimation of the daily intake of each one of the congeners studied from cheese was calculated from the average concentration of the PCBs ( $\text{ng.g}^{-1}$  fat; Table 2) and the consumption of cheese by university students ( $n = 109$ ; age = 21.3, 17-32 years; height = 1.69, 1.40-1.90 m; weight = 62.3, 43-110 kg). University students consumed 14.1 g and 3.2 g of industrialized and homemade cheese per day, respectively. Students from Mountain/ Porto Alegre region consumed 15.7 g per day (industrialized plus homemade cheese), from South/ Western region 17.3 g per day and from Santa Maria region 17.4 g per day. The mean body weight of the surveyed students (62.3 kg) was used to calculate the daily estimated intake (EDI) of PCBs (Table 3). Among the surveyed students 94.5% and 59.6% consumed industrialized and homemade cheese at least once a month, respectively. The mean daily intake of PCBs from industrialized cheese was estimated to be  $0.22 \text{ pg TEQ.kg}^{-1} \text{ b.w.}$  ( $13.71 \text{ pg TEQ.person}^{-1}$ ) and from homemade cheese was estimated to be  $0.04 \text{ TEQ.kg}^{-1} \text{ b.w.}$  ( $2.49 \text{ pg TEQ.person}^{-1}$ ). Considering the three regions in study, the Mountain/Porto Alegre region presented the highest daily intake ( $0.33 \text{ pg TEQ.kg}^{-1} \text{ b.w.day}^{-1}$ ), followed by Santa Maria region ( $0.21 \text{ pg TEQ.kg}^{-1} \text{ b.w.day}^{-1}$ ) and South/Western region ( $0.08 \text{ pg TEQ.kg}^{-1} \text{ b.w.day}^{-1}$ ). As previously mentioned, Mountain/Porto Alegre region presents high industrial activity, which may be related to environmental contamination by PCBs. It was observed a higher intake ( $P < 0.05$ ) of PCBs 10, 28, 52, 153, 180, and  $\Sigma\text{PCB}$  from industrialized cheese when compared to homemade. Analyzing the daily intake in the different regions, PCBs 153, 180, and  $\Sigma\text{PCB}$  exhibited higher EDI for cheese from Mountain/Porto Alegre and South/Western region when compared to Santa Maria region ( $P < 0.05$ ). PCB 28 exhibited higher EDI for cheese from Mountain/Porto Alegre, followed by South/Western and Santa Maria region ( $P < 0.05$ ). For PCBs 10, 52, and 138 a similar

pattern was observed, but differences were not statistically significant. The tolerable daily intake (TDI) is set at 4 pg TEQ.kg<sup>-1</sup> in Japan for PCDD/PCDFs and dioxin-like PCBs (Tsutsumi et al., 2001). According to Jacobs et al. (2002) the World Health Organization (WHO) recommends a TDI of 1-4 pg TEQ.kg<sup>-1</sup> b.w. and the European Community a tolerable weekly intake (TWI) of 14 pg WHO-TEQ.kg<sup>-1</sup> b.w., but this recommendation has not been adopted universally. The United Kingdom Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products, and the Environment recommends a TDI of 10 pg TEQ.kg<sup>-1</sup> b.w. In the present work, analyzing either the type of cheese or the region of production, the EDI values found were below the limits established by Japan, WHO, Europe and U.K.; however, we evaluated only a part of the dietary intake. In Rio Grande do Sul, Brazil, the EDI from cheese corresponded to 22% and 4% of the TDI for industrialized and homemade cheese, respectively. In Japan, Tsutsumi et al. (2001) found smaller values for industrialized cheese (4.75 pg TEQ.person<sup>-1</sup> of 50 kg). The cheese intake corresponds to 4.2% of total EDI of PCBs in Japan, similar to homemade cheese intake but well below than industrialized cheese intake.

This is the first paper describing background concentrations of PCBs in cheese from Rio Grande do Sul, Brazil. Background concentrations of PCBs in cheese produced in different regions of Rio Grande do Sul, Brazil, were lower than the maximum residue level established for dairy products in European Community (100 ng.g<sup>-1</sup>; De Vos et al., 2003). Levels of PCBs did not vary between the types of cheese analyzed (industrialized and homemade) or among the regions evaluated.

## References

Alcock, R.E., Sweetman, A.J., Ching-Yi Juan, Jones, K.C., 2000. A generic model of human lifetime exposure to persistent organic contaminants: development and application to PCB-101. *Environ. Poll.* 110, 253-265,

Angulo, R., Costabeber, I., Gallego, M.C., Serrano, S., Jodral, M., 1996. Cleanup distillation: critical points in the organochlorine residue analysis. ST European Pesticide Residue Workshop. Alkmaar, Netherlands, 59.

Baars, A.J., Bakker, M.I., Baumann, R.S., Boon, P.E., Freijer, J.I., Hoogenboom, L.A.P., Hoogerbrugge, R., van Klaveren, J.D., Liem, A.K.D., Traag, W.A., de Vries, J., 2004. Dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in foodstuffs: occurrence and dietary intake in the Netherlands. *Toxicol. Lett.* 151, 51-61.

Bayarri, S., Baldassari, L.T.R., Iacovella, N., Ferrara, F., Di Domenico, A., 2001. PCDDs, PCDFs, PCBs and DDE in edible marine species from the Adriatic Sea. *Chemosphere* 43, 601-610.

Bennet, B.G., 1983. Exposure of man to environmental PCBs and exposure commitment assessment. *Sci. Total Environ.* 29, 101-111.

Brasil. 1999. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa número 42 de 20 de dezembro de 1999. Plano Nacional de Controle e Resíduos em Produtos de Origem Animal.

Costabeber, I., 1999. Resíduos organoclorados persistentes en grasa mamaria y su relación con los hábitos alimentarios: repercusiones sanitarias. Tesis Doctoral, Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España, 315p.

Costabeber, I.H., Santos, J.S., Xavier, A.A.O., Weber, J., Leães, F.L., Bogusz Junior, S., Emanuelli, T., 2005. Levels of polychlorinated biphenyls (PCBs) in meat and meat products from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Food Chem. Toxicol.* IN PRESS.

De Vos, S., Maervoet, J., Schepens, P., De Schrijver, R., 2003. Polychlorinated biphenyls in broiler diets: their digestibility and incorporation in body tissues. *Chemosphere* 51, 7-11

Gilbert, J., 1994. The fate of environmental contaminants in the food chain. *Sci. Total Environ.* 143, 103-111.

IDF, 1997. Milk and milk products: determination of fat content (general guidance on the use of butyrometric methods). IDF Standar 152 A. Brussels, Belgium: International Dairy Federation.

Jacobs, M., Ferrario, J., Byrne, C., 2002. Investigation of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins, dibenzo-*p*-furans and selected coplanar biphenyls in Scottish farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Chemosphere* 47, 183-191.

Lucena, R.A., Allam, M.F., Costabeber, I.H., Villarejo, M.L.J., Navajas, R.F-C., 2001. Breast cancer risk factors: PCB congeners. *Europ. J. Cancer Prev.* 10, 117-119.

Mallatou, H., Pappas, C.P., Kondyli, E., Albanis, T.A., 1997. Pesticide residues in milk and cheeses from Greece. *Sci. Total Environ.* 196, 111-1117.

Martinez, M. P., Angulo, R., Pozo, R., Jodral, M., 1997. Organochlorine pesticides in pasteurized milk and associated health risks. *Food Chem. Toxicol.* 35, 621-624.

Papadopoulos, A., Vassiliadou, I., Costopoulou, D., Papanicolaou, C., Leondiadis, L., 2004. Levels of dioxins and dioxin-like PCBs in food samples on the Greek market. *Chemosphere* 57, 413-419.

Safe. S., 1990. Toxicity equivalency factors for PCBs? Quality Assurance: Good Practice, Regulation, and Law. Ed. D. Barnes, A. Alfort-Estevan, F. Birnbaum, F.W. Kutz, W. Wood and D. Paton, v.1, n.1, October, 70-81.

Schechter, A., Cramer, P., Boggess, K., Stanely, J., Olson, J.R. 1997. Levels of dioxins, dibenzofurans, PCB and DDE congeners in pooled food samples collected in 1995 at supermarkets across the United States. *Chemosphere* 34, 1437-1447.

Storelli, M.M., Storelli, A., Marcotrigiano, G.O., 2001. Polychlorinated biphenyls, hexachlorobenzene and organochlorine pesticide residues in milk from Apulia. *Ital. J. Food Sci.* 13, 113-177.

Tsutsumi, T., Yanagi, T., Nakamura, M., Kono, Y., Uchibe, H., Iida, T., Hori, T., Nakagawa, R., Tobiishi, K., Matsuda, R., Sasaki, K., Toyoda, M., 2001. Update of daily intake of PCDDs, PCDFs, and dioxin-like PCBs from food in Japan. *Chemosphere* 45, 1129-1137.

USP (Universidade de São Paulo). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental (1998). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-USP. Versão 4.0. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela>. Accessed in: 28.10.2004.

Valters, K., Olsson, A., Asplund, L., Bergman, A., 1999. Polychlorinated biphenyls and some pesticides in perch (*Perca fluviatilis*) from Inland Waters of Latvia. *Chemosphere* 38, 2053-2064.



Van Gerven, T., Geysen, D., Vandecasteele, C., 2004. Estimation of the contribution of a municipal waste incinerator to the overall emission and human intake of PCBs in Welrijk, Flanders. *Chemosphere* 54, 1303-1308,

Waliszewski, S.M., Pardío, V. T., Waliszewski, K.N., Chantiri, J.N., Aguirre, A.A., Infanzón, R.M., Rivera, J., 1997. Organochlorine pesticide residues in cow's milk and butter in Mexico. *Sci. Total Environ.* 208, 127-132.

Walker, C.H., Livingstone, D.R., 1992. Editors, *Persistent Pollutants in Marine Ecosystems, A Special publication of SETAC*, Pergamon Press, Oxford & Göttingen.

Weisglas-Kuperus, N., Vreugdenhil, H.J.L., Mulder, P.G.H., 2004. Immunological effects of environmental exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins in Dutch school children. *Toxicol. Lett.* 149, 281-285.

Zuccato, E., Calvarese, S., Mariani, G., Mangiapan, S., Grasso, P., Guzzi, A., Fanelli, R., 1999. Level, sources and toxicity of polychlorinated biphenyls in the Italian diet. *Chemosphere* 38, 2753-2765.

## FIGURES

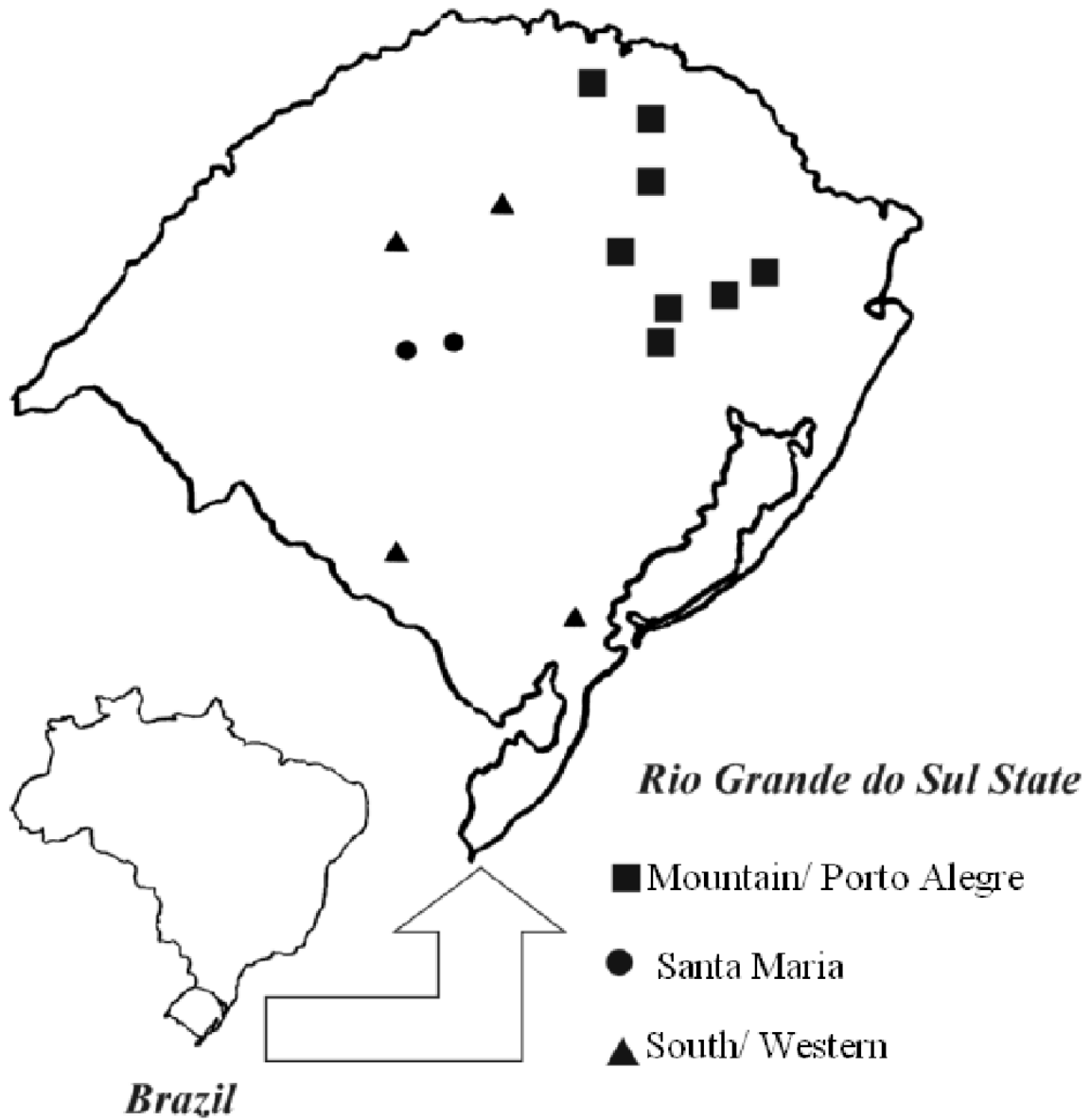


Figure 1: Layout of sampling sites. Cheese samples were obtained from 14 cities of the Mountain/Porto Alegre, Santa Maria and South/Western regions of the state of Rio Grande do Sul (Brazil).

## TABLES

Table 1: Mean concentration, range, incidence, and toxic equivalent of PCBs in cheese from Rio Grande do Sul, Brazil.

Compound	Mean $\pm$ Standard deviation (ng.g <sup>-1</sup> fat)	Range (ng.g <sup>-1</sup> fat)	Incidence (%)	TEQ <sup>1</sup> (pg.g <sup>-1</sup> fat)
PCB 10	2.38 $\pm$ 2.09	0.00 – 5.63	63.1	n.d.
PCB 28	3.43 $\pm$ 3.05	0.00 – 10.81	68.4	3.43
PCB 52	15.75 $\pm$ 14.99	0.00 – 55.18	73.7	n.d.
PCB 153	3.00 $\pm$ 2.82	0.00 – 12.58	89.5	0.06
PCB 138	1.37 $\pm$ 1.71	0.00 – 5.83	52.6	0.03
PCB 180	4.91 $\pm$ 4.89	0.00 – 19.05	63.1	0.10
$\Sigma$ PCB <sup>2</sup>	30.84 $\pm$ 20.93	0.00 – 78.32	94.7	3.61 <sup>3</sup>

Values < LOQ were assumed as equal to zero in the statistical analysis.

<sup>1</sup>TEQ= toxic equivalent

<sup>2</sup> $\Sigma$  PCB was calculated by the sum of all congeners evaluated.

<sup>3</sup>Total TEQ that was obtained by the sum of the TEQs of PCBs 28, 153, 138 and 180.

Table 2: Mean PCB residues (ng.g<sup>-1</sup> fat) in cheese from Santa Maria, Rio Grande do Sul State (Brazil); according to the type of cheese and the region of production.

Compound	Type of cheese		Region of production		
	Industrialized (n=12)	Homemade (n=7)	Mountain/ Porto Alegre (n=8)	South/ Western (n=4)	Santa Maria (n=7)
PCB 10	2.66 ± 2.17 (0.00 – 5.63)	1.89 ± 2.01 (0.00 – 4.05)	2.77 ± 1.94 (0.00 – 4.96)	2.45 ± 2.89 (0.00 – 5.63)	1.89 ± 2.01 (0.00 – 4.05)
PCB 28	3.73 – 3.55 (0.00 – 10.80)	2.91 ± 2.06 (0.00 – 4.90)	4.88 ± 3.75 (0.00 – 10.81)	1.42 ± 1.66 (0.00 – 3.15)	2.91 ± 2.06 (0.00 – 4.93)
PCB 52	16.90 ± 17.90 (0.00 – 55.21)	13.71 ± 8.74 (0.00 – 28.43)	17.21 ± 14.44 (0.00 – 41.31)	16.34 ± 26.31 (0.00 – 55.22)	13.72 ± 8.73 (0.00 – 28.43)
PCB 153	2.81 ± 1.82 (0.00 – 5.41)	3.33 ± 4.19 (0.00 – 12.65)	2.95 ± 1.962 (0.00 – 5.41)	2.54 ± 1.74 (1.02 – 5.03)	3.33 ± 4.19 (0.00 – 12.58)
PCB 138	1.65 ± 2.04 (0.00 – 5.84)	0.88 ± 0.86 (0.00 – 2.00)	1.77 ± 2.22 (0.00 – 5.81)	1.41 ± 1.90 (0.00 – 4.03)	0.88 ± 0.86 (0.00 – 2.00)
PCB 180	5.53 ± 5.55 (0.00 – 19.00)	3.85 ± 3.64 (0.00 – 7.40)	6.58 ± 6.13 (0.00 – 19.04)	3.42 ± 4.03 (0.00 – 7.83)	3.85 ± 3.64 (0.00 – 7.43)
Σ PCB <sup>1</sup>	33.32 ± 25.40 (0.00 – 78.32)	26.58 ± 9.91 (12.64 – 34.98)	36.21 ± 20.64 (0.00 – 65.54)	27.64 ± 36.21 (0.00 – 78.32)	26.61 ± 9.92 (12.64 – 34.98)
<b>Total TEQ<sup>2</sup></b>	<b>3.93</b>	<b>3.07</b>	<b>5.11</b>	<b>1.57</b>	<b>3.07</b>

Results are presented as mean ± standard deviation (range). Values < LOQ were assumed as equal to zero in the statistical analysis.

<sup>1</sup>Σ PCB was calculated by the sum of all congeners evaluated.

<sup>2</sup>Total TEQ correspond to the summation of the PCBs 28, 153, 138 and 180, in pg TEQ.g<sup>-1</sup> fat.

Table 3: Estimated daily intake, in  $\text{pg.kg}^{-1}\text{b.w.}$ , of PCBs from cheese by students in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil.

Compound	Type of cheese		Region of production		
	Industrialized (n=12)	Homemade (n=7)	Mountain/ Porto Alegre (n=8)	South/ Western (n=4)	Santa Maria (n=7)
PCB 10	$0.14^a \pm 0.12$ (0.00 – 0.37)	$0.03^b \pm 0.03$ (0.00 – 0.06)	$0.16 \pm 0.13$ (0.00 – 0.37)	$0.10 \pm 0.11$ (0.00 – 0.20)	$0.03 \pm 0.03$ (0.00 – 0.06)
PCB 28	$0.21^a \pm 0.20$ (0.00 – 0.56)	$0.04^b \pm 0.03$ (0.00 – 0.09)	$0.28^a \pm 0.20$ (0.00 – 0.56)	$0.06^b \pm 0.07$ (0.00 – 0.13)	$0.04^c \pm 0.03$ (0.00 – 0.09)
PCB 52	$0.87^a \pm 0.83$ (0.00 – 2.18)	$0.17^b \pm 0.10$ (0.00 – 0.28)	$1.01 \pm 0.80$ (0.00 – 2.18)	$0.61 \pm 0.95$ (0.00 – 1.99)	$0.17 \pm 0.10$ (0.00 – 0.28)
PCB 153	$0.14^a \pm 0.08$ (0.00 – 0.28)	$0.04^b \pm 0.04$ (0.00 – 0.11)	$0.16^a \pm 0.09$ (0.00 – 0.28)	$0.10^a \pm 0.06$ (0.05 – 0.18)	$0.04^b \pm 0.04$ (0.00 – 0.11)
PCB 138	$0.08 \pm 0.10$ (0.00 – 0.30)	$0.01 \pm 0.01$ (0.00 – 0.03)	$0.09 \pm 0.11$ (0.00 – 0.30)	$0.05 \pm 0.07$ (0.00 – 0.15)	$0.01 \pm 0.01$ (0.00 – 0.03)
PCB 180	$0.28^a \pm 0.26$ (0.00 – 0.82)	$0.06^b \pm 0.06$ (0.00 – 0.14)	$0.35^a \pm 0.28$ (0.00 – 0.82)	$0.14^a \pm 0.17$ (0.00 – 0.34)	$0.06^b \pm 0.06$ (0.00 – 0.14)
$\Sigma$ PCB <sup>1</sup>	$1.71^a \pm 1.20$ (0.00 – 3.13)	$0.34^b \pm 0.18$ (0.11 – 0.59)	$2.05^a \pm 1.07$ (0.00 – 3.13)	$1.05^a \pm 1.30$ (0.05 – 2.83)	$0.34^b \pm 0.18$ (0.11 – 0.59)
<b>Total TEQ<sup>2</sup></b>	<b>0.22</b>	<b>0.04</b>	<b>0.33</b>	<b>0.08</b>	<b>0.21</b>

Results are presented as mean  $\pm$  standard deviation (range).

Different letters in the same row indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup> $\Sigma$  PCB was calculated by the sum of all congeners evaluated.

<sup>2</sup>Total TEQ correspond to the summation of the PCBs 28, 153, 138 and 180, in  $\text{pg TEQ.kg}^{-1}\text{.day}^{-1}$  assuming an average of 62.3 kg student body weight.

### 3.3 Artigo 2 – Versão em Língua Portuguesa

#### **AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCBs) EM QUEIJO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

SANTOS<sup>a</sup>, J.S.; XAVIER<sup>b</sup>, A.A.O.; RIES<sup>b</sup>, E.F.; COSTABEBER<sup>c</sup>, I. \* AND EMANUELLI<sup>b</sup>, T.

<sup>a</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, CEP 97105-900, RS, Brasil. Bolsista do CNPq do Brasil. [joicess@pop.com.br](mailto:joicess@pop.com.br)

<sup>b</sup> Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, CEP 97105-900, RS, Brasil. [tati@ccr.ufsm.br](mailto:tati@ccr.ufsm.br)

<sup>c</sup> Departamento de Morfologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, RS, Brasil. [ijoni@smail.ufsm.br](mailto:ijoni@smail.ufsm.br)

\* Autor para correspondência:

Ijoni Costabeber

Departamento de Morfologia

Centro de Ciências da Saúde

Universidade Federal de Santa Maria

Campus Universitário – Camobi

Santa Maria – RS

97105-900 - Brasil

e-mail: [ijoni@smail.ufsm.br](mailto:ijoni@smail.ufsm.br)

Phone: +55 55 3220 9375

FAX: +55 55 3220 8494

## Resumo

Os bifenilos policlorados (PCBs) estão entre os mais tóxicos contaminantes ambientais. Os alimentos, especialmente os de origem animal, tem sido descritos como sendo a principal fonte para a exposição humana por PCBs. Foram investigados os níveis de PCBs (congêneres 10, 28, 52, 153, 138 e 180) em queijo produzido em 14 cidades do Rio Grande do Sul, Brasil. A gordura foi extraída utilizando-se sulfato de sódio e éter de petróleo, a purificação dos PCBs foi feita utilizando-se florisil e hexano. A identificação e quantificação foram feitas com cromatógrafo gasoso dotado de detector de captura de elétrons (CG -  $\mu$ DCE). Os congêneres de PCBs foram encontrados (em ng/g de gordura) na seguinte ordem: 52 (15,75) > 180 (4,91) > 28 (3,43) > 153 (3,00) > 10 (2,38) > 138 (1,37). A contaminação do  $\Sigma$ PCB ficou entre 0 e 78,32 ng/g de gordura. O equivalente tóxico (TEQ) total foi de 3,61 pg/g de gordura. Diferenças entre queijo industrializado (33,32 ng/g de gordura) e colonial (26,58 ng/g de gordura) e entre as três regiões estudadas (36,21 vs. 27,64 vs. 26,61 ng/g de gordura) não foram estatisticamente significativas. A ingestão diária estimada de PCBs a partir de queijo ficou entre 0 e 3,13 pg/kg de peso corporal para os estudantes universitários entrevistados. Este valor corresponde a uma ingestão média de 0,22 pg TEQ/kg/dia para o queijo industrializado e 0,04 pg TEQ/kg/dia para o queijo colonial, que corresponde a 22 e 4% da ingestão diária tolerável proposta pela OMS, respectivamente. Nenhuma amostra excede o limite máximo permitido pela Comunidade Européia para produtos lácteos. Este é o primeiro trabalho que descreve a contaminação de PCBs em queijos no Brasil.

Palavras-chave: PCBs, produtos lácteos, níveis, ingestão.

## 1. Introdução

Os bifenilos policlorados (PCBs) foram largamente utilizados a partir de 1930 até o final da década de 1970 como isolante em capacitores e transformadores elétricos, plastificantes em cêras, na fabricação de papel e em uma variedade de outras aplicações industriais (Gilbert, 1994). A contaminação ambiental resultou do vazamento de equipamentos contendo PCBs inadequadamente descartados, vazamento de fluidos lubrificantes, hidráulicos e condutores, e descartados no esgoto.

Segundo Van Gerven et al (2004), devido a sua resistência a biodegradação e suas propriedades lipofílicas, os PCBs são principalmente encontrados no ar, solo e sedimentos, e menos na água. Também observa-se um acúmulo de PCBs na gordura na cadeia alimentar. Os alimentos, particularmente aqueles de origem animal, representam a mais importante fonte de exposição humana para muitos compostos orgânicos persistentes, como os PCBs (Alcock et al., 2000). A bioacumulação de PCBs foi medida por Walker e Livingstone (1992) que observaram que os consumidores primários da cadeia alimentar continham PCBs em níveis de 0,98 µg/g de peso bruto, os consumidores secundários entre 2,04 e 2,40 µg/g e os consumidores terciários entre 5,38 e 23,60 µg/g de peso bruto.

Neurotoxicidade, imunotoxicidade, carcinogenicidade, bem como efeitos endócrinos tem sido descritos depois de exposições crônicas a PCBs (Weisglas-Kuperus et al., 2004). Os animais costumam se tornar contaminados tanto pelo consumo de pastagens contaminadas como por rações contaminadas (Mallatou et al., 1997). Nos mamíferos, a principal rota de eliminação é a biliar e através do leite. O leite tem sido muitas vezes utilizado como um indicador biológico do grau de poluição ambiental, e é um dos alimentos mais importantes onde os PCBs são continuamente monitorados, pois o leite e os produtos lácteos desempenham um importante papel na nutrição humana (Storelli et al., 2001). Segundo Zuccato et al., (1999) os produtos lácteos, carne e peixe são as principais fontes de PCBs na dieta italiana. Devido a importância dos produtos lácteos na dieta humana, o presente trabalho foi conduzido para conhecer a extensão da contaminação de PCBs em queijo consumido em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Além disso, foram avaliadas diferenças nas concentrações de PCBs entre queijos industrializado e colonial, provenientes de três



regiões de produção. Também, avaliou-se a ingestão diária estimada de PCBs a partir deste alimento por estudantes universitários de Santa Maria.

## **2. Material e métodos**

### *2.1 Materiais*

Hexano, éter de petróleo para cromatografia e florisil 60/100 mesh foram adquiridos da Mallinckrodt Backer (Philipsburger, NJ, USA). O florisil foi previamente ativado a 150 °C/12 h e desativado pela adição de 2% de água bidestilada antes do uso. As soluções padrão de PCBs foram adquiridas da Supelco Inc. (Bellefonte, PA, USA). Os congêneres números 10 (2,6 diclorobifenil), 28 (2,4,4' triclorobifenil), 52 (2,2',5,5' tetraclorobifenil), 153 (2,2',4,4',5,5' hexaclorobifenil), 138 (2,2',3,4,4',5 hexaclorobifenil) e 180 (2,2',3,4,4',5,5' heptaclorobifenil) foram usados como padrões. Outros reagentes utilizados (hexano, acetona, éter de petróleo, sulfato de sódio) foram de grau PA (para análise). A vidraria utilizada nas análises e no armazenamento das amostras foi previamente lavada seguindo a metodologia de Ângulo et al. (1996), com água destilada e enxaguada com hexano e acetona, alternadamente, e seca a 150 °C, para assegurar ausência de contaminação.

### *2.2 Amostras*

Um total de 19 amostras de queijo (12 amostras de queijo industrializado e 7 de queijo colonial), produzidos em 14 cidades de diferentes regiões do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), foram analisadas. As amostras foram obtidas em estabelecimentos comerciais em Santa Maria. As amostras foram mantidas congeladas a -20 °C até as análises.

### *2.3 Análises de PCBs*

A gordura do queijo foi extraída como descrito por Waliszewski et al. (1997), com algumas modificações. Foi adicionado sulfato de sódio anidro a amostra de queijo (20 g), colocada em uma coluna e extraída com éter de petróleo (120 mL). O líquido obtido foi filtrado através de sulfato de sódio, o solvente foi evaporado sob vácuo, e a gordura purificada foi transferida para um frasco de vidro e mantida a -20 °C até o momento das

análises. Para avaliar a eficiência da extração da gordura, a porcentagem de gordura do queijo recuperada no método descrito por Waliszewski et al. (1997) foi comparada com o conteúdo de gordura determinado pelo método de Gerber (IDF, 1997). A correlação entre os métodos foi  $r=0,71$  e  $p=0,001$ . Entretanto, o conteúdo de gordura obtido no método adaptado de Waliszewski et al. (1997) foi maior ( $p < 0.05$ , teste t de Student) quando comparado ao obtido usando o método de Gerber, indicando que o método adaptado é adequado para a extração de gordura. Os PCBs foram purificados seguindo a metodologia de Martinez et al. (1997). Resumidamente, 0,1 g da amostra de gordura foi misturado com 2 mL de hexano. A amostra foi aplicada em uma coluna cromatográfica contendo 10 g de florisil e sulfato de sódio anidro, e eluída com 100 mL de hexano para purificação dos PCBs. O eluído foi filtrado através de sulfato de sódio e evaporado até a secura, e então dissolvido em 1 mL de hexano, que foi usado para a determinação dos PCBs em um cromatógrafo gasoso Agilent modelo 6890<sup>a</sup> dotado de um microdetector de captura de elétrons <sup>63</sup>Ni ( $\mu$ DCE). Uma coluna HP-5 de sílica fundida (cross linked 5% fenil metil siloxane gum, 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno, 0,25  $\mu$ m de espessura) foi empregada. As condições de operação foram: injetor 250 °C, detector 350 °C, temperatura do forno foi mantida a 110 °C por 5 min, aumentada até 280 °C a 14 °C/min e mantida por 2 min. O gás utilizado foi o nitrogênio, a um fluxo na coluna de 1,6 mL/min. Todas as amostras foram analisadas em duplicada e os resultados representam a média aritmética. Uma mistura de congêneres específicos de PCBs foi utilizada para a calibração e recuperação. As médias das recuperações ficaram entre 88,4 e 104,6%. Os limites de detecção (LOD) e quantificação (LOQ) foram avaliados usando o método de média dos valores dos brancos. Os LOD e LOQ dos PCBs 10, 28, 52, 153, 138 e 180 foram 0,56 e 1,28; 0,42 e 0,89; 2,75 e 3,86; 0,22 e 0,38; 0,54 e 1,07; 0,81 e 1,80; respectivamente.

Para resultados abaixo do limite de quantificação, um valor zero foi atribuído. Todos os dados foram incluídos nas análises estatísticas.

#### *2.4 Consumo de queijo*

Para avaliar o consumo de queijo por estudantes universitários, um questionário de frequência de consumo de alimentos foi aplicado a 109 estudantes da Universidade

Federal de Santa Maria. Foram pesquisadas a idade, o peso e a altura, além do consumo de queijos industrializado e colonial.

### *2.5 Análises estatísticas*

Os dados foram analisados usando o software Statistica 6.0<sup>®</sup>. Os efeitos do tipo de queijo (industrializado e colonial) sobre os níveis de PCBs, equivalente tóxico (TEQ) e ingestão diária estimada, foram avaliados pelo teste t de Student. Os efeitos da região de produção (Serra/Porto Alegre, Sul/Oeste e Santa Maria) foram avaliados pela análise de variância de uma via (ANOVA), seguido pelo teste de Duncan quando apropriado. As diferenças foram consideradas significativas quando  $p \leq 0,05$ .

## **3. Resultados e discussão**

### *3.1 Análises de PCBs*

O conteúdo de gordura no queijo industrializado (29,39 g%, método adaptado de Waliszewski et al., 1997; 24,91 g%, método de Gerber) está de acordo com outros queijos industrializados brasileiros (22,92 – 28,38 g%; USP, 1998). Papadopoulos et al. (2004) encontrou valores similares para o conteúdo lipídico de queijos na Grécia (24,85 g%). Nos Estados Unidos, o queijo analisado tinha um conteúdo de gordura inferior (21,75g%; Schechter et al., 1997). A respeito do queijo colonial (25,57 g%, método adaptado de Waliszewski et al., 1997; 24,23 g%, método de Gerber), devido a diferentes origens e a falta de padronização do leite utilizado para a produção do queijo, uma comparação do conteúdo de gordura se torna difícil.

A concentração média de PCBs encontrada nas amostras de queijo se encontra na Tabela 1. Os valores são apresentados como ng/g de gordura e a concentração média inclui todas as amostras, inclusive as negativas. O  $\Sigma$ PCBs foi calculado como a soma das concentrações dos seis PCBs em cada amostra, e os valores apresentados são a média do  $\Sigma$ PCBs para todas as amostras avaliadas. Os congêneres individuais encontrados nas maiores concentrações medias foram o PCB 52 (15,75 ng/g de gordura), seguido pelo PCB 180 (4,91 ng/g de gordura), PCB 28 (3,43 ng/g de gordura), e PCB 153 (3,00 ng/g de gordura). PCBs 10 e 138 foram encontrados nas menores concentrações (2.38 ng/g and 1.37 ng/g de gordura, respectivamente). Embora os

PCBs 52 e 180 tenham sido observados nas maiores concentrações, a maior incidência foi detectada para o PCB 153. Estes compostos não foram encontrados em todas as amostras; a incidência foi de 94,7% para o  $\Sigma$ PCBs, que inclui o somatório dos congêneres de PCBs avaliados (10, 28, 52, 153, 138 e 180). Entre as amostras analisadas, dez apresentaram todos os compostos avaliados, cinco apresentaram apenas um dos compostos, e uma amostra não apresentava níveis detectáveis de PCBs. O PCB 52 também foi o composto encontrado em maiores níveis em outro estudo conduzido no Rio Grande do Sul, quando Costabeber et al. (2005) avaliaram amostras de carne. Este congêner, bem como o PCB 28, tem sido associado com lesões malignas de mama (Costabeber, 1999; Lucena et al., 2001).

Nenhuma amostra avaliada no presente estudo excedeu o limite máximo permitido de PCBs estabelecido pela Comunidade Européia (100 ng/g de gordura; De Vos et al., 2003). A legislação brasileira não estabelece limites de PCBs em produtos lácteos, mas limita os níveis de PCBs em produtos cárneos a 3000 ng/g de gordura (Brasil, 1999). Nenhum estudo avaliando os níveis de PCBs em queijo do Brasil foi encontrado. Na Grécia, Papadopoulos et al. (2004) encontraram uma média como concentrações em limites superiores de 5660 ng/g de gordura para PCBs em queijo. Baars et al. (2004) encontrou o somatório dos PCBs indicadores (28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180) como 4,7 ng/g de gordura em queijo da Holanda. Este nível é bem inferior ao encontrado no presente estudo. A partir das concentrações médias de PCBs avaliadas e baseado nos fatores de equivalência (TEF) propostos por Safe (1990) relativo a toxicidade de PCBs com base no composto mais tóxico, 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxina, os equivalentes tóxicos (TEQ) foram calculados (Tabela 1), resultando em um total de 3.61 pg TEQ/g de gordura. Schechter et al. (1997) encontraram valores inferiores em queijo dos Estados Unidos (0,03 pg TEQ/g).

A média de resíduos de PCBs nos tipos de queijo analisados (industrializado e colonial) são mostrados na Tabela 2. Em ambos os tipos, o composto encontrado em maiores níveis foi o PCB 52. Os níveis de PCBs e TEQ total foram maiores no queijo industrializado quando comparado ao colonial, embora nenhuma diferença estatística tenha sido observada.

Analisando a distribuição dos PCBs em queijo de diferentes regiões do Rio Grande do Sul (Tabela 2), pode-se observar que os níveis foram superiores na região Serra/Porto Alegre ( $\Sigma$ PCB = 36,21 ng/g de gordura), seguido pela região de Santa Maria ( $\Sigma$ PCB = 26,61 ng/g de gordura) e Sul/Oeste ( $\Sigma$ PCB = 27,64 ng/g de gordura). Costabeber et al. (2005) também observaram maiores níveis de PCBs em amostras de carne da região Serra/Porto Alegre, que corresponde a área mais industrializada do Estado do Rio Grande do Sul. Tal resultado está em acórdância com outros estudos (Valters et al., 1999; Bayarri et al., 2001), sugerindo que a atividade industrial é uma importante fonte para a contaminação ambiental e exposição ocupacional a PCBs. Esta hipótese é suportada por dados de Bennet (1983), que reportou que a concentração média de PCBs no ar em áreas rurais é dez vezes menor que em áreas industrializadas.

### *3.2 Consumo de queijo*

Uma estimativa da ingestão diária de cada um dos congêneres estudados a partir de queijo foi calculada a partir da concentração de PCBs (ng/g de gordura; Tabela 2) e o consumo de queijo por estudantes universitários (n = 109; idade = 21.3, 17-32 anos; altura = 1.69, 1.40-1.90 m; peso = 62.3, 43-110 kg). Os universitários consumiam 14,1 g e 3,2 g de queijos industrializado e colonial por dia, respectivamente. Estudantes da região Serra/Porto Alegre consumiam 15,7 g de queijo por dia (queijo industrializado mais queijo colonial), da região Sul/Oeste 17,3 g de queijo por dia e da região de Santa Maria 17,4 g de queijo por dia. A média do peso corporal dos estudantes entrevistados (62,3 kg) foi utilizada para calcular a ingestão diária estimada (IDE) de PCBs (Tabela 3). Entre os estudantes entrevistados, 94,5 e 59,6% consumiam queijo industrializado e colonial pelo menos uma vez ao mês, respectivamente. A ingestão diária média de PCBs a partir de queijo industrializado foi estimada em 0,22 pg TEQ/kg (13,71 pg TEQ/pessoa) e a partir de queijo colonial foi estimada em 0,04 pg TEQ/kg (2,49 pg TEQ/pessoa). Considerando as três regiões em estudo, a região Serra/Porto Alegre apresentou a maior ingestão diária (0,33 pg TEQ/kg/dia), seguida da região de Santa Maria (0,21 pg TEQ/kg/dia) e região Sul/Oeste (0,08 pg TEQ/kg/dia). Como previamente mencionado, a região Serra/Porto Alegre apresenta alta atividade industrial, que pode

estar relacionada com a contaminação ambiental por PCBs. Foi observada uma maior ingestão ( $p < 0,05$ ) dos PCBs 10, 28, 52, 153, 180 e  $\Sigma$ PCB a partir de queijo industrializado quando comparado ao queijo colonial. Analisando a ingestão diária nas diferentes regiões, os PCBs 153, 180 e  $\Sigma$ PCB exibiram maior IDE para o queijo das regiões Serra/Porto Alegre e Sul/Oeste quando comparadas a região de Santa Maria ( $p < 0,05$ ). O PCB 28 exibiu maior IDE para o queijo da região Serra/Porto Alegre, seguido pela região Sul/Oeste e Santa Maria ( $p < 0,05$ ). Para os PCBs 10, 52 e 138, um padrão similar foi observado, mas as diferenças não foram estatisticamente significativas. A ingestão diária tolerável (IDT) é estabelecida em 4 pg TEQ/kg no Japão para PCDD/PCDFs e PCBs semelhantes à dioxina (Tsutsumi et al., 2001). Segundo Jacob et al. (2002) a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda uma IDT de 1 – 4 pg TEQ/kg e a Comunidade Européia estabelece uma ingestão semanal tolerável (IST) de 14 pg TEQ OMS/kg, mas esta recomendação não tem sido adotada universalmente. O Comitê do Reino Unido para Toxicidade de Químicos em Alimentos, Produtos para Consumo e Ambiente, recomenda uma IDT de 10 pg TEQ/kg. No presente estudo, analisando tanto o tipo de queijo como a região de produção, os valores de IDE encontrados estavam abaixo dos limites estabelecidos pelo Japão, OMS, Europa e Reino Unido, entretanto, nós avaliamos apenas uma parte da ingestão alimentar. No Rio Grande do Sul, a IDE a partir de queijo corresponde a 22% e 4% da IDT para os queijos industrializado e colonial. No Japão, Tsutsumi et al (2001) encontraram valores inferiores para o queijo industrializado (4,75 pg TEQ/pessoa de 50 kg). A ingestão de queijo corresponde a 2,4% da IDT de PCBs no Japão, próxima a ingestão a partir de queijo colonial, mas bem superior a ingestão a partir de queijo industrializado.

Este é o primeiro trabalho que descreve as concentrações de PCBs em queijos do Rio Grande do Sul, Brasil. As concentrações de PCBs em queijos produzidos em diferentes regiões do Rio Grande do Sul são menores que o limite máximo permitido em produtos lácteos na Comunidade Européia (100 ng/g de gordura; De Vos et al., 2003). Níveis de PCBs não variaram entre os tipos de queijo analisados (industrializado e colonial) ou entre as regiões avaliadas.

## Referências

Alcock, R.E., Sweetman, A.J., Ching-Yi Juan, Jones, K.C., 2000. A generic model of human lifetime exposure to persistent organic contaminants: development and application to PCB-101. *Environ. Poll.* 110, 253-265,

Angulo, R., Costabeber, I., Gallego, M.C., Serrano, S., Jodral, M., 1996. Cleanup distillation: critical points in the organochlorine residue analysis. ST European Pesticide Residue Workshop. Alkmaar, Netherlands, 59.

Baars, A.J., Bakker, M.I., Baumann, R.S., Boon, P.E., Freijer, J.I., Hoogenboom, L.A.P., Hoogerbrugge, R., van Klaveren, J.D., Liem, A.K.D., Traag, W.A., de Vries, J., 2004. Dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in foodstuffs: occurrence and dietary intake in the Netherlands. *Toxicol. Lett.* 151, 51-61.

Bayarri, S., Baldassari, L.T.R., Iacovella, N., Ferrara, F., Di Domenico, A., 2001. PCDDs, PCDFs, PCBs and DDE in edible marine species from the Adriatic Sea. *Chemosphere* 43, 601-610.

Bennet, B.G., 1983. Exposure of man to environmental PCBs and exposure commitment assessment. *Sci. Total Environ.* 29, 101-111.

Brasil. 1999. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa número 42 de 20 de dezembro de 1999. Plano Nacional de Controle e Resíduos em Produtos de Origem Animal.

Costabeber, I., 1999. Resíduos organoclorados persistentes en grasa mamaria y su relación con los hábitos alimentarios: repercusiones sanitarias. Tesis Doctoral, Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España, 315p.

Costabeber, I.H., Santos, J.S., Xavier, A.A.O., Weber, J., Leães, F.L., Bogusz Junior, S., Emanuelli, T., 2005. Levels of polychlorinated biphenyls (PCBs) in meat and meat products from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Food Chem. Toxicol.* IN PRESS.

De Vos, S., Maervoet, J., Schepens, P., De Schrijver, R., 2003. Polychlorinated biphenyls in broiler diets: their digestibility and incorporation in body tissues. *Chemosphere* 51, 7-11

Gilbert, J., 1994. The fate of environmental contaminants in the food chain. *Sci. Total Environ.* 143, 103-111.

IDF, 1997. Milk and milk products: determination of fat content (general guidance on the use of butyrometric methods). IDF Standar 152 A. Brussels, Belgium: International Dairy Federation.

Jacobs, M., Ferrario, J., Byrne, C., 2002. Investigation of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins, dibenzo-*p*-furans and selected coplanar biphenyls in Scottish farmed Atlantic Salmoan (*Salmo salar*). *Chemosphere* 47, 183-191.

Lucena, R.A., Allam, M.F., Costabeber, I.H., Villarejo, M.L.J., Navajas, R.F-C., 2001. Breast cancer risk factors: PCB congeners. *Europ. J. Cancer Prev.* 10, 117-119.

Mallatou, H., Pappas, C.P., Kondyli, E., Albanis, T.A., 1997. Pesticide residues in milk and cheeses from Greece. *Sci. Total Environ.* 196, 111-1117.

Martinez, M. P., Angulo, R., Pozo, R., Jodral, M., 1997. Organochlorine pesticides in pasteurized milk and associated health risks. *Food Chem. Toxicol.* 35, 621-624.

Papadopoulos, A., Vassiliadou, I., Costopoulou, D., Papanicolaou, C., Leondiadis, L., 2004. Levels of dioxins and dioxin-like PCBs in food samples on the Greek market. *Chemosphere* 57, 413-419.

Safe. S., 1990. Toxicity equivalency factors for PCBs? Quality Assurance: Good Practice, Regulation, and Law. Ed. D. Barnes, A. Alfort-Estevan, F. Birnbaum, F.W. Kutz, W. Wood and D. Paton, v.1, n.1, October, 70-81.

Schechter, A., Cramer, P., Boggess, K., Stanely, J., Olson, J.R. 1997. Levels of dioxins, dibenzofurans, PCB and DDE congeners in pooled food samples collected in 1995 at supermarkets across the United States. *Chemosphere* 34, 1437-1447.

Storelli, M.M., Storelli, A., Marcotrigiano, G.O., 2001. Polychlorinated biphenyls, hexachlorobenzene and organochlorine pesticide residues in milk from Apulia. *Ital. J. Food Sci.* 13, 113-177.

Tsutsumi, T., Yanagi, T., Nakamura, M., Kono, Y., Uchibe, H., Iida, T., Hori, T., Nakagawa, R., Tobiishi, K., Matsuda, R., Sasaki, K., Toyoda, M., 2001. Update of daily intake of PCDDs, PCDFs, and dioxin-like PCBs from food in Japan. *Chemosphere* 45, 1129-1137.

USP (Universidade de São Paulo). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental (1998). Tabela Brasileira de



Composição de Alimentos-USP. Versão 4.0. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela>. Accessed in: 28.10.2004.

Valters, K., Olsson, A., Asplund, L., Bergman, A., 1999. Polychlorinated biphenyls and some pesticides in perch (*Perca Fluviaatilis*) from Inland Waters of Latvia. *Chemosphere* 38, 2053-2064.

Van Gerven, T., Geysen, D., Vandecasteele, C., 2004. Estimation of the contribution of a municipal waste incinerator to the overall emission and human intake of PCBs in Welrijk, Flanders. *Chemosphere* 54, 1303-1308,

Waliszewski, S.M., Pardío, V. T., Waliszewski, K.N., Chantiri, J.N., Aguirre, A.A., Infanzón, R.M., Rivera, J., 1997. Organochlorine pesticide residues in cow's milk and butter in Mexico. *Sci. Total Environ.* 208, 127-132.

Walker, C.H., Livingstone, D.R., 1992. Editors, *Persistent Pollutants in Marine Ecosystems, A Special publication of SETAC*, Pergamon Press, Oderhaus & Göttingen.

Weisglas-Kuperus, N., Vreugdenhil, H.J.L., Mulder, P.G.H., 2004. Immunological effects of environmental exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins in Dutch school children. *Toxicol. Lett.* 149, 281-285.

Zuccato, E., Calvarese, S., Mariani, G., Mangiapan, S., Grasso, P., Guzzi, A., Fanelli, R., 1999. Level, sources and toxicity of polychlorinated biphenyls in the Italian diet. *Chemosphere* 38, 2753-2765.

## FIGURAS

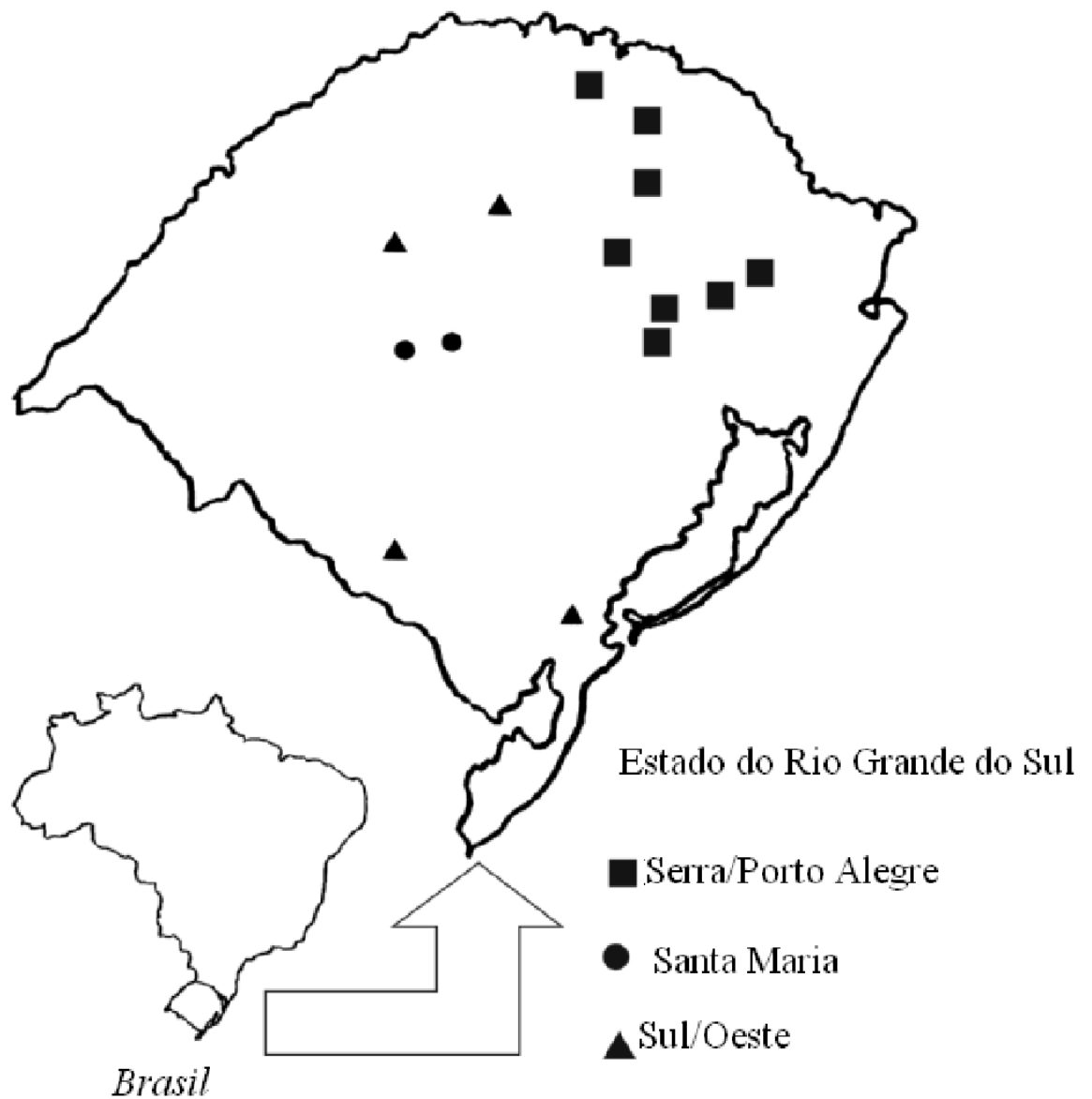


Figura 1: Esquema dos locais de amostragem. As amostras de queijo foram obtidas de 14 cidades das Regiões Serra/Porto Alegre, Santa Maria e Sul/Oeste do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil).

## TABELAS

Tabela 1: Concentração média, intervalo, incidência e equivalente tóxico de PCBs em queijos do Rio Grande do Sul, Brasil.

Composto	Média ± Desvio padrão (ng/g de gordura)	Intervalo (ng/g de gordura)	Incidência (%)	TEQ <sup>1</sup>
PCB 10	2,38 ± 2,09	0,00 – 5,63	63,1	n.d.
PCB 28	3,43 ± 3,05	0,00 – 10,81	68,4	3,43
PCB 52	15,75 ± 14,99	0,00 – 55,18	73,7	n.d.
PCB 153	3,00 ± 2,82	0,00 – 12,58	89,5	0,06
PCB 138	1,37 ± 1,71	0,00 – 5,83	52,6	0,03
PCB 180	4,91 ± 4,89	0,00 – 19,05	63,1	0,10
Σ PCB <sup>2</sup>	30,84 ± 20,93	0,00 – 78,32	94,7	3,61 <sup>3</sup>

Valores < LOQ foram assumidos como zero nas análises estatísticas.

<sup>1</sup>TEQ= equivalente tóxico.

<sup>2</sup>Σ PCB foi calculado como o somatório de todos os congeners avaliados.

<sup>3</sup>TEQ total foi obtido pelo somatório dos TEQs dos PCBs 28, 153, 138 e 180 em pg/g de gordura.

Tabela 2: Concentrações médias de PCB (ng/g de gordura) em queijo de Santa Maria, Rio Grande do Sul (Brasil); de acordo com o tipo de queijo e região de produção.

Composto	Tipo de queijo		Região de produção		
	Industrializado (n=12)	Colonial (n=7)	Serra/Porto Alegre (n=8)	Sul/Oeste (n=4)	Santa Maria (n=7)
PCB 10	2,66 ± 2,17 (0,00 – 5,63)	1,89 ± 2,01 (0,00 – 4,05)	2,77 ± 1,94 (0,00 – 4,96)	2,45 ± 2,89 (0,00 – 5,63)	1,89 ± 2,01 (0,00 – 4,05)
PCB 28	3,73 – 3,55 (0,00 – 10,80)	2,91 ± 2,06 (0,00 – 4,90)	4,88 ± 3,75 (0,00 – 10,81)	1,42 ± 1,66 (0,00 – 3,15)	2,91 ± 2,06 (0,00 – 4,93)
PCB 52	16,90 ± 17,90 (0,00 – 55,21)	13,71 ± 8,74 (0,00 – 28,43)	17,21 ± 14,44 (0,00 – 41,31)	16,34 ± 26,31 (0,00 – 55,22)	13,72 ± 8,73 (0,00 – 28,43)
PCB 153	2,81 ± 1,82 (0,00 – 5,41)	3,33 ± 4,19 (0,00 – 12,65)	2,95 ± 1,962 (0,00 – 5,41)	2,54 ± 1,74 (1,02 – 5,03)	3,33 ± 4,19 (0,00 – 12,58)
PCB 138	1,65 ± 2,04 (0,00 – 5,84)	0,88 ± 0,86 (0,00 – 2,00)	1,77 ± 2,22 (0,00 – 5,81)	1,41 ± 1,90 (0,00 – 4,03)	0,88 ± 0,86 (0,00 – 2,00)
PCB 180	5,53 ± 5,55 (0,00 – 19,00)	3,85 ± 3,64 (0,00 – 7,40)	6,58 ± 6,13 (0,00 – 19,04)	3,42 ± 4,03 (0,00 – 7,83)	3,85 ± 3,64 (0,00 – 7,43)
Σ PCB <sup>1</sup>	33,32 ± 25,40 (0,00 – 78,32)	26,58 ± 9,91 (12,64 – 34,98)	36,21 ± 20,64 (0,00 – 65,54)	27,64 ± 36,21 (0,00 – 78,32)	26,61 ± 9,92 (12,64 – 34,98)
<b>Total TEQ<sup>2</sup></b>	<b>3,93</b>	<b>3,07</b>	<b>5,11</b>	<b>1,57</b>	<b>3,07</b>

Os resultados são apresentados como média ± desvio padrão (intervalo). Valores < LOQ foram assumidos como zero nas análises estatísticas.

<sup>1</sup>Σ PCB foi calculado como o somatório de todos os congeners avaliados.

<sup>2</sup>TEQ total foi obtido pelo somatório dos TEQs dos PCBs 28, 153, 138 e 180, em pg TEQ/g de gordura.

Tabela 3: ingestão diária estimada, em pg/kg, de PCBs a partir de queijo por estudantes em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Composto	Tipo de queijo		Região de produção		
	Industrializado (n=12)	Colonial (n=7)	Serra/Porto Alegre (n=8)	Sul/Oeste (n=4)	Santa Maria (n=7)
PCB 10	0,14 <sup>a</sup> ± 0,12 (0,00 – 0,37)	0,03 <sup>b</sup> ± 0,03 (0,00 – 0,06)	0,16 ± 0,13 (0,00 – 0,37)	0,10 ± 0,11 (0,00 – 0,20)	0,03 ± 0,03 (0,00 – 0,06)
PCB 28	0,21 <sup>a</sup> ± 0,20 (0,00 – 0,56)	0,04 <sup>b</sup> ± 0,03 (0,00 – 0,09)	0,28 <sup>a</sup> ± 0,20 (0,00 – 0,56)	0,06 <sup>b</sup> ± 0,07 (0,00 – 0,13)	0,04 <sup>c</sup> ± 0,03 (0,00 – 0,09)
PCB 52	0,87 <sup>a</sup> ± 0,83 (0,00 – 2,18)	0,17 <sup>b</sup> ± 0,10 (0,00 – 0,28)	1,01 ± 0,80 (0,00 – 2,18)	0,61 ± 0,95 (0,00 – 1,99)	0,17 ± 0,10 (0,00 – 0,28)
PCB 153	0,14 <sup>a</sup> ± 0,08 (0,00 – 0,28)	0,04 <sup>b</sup> ± 0,04 (0,00 – 0,11)	0,16 <sup>a</sup> ± 0,09 (0,00 – 0,28)	0,10 <sup>a</sup> ± 0,06 (0,05 – 0,18)	0,04 <sup>b</sup> ± 0,04 (0,00 – 0,11)
PCB 138	0,08 ± 0,10 (0,00 – 0,30)	0,01 ± 0,01 (0,00 – 0,03)	0,09 ± 0,11 (0,00 – 0,30)	0,05 ± 0,07 (0,00 – 0,15)	0,01 ± 0,01 (0,00 – 0,03)
PCB 180	0,28 <sup>a</sup> ± 0,26 (0,00 – 0,82)	0,06 <sup>b</sup> ± 0,06 (0,00 – 0,14)	0,35 <sup>a</sup> ± 0,28 (0,00 – 0,82)	0,14 <sup>a</sup> ± 0,17 (0,00 – 0,34)	0,06 <sup>b</sup> ± 0,06 (0,00 – 0,14)
Σ PCB <sup>1</sup>	1,71 <sup>a</sup> ± 1,20 (0,00 – 3,13)	0,34 <sup>b</sup> ± 0,18 (0,11 – 0,59)	2,05 <sup>a</sup> ± 1,07 (0,00 – 3,13)	1,05 <sup>a</sup> ± 1,30 (0,05 – 2,83)	0,34 <sup>b</sup> ± 0,18 (0,11 – 0,59)
<b>Total TEQ<sup>2</sup></b>	<b>0,22</b>	<b>0,04</b>	<b>0,33</b>	<b>0,08</b>	<b>0,21</b>

Os resultados são apresentados como média ± desvio padrão (intervalo). Valores < LOQ foram assumidos como zero nas análises estatísticas.

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (p < 0,05)

<sup>1</sup>Σ PCB foi calculado como o somatório de todos os congeners avaliados.

<sup>2</sup>TEQ total foi obtido pelo somatório dos TEQs dos PCBs 28, 153, 138 e 180, em pg TEQ/kg/dia, assumindo um peso médio dos estudantes de 62,3 kg.

## 4. DISCUSSÃO

Atualmente tem-se dado grande importância para a obtenção de alimentos de alta qualidade, o que implica, entre outros, que este esteja isento de substâncias tóxicas. Nesse contexto, diversos trabalhos (ZUCCATO et al., 1999; ABAD et al., 2002; FOCANT et al., 2002) têm reportado a presença de bifenilos policlorados nos mais variados alimentos.

Além de monitorar a presença e a quantidade destes compostos em alimentos, também faz-se importante o monitoramento da ingestão destes compostos, especialmente por humanos. Para estimar a ingestão de bifenilos policlorados a partir de queijo, foi realizado um levantamento do consumo deste e outros alimentos de origem animal por estudantes universitários de Santa Maria – RS. O levantamento foi realizado através de um questionário de frequência de consumo de alimentos (QFCA). O número de estudantes entrevistados foi calculado em 109 universitários. Destes, 37,6% eram do sexo masculino e 62,4% do sexo feminino. A idade dos alunos variou entre 17 e 32 anos, sendo a idade média de 21,3 anos. O peso médio era de 62,3 kg e a altura média de 1,69 m. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado utilizando-se a fórmula  $IMC = \text{peso}/\text{altura}^2$ , observando-se que a maioria dos estudantes (54,3%) apresentou faixa normal de peso, 36,2% apresentaram baixo peso e 9,5% apresentaram sobrepeso ou obesidade. Dos estudantes que estavam abaixo do peso, apenas três eram do sexo masculino. Os estudantes que apresentavam baixo peso, em geral, eram do sexo feminino, que se preocupam muito com os padrões atuais de peso, não devendo o baixo peso ser atribuído à falta de alimentos. A maior parte dos estudantes não costumava realizar atividade física (60,6%). Entre os estudantes que realizavam atividades físicas, 34,1% praticam musculação, 20,4% costumavam fazer caminhadas ou corridas e 15,9% jogavam futebol. Os demais praticavam atividades como vôlei, ciclismo, hidroginástica, natação e até mesmo *ballet* e ioga. Cerca da metade dos universitários questionados afirmaram consumir bebidas alcoólicas e 11,9% tinham o hábito de fumar.

Observou-se que os alimentos de origem animal faziam parte da dieta de todos os universitários questionados. O leite *in natura* era consumido por 14% dos alunos, 15,6% consumiam o leite pasteurizado, 87,2% consumiam pelo menos um tipo de leite esterilizado (integral, semi-desnatado ou desnatado), e 9,2% dos alunos não consumiam leite. Entre os diferentes tipos de carne comumente utilizados para o consumo humano, a carne bovina era a preferida. Todos os alunos consumiam este tipo de carne pelo menos eventualmente. A carne de frango era consumida por 93,6% dos alunos, o pescado por 86,2%, a carne suína por 77,1% e a carne ovina era consumida por 68,5% dos universitários. Cerca de 6% dos alunos não consumiam ovos.

Com relação às quantidades destes alimentos ingeridas pela população em estudo, observou-se que o leite esterilizado era o tipo de leite mais consumido (777 mL/semana). Esta preferência se deu pela praticidade da embalagem, boa segurança alimentar e longo período de validade. Quando se comparou o consumo de leite entre os estudantes do sexo feminino e masculino, observou-se um maior consumo de leite desnatado pelas estudantes do sexo feminino (638 vs. 248 mL/semana). Este fato se deve a maior preocupação com o estado de saúde e com peso demonstrado pelas mulheres, pois este tipo de leite é considerado mais saudável pela falta de gordura. Em pesquisa realizada por Feijó et al. (1997) com estudantes secundaristas de Porto Alegre, foi confirmada a maior preocupação feminina em relação ao peso. Entre os estudantes entrevistados, 80,9% das meninas afirmaram já ter feito algum tipo de regime alimentar anteriormente, contra apenas 19,1% dos meninos. Feijó et al. (1997) também observaram que 10,9% das meninas não se alimentam melhor por estarem realizando dieta, enquanto nenhum menino citou esta resposta. O queijo industrializado foi preferido em relação ao queijo colonial (99 vs. 22 g/semana), também pelo fato de o primeiro geralmente apresentar melhores condições higiênico-sanitárias. O queijo colonial era mais consumido por aqueles estudantes cujos pais produzem este alimento em suas propriedades. Com relação à carne, a bovina era a mais consumida (529 g/semana). A população do Estado do Rio Grande do Sul tem tradição de consumir este tipo de carne. Também foi observado um elevado consumo de carne de frango (226 g/semana), que vem aumentando devido ao aumento de oferta e diminuição nos custos de produção. Apesar de, pelos resultados obtidos, observar-se preocupação com a

saúde pelos estudantes objetos do estudo, não foi confirmada esta preocupação com relação ao consumo de pescado (60 g/semana), que é um produto rico em ácidos graxos insaturados, mas pouco consumido.

Não foram encontrados outros estudos avaliando o consumo de alimentos por universitários na cidade de Santa Maria – RS. Heck et al. (2002) avaliaram o consumo de leite por estudantes da 1ª série do ensino fundamental. Foi observado que aproximadamente 50% dos entrevistados consumiam leite esterilizado, valor bem abaixo do observado neste trabalho. Isso se deve as condições econômicas mais precárias das crianças daquele estudo em comparação aos universitários. Em concordância, o tipo de leite mais consumido também foi o esterilizado, em quantidade bem superior (2900 mL/semana) à observada no presente estudo. Isso se deve ao leite ser um alimento bem mais consumido na infância do que na adolescência ou fase adulta.

Foram analisados os PCBs 10, 28, 52, 153, 138 e 180 nas amostras de queijo. Estes congêneres foram escolhidos por representarem cinco dos sete PCBs indicadores. Os PCBs indicadores foram selecionados por serem os mais representativos para todos os PCBs por estarem predominantemente presentes em matrizes vivas e não-vivas. Os sete PCBs indicadores são os congêneres 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180 (BAARS et al., 2004). Os congêneres 28 e 118 também são considerados PCBs semelhantes a dioxina (“*dioxin-like PCB*”). Baseado no pressuposto de que os PCBs atuam através de um mecanismo de toxicidade semelhante ao da dioxina, e que os efeitos dos compostos individuais são aditivos (AHLBORG et al., 1994; SAFE, 1994), a toxicidade dos congêneres de PCBs mono e não-orto (que são estruturalmente semelhantes a dioxina) tem sido determinada em relação a dioxina usando fatores de equivalente tóxico (TEF) que são relativamente úteis para avaliação de risco (VAN DEN BERG et al., 1998, 2000; DYKE & STRATFORD, 2002). O equivalente tóxico (TEQ) é obtido pela multiplicação da concentração de cada congêneres pelo seu TEF.

Foi observada a presença de bifenilos policlorados nas amostras de queijo analisadas. Entre as 19 amostras de queijo analisadas, uma (5,3%) não apresentava congêneres de PCB e cinco (26,3%) continham resíduos de apenas um PCB. O PCB



153 foi observado em maior frequência (89,5%), seguido pelos PCBs 52 (73,7%), 28 (68,4%), 10 e 180 (63,1%) e 138 (52,6%). Quanto aos níveis de bifenilos policlorados encontrados nas amostras de queijo, o PCB 52 foi o composto encontrado em maior concentração e o PCB 138 em menor. As concentrações dos compostos foram detectados na seguinte ordem, do mais concentrado para o menos concentrado: PCB 52 (15,75 ng/g de gordura) > PCB 180 (4,91 ng/g) > PCB 28 (3,43 ng/g) > PCB 153 (3,00 ng/g) > PCB 10 (2,38 ng/g) > PCB 138 (1,37 ng/g de gordura). A contaminação média pelo PCB total ( $\Sigma$ PCB) foi de 30,84 ng/g de gordura, variando de 0 a 78,32 ng/g. O valor correspondente em relação a dioxina foi de 3,61 pg TEQ/g de gordura. Todas as amostras analisadas apresentaram contaminação inferior ao limite máximo permitido pela Comunidade Européia para produtos lácteos, que é fixada em 100 ng/g de gordura (DE VOS et al., 2003). Até o presente momento, a legislação brasileira não prevê limites máximos para estes produtos, apenas para produtos cárneos (3000 ng/g de gordura; Brasil, 1999). É importante salientar que maiores níveis de PCB 52 em relação aos demais congêneres também tem sido observados em outros trabalhos (BOGUSZ JÚNIOR, 2005; COSTABEBER et al., 2005) que avaliaram amostras de carne e produtos cárneos no Rio Grande do Sul. Também já foi observado que microrganismos utilizados na elaboração de produtos cárneos não tem capacidade para degradar este congêneres (LEÃES, 2005) e que este congêneres tem sido relacionado, juntamente com o PCB 28, a casos de câncer de mama (COSTABEBER, 1999; LUCENA et al., 2001).

Poucos trabalhos tem avaliado a presença de PCBs em amostras de queijo. Na Holanda, Baars et al. (2004) detectaram níveis inferiores aos do presente estudo para o somatório dos PCBs indicadores (4,7 ng/g de gordura). Theelen et al. (1993) investigaram a presença de PCBs planares em queijo da Holanda e encontraram uma concentração média de 2,05 pg TEQ/g de gordura, valor abaixo dos encontrados no presente estudo. Choi et al. (2002) detectaram uma concentração média de 8,2 pg/g de gordura em queijos da Coréia, valor muito abaixo do presente estudo. Schecter et al. (1997) observaram uma contaminação de 0,03 pg TEQ/g de gordura em queijos dos Estados Unidos, valor bem abaixo do presente estudo. Na Bélgica, Focant et al. (2002) encontraram uma concentração média de 1,59 pg TEQ/g de gordura no queijo, valor também inferior ao do presente estudo.

A maior parte dos trabalhos relata a presença de PCBs em outros alimentos. Analisando a presença de PCBs em amostras de leite italianas, Storelli et al. (2001) encontraram valores inferiores aos do queijo para os leites de cabra (20,2 ng/g de gordura), ovelha (20,2 ng/g) e búfala (16,7 ng/g). O nível encontrado para o leite bovino foi um pouco superior ao do queijo em apenas uma região (34,5 ng/g) e bastante superior em outra (66,7 ng/g). Os PCBs foram encontrados em 100% das amostras analisadas. Em outro trabalho realizado no mesmo país, Baldassari et al. (1995) detectaram uma concentração média de PCBs em leite de 8,1 ng/g de gordura em uma região e 57,0 ng/g em outra, este último superior ao presente trabalho. Na Espanha, Ramos et al. (1999a) investigaram a presença de PCBs em iogurte. O somatório dos congêneres 138, 153 e 180 (congêneres comuns ao presente estudo) foi de 6,34 ng/g de gordura para o iogurte com conteúdo normal de gordura (12,5%) e 41,36 ng/g para o iogurte com conteúdo reduzido de gordura (1,4%). Os autores não explicaram porque a contaminação do iogurte com pouca gordura foi cerca de 8 vezes maior (quando analisados todos os congêneres daquele estudo), que o iogurte rico em gordura. Os mesmos congêneres foram novamente avaliados por Ramos et al. (1999b) em amostras de manteiga, que apresentaram uma contaminação inferior (2,13 ng/g de gordura) ao iogurte (RAMOS et al., 1999a) e ao queijo (presente trabalho). Na carne e produtos cárneos, Costabeber et al. (2005) detectaram os mesmos PCBs em uma concentração média de 10,30 ng/g de gordura em amostras do Rio Grande do Sul. Em amostras de carne suína e frango, na Espanha, Abad et al. (2002) encontraram uma concentração média de 0,94 pg TEQ/g de gordura e 3,95 pg TEQ/g, respectivamente. Na Coreia do Sul, Kim et al. (2004) observaram valores inferiores ao presente estudo em amostras de carne bovina (0,46 ng/g), suína (0,38 ng/g) e de frango (0,46 ng/g de gordura).

Avaliando as concentrações de PCBs nos queijos industrializado e colonial, observou-se que não existem diferenças estatísticas entre os tipos de queijo. No entanto, o queijo industrializado apresenta níveis superiores de PCBs ( $\Sigma$ PCB = 33,32 vs. 26,58 ng/g de gordura). O queijo industrializado contém 3,93 pg TEQ/g de gordura e o queijo colonial 3,07 pg TEQ/g. Em ambos os tipos de queijo, o PCB 52 foi o

congêneros observado em concentrações mais elevadas e o PCB 138 em menores concentrações.

Quanto às concentrações de PCBs nos queijos das três regiões analisadas, tampouco foram observadas diferenças estatísticas. Na Região Serra/Porto Alegre foram detectados os maiores níveis de PCBs ( $\Sigma$ PCB = 36,21 ng/g de gordura), seguida pela Região de Santa Maria e Região Sul/Oeste, com valores de 27,64 e 26,61 ng/g de gordura, respectivamente. A mesma ordem de contaminação não foi observada quando se avaliou os valores em relação à dioxina. A Região Serra/Porto Alegre apresentou os maiores níveis (5,11 pg TEQ/g de gordura) seguida pela Região Sul/Oeste (3,07 pg TEQ/g) e Região de Santa Maria (1,57 pg TEQ/g). Isso foi observado porque o composto com maior TEF (fator de equivalente tóxico) – o PCB 28 – estava em maiores concentrações na Região Sul/Oeste. O fato de os PCBs estarem em maiores concentrações em regiões mais industrializadas já foi observado por outros autores (BAYARRI et al., 2001; COSTABEBER et al., 2005), sugerindo que a atividade industrial é uma importante fonte para exposição ambiental e ocupacional aos PCBs.

A ingestão diária de PCBs ( $\Sigma$ PCBs) a partir de queijo foi estimada em 1,71 pg/kg de peso corporal para o queijo industrializado e 0,34 pg/kg para o queijo colonial. Pôde-se observar que o consumo de PCBs a partir de queijo industrializado foi estatisticamente superior ( $p < 0,01$ ) em relação ao queijo colonial. Este fato foi observado principalmente devido ao maior consumo de queijo industrializado, e em menor grau devido à maior contaminação deste tipo de queijo. A ingestão dos PCBs 10, 28, 52, 153 e 180 também foi superior ( $p < 0,05$ ) no queijo industrializado. A ingestão diária estimada em relação à dioxina foi de 0,22 pg TEQ/kg de peso corporal para o queijo industrializado e 0,04 pg TEQ/kg de peso corporal para o queijo colonial. Estes valores estão abaixo da ingestão diária tolerável (IDT) estabelecida pela OMS (JACOBS et al., 2002), que é fixada em 4 pg TEQ/kg. No entanto, no presente trabalho foi avaliada apenas uma parte da dieta. Com relação à ingestão de PCBs (PCBs 153, 180 e  $\Sigma$ PCB) segundo às regiões, observou-se um maior aporte destes compostos pelos queijos da Região Serra/Porto Alegre e Sul/Oeste quando comparado à Região de Santa Maria. A ingestão diária do PCB 28 foi superior na Região Serra/Porto Alegre, seguida pela Região Sul/Oeste e Santa Maria. A ingestão diária dos PCBs 153 e 180 e

$\Sigma$ PCB foi superior nas Regiões Serra/Porto Alegre e Sul/Oeste quando comparada a Região de Santa Maria.

Segundo Baars et al. (2004) os produtos cárneos representam 27% da ingestão total de PCB, o peixe 26%, os vegetais e os óleos e gorduras contribuem com 18%, os produtos lácteos contribuem com 17%, e os ovos com 5%. Os autores observaram uma ingestão média de PCBs indicadores de 5,6 ng/kg/dia para toda a dieta. Duartedavidson & Jones (1994), observaram comportamento semelhante, pois os produtos lácteos contribuíram com 24% da ingestão total de PCBs. Foi observado que os vegetais tiveram maior participação na ingestão dos compostos menos clorados, enquanto alimentos como peixe, produtos lácteos e carne tiveram maior importância na ingestão de produtos mais clorados, contribuindo com 24%, 32%, 24% e 15% da ingestão total, respectivamente. Ao considerar que os produtos lácteos tenham uma contribuição média de 20% na ingestão total de PCBs, a partir dos dados do presente estudo, estimar-se-ia que a ingestão de toda a dieta seria de 1,1 pg TEQ/kg/dia (analisando o consumo de queijo industrializado, o tipo mais consumido). Este valor também se encontra abaixo da IDT. Theelen et al. (1993) observaram uma contribuição do queijo de 15,6% na ingestão total de PCBs na Holanda, com uma ingestão total estimada em 1 pg TEQ/kg/dia, valor semelhante ao estimado no presente trabalho. Na Bélgica (FOCANT et al., 2002) a contribuição dos produtos lácteos é de 27% da ingestão total de PCBs, sendo de 0,30 pg TEQ/kg/dia. A ingestão total também foi estimada em 1 pg TEQ/kg/dia.

Como este é o primeiro trabalho no Rio Grande do Sul que avalia a contaminação de queijos por bifenilos policlorados, e sabendo-se que os produtos lácteos são uma das principais fontes da exposição a humanos por estes compostos, é importante o contínuo monitoramento para assegurar a qualidade toxicológica destes alimentos.

## 5. CONCLUSÕES

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

- Os estudantes universitários consomem 99 g/semana de queijo industrializado e 22 g/semana de queijo colonial. Do total de estudantes investigados, 94,5% consomem queijo industrializado e 59,6% consomem queijo colonial. O leite esterilizado é o tipo de leite mais consumido. A carne bovina é a espécie de carne mais consumida.

- Foi observado que o leite esterilizado integral, a carne suína, o salame e o salsichão foram mais consumido pelos alunos do sexo masculino, já o leite esterilizado desnatado é mais consumido pelas alunas do sexo feminino. Houve uma correlação positiva entre o consumo de leite in natura e o peso dos alunos, e uma correlação negativa entre o consumo de queijo industrializado e o peso e o IMC. O consumo semanal de queijo industrializado diminuiu com o aumento da idade dos estudantes. Houveram diferenças no consumo de iogurte, carne suína e carne ovina entre os estudantes dos diferentes centros de ensino. Também foram observadas diferenças no consumo de leite esterilizado integral, bebida láctea e ovos entre os alunos das diferentes regiões estudadas. O consumo de leite pasteurizado e leite in natura foi superior entre os estudantes que não moram com a família, e o de ovos foi superior entre os que moram com a família. O frango é mais consumido pelos estudantes que não freqüentam o Restaurante Universitário, enquanto o leite pasteurizado e leite in natura foi superior entre os alunos que freqüentam o RU. Os alunos que praticam alguma atividade física consomem mais leite esterilizado semi-desnatado.

- Os resultados das análises das amostras revelaram a presença de congêneres de bifenilos policlorados nos queijos industrializados e coloniais produzidos em três regiões do Estado do Rio Grande do Sul. No entanto, os resultados obtidos encontram-se abaixo do limite máximo permitido para resíduos de PCBs em produtos lácteos na Comunidade Européia (100 ng/g de gordura).

- As amostras de queijo industrializado apresentaram maiores níveis de contaminação por PCBs do que as amostras de queijo colonial, mas essa diferença não foi estatisticamente significativa.
  
- Não foram reveladas regiões de risco à exposição de PCBs no Estado do Rio Grande do Sul, pois não foi detectada nenhuma amostra com contaminação superior ao limite máximo permitido, nem foram encontradas diferenças significativas nas concentrações de PCBs entre as três regiões avaliadas.
  
- A ingestão diária estimada de PCBs a partir de queijo pelos universitários de Santa Maria ficou abaixo da ingestão diária tolerável pela OMS.
  
- Foi observada uma ingestão diária dos PCBs 10, 28, 52, 153, 180 e  $\Sigma$ PCB a partir de queijo industrializado estatisticamente superior a de queijo colonial. Também observou-se que a ingestão dos PCBs 153, 180 e  $\Sigma$ PCB a partir de queijos da Região Serra/Porto Alegre e Sul/Oeste foi estatisticamente superior a da Região de Santa Maria. A ingestão de PCB 28 foi superior na Região Serra/Porto Alegre seguida pela Região Sul/Oeste e Região de Santa Maria.

## 6. REFERÊNCIAS

ABAD, E. et al. Study on PCDDs/PCDFs and co-PCBs content in food samples from Catalonia (Spain). **Chemosphere**, v.46, p.1435-1441, 2002.

AHLOBORG, U.G. et al. Toxic equivalency factors for dioxin-like PCBs, report on a WHO-ECEH and IPCS consultation. **Chemosphere**, v.28, p.1049-1067, 1994.

ALCOCK, R.E. et al. A generic model of human lifetime exposure to persistent organic contaminants: development and application to PCB-101. **Environmental Pollution**, v.110, p.253-265, 2000.

AMIOT, J. **Ciencia y tecnologia de la leche**. Zaragoza, España: Ed. Acribia, 1991. 547p.

ÂNGULO, R.; MARTINEZ, P.; JODRAL, M.L. PCB congeners transferred by human milk, with an estimate of their daily intake. **Food and Chemical Toxicology**, v.37, p.1081-1088, 1999.

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.

BALDASSARRI, L.T. et al. PCB contamination in samples from the Italian diet, dairy products, and agricultural soil. **Microchemical Journal**, v.51, p.191-197, 1995.

BAYARRI, S. et al. PCDDs, PCDFs, PCBs and DDE in edible marine species from the Adriatic Sea. **Chemosphere**, v.43, p.601-610, 2001.

BEHMER, M.L.A. **Tecnologia do leite: produção, industrialização e análise**. 15 ed. São Paulo: Ed. Nobel, 1984.

BESTER, K. et al. Preparation and certification of a reference material on PCBs in pig fat and its application in quality control in monitoring laboratories during de belgian "PCB-crisis". **Chemosphere**, v.44, p.529-537, 2001.

BINELLI, A.; PROVINI, A. POPs in edible clams from different Italian and European markets and possible human health risk. **Marine Pollution Bulletin**, v.46, n.7, p.879-886, 2003.

BOGUSZ JUNIOR, S. **Determinação de bifenilos policlorados em carne e produtos cárneos no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2004. 88p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria n° 146. Regulamento técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Brasília: Ministério da Agricultura, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa número 42 de 20 de dezembro de 1999. **Plano Nacional de Controle e Resíduos em Produtos de Origem Animal**. 1999.

CARDOSO, M.A.; STOCCO, P.R. Desenvolvimento de um questionário quantitativo de frequência alimentar em imigrantes japoneses e seus descendentes residentes em São Paulo, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v.16, n.1, p.107-144, 2000.

CAVADINI, C. et al. Assessment of adolescent food habits in Switzerland. **Appetite**, v.32, p.97-106, 1999.

CHOI, D. et al. Determining dioxin-like compounds in selected Korean food. **Chemosphere**, v.46, p.1423-1427, 2002.

CINTRA, I.P. et al. Métodos de inquéritos dietéticos. **Cadernos de Nutrição**, v.13, p.11-23, 1997.

COSTABEBER, I. **Resíduos organoclorados persistentes en grasa mamaria y su relación con los hábitos alimentarios: repercusiones sanitarias**. 315p Tesis Doctoral, Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España, 1999.



COSTABEBER, I.H.; SANTOS, J.S.; XAVIER, A.A.O.; WEBER, J.; LEÃES, F.L.; BOGUSZ JUNIOR, S.; EMANUELLI, T. Levels of polychlorinated biphenyls (PCBs) in meat and meat products from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Food and Chemical Toxicology**, ACEITO PARA PUBLICAÇÃO, 2005.

DE VOS, S. et al. Polychlorinated biphenyls in broiler diets: their digestibility and incorporation in body tissues. **Chemosphere**, v.51, p.7-11, 2003.

DUARTEDAVIDSON, R.; JONES, K.C. Polychlorinated-biphenyls (PCBS) in the UK population – estimated intake, exposure and body burden. **Science of Total Environment**, v.151, p.131-152, 1994.

DYKE, P.H., STRATFORD, J. Changes to the TEF schemes can have significant impacts on regulation and management of PCDD/F and PCB. **Chemosphere**, v.36, p.644-650, 2002.

EARLY, R. **Tecnología de los productos lácteos**. Zaragoza, España: Ed. Acribia, 2000. 459p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2003. EMBRAPA GADO DE LEITE, Produção, Industrialização e Comercialização, Tabela 04.04. Disponível em: [www.cnpqg.embrapa.br/produção/indústria](http://www.cnpqg.embrapa.br/produção/indústria). Acesso em: 15 de maio de 2004.

FEIJÓ, R.B. et al. Estudo de hábitos alimentares em uma amostra de estudantes secundaristas de Porto Alegre. **Pediatria**, v.19, n.4, p.257-262, 1997.

FOCANT, J.-F. et al. Levels and congener distributions of PCDDs, PCDFs and non-ortho PCBs in Belgian foodstuffs assessment of dietary intake. **Chemosphere**, v.48, p.167-179, 2002.

FRYZEK, J.P. et al. The reliability of dietary data for self- and next-of-kin respondents. **AEP**, v.12, n.4, p.278-283, 2002.

GERVEN, T.V.; GEYSEN, D.; VANDECASTEELE, C. Estimation of the contribution of a municipal waste incinerator to the overall emission and human intake of PCBs in Wiertrijk, Flanders. **Chemosphere**, v.54, p.1303-1308, 2004.

GILBERT, J. The fate of environmental contaminants in the food chain. **The Science of the Total Environment**, v.143, p.103-111, 1994.

HECK, M.C.; ROSSATO, S.; SANTOS, J.S.; BOGUSZ JUNIOR, S.; COSTABEBER, I.; EMANUELLI, T. Fatores que influenciam o consumo de leite por crianças de 1ª série do ensino fundamental do município de Santa Maria (RS). **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v.24, p.21-32, 2002.

HUISMAN, M. et al. Perinatal exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins through dietary intake. **Chemosphere**, v.31, n.10, p.4273-4287, 1995.

JACOBS, M., FERRARIO, J., BYRNE, C. Investigation of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins, dibenzo-*p*-furans and selected coplanar biphenyls in Scottish farmed Atlanticsalmoan (*Salmo salar*). **Chemosphere**, v.47, p.183-191, 2002.

KIM, M. et al. Comparison of seven indicator PCBs and three coplanar PCBs in beef, pork, and chicken fat. **Chemosphere**, v.54, p.1533-1538, 2004.

KO, S. et al. Dietary intake, food habits and nutrition knowledge of adults – a telephone survey in Hong Kong (1990-91). **Nutrition Research**, v.15, n.5, p.633-645, 1995.

KOPROWSKI, C. et al. Diet, body size and menarche in a multiethnic cohort. **British Journal of Cancer**, v.79, p.1907-1911, 1999.

LANDRIGAN, P.J. Pesticides and polychlorinated biphenyls (PCBs): an analysis of the evidence that they impair children's neurobehavioral development. **Molecular Genetics and Metabolism**, v.73, p.11-17, 2001.

LEÃES, F.L. **Degradação de bifenilos policlorados (PCBs) por microrganismo de interesse tecnológico na indústria cárnea**. 2005. 96p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

LOSADA, A. et al. Organochlorine pesticide residues in bovine milk from Leon (Spain). **The Science of the Total Environment**, v.181, p.133-135, 1996.

LUCENA, R.A.; ALLAM, M.F.; COSTABEBER, I.H.; VILLAREJO, M.L.J.; NAVAJAS, R.F-C. Breast cancer risk factors: PCB congeners. **European Journal of Cancer Prevention**, v.10, p.117-119, 2001.

MAJEM, L.S.; BARTRINA, J.A.; VERDÚ, J.M. **Nutrición y salud pública**. Métodos, bases científicas y aplicaciones. Barcelona, España: Ed. Masson, 1995. p.90-140.

MCGEE, D.; RHOADS, G.; HANKIN, J.H. Within-person variability of nutrient intake in a group of Hawaiian men of Japanese ancestry. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.36, p.657-663, 1982.

MONDINI, L.; MONTEIRO, C.A. Mudanças no padrão de alimentação da população urbana brasileira (1962-1988). **Revista de Saúde Pública**, v.28, n.6, p.433-439, 1994.

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

PEREIRA, R.A.; KOFFMAN, S. Uso do questionário de frequência na avaliação do consumo alimentar progressivo. **Revista de Saúde Pública**, v.33, n.6, p.610-621, 1999.

RAMOS, L. et al. Levels of polychlorinated biphenyls, polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans in commercial yoghurt samples in Spain. Comparison with different dairy products. **Analytica Chimica Acta**, v.402, p.241-252, 1999a.

RAMOS, L. et al. Levels of PCBs, PCDDs and PCDFs in commercial butter samples in Spain. **Chemosphere**, v.38, n.13, p.3141-3153, 1999b.

RAMOS, L.; HERNÁNDEZ, L.M.; GONZÁLES, M.J. Study of the distribution of polychlorinated biphenyls in the milk fat globule by supercritical fluid extraction. **Chemosphere**, v.41, p.881-888, 2000.

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

SALINAS, R.D. **Alimentos e Nutrição**. Introdução à bromatologia. 3 ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

SALVO, V.L.M.A.; GIMENO, S.G.A. Reprodutibilidade e validade do questionário de frequência de consumo de alimentos. **Revista de Saúde Pública**, v.36, n.4, p.505-512, 2002.

SCHANTZ, S.L. Developmental neurotoxicity of PCBs in humans: what do we know and where do we go from here? **Neurotoxicology and Teratology**, v.18, n.3, p.217-227, 1996.

SCHECTER, A. et al. Levels of dioxins, dibenzofurans, PCB and DDE congeners in pooled food samples collected in 1995 at supermarkets across the United States. **Chemosphere**, v.34, p.1437-1447, 1997.

SPECK, B.J. et al. A food frequency questionnaire for youth: psychometric analysis and summary of eating habits in adolescents. **Journal of Adolescent Health**, v.28, p.16-25, 2001.

STORELLI, M.M.; STORELLI, A.; MARCOTRIGIANO, G.O. Polychlorinated biphenyls, hexachlorobenzene and organochlorine pesticide residues in milk from Apulia. **Italian Journal of Food Science**, v.13, p.113-177, 2001.

THEELEN, R.M.C et al. Intake of 2,3,7,8 chlorine substituted dioxins, furans, and planar PCBs from food in the Netherlands: median and distribution. **Chemosphere**, v.27, n.9, p.1625-1635, 1993.

THOMAS, G.O.; SWEETMAN, A.J.; JONES, K.C. Metabolism and body-burden of PCBs in lactating dairy cows. **Chemosphere**, v.39, n.9, p.1533-1544, 1999.

TILSEN, A.A.; et al. Neurotoxicity of environmental chemicals and their mechanism of action. **Toxicology Letters**, v.102-103, p.631-635, 1998.

TOMITA, L.Y.; CARDOSO, M.A. Avaliação da lista de alimentos e porções alimentares de Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar em população adulta. **Caderno de Saúde Pública**, v.18, n.6, p.1747-1756, 2002.

TRONCO, V.M. **Aproveitamento do leite**. Guaíba, RS: Livraria e Editora Agropecuária, 1996, 146p.

TSUTSUMI, T. et al. Update of daily intake of PCDDs, PCDFs, and dioxin-like PCBs from food in Japan. **Chemosphere**, v.45, p.1129-1137, 2001.

VAN DEN BERG, M. et al. Toxic equivalent factor (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife. **Environmental Health Perspectives**, v.106, p.775-792, 1998.

WEISGLAS-KUPERUS, N.; VREUGDENHIL, H.J.I.; MULDER, P.G.H. Immunological effects of environmental exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins in Dutch school children. **Toxicology Letters**, v.149, p.281-285, 2004.

WHO/IPCs (World Health Organization). **Polychlorinated Biphenyls and Terphenyls**, 2 ed. Geneva: WHO, 1993.

ZUCCATO, E. et al. Level, sources and toxicity of polychlorinated biphenyls in the Italian diet. **Chemosphere**, v.38, n.12, p.2753-2765, 1999.

## **7. APÊNDICE**

### **7.1 Apêndice 1**

#### QUESTIONÁRIO DE FREQUÊNCIA DE CONSUMO ALIMENTAR – PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL

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

Os dados obtidos neste questionário são confidenciais, não é necessário que você identifique o seu nome. Os resultados serão utilizados como parte da dissertação de Mestrado de uma aluna do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (UFSM).

Na primeira parte deste questionário, você deve responder questões sócio-culturais.

Na segunda parte, sobre o consumo alimentar, você deve considerar o consumo dos alimentos abaixo na forma citada, não incluindo as porções utilizadas em pratos, bolos e outros. Se você tiver alguma dúvida, não responda a questão. Entre parênteses você pode encontrar a medida caseira comumente utilizada.

## 1) Questões sócio-culturais:

Curso: \_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_

Altura: \_\_\_\_\_

Cidade de origem: \_\_\_\_\_

Há quanto tempo mora em Santa Maria: \_\_\_\_\_ Mora com a família? ( ) sim ( ) não

Com que frequência semanal você costuma fazer refeições fora de casa? \_\_\_\_\_

Realiza quais refeições fora de casa? ( ) almoço ( ) janta

Quais em casa? ( ) café da manhã ( ) almoço ( ) lanche

( ) café da tarde ( ) janta

Frequenta o Restaurante Universitário – RU? ( ) sim ( ) não

Com que frequência? \_\_\_\_\_

Está realizando dieta no momento? ( ) sim ( ) não

Realiza alguma atividade física? ( ) sim ( ) não Qual? \_\_\_\_\_

Você fuma? ( ) sim ( ) não Consome bebidas alcoólicas? ( ) sim ( ) não

Apresenta algum problema de saúde relacionado a alimentação? ( ) sim ( ) não

Se sim, qual?

( ) colesterol alto

( ) triglicérides alto

( ) hipertensão

( ) intolerância a lactose

( ) intolerância ao glúten

( ) síndrome do cólon irritável

( ) outras: \_\_\_\_\_

## 2) Consumo alimentar:

Com que frequência você consome os produtos abaixo relacionados? Em cada linha marque um X na coluna que melhor descreve os seus hábitos alimentares (1 resposta por linha!)

	Não consumo	2 X ao dia	1 X ao dia	5 – 6 X semanal	3 – 4 X semanal	1 – 2 X semanal	A cada 15 dias	Eventualmente
Leite UHT <sup>1</sup> integral (1 copo = 200mL)								
Leite UHT <sup>1</sup> semi-desnatado (1 copo=200mL)								
Leite UHT <sup>1</sup> desnatado (1 copo = 200mL)								
Leite pasteurizado <sup>2</sup> (1 copo = 200mL)								
Leite <i>in natura</i> (1 copo = 200mL)								
Leite em pó (1 colher de sopa = 15g)								
Queijo industrializado <sup>3</sup> (1 fatia= 20 g)								
Queijo colonial (1 fatia= 30 g)								
Bebida láctea (1 copo = 200 mL)								
logurte (1 copo = 200 mL)								
Carne bovina (1 porção = 100g)								
Carne suína (1 porção = 100g)								
Carne ovina (1 porção = 100g)								
Carne de frango (1 porção = 100g)								
Peixe (1 porção = 110g)								
Presunto (1 fatia = 20g)								
Mortadela (1 fatia = 15g)								
Salame (1 fatia = 7g)								
Salsicha (1 unidade = 40g)								
Salsichão ou lingüiça (1 unidade = 60g)								
Ovo (1 unidade = 50g)								

<sup>1</sup> Como leite UHT, ou esterilizado, você deve entender aquele comercializado em caixinha. <sup>2</sup> Como leite pasteurizado você deve entender aquele comercializado em saquinho. <sup>3</sup> Como queijo industrializado você deve entender os tipos prato, lanche, mussarela e outros





## **8. ANEXOS**

### **8.1 Anexo 1**

#### **Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição-SBAN**

##### **Normas para publicação**

Os artigos devem ser redigidos na ortografia oficial em uma só face e em espaço duplo, em folhas tamanho ofício (A4), com letras corpo 12, com margens de 3cm em cada um dos lados e enumeradas em algarismos arábicos no ângulo inferior direito. Não devem ser cortadas as palavras no final das linhas.

Devem ser encaminhados um (1) original e duas (2) vias;

Quando aceito para publicação enviar cópia em disquete no programa 3/5 6.0 MS Word for Windows

Os artigos podem ser: originais, de revisão, atualização ou notas e informações:

- a) originais: divulgam resultados de pesquisas que possam ser replicados ou generalizados
- b) revisão: avaliação crítica da literatura sobre determinados assuntos. Devem conter conclusões ou comentários
- c) atualização: baseada na literatura recente, descritivos e interpretativos da situação em que se encontra determinado assunto
- d) notas e informações: relatos curtos e notas prévias
- e) são aceitos artigos em inglês e espanhol

##### **FOLHA DE ROSTO (IDENTIFICAÇÃO)**

- a) título e subtítulo; versão em inglês e espanhol
  - b) indicar título abreviado para legenda
  - c) nome e sobrenome de cada autor; filiação à instituição e respectivo endereço
  - d) nome do departamento onde o trabalho foi realizado
  - e) nome e endereço do autor responsável
  - f) se foi baseado em Tese, indicar o título, ano e instituição onde foi apresentada
  - g) se foi apresentado em reunião científica, indicar o evento, local e data de realização
  - h) se foi subvencionado indicar o tipo de auxílio, nome do agente financeiro e o número do processo
  - i) agradecimentos
1. contribuições (assessoria científica, coleta e dados, revisão crítica da pesquisa)

## 2. instituições (apoio econômico, material e outros)

Introdução: deve ser curta, definindo o problema estudado sintetizando sua importância

Métodos e materiais empregados, a população estudada, a fonte dos dados e critérios de seleção, dentre outros

Resultados: deve se limitar a descrever os resultados encontrados sem incluir interpretações/comparações

Discussão: deve começar apreciando as limitações do estudo, seguida da comparação com a literatura e a interpretação dos autores, extraíndo conclusões, indicando novos caminhos para pesquisa .

Conclusão: para os artigos originais

### RESUMO E PALAVRAS-CHAVE

a) português, inglês e espanhol (até 250 palavras)

b) descritores (usar o vocabulário) português e espanhol: Descritores em Ciências da Saúde, da Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde-LILACS

inglês: Medical Subject Headings-MESH, da National Library of Medicine

### TABELAS E QUADROS

a) apresentação em folhas separadas (enumeradas em ordem consecutiva, na ordem do texto) devem ter título breve

b) não usar traços horizontais ou verticais internos

### UNIDADES

Seguir as normas do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO, Homepage. [www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br)

### ABREVIATURAS E SIGLAS

a) forma padrão da língua portuguesa e inglesa

b) não usar no título e no resumo

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (ABNT NBR-6023, 2000)

a) ordem alfabética

b) abreviatura dos periódicos (Index Medicus)

c) todos os autores são citados, separados por ponto e vírgula (;) CORDEIRO, J.M.; GALVES, R.S.; TORQUATO, C.M.

d) indicação do autor e data no texto: citar entre parênteses o nome do autor e data (BRIAN, 1929)

e) substituir & por e no texto e, por ponto e vírgula (;) nas referências bibliográficas (BRITTO e PASSOS, 1930)

f) a exatidão das referências é de responsabilidade dos autores

## 8.1 Anexo 2

### Chemosphere

#### Guide for Authors – Submission of Papers

From now on, all manuscripts should be submitted electronically through Elsevier Editorial System (EES) which can be accessed at <http://ees.elsevier.com/chem>

With the submitted manuscript authors are requested to **provide full contact details of four potential reviewers** including email addresses. The suggested reviewers should not be Editors or Editorial Board members, and at least two should be from other countries.

**During submission papers should be marked for the attention of a subject Editor or the relevant section, if possible. Failure to provide this information will significantly delay processing of the manuscript.**

Submission of a paper implies that it has not been published previously, that it is not under consideration for publication elsewhere, and that if accepted it will not be published elsewhere in the same form, and/or similar content, in English or in any other language, without the written consent of the Publisher.

#### Types of Contributions

*Chemosphere* accepts Research Papers, Review Papers, Short Communications and Special Issues. Please note that papers with a routine nature and lacking originality, novelty and uniqueness will not be accepted for publication.

A Short Communication should be of significant scientific merit (a novel finding that warrants immediate publication). Proposals for special issues on topical themes should be sent to the relevant subject Editors for evaluation.

#### Manuscript Preparation

**General:** Manuscripts must be in double-spaced form with wide margins. A font size of 12 pt is required. The corresponding author should be identified (include a Fax number and E-mail address). Full postal addresses must be given for all co-authors. The Editors reserve the right to adjust style to certain standards of uniformity.

**Line Numbers:** To facilitate the review process line numbers should be inserted in the text of the manuscript.

**Paper Length:** The Editors generally encourage brevity for all Research Papers. Short Communications must not exceed 4 printed pages and will be given priority for rapid publication. Research papers should not exceed 6000 words. Word counts include text, references, figures and tables. Each figure or table should be considered equal to 300 words. The number of figures and/or tables should not exceed seven. Editors may allow longer papers if of extraordinary significance and originality. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc. should be numbered.

However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections.

**Abstracts:** Abstracts should not exceed 250 words, and should not contain full references.

**Keywords:** 4-6 keywords must be included on a separate line below the main abstract and labelled 'Keywords'. To optimise searching, avoid key words already used in the title.

**Text:** Follow this order when composing manuscripts: Title, Authors, Affiliations, Abstract, Keywords, Text, Acknowledgements, Appendix, References, Figure Captions and then Tables. Do not import the Figures or Tables into your text. The corresponding author should be identified with an asterisk and footnote. All other footnotes (except for table footnotes) should be identified with superscript Arabic numbers.

**Units:** Use SI Units. If other units are necessary, include the conversion factor and add the non-standard unit in parenthesis. Units should be in the form, e.g. g cm<sup>-1</sup> rather than g/cm.

**Symbols:** Define in text. Place extensive list of symbols in an appendix.

**Maths:** Avoid double suffix. Punctuate carefully.

**Abbreviations:** Please follow the standard guide for abbreviation as given in "Guidelines for use of technical abbreviations and acronyms in Chemosphere" at <http://www.elsevier.com/locate/chemosphere>

**References:** All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. In the text refer to: The author's name (without initials) and year of publication (e.g. "Since Peterson (1993) has shown that..." or "This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1994; Tusseau-Vuillemin et al., 1998; Brito and Melo, 1999)"). Please follow the chronological order. For three or more authors use the first author followed by "et al." in the text.

The list of references should be arranged alphabetically by authors' names. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of authors' names and dates are exactly the same in the text as in the reference list. The Harvard system of references must be used. International abbreviations should be used for journal names. References should therefore be given in the following form:

*Journal article:* Tusseau-Vuillemin, M., Mortier, L., Herbaut, L., 1998. Modeling nitrate fluxes in an open coastal environment: Transport versus biogeochemical processes. *J. Geophys. Res.* 103, 7693-7708.

*Book:* Cressie, N., 1991. *Statistics for Spatial Data*. John Wiley and Sons, New York.

*Article or chapter in edited book:* Jeffries, P., Barea, J.M., 1994. Biochemical cycling and arbuscular mycorrhizas in the sustainability of plant-soil systems. In: Gianinazzi, S., Schuepp, H. (Eds.). *Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Systems*. Birkhauser Verlag, Basel, Switzerland, pp. 101-115.

Format for personal communication: Smith, J., Personal communication.

References to personal correspondence or to unarchived material obtained from the World Wide Web are discouraged. "Anonymous" is not acceptable as an author.

### **Illustrations:**

- All illustrations must be readable when reduced to a width of 75mm (single column figure) or 160mm (double column figure)
- Photographs, charts and diagrams are all to be referred to as "Figure(s)" and should be numbered consecutively in the order to which they are referred. They should accompany the manuscript, but should not be included within the text.
- All illustrations should be clearly marked with the figure number. All figures are to have a caption.
- *Line drawings*: Lines should be black, of an adequate thickness (around 1 pt) and curves should be smooth. Particularly, lines of spectra should be of sufficient thickness. Shading (tints) that simulate grey should not be used and replaced by line shading (hatched)

*Photographs*: Photographs are to be avoided, if possible. Original photographs must be supplied as they are to be reproduced (e.g. black and white or colour). If necessary, a scale should be marked on the photograph. Please note that photocopies of photographs are not acceptable

*Colour*: Colour illustrations will be accepted; however, the authors will be expected to make a contribution towards the extra printing cost. Apply to the Author Services at the Publisher for details of cost. If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., Science Direct and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. For colour reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please note: Because of technical complications which can arise by converting colour figures to 'grey scale' (for the printed version should you not opt for colour in print) please submit in addition usable black and white prints corresponding to all the colour illustrations.

**Tables**: Tables should be numbered consecutively and given a suitable caption. Footnotes to tables should be typed below the table and should be referred to by superscript lowercase letters. No vertical rules should be used. Tables should not duplicate results presented elsewhere in the manuscript, (e.g. in graphs).

**Multimedia Files**: Elsevier now accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article on Science Direct: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data is provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For

more detailed instructions please visit our artwork instructions pages at the Author Gateway at <http://authors.elsevier.com/artwork>.

### **Miscellaneous**

Be careful about the use of significant figures; provide concise description about QA/QC of your data; use periods for your decimal points; define acronyms when they first appear in the text; be consistent in the format of your unit expressions.

### **Proofs**

Proofs will be sent to the author (first named author if no corresponding author is identified of multi-authored papers) and **should be returned within 48 hours of receipt**. Corrections should be restricted to typesetting errors; any others may be charged to the author. Any queries should be answered in full. Please note that authors are urged to check their proofs carefully before return, since the inclusion of late corrections cannot be guaranteed. Proofs are to be returned to the Log-in Department, Elsevier The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK.

### **Copyright**

All authors must sign the "Transfer of Copyright" agreement before the article can be published. This transfer agreement enables Elsevier Ltd to protect the copyrighted material for the authors, without the author relinquishing his/her proprietary rights. The copyright transfer covers the exclusive rights to reproduce and distribute the article, including reprints, photographic reproductions, microfilm or any other reproductions of a similar nature, and translations. It also includes the right to adapt the article for use in conjunction with computer systems and programs, including reproduction or publication in machine-readable form and incorporation in retrieval systems. Authors are responsible for obtaining from the copyright holder permission to reproduce any material for which copyright already exists.

### **Author Services**

For queries relating to the submission of articles (including electronic submission) and the status of accepted manuscripts, please contact Author Services, Log-in Department, Elsevier , The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK. E-mail: [authors@elsevier.co.uk](mailto:authors@elsevier.co.uk), Fax: +44 (0) 1865 843905, Tel: +44 (0) 1865 843900.

Authors can also keep a track on the progress of their accepted article, and set up e-mail alerts informing them of changes to their manuscript's status, by using the "Track a Paper" feature of Elsevier's [Author Gateway](#).