

*“As doutrinas expressas neste trabalho são da  
inteira responsabilidade de seu autor.”*

*À mes pais*

# ÍNDICE GERAL

**Índice de figuras**

**Índice de tabelas**

**Lista de abreviaturas**

**Resumo**

**Abstract**

<b>I. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>-1-</b>
1. Objectivo.....	-1-
2. Instituto Nacional de Saúde.....	-3-
2.1. Departamento de Alimentação e Nutrição.....	-3-
2.2. Unidade de Investigação e Desenvolvimento.....	-4-
<b>II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>-5-</b>
3. Alimentação e metais pesados.....	-5-
3.1. Alimentação Infantil.....	-5-
3.2. Alimentação Biológica.....	-6-
3.3. Metais pesados.....	-7-
3.3.1. Cádmiu.....	-9-
(a) Propriedades físicas e químicas.....	-9-
(b) Fontes de exposição para o Homem.....	-9-
(c) Exposição através dos alimentos.....	-10-
(d) Efeitos na saúde humana.....	-11-
(e) Legislação.....	-11-
3.3.2. Chumbo.....	-12-
(a) Propriedades físicas e químicas.....	-12-
(b) Fontes de exposição para o Homem.....	-12-
(c) Exposição através dos alimentos.....	-13-
(d) Efeitos na saúde humana.....	-13-
(e) Legislação.....	-14-
4. Espectrometria de absorção atómica em câmara de grafite (ou atomização electrotérmica).....	-14-
5. Desempenho do método analítico.....	-15-
5.1. Repetibilidade.....	-15-
5.2. Limite de detecção e Limite de Quantificação.....	-16-
5.3. Exactidão.....	-16-

<b>III. PARTE EXPERIMENTAL</b> .....	<b>-17-</b>
6. Material e Métodos.....	-17-
6.1. Materiais .....	-17-
(a) Cereais e leite em pó.....	-17-
(b) Reagentes e árgon .....	-18-
(c) Preparação dos padrões de analito.....	-18-
(d) Preparação do branco e dos modificadores de atomização.....	-18-
(e) Preparação das amostras.....	-18-
6.2. Métodos .....	-19-
(a) Princípio.....	-19-
(b) Modificadores de atomização .....	-20-
(c) Material volumétrico e equipamento.....	-20-
(d) Condições operatórias .....	-21-
7. Resultados .....	-23-
8. Discussão e conclusões.....	-25-
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	<b>-28-</b>
<b>Agradecimentos</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Ingestão média de metais pesados através da alimentação, pelos adultos, em países da União Europeia.....	8-
<b>Figura 2</b> – Preparação do material analítico.....	17-
<b>Figura 3</b> – Espectrómetro de absorção atómica, atomização electrotérmica, esquema geral.....	19-
<b>Figura 4</b> – Espectrómetro de Absorção Atómica com câmara de grafite (INSA).....	19-
<b>Figura 5</b> – Médias aritméticas dos teores em cádmio dos leites e cereais estudados.....	25-
<b>Figura 6</b> – Médias aritméticas dos teores em chumbo dos leites e cereais estudados.....	25-

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Propriedades químicas do cádmio .....	-9-
<b>Tabela 2</b> – Exposição humana ao cádmio .....	-10-
<b>Tabela 3</b> – Propriedades químicas do chumbo .....	-12-
<b>Tabela 4</b> – Parâmetros do forno para o cádmio .....	-22-
<b>Tabela 5</b> – Parâmetros do forno para o chumbo .....	-22-
<b>Tabela 6</b> – Concentrações obtidas para o cádmio e chumbo em cereais convencionais .....	-23-
<b>Tabela 7</b> – Concentrações obtidas para o cádmio e chumbo em cereais biológicos..... .....	-23-
<b>Tabela 8</b> – Concentrações obtidas para o cádmio e chumbo em leites convencionais .....	-24-
<b>Tabela 9</b> – Concentrações obtidas para o cádmio e chumbo em leites biológicos...	-24-

## LISTA DE ABREVIATURAS

BSE – Bovine Spongiform Encephalopathy

CE – Comunidade Europeia

DAN – Departamento de Alimentação e Nutrição

EAA – Espectrometria de Absorção Atômica

*E. coli* - *Escherichia coli*

EFSA – European Food Safety Authority

*et al.* – e outros

FAO – Food and Agriculture Organization

IARC – International Agency for Research on Cancer

INSA – Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge

I&D – Investigação e Desenvolvimento

JECFA – Joint Committee of Food Additives and Contaminants

LD – Limite de Detecção

LQ – Limite de Quantificação

MRC – Material de Referência Certificado

NIHES – National Institute of Environmental Health Sciences

OMS – Organização Mundial de Saúde

PTWI – Provisional Tolerable Weekly Intake

QI – Coeficiente de Inteligência

WHO – World Health Organization

# Ocorrência de cádmio e chumbo em alimentos destinados à alimentação infantil

## Resumo

O cádmio e o chumbo são metais pesados que ocorrem na maioria ou em todos os países do mundo e a sua presença na alimentação constitui uma forte ameaça para a saúde. Contudo, são as crianças que se encontram mais expostas a estes metais por ingerirem uma quantidade de alimentos por unidade de peso corporal superior à dos adultos.

A Organização Mundial de Saúde tem revisto regularmente os efeitos produzidos na saúde pelo cádmio e pelo chumbo e, neste sentido, tem vindo a implementar regulamentação estrita nos países Europeus, de forma a haver uma alimentação cada vez mais segura.

O presente trabalho tem como objectivo determinar a ocorrência de cádmio e chumbo em leite em pó e cereais destinados à alimentação infantil, de origem convencional e biológica. A determinação e quantificação do cádmio e chumbo efectuaram-se por Espectrometria de Absorção Atómica (EAA) em câmara de grafite, com correcção de fundo por efeito de Zeeman.

Os resultados mostram para as amostras de leite valores médios de teor em chumbo superiores ao limite máximo legislado (0,020 mg/kg de peso fresco) quer para o leite convencional, quer para o leite biológico. No que diz respeito aos cereais não existem valores legislados para o chumbo, o mesmo sucedendo para o cádmio quer para cereais quer para leites.

**Palavras-chave:** cádmio; chumbo; Espectrometria de Absorção Atómica, leite em pó; cereais para alimentação infantil.

Daniela Filipa Neves Abrantes

## **Occurrence of cadmium and lead in food intended for infant feeding**

### **Abstract**

Cadmium and lead are heavy metals that occur in most or even all countries in the world and their presence in food is a strong threat to the health. However, children are most exposed to these metals because they eat a greater quantity of food per unit of body weight than that of adults.

The World Health Organization has regularly reviewed the effects on health caused by cadmium and lead, and in this sense, strict regulations in European countries have been implemented in order to increase safe food.

This study aims to determine the occurrence of cadmium and lead in cereals and milk powder for infant feeding, for both conventional and organic origin. The determination and quantification of cadmium and lead were made by Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry, with Zeeman background correction.

The results show, for the milk samples, the average values of lead content in excess of the ceiling legislation (0,020 mg/kg of fresh weight) for conventional milk and for organic milk. With regard to cereals there are no values legislated for lead, as well for cadmium for cereals and for milk.

**Key-words:** cadmium; lead; Atomic Absorption Spectrometry; milk powder; cereals for infant feeding.

Daniela Filipa Neves Abrantes