

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENFERMAGEM DE RIBEIRÃO PRETO**

OSMAR DE OLIVEIRA CARDOSO

**O leite materno e as relações existentes entre
as concentrações de metais pesados de
diferentes matrizes ambientais**

RIBEIRÃO PRETO

2010

OSMAR DE OLIVEIRA CARDOSO

**O leite materno e as relações existentes entre
as concentrações de metais pesados de
diferentes matrizes ambientais**

Tese apresentada à Escola de
Enfermagem de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Ciências,
Programa de Pós Graduação em
Enfermagem em Saúde Pública.

Linha de Pesquisa: Saúde Ambiental

Orientadora: Susana Inés Segura-Muñoz

**RIBEIRÃO PRETO
2010**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Cardoso, Osmar de Oliveira

O leite materno e as relações existentes entre as concentrações de metais pesados de diferentes matrizes ambientais. Ribeirão Preto, 2010.

195 p. il.; 30 cm

Tese de Doutorado, apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP. Área de Concentração: Enfermagem em Saúde Pública.

Orientador: Segura-Muñoz, Susana Inés.

1. Metais pesados. 2. Leite materno. 3. Água de abastecimento. 4. Solo. 5. Concentração de metais. 6. Matrizes ambientais. 7. Conceição das Alagoas.

CARDOSO, Osmar de Oliveira

O leite materno e as relações existentes entre as concentrações de metais pesados de diferentes matrizes ambientais.

Tese apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências, Programa de Pós Graduação em Enfermagem em Saúde Pública.

Aprovado em ____ / ____ / _____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho com todo o
carinho aos meus pais, Cleide e Isaac,
por sempre participarem muito
ativamente na minha aquisição de
conhecimento e sabedoria.*

AGRADECIMENTOS

Continuo agradecendo a Deus pela manutenção da existência e doação da consciência e capacidade de raciocínio e do ser.

Quero também agradecer muito pela oportunidade de ser orientado da Profa. Dra. Susana Inés Segura-Muñoz, que durante todo esse tempo não mediu esforços para tudo corresse bem durante a pesquisa, que conseguiu montar uma equipe de notáveis amigos pesquisadores, tanto os amigos do laboratório, quanto de outros laboratórios, nacionais ou estrangeiros, que sempre estimulou e permitiu o “pensar diferente” e mostrou como isso é essencial na formação de novas mentes pesquisadoras, além de ter criado uma atmosfera muito aconchegante no ambiente de trabalho e por isso é e será um pilar muito forte como minha referência acadêmica.

Também me sinto muito grato pela companhia das amigas e amigos do laboratório, que durante todos esses anos se mostraram muito prontos em ajudarem em qualquer necessidade, assim, a Karina Aparecida de Abreu Tonani, a Fabiana Cristina Julião, o Renato Igor da Silva Alves, a Mariana Frari Ragazzi, a Marina Smidt Célere, a Maráina Gomes Pires Fernandes Dias e a Carolina são pessoas muito importantes que foram fundamentais para a realização da tese.

Além dessas pessoas, outras que já passaram pelo laboratório e deixaram sua contribuição muito importante também, como a Meire Nikaido, a Pricilla Costa Ferreira, o Glauco Fernando Ribeiro Araújo, o Victor Moreira dos Santos, a Ariane Fonseca Almeida e outros.

Muitas pessoas também foram fundamentais na cidade de Conceição das Alagoas, MG, a começar pela enfermeira Maria Luiza Barbon que abriu as portas para que o estudo pudesse ocorrer, além também da Secretaria Municipal de Saúde, junto com a Prefeitura Municipal de Conceição das Alagoas, que tornaram o estudo possível. Além disso, quero agradecer á prestimosa ajuda das ex-alunas e enfermeiras Ana Luzia Batista de Souza, Debora Oliveira Botta, Fabiana Marques de Sousa e Lidiane Vieira de Sene, além da técnica Zenaide Nunes da Silveira que com seus conhecimentos técnicos puderam colaborar fortemente para as coletas e assim, na realização da pesquisa. Também quero registrar aqui meu enorme agradecimento à Sra. Raquel Vieira de Sene e ao Sr. Ademir Pedro de Sene, por terem aberto sua casa e sua generosidade para comigo além de colaborarem muito nos períodos de coleta.

Agradeço também o apoio recebido pela Faculdade Talentos Humanos de Uberaba (FACTHUS), enquanto era professor dessa instituição, representado pela Sra. Amanda de Almeida Paiva Andrade e também pelo apoio e compreensão da Profa. Dra. Adriana Cristina Mancin enquanto estivemos juntos.

Foi e tem sido muito importante também a troca de experiências e conhecimento da biomédica Tânia Maria Beltramini Trevilatto e da Profa. Dra. Palmira Cupo nas discussões sobre metais pesados e também pelo uso do Laboratório de Metais do HCFMRP, em colaboração com o LEPA - Laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental da EERP-USP, que faço parte.

Como parte fundamental da pesquisa, agradeço muito à colaboração do Prof. Dr. José Luis Domingo, do Marti Nadal, da Ana Bócio Sanz e da Marta Schuhmacher do Laboratorio de Toxicología y Salud Medioambiental da Facultad de Medicina y

Ciencias de la Salud da Universidad “Rovira i Virgili” em Reus, na Espanha, por terem feito as análises do leite materno e da água e também pela excelente recepção quando estive lá visitando-os.

Quero agradecer também ao Programa de Mobilidade Internacional de Pós-Graduandos/Programa Santander Banespa que me proporcionou uma estadia em Sevilha, Espanha, onde fiz a análise dos metais pesados no solo de Conceição das Alagoas no departamento de Cristalografia, Mineralogia e Química Agrícola da Universidade de Sevilha. Quero agradecer muito à dedicação dos professores Dr. Antônio Romero Baena, Dr. Adolfo Miras Ruiz e a Dra. Maria Isabel Gonzalez Diez pela intenção dedicação tanto à minha adaptação ao país e ao laboratório quanto à pesquisa em si. Também quero agradecer á convivência muito agradável proporcionada pelos alunos de pós-graduação Marcial Gabino Marquez Gonzalez e Isabel Maria Fernandez del Baño e pela técnica que me auxiliou muito no decorrer das análises, a Inmaculada Torres Estudillo e também por todo o seu bom humor e dicas e histórias sobre Sevilha, Espanha e outras. Além desses, os seguintes professores que em algum momento me auxiliaram na discussão dos resultados, a Dra. Patricia Aparicio Fernandez, Dra. Maria Isabel Carretero Leon, a Dra. Celia Espino Gonzalo, Dr. Emilio Galan Huertos e gostaria ainda de agradecer muito aos técnicos que auxiliaram nas análises mineralógicas, Francisco Rodríguez Padial e nas análises de fluorimetria, Alberto Ortega Galván.

A partir de Portugal, quero agradecer à enfermeira Mariana Marques Vicente pela apresentação de Coimbra e Portugal e pelas informações valiosas sobre aleitamento materno em terras portuguesas.

Tenho uma dívida técnica enorme com o Prof. Dr. Marcelo Eduardo Alves, do Departamento de Plantas e Ciências do Solo da Universidade de Delaware, que me ajudou muitíssimo com as análises dos resultados dos metais no solo.

O professor Dr. Itamar Andrioli do Departamento de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal da UNESP, também me ajudou muito, com sua magnífica aula sobre solos, que me ajudou muito a compreender a dinâmica dessa matriz ambiental.

É importante para mim também, ressaltar a importância do Prof. Dr. Rogério Cerávolo Calia, da FEARP-USP, que se dispôs de bom grado a entender e propor uma parte muito importante das análises estatísticas e que foi de enorme sucesso.

Minha gratidão também à colaboração e à leitura crítica na parte final à enfermeira MSc. Tauani Zampieri Fermino.

Quero agradecer a sempre prestimosa atenção das funcionárias da pós graduação, que sempre me atenderam muito bem, a Flávia Danielly de Oliveira Martins, a Kethleen Caroline Ferraz Sampaio e a Carla Aparecida Arantes Tomasauskas.

Outra pessoa fundamental no decorrer de toda a pesquisa foi a Shirley Ferreira de Figueiredo, funcionária do DMISP, que sempre me atendeu com sorrisos e boas notícias, e sempre me ajudou em todas as burocracias necessárias ao desenvolvimento da tese.

E também de suma importância, quero agradecer o apoio financeiro da CAPES, FAPESP, CNPq e a Pró-reitoria de Pós-graduação, que viabilizaram todo o projeto e a realização da tese.

*Adquire sabedoria, adquiere
inteligência, e não te esqueças nem te
apartes das palavras da minha boca.*

Não a abandones e ela te guardará;

ama-a, e ela te protegerá.

*A sabedoria é a coisa principal; adquiere
pois a sabedoria, emprega tudo o que
possuis na aquisição de entendimento.*

Exalta-a, e ela te exaltará; e,

abraçando-a tu, ela te honrará.

Provérbios 4: 5-8

RESUMO

CARDOSO, O. O. **O leite materno e as relações existentes entre as concentrações de metais pesados de diferentes matrizes ambientais.** 2010. 195 p. Tese (Doutorado) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

O aleitamento materno é um instrumento afetuoso que transfere nutrientes, vitaminas e imunidade da mãe para o filho. No entanto, também pode transferir diversos contaminantes ambientais, destacando os metais pesados. Como parte da dieta, as mães ingerem água e alimentos produzidos em suas localidades, podendo através dessas fontes ficarem expostas a metais pesados. Alguns metais pesados são essenciais para o organismo, mas outros de origem antropogênica são deletérios. Os objetivos do trabalho em Conceição das Alagoas, MG, Brasil, foram: avaliar as concentrações dos metais pesados no colostro, leite de transição e leite maduro das lactantes; avaliar as concentrações dos metais pesados na água de abastecimento para essa população; medir e avaliar as concentrações de metais presentes no solo agrícola e hortas do município; verificar se existe uma relação entre as concentrações de metais pesados (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn) encontrados no leite materno, na água para consumo, bem como no solo local. Foram coletadas 29 amostras de leite de doadoras. A coleta do colostro ocorreu até 7 dias depois do parto, a coleta do leite de transição ocorreu até o 14º dia e a coleta do leite maduro ocorreu por volta do 28º dia. Foram coletadas 44 amostras de água de residências das lactantes e em pontos diferentes e aleatórios da cidade. As amostras do solo foram coletadas em 23 pontos, entre áreas agrícolas, hortas e a margem do rio Uberaba. Os metais pesados no leite e água foram analisados por ICP-MS e no solo por FRX. As concentrações de metais no leite e na água foram calculadas em $\mu\text{g/L}$ e expressos pelas medianas. Para o solo, as concentrações foram calculadas em mg/Kg , e também foram expressos pelas medianas. Os perfis de concentração foram analisados através do teste de hipótese de uma população multinomial, utilizando uma distribuição qui-quadrado (χ^2) ($p < \alpha = 0,05$). Os valores de todos os metais pesados no leite se mantêm constantes entre as 3 coletas, exceto o Zn e o Cu que apresentam suas concentrações menores no leite maduro. As concentrações de metais pesados na água se mostraram menores que os recomendados pela OMS e pelo Ministério da Saúde/Brasil, exceto para o cádmio, que se mostrou acima desses níveis, fato que pode ser explicado pela presença geogênica ou pelo uso de alguns defensivos agrícolas na região. Há um perfil semelhante quando são comparadas as concentrações em porcentagem de metais pesados encontrados no leite humano e na água consumida pelas mães ($\chi^2 = 14,36$). As concentrações em porcentagem de metais no leite humano e no solo mostraram diferentes perfis ($\chi^2 = 635,05$). As concentrações em porcentagem de metais no solo e na água também apresentaram perfis diferentes ($\chi^2 = 721,78$). Baseado nestes dados, a análise estatística evidencia uma semelhança entre o perfil da distribuição de metais pesados no leite materno e na água de abastecimento, assinalando que alterações nas concentrações de metais pesados na água podem interferir nas concentrações no leite humano. Esta relação não foi estabelecida entre a distribuição dos metais do solo e do leite humano. As relações encontradas nas matrizes estudadas apresentam relevância, considerando que podem apresentar parâmetros das interações humanas e ambientais. Estudos mais abrangentes devem ser realizados para confirmação da associação entre o perfil das concentrações de metais em água potável e leite materno, visando a confirmação de um indicador ambiental de contaminação por metais que pode ser utilizado em bancos de leite humano.

Palavras-chave: Metais pesados, leite materno, água de abastecimento, solo, concentração de metais, matrizes ambientais, Conceição das Alagoas.

ABSTRACT

CARDOSO, O. O. **Breast milk and the relationship between the concentrations of heavy metals in different environmental matrices.** 2010. 195 p. Doctoral (Thesis) – Nursing College of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

Breastfeeding is an affective instrument that transfers nutrients, vitamins and immunity from mother to child. However, it also represents a way to transfer environmental contaminants, especially heavy metals. As part of the diet of mothers, they drink water and eat food grown in local gardens, and may be exposed through these sources to heavy metals. Some heavy metals are essential for the organism, but others, from anthropogenic source, are deleterious. The objectives of this research in Conceição das Alagoas, Minas Gerais, Brazil, were: to assess the concentrations of heavy metals in colostrum, transitional milk and mature milk in lactating women, to evaluate the concentrations of heavy metals in the water supply for this population; measure and evaluate the concentrations of metals present in agricultural land and gardens in the city; verify if there is a relationship between the concentrations of heavy metals (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn) found in breast milk, in the water supply and in local soil. There were collected 29 samples from donors. The collection of colostrum occurred until 7 days after delivery, the collection of the transition milk occurred up to 14 days and mature milk collection occurred around day 28. It was collected 44 water samples from homes of the mothers and from different random points in the city. Soil samples were collected at 23 points, including farmland, gardens and the margin of Uberaba river. Heavy metals in milk and water were analyzed by ICP-MS in soil by XRF. The concentrations of metals in milk and water were calculated in $\mu\text{g/L}$ and expressed by medians. For soil, the concentrations were calculated in mg/kg , and were also expressed by medians. The concentration profiles were analyzed by testing the hypothesis of a multinomial population, using a Chi-square (χ^2) ($p < \alpha = 0.05$). The amounts of all heavy metals in milk remains constant among the three samples, except Zn and Cu which have their lower concentrations in mature milk. The concentrations of heavy metals in water were lower than those recommended by WHO and the Ministry of Health/Brazil, except for Cd, which was above those levels, which may be explained by the geogenic presence or the use of some pesticides in the region. There is a similar profile when comparing the concentrations in percentage of heavy metals found in human milk and water consumed by mothers ($\chi^2=14.36$). The concentrations in percentage of metals in human milk and in soil showed different profiles ($\chi^2=635.05$). The concentrations in percentage of metals in soil and water profiles were also different ($\chi^2=721.78$). Based on these data, the statistical analyses showed a clear similarity between the profile of heavy metal distribution in breast milk and the water supplied, showing that changes in the concentrations of heavy metals in water can affect the concentrations in human milk. This relationship was not established between the profile of heavy metals from soil and human milk. The relations found in the matrices studied are relevant, considering parameters that may present environmental and human interactions. More studies should be performed to confirm the association between the profile of metal concentrations in drinking water and breast milk, seeking confirmation of an environmental indicator of metal contamination that can be used in human milk banks.

Key-words: Heavy metals, human milk, water supply, soil, metal concentrations, environmental matrices, Conceição das Alagoas.

RESUMEN

CARDOSO, O. O. **La leche materna y la relación entre las concentraciones de metales pesados en diferentes matrices ambientales.** 2010. 195 p. Tesis (Doctorado) – Escuela de Enfermería de Ribeirão Preto, Universidad de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

La lactancia materna es un afectuoso instrumento que transfiere nutrientes, vitaminas e inmunidad de la madre al niño. Sin embargo, también puede transferir diferentes contaminantes ambientales, especialmente metales pesados. Como parte de la dieta, las madres ingieren agua y alimentos cultivados en su localidad pudiendo estar expuestas a metales pesados a través de esas fuentes. Algunos metales pesados son esenciales para el organismo, pero otros de origen antropogénica son perjudiciales. Los objetivos de la investigación en Conceição das Alagoas, Minas Gerais, Brasil, fueron: la evaluación de las concentraciones de metales pesados en el calostro, leche de transición y leche madura de las mujeres lactantes, evaluar las concentraciones de metales pesados en el agua de abastecimiento de esta población; medir y evaluar las concentraciones de metales presente en las tierras agrícolas y huertos en la ciudad; verificar si existe una relación entre las concentraciones de metales pesados (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn) que se encuentran en la leche materna, en el agua de abastecimiento y en el suelo local. Se recogieron 29 muestras de donantes. La colección de calostro se realizó hasta 7 días después del parto, la recolección de leche de transición se produjo hasta 14 días y la recogida de leche madura se produjo alrededor del día 28. Se colectaron 44 muestras de agua de las casas de las lactantes y en diferentes puntos de la ciudad seleccionados al azar. Las muestras de suelo fueron colectadas en 23 puntos, incluyendo tierras de cultivo, huertos y la margen del río Uberaba. Los metales pesados en la leche y en el agua fueron analizadas por ICP-MS y en el suelo por FRX. Las concentraciones de metales en la leche y en el agua fueron calculadas en $\mu\text{g/L}$ y expresadas por mediana. Para el suelo, las concentraciones fueron calculadas en mg/kg , y se expresaron también por medianas. Los perfiles de concentración fueron analizados mediante pruebas de hipótesis de una población multinomial, con un Chi-cuadrado (χ^2) ($p < \alpha = 0,05$). Las cantidades de todos los metales pesados en la leche se mantuvieron constantes entre los tres muestreos, con excepción de Zn y Cu, que tienen sus concentraciones más bajas en la leche madura. Las concentraciones de metales pesados en el agua eran inferiores a los recomendados por la OMS y el Ministerio de Salud/Brasil, con excepción del Cd, que estaba por encima de esos niveles, lo que puede explicarse por presencia geogénica o por uso de algunos plaguicidas en la región. Existe un perfil similar al comparar las concentraciones en porcentaje de metales pesados que se encuentran en la leche humana y el agua consumida por las madres ($\chi^2=14,36$). Las concentraciones en porcentaje de metales en la leche humana y en el suelo mostraron diferentes perfiles ($\chi^2=635,05$). Las concentraciones en porcentaje de metales en los perfiles del suelo y el agua fueron también diferentes ($\chi^2=721,78$). En base a estos datos, el análisis estadístico, evidencia una clara similitud entre el perfil de la distribución de metales pesados en la leche materna y el agua de abastecimiento, apuntando que los cambios en las concentraciones de metales pesados en el agua pueden afectar las concentraciones en la leche humana. Esta relación no se ha establecido entre el perfil de los metales pesados del suelo y la leche humana. Las relaciones que se encuentran en las matrices estudiadas son relevantes, teniendo en cuenta los parámetros que pueden presentar interacciones medioambientales y humanos. Otros estudios deben realizarse para confirmar la asociación entre el perfil de concentraciones de metales en el agua potable y la leche materna, en busca de la confirmación de un indicador ambiental de la contaminación por metales que pueda ser utilizado en los bancos de leche humana.

Palabras-clave: metales pesados, leche humana, agua de abastecimiento, suelo, concentraciones de metales, matrices ambientales, Conceição das Alagoas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Vias de transição de poluentes orgânicos em lactantes.....	51
Figura 02. Localização do município de Conceição das Alagoas na região oeste do Estado de Minas Gerais, Brasil.....	91
Figura 03. Digestão das amostras de leite em ácido nítrico a 65%, em bombas de teflon por 16 horas, no Laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.....	94
Figura 04. Filtração e diluição das amostras uma vez digeridas, preparação das amostras para leitura de metais pesados, no Laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.....	94
Figura 05. Representação gráfica dos pontos geográficos das coletas de solo em Conceição das Alagoas, MG, Brasil.....	99
Figura 06. Idade média das mães de Conceição das Alagoas.....	106
Figura 07. Paridade das mães de Conceição das Alagoas participantes do estudo....	107
Figura 08. Média de filhos entre as Múltiparas.....	107
Figura 09. Diminuição da taxa de fecundidade do Estado de Minas Gerais entre 1970 e 2000.....	108
Figura 10. Diminuição da taxa de fecundidade do Brasil entre 1940 e 2000.....	108
Figura 11. Idade de internadas em 2007 relacionadas à gravidez, parto e puerpério..	109
Figura 12. Condições de nascimento entre 1997 a 2006.....	110
Figura 13. Indicadores de Atenção Básica de 2002 a 2007.....	110
Figura 14. Despesa total do município com saúde por habitante entre 2004 a 2007...	111
Figura 15. Intervalo Gestacional.....	112
Figura 16. Distribuição das mães nas áreas urbanas e rurais do município.....	112
Figura 17. Estado civil das mães.....	113
Figura 18. Mães que trabalham.....	113
Figura 19. Preocupação das mães com a alimentação durante a gestação.....	114

Figura 20. Atividades físicas realizadas pelas mães.....	115
Figura 21. Ingestão de água pelas mães durante a gravidez.....	115
Figura 22. Tipo de abastecimento de água para moradores de Conceição das Alagoas.....	116
Figura 23. Preocupação das mães com seu peso durante a gravidez.....	116
Figura 24. Mães e o fumo.....	117
Figura 25. Utilização de medicamentos não prescritos pelas gestantes.....	117
Figura 26. Porcentagem de nutrízes.....	118
Figura 27: Medianas das concentrações de metais (Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn) no leite materno.....	124
Figura 28: Medianas das concentrações de metais (Ni, Pb, Sn, Zn) no leite materno.	125
Figura 29. Concentração de metais pesados (As, Be, Cd, Co, Cr e Cu) na água de abastecimento em Conceição das Alagoas, MG, Brasil.....	129
Figura 30. Concentração de metais pesados (Fe, Hg, Mn, Ni, Pb e Sn) na água de abastecimento em Conceição das Alagoas, MG, Brasil.....	130
Figura 31. Concentração de metais pesados (Ti, V e Zn) na água de abastecimento em Conceição das Alagoas, MG, Brasil.....	131
Figura 32. Análise granulométrica dos solos de Conceição das Alagoas, MG, Brasil.....	134
Figura 33 A, B, C, D, E, F. Mediana das concentrações de metais encontrados no solo de Conceição das Alagoas, MG, Brasil.....	138
Figura 34. Valores médios de pH na agricultura e nas hortas em Conceição das Alagoas.....	139
Figura 35: Perfil da concentração em porcentagem de metais pesados no leite materno e na água.....	141
Figura 36: Perfil da concentração em porcentagem de metais pesados no leite materno e no solo.....	143
Figura 37: Perfil da concentração em porcentagem de metais pesados no solo e na água distribuída.....	145

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Constituintes qualitativos do leite materno.....	43
Tabela 02. Constituintes quantitativos do leite materno nos diferentes tempos de produção.....	44
Tabela 03. Limites de detecção de metais.....	95
Tabela 04. Pontos geográficos de cada amostra de solo de Conceição das Alagoas, MG, Brasil.....	98
Tabela 05. Limite de detecção de metais no solo.....	100
Tabela 06. Concentrações de metais pesados no leite humano durante a produção de colostro, leite de transição e leite maduro.....	120
Tabela 07. Tabela comparativa entre os valores de metais encontrados na água em Conceição das Alagoas, no Brasil e Simcoe, Canadá. Todos os valores são apresentados como µg/L.....	126
Tabela 08. Os valores máximos da concentração permitida pela OMS (2008) e pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde para os diferentes metais pesados na água de abastecimento. Todos os valores estão em µg/L.....	127
Tabela 09. Correlações entre os diferentes metais pesados encontrados na água distribuída em Conceição das Alagoas, Minas Gerais, Brasil.....	133
Tabela 10. Tipos de solo em cada área amostrada de acordo com a escala de Atterberg modificado (IBGE, 2007).....	134
Tabela 11. Mediana das concentrações de metais no solo de Conceição das Alagoas.....	135
Tabela 12. Valores Orientadores para Solo no Estado de São Paulo (CETESB, 2005).....	137
Tabela 13. Valores de mediana, concentrações máximas e mínimas e porcentagem da quantidade total de metais pesados em diferentes matrizes (leite materno, água e solo) de Conceição das Alagoas, MG, Brasil.....	140

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PAF	Platelet activating factor
AAP	American Academy of Pediatrics
ACPO	Associação de Combate aos Poluentes
ANOVA	Análise de Variância
APHA	American Public Health Association
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BHE	Barreira hematoencefálica
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CSF	Cerebrospinal fluid
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
DATASUS	Banco de dados do Sistema Único de Saúde
DF	Distrito Federal
DMT1	Divalent metal transporter 1
DNA	Deoxyribonucleic acid
EDTA	Ethylenediaminetetraacetic acid
EERP/USP	Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo
FIOCRUZ	Fundação Osvaldo Cruz
FRX	Fluorimetria de raio X
GSH	Glutathione
HCFMRP/USP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo
IARC	International Agency for Research on Cancer
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICP-MS	Inductively coupled plasma mass spectroscopy
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
MG	Minas Gerais
MS	Mato Grosso do Sul

NBCAL	Norma Brasileira de Comercialização de Alimentos para Lactantes e Criança de 1º infância, Bicos, chupetas e mamadeiras
NF-kB	Nuclear Factor – kappa B
OMS	Organização Mundial de Saúde
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
QI	Quociente de Inteligência
RBBLH	Rede Brasileira de Banco de Leite Humano
SNC	Sistema Nervoso Central
SUS	Sistema Único de Saúde
TfR	Transferrin receptor
TTR	Transthyretin
UN	United Nations
UNFPA	United Nations Population Fund
UNICEF	United Nations Children's Fund
UV	Ultravioleta
vs	Versus
WHO	World Health Organization

LISTA DE SÍMBOLOS

χ^2	Qui-quadrado
5HT _{1A}	5 hidroxitriptamina _{1A}
5HT _{2A}	5 hidroxitriptamina _{2A}
5HT _{2C}	5 hidroxitriptamina _{2C}
5HT ₃	5 hidroxitriptamina ₃
Atp7A	ATPase, Cu ⁺⁺ transporting, alpha polypeptide
Atp7B	ATPase, Cu ⁺⁺ transporting, beta polypeptide
Bcl ₂	B-cell lymphoma ₂
CD95	Cluster Differentiation Antigen-95
Ctr1	Copper transporter ₁
IFN- δ	Interferon - gamma
IgA	Imunoglobulina A
IgE	Imunoglobulina E
IL-1	Interleucina-1
IL-10	Interleucina-10
IL-12	Interleucina-12
IL-1 β	Interleucina-1beta
IL-2	Interleucina-2
IL-6	Interleucina-6
IL-8	Interleucina-8
MT-3	Metalotioneína-3
p38	Proteína 38
p53	Proteína 53
PGE ₁	Prostaglandina E ₁
PGE ₂	Prostaglandina E ₂
T ₃	Hormônio da Tireóide ₃
T ₄	Hormônio da Tireóide ₄

TGF- β	Transforming growth factor beta
TGF- β 1	Transforming growth factor beta ₁
TGF- β 2	Transforming growth factor beta ₂
Th1	Células T helper ₁
Th2	Células T helper ₂
TNF- α	Tumor necrosis factor alpha

Químicos

Ag	Prata
Al	Alumínio
As	Arsênio
Ba	Bário
Bi	Bismuto
Ca	Cálcio
Cd	Cádmio
Ce	Césio
Cl	Cloro
Co	Cobalto
Cr	Cromo
Cu	Cobre
Fe	Ferro
Ga	Gálio
Hf	Háfênio
Hg	Mercúrio
I	Iodo
K	Potássio
La	Lantânio
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio

Na	Sódio
Nb	Nióbio
Nd	Neodímio
Ni	Níquel
P	Fósforo
Pb	Chumbo
Pd	Paládio
Pt	Platina
Rb	Rubídio
Sb	Antimônio
Sc	Escândio
Se	Selênio
Sm	Samário
Sn	Estanho
Sr	Estrôncio
Ta	Tantálio
Te	Telúrio
Th	Tório
Ti	Titânio
Tl	Tálio
U	Urano
V	Vanádio
W	Tungstênio
Y	Ítrio
Yb	Ítérbio
Zn	Zinco
Zr	Zircônio
CrO_4^{2-}	Cromato
HCrO_4^-	Hidrocromato
Hg_2Cl_2	Cloreto de mercúrio

HNO_3	Ácido nítrico
$\text{Li}_2\text{B}_2\text{O}$	Borato de lítio
LiBO	Borato de lítio
MeHg	Metilmercúrio
$\text{Na}_6\text{O}_{18}\text{P}_6$	Polimetafosfato de sódio

Unidades de medida

μg	Micrograma
$\mu\text{g/L}$	Micrograma por litro
μm	Micrometro
$^\circ\text{C}$	Graus centígrados
cm	Centímetros
g	Gramas
g/m^3	Gramas por metro cúbico
kg	Quilograma
Km	Quilômetro
mg/kg	Milígrama por quilograma
mL	Mililitro
mL/dia	Mililitro por dia
mm	Milímetro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	27
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	31
2.1. ALEITAMENTO MATERNO.....	31
2.1.1. ALEITAMENTO COMO CUIDADO.....	31
2.1.2. POLÍTICA NACIONAL PARA O ALEITAMENTO MATERNO.....	34
2.1.2.1. REDE AMAMENTA BRASIL.....	35
2.1.2.2. REDE BRASILEIRA DE BANCOS DE LEITE HUMANO.....	35
2.1.2.3. INICIATIVA HOSPITAL AMIGO DA CRIANÇA.....	36
2.1.2.4. PROTEÇÃO LEGAL AO ALEITAMENTO MATERNO.....	36
2.1.2.5. MOBILIZAÇÃO SOCIAL.....	37
2.1.2.6. MONITORAMENTO DOS INDICADORES DE ALEITAMENTO MATERNO.....	37
2.1.3. MÃES E O ALEITAMENTO.....	38
2.2. LEITE MATERNO.....	41
2.2.1. COMPONENTES IMUNOLÓGICOS DO LEITE HUMANO.....	42
2.2.2. FASES DA PRODUÇÃO DO LEITE MATERNO.....	45
2.2.3. MEDICAMENTOS CONTAMINANTES DO LEITE MATERNO.....	48
2.2.4. TOXICANTES.....	50
2.2.5. METAIS PRESENTES NO LEITE MATERNO.....	52
2.2.6. METAIS PESADOS.....	54
2.2.6.1. CHUMBO.....	58
2.2.6.2. MERCÚRIO.....	61
2.2.6.3. COBRE.....	64
2.2.6.4. CÁDMIO.....	66
2.2.6.5. CROMO.....	70
2.2.6.6. ZINCO.....	72
2.2.6.7. MANGANÊS.....	73
2.3. ÁGUA.....	77
2.3.1. ÁGUA E POPULAÇÕES.....	77
2.3.2. METAIS PESADOS NA ÁGUA.....	80

2.4. SOLO.....	82
2.4.1. FORMAÇÃO DO SOLO.....	82
2.4.2. METAIS PRESENTES NO SOLO.....	84
3. OBJETIVOS.....	89
3.1. OBJETIVO GERAL.....	89
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	89
4. METODOLOGIA.....	91
4.1. LOCAL DE ESTUDO.....	91
4.2. LEITE MATERNO.....	92
4.2.1. SUJEITOS DA PESQUISA.....	92
4.2.2. COLETA DAS AMOSTRAS.....	92
4.2.3. CRONOLOGIA DAS COLETAS DO LEITE.....	93
4.2.4. PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	93
4.2.5. ANÁLISE DOS DADOS.....	95
4.3. ÁGUA.....	96
4.3.1. COLETA DAS AMOSTRAS.....	96
4.3.2. PREPARO DAS AMOSTRAS.....	96
4.3.3. ANÁLISE DOS DADOS.....	97
4.4. SOLO.....	97
4.4.1. COLETA DE SOLOS.....	97
4.4.2. PREPARO DAS AMOSTRAS.....	98
4.4.3. MEDIDA DO PH.....	101
4.4.4. SEPARAÇÃO DE FRAÇÕES MAIORES DE 2MM.....	101
4.4.5. MEDIDA DE GRANULOMETRIA.....	102
4.4.6. ANÁLISE QUÍMICA POR FLUORIMETRIA DE RAIO X.....	102
4.4.7. ANÁLISE DOS DADOS.....	103
4.5. RELAÇÃO ENTRE AS MATRIZES.....	103
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	106
5.1. FATORES SÓCIO-AMBIENTAIS E POLÍTICA DE ALEITAMENTO DO MUNICÍPIO.....	106
5.2. LEITE MATERNO.....	117

5.3. CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS NO LEITE HUMANO.....	119
5.4. METAIS PESADOS NA ÁGUA.....	126
5.5. TIPOS DE SOLO.....	133
5.6. METAIS PESADOS NO SOLO.....	136
5.7. PH.....	139
5.8. RELAÇÕES ENTRE AS MATRIZES.....	140
6. CONCLUSÕES.....	147
6.1. METAIS PESADOS NA ÁGUA.....	147
6.2. METAIS PESADOS NO LEITE.....	148
6.3. METAIS PESADOS NO SOLO.....	148
6.4. RELAÇÕES ENTRE AS DIFERENTES MATRIZES.....	148
7. PROPOSTAS DE CONTINUIDADE.....	151
8. PRODUÇÃO CIENTÍFICA DERIVADA DESTE PROJETO.....	153
8.1. ARTIGOS ENCAMINHADOS.....	153
8.2. TRABALHOS APRESENTADOS EM CONGRESSOS.....	153
8.2.1. ORAIS.....	153
8.2.2. PÔSTERES.....	154
8.3. RESUMOS PUBLICADOS EM ANAIS DE EVENTOS.....	155
REFERÊNCIAS.....	157
APÊNDICE A.....	188
APÊNDICE B.....	189
APÊNDICE C.....	191
APÊNDICE D.....	192
APÊNDICE E.....	193
APÊNDICE F.....	194
ANEXO A.....	195

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O recente crescimento populacional e o desenvolvimento econômico têm intensificado os problemas associados com a degradação da terra, poluição, urbanização e os efeitos das mudanças climáticas sobre grandes áreas superficiais, gerando maior preocupação sobre o estado ambiental. A velocidade e a escala dos impactos das atividades humanas têm aumentado com o tempo, representando uma ameaça de ruptura ecológica global (PLANT et al., 2001; BARNABY, 1987).

A consequência mais impactante das mudanças ambientais globais é a erosão dos sistemas de suporte à vida na Terra. Apesar de crescente, essa temática ainda recebe poucas iniciativas realmente importantes que desenvolvam a saúde e sobrevivência das espécies vivas, incluindo os humanos (McMICHAEL, 1993).

As pesquisas agora se voltam a estudar e compreender como as questões ambientais afetam as mudanças climáticas, a biodiversidade e a qualidade da água (SMEDLEY, 1999). Ainda, estudos começam a se voltar para a importância da sustentabilidade e influência das ações humanas sobre a própria população.

A degradação ambiental afeta negativamente a saúde humana através da exposição a bactérias, parasitas e vetores de doenças; agentes químicos (metais pesados, particulados ou pesticidas na água, alimentos, ar ou solo); e perigos físicos e de segurança (fogo, radiação e desastres naturais) (BOJÖ et al., 2001). Entretanto, a população mundial não é igualmente afetada. Em países em desenvolvimento, os principais riscos ambientais desencadeiam cerca de 18% das doenças, o dobro da proporção de países desenvolvidos (LVOVSKY, 2001).

A poluição e a contaminação do ar e da água são as principais fontes de doenças humanas. A diarreia, fortemente relacionada à águas contaminadas e

saneamento inadequado é a principal fator de mortalidade em crianças menores de 5 anos (UN MILLENNIUM PROJECT, 2005a; WHO AND UNICEF, 2000). Na maioria dos países em desenvolvimento, de 90 a 95% de todo o esgoto e 70% do resíduo industrial são despejados em águas de superfície (UNFPA, 2001). Metais pesados são assim acumulados e passam a ser contaminantes da água, ar e alimentos que serão consumidos (UN MILLENNIUM PROJECT, 2005b).

As atividades humanas são a principal causa da maioria das alterações ambientais e podem ocorrer de forma direta ou indireta. Sem a compreensão dos fatores de alterações ambientais, se torna difícil e mais complexo projetar estratégias efetivas para o desenvolvimento de políticas ambientais relacionadas à saúde pública (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2004).

De um modo geral, a população vem sofrendo efeitos na saúde relacionados com as alterações ambientais. Dentre os grupos mais vulneráveis aos efeitos da contaminação na população, destacam-se as crianças como as mais impactadas (ALVES, 2006). Na primeira infância, os efeitos da exposição a condições ambientais adversas representam uma preocupação no âmbito da saúde pública.

Diversas políticas públicas desempenham um papel de relevância para a proteção da saúde na infância, visando a redução na mortalidade infantil, que representa um dos indicadores mais relevantes e determinantes na saúde das populações (MENDONÇA, 2002; BRASIL, 2004).

Dentre as políticas de proteção à saúde da criança, podem ser destacadas as políticas de fortalecimento ao aleitamento materno, como meio de assegurar o crescimento e desenvolvimento protegido do lactente nos primeiros meses de vida (BRASIL, 2009a).

O leite materno é a única fonte completa de nutrientes para as necessidades da criança, sendo considerado o melhor alimento no primeiro ano de vida (DEWEY et al., 1990; MONTEIRO et al., 1990; VICTORA, 1996, 1992).

O leite humano é um fluido biológico complexo que apresenta grande variabilidade na sua composição, sendo influenciado por diferentes fatores, dentre os quais podem ser destacadas as diferentes condições ambientais às quais as lactantes estejam ou foram expostas ao longo da vida, no período gestacional ou mesmo no puerpério (BENEMARYIA et al., 1995; CONI et al., 1990; DÓREA, 2000; GROSS et al., 1998; OLIVEIRA, 2003).

Poluentes ambientais, como substâncias orgânicas ou inorgânicas podem estar presentes no leite materno (NICKERSON, 2006). Os metais pesados se destacam entre os contaminantes que podem ser transmitidos via leite materno para as crianças. No leite materno há metais essenciais para o desenvolvimento da criança, como ferro, cobre, manganês e zinco, mas além desses componentes, pode conter metais tóxicos, como cádmio, chumbo, cromo e mercúrio (NASCIMENTO et al., 2005).

A contaminação do leite materno pelos metais pesados pode ter como origem a ingestão de água ou alimentos oriundos de solos contaminados por esses metais (NICKERSON, 2006).

Nesse contexto, considera-se de extrema importância a avaliação da composição de metais pesados no leite materno, enfatizando a influência de outras matrizes ambientais que fazem parte do cotidiano das lactantes e lactentes e que podem afetar direta e indiretamente a saúde desses grupos populacionais.

REVISÃO DA LITERATURA

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. ALEITAMENTO MATERNO

A origem da formação biológica dos indivíduos é diretamente relacionada com as substâncias que entram no organismo das pessoas a partir do ambiente externo, como água, ar e os alimentos. Para o lactente, o corpo da mãe representa muito do meio ambiente no qual ele está se inserindo, por isso, as influências ambientais sobre a lactante vão ser muito mais intensas na criança (NICKERSON, 2006).

O aleitamento materno é um afetivo instrumento de transferência de nutrientes, de vitaminas e de imunidade da mãe ao filho. Envolve uma forma consciente de doação da forma materna de ver, sentir e receber o mundo, significando um meio de apresentar o ambiente externo de uma forma progressiva, estabelecendo uma conexão muito intensa entre a mãe e o lactente.

2.1.1. ALEITAMENTO COMO CUIDADO

Durante a gravidez ocorre o primeiro momento de entrega da mãe ao filho, a partir do momento em que ela inicia seu auto-cuidado visando que o feto não sofra influências negativas, como traumas e agravos, por exposição a substâncias que possam prejudicá-lo. Por isso, ao cuidar de si, conseqüentemente a mãe cuida do feto e assim, a gravidez torna-se uma forma “indireta” de cuidado, quando comparada com a fase do aleitamento. No aleitamento então, ocorre o segundo momento em que a mãe se entrega para o filho, sendo uma ação voluntária e racional, sua manutenção diária demonstra uma atividade muito mais ativa da mãe em relação ao filho. Amamentar é um ato sublime de se doar ao filho, seja pelos

nutrientes, pela proteção, pelo carinho, atenção e também pelo tempo de contato dessa mãe com seu filho.

O contato pele a pele parece ser muito importante para a relação da mãe com seu recém-nascido, promovendo também alguns eventos hormonais. Como resultado desse estímulo do toque, do cheiro, a mãe tem sua via vagal ativada sendo estimulada a produção de ocitocina, hormônio que também estimula a saída e ejeção do leite. Esse hormônio parece fazer com que a temperatura das mamas aumente e assim, o bebê também se aqueça, fazendo com que esse contato se torne um local seguro e confortável. A ansiedade da mãe também é reduzida pela ação da ocitocina deixando-a mais calma pelo aleitamento, transformando-a em uma pessoa que desempenha um papel de responsividade social, assim, a ocitocina é um desencadeador de benefícios para ambos os envolvidos (MERCER et al., 2007; UVNÄS-MOBERG, 1998; TOMA; REA, 2008).

O aleitamento materno também pode trazer benefícios às nutrizes, uma vez que mães que amamentam por mais tempo apresentam um risco 66 % menor de desenvolverem câncer de mama. Também, tem sido demonstrado que as mulheres que foram amamentadas quando crianças apresentam menor índice de câncer de mama, somando-se então mais esse benefício à atividade de aleitamento (TOMA; REA, 2008). Além disso, considera-se que o tempo de aleitamento também está relacionado à diminuição do peso pós-parto, havendo uma diminuição de 0,44 kg por mês de amamentação (KAC et al., 2004).

O aleitamento materno pode ser percebido como um veículo de comunicação entre o sistema imunológico materno e o infantil. É um sistema ativo direcionando e educando o sistema metabólico, imunológico e a microflora do recém-nascido, enquanto confere múltiplas proteções contra patógenos. Os constituintes

imunológicos e não imunológicos encontrados no leite materno promovem o desenvolvimento imunológico, facilitando o desenvolvimento da tolerância e regulando a resposta inflamatória dos lactentes (FIELD, 2005).

A amamentação precoce pode reduzir a mortalidade neonatal como demonstrado por Edmond e colaboradores (2006) em uma pesquisa realizada em Gana, onde foi verificado que essa mortalidade foi reduzida em 16,3% para as crianças que receberam leite materno no primeiro dia e 22,3% para os recém nascidos que tiveram acesso ao leite materno na primeira hora após o nascimento. Uma das causas que explicam essa redução está no fato que as mães que amamentam logo após o parto apresentam chances maiores de serem bem sucedidas na amamentação, ocorrendo também que o colostro acelera a maturação do epitélio intestinal e promove sua proteção. Além disso, há a prevenção da hipotermia quando há o contato pele a pele (TOMA; REA, 2008).

O tipo de leite oferecido à criança é de muita importância na proteção contra diarreias e doenças respiratórias. Crianças amamentadas exclusivamente com leite materno por um mês apresentam um risco 14 vezes menor de morrer por diarreia no primeiro ano de vida que aquelas de amamentação não exclusiva. Se o período for de apenas 2 meses de amamentação, esse risco diminui 23 vezes. Um dos motivos para isso é a produção e liberação no leite materno da imunoglobulina A (IgA) que se mantém ativa nas mucosas respiratórias e gastrointestinais e é resistente à digestão proteolítica. Esse anticorpo consegue impedir que patógenos se fixem nas células das crianças e também limitam os efeitos dos processos inflamatórios (JACKSON; NAZAR, 2006; TOMA; REA, 2008).

Kramer e Kakuma (2002) concluíram, a partir de uma revisão sistemática da literatura, que o período ideal para o aleitamento exclusivo seja de pelo menos 6

meses, período mínimo no qual os lactentes apresentam menor morbidade por infecções intestinais e nenhum déficit de crescimento, independentemente de serem de países desenvolvidos ou em desenvolvimento. Cabe destacar que, em situações onde o estoque de ferro no neonato se apresenta baixo, a situação hematológica desse lactente pode ser comprometida, além disso, essas mães que amamentam exclusivamente por seis meses ou mais apresentam uma maior amenorréia lactacional (KRAMER; KAKUMA, 2004).

O aleitamento materno, quando bem orientado, desejado, entendido e aplicado gera múltiplos benefícios diretos para o lactente e para a lactante, e também inúmeros benefícios indiretos que podem ser observados na sociedade, como diminuição dos problemas da fala, da deglutição, da nutrição, diminuição de internações e, portanto, do uso de recursos utilizados na saúde, podendo então gerar economia que pode ser revertida em outras ações mais necessitadas. A partir daí então, ocorreu a criação, organização e implementação de políticas para o aleitamento materno no país e tem encontrado uma boa aceitação junto à população (REA, 2003).

2.1.2. POLÍTICA NACIONAL PARA O ALEITAMENTO MATERNO

No Brasil, o Ministério da Saúde recomenda o aleitamento materno exclusivo nos primeiros 6 meses de vida (BRASIL, 2002), tendo desenvolvido uma política nacional de promoção, proteção e apoio ao aleitamento materno que abrange as seguintes estratégias (BRASIL, 2009^a):

2.1.2.1. Rede Amamenta Brasil

A Rede Amamenta Brasil promove, protege e apóia a prática do aleitamento materno na Atenção Básica, por meio de revisão e supervisão do processo de trabalho interdisciplinar nas unidades básicas de saúde, apoiada nos princípios da educação permanente em saúde, respeitando a visão de mundo dos profissionais e considerando as especificidades locais e regionais (BRASIL, 2009b).

2.1.2.2. Rede Brasileira de Bancos de Leite Humano

A Rede Brasileira de Bancos de Leite Humano (RBBLH) utiliza a maior e mais complexa rede de Bancos de Leite Humano do mundo, para oferecer leite materno de mães voluntárias a lactentes que não podem utilizar os leites de suas próprias nutrizes. A rede tem por objetivos:

- Promover, Proteger e Apoiar o Aleitamento Materno;
- Coletar e Distribuir Leite Humano de Qualidade Certificada;
- Contribuir para a Redução da Mortalidade Infantil;
- Somar esforços ao Pacto Nacional pela Redução da Mortalidade Materna e Neonatal.

A RBBLH é composta por 199 unidades em operação e outras em fase de implantação. No ano de 2009 foram distribuídos 124.616,90 litros de leite humano pasteurizado, com qualidade certificada, a 147.395 recém-nascidos internados em unidades de terapia intensiva, o que envolveu a participação de 151.759 mães que integram voluntariamente o programa de doação. Além disso, neste mesmo período, foram atendidas 1.254.388 de gestantes e nutrizes que recorreram aos Bancos de Leite em busca de apoio para amamentar (FIOCRUZ, 2009). Além disso, apresenta uma política de integração e disposição de formar uma rede ibero-americana, como

visto pela assinatura da Carta de Brasília 2005, ratificada pela assinatura da Carta de Brasília 2010, ocorrida durante o I Congresso Ibero-americano de Banco de Leite Humano, ocorrido entre 28 a 30 de setembro de 2010, em Brasília, com a presença de representantes de 24 países (FIOCRUZ, 2010).

2.1.2.3. Iniciativa Hospital Amigo da Criança

Nessa estratégia, está envolvida a adesão aos “Dez Passos para o Sucesso do Aleitamento Materno” que são recomendações que favorecem a amamentação a partir de práticas e orientações com apoio da comunidade nos seguintes períodos:

- Pré-natal;
- Atendimento à mãe e ao recém-nascido ao longo do trabalho de parto;
- Parto;
- Internação após o parto e nascimento;
- Retorno ao domicílio.

Outro aspecto a ser destacado dessa estratégia é a adesão ao Código Internacional de Comercialização dos Substitutos do Leite Materno (no caso do Brasil, a NBCAL-Norma Brasileira de Comercialização de Alimentos para Lactentes e Crianças de Primeira Infância, Bicos, Chupetas e Mamadeiras) pelas maternidades certificadas (BRASIL, 2006a).

2.1.2.4. Proteção legal ao aleitamento materno

A Lei 11.265 de 03 de janeiro de 2006 que regulamenta a comercialização de alimentos para lactentes e crianças de primeira infância e também a de produtos de puericultura correlatos (BRASIL, 2006b).

A Lei 11.770 de 09 de setembro de 2008 que estabelece a licença maternidade de seis meses, sem prejuízo do emprego e do salário, para as funcionárias públicas federais, ficando a critério dos estados, municípios e empresas privadas a adoção desta Lei (BRASIL, 2008).

2.1.2.5. Mobilização social

A mobilização social procura aumentar os índices de aleitamento sensibilizando novas doadoras de leite materno, por esse motivo, o Brasil comemora oficialmente a cada ano a Semana Mundial da Amamentação que ocorre entre os dias 01 e 07 de agosto e o Dia Nacional de Doação de Leite Humano em 01 de outubro.

2.1.2.6. Monitoramento dos indicadores de aleitamento materno

Medir as prevalências de aleitamento materno é uma forma de avaliação do impacto das ações de promoção, proteção e apoio desenvolvidas. Exemplo disso foi a II Pesquisa de Prevalência de Aleitamento Materno nas Capitais Brasileiras e Distrito Federal (BRASIL, 2009c) que mostrou a prevalência de 41% de aleitamento exclusivo em menores de 6 meses, tendo uma mediana de 54,1 dias e duração mediana de aleitamento de 341,6 dias, além de que 67,7% das crianças analisadas mamaram na primeira hora.

Tendo em vista que em 1986, a Pesquisa Nacional sobre Mortalidade Infantil e Planejamento Familiar mostrou um aleitamento materno exclusivo de apenas 3,6% das crianças brasileiras menores de 4 meses (MONTEIRO, 1997), aumentando para 35,6% em 1999 (BRASIL, 2001), no inquérito sobre amamentação durante a Campanha Nacional de Vacinação em todas as capitais brasileiras (exceto o Rio de

Janeiro) e Distrito Federal, chegando a 51,2% na pesquisa mais recente (BRASIL, 2009c), significando o fortalecimento de uma política nacional voltada para o aleitamento exclusivo.

Na Espanha, pela Pesquisa Nacional de 2001, o aleitamento ocorria em pouco mais de 60% das lactantes 6 semanas após o parto e somente 23% mantinham o aleitamento após 6 meses. Na pesquisa da região da Andaluzia, em 2004, apenas 37,4% das crianças receberam aleitamento exclusivo no primeiro mês, diminuindo para 19,0% no segundo mês, chegando a 13,5% no quarto mês e 4,8% exclusivo e 27,7% somando o aleitamento exclusivo e parcial no sexto mês (MALDONADO et al., 2005). É evidente pela evolução dos números que parece não haver uma política na Espanha para o aleitamento materno.

Em Portugal, o Inquérito Nacional de Saúde 2005/2006 mostrou que 52% das mães portuguesas mantinham o aleitamento exclusivo aos 3 meses. Aos seis meses, o inquérito indicou o aleitamento em 28% das mães (LISBOA, 2007). Os inquéritos anteriores não contemplavam Portugal como um todo, mas os números indicam uma melhoria nos indicadores de aleitamento inclusive o exclusivo. Dessa forma, parece que há nesse país ibérico um fortalecimento das políticas de aleitamento materno.

2.1.3. MÃES E O ALEITAMENTO

Além das políticas relacionadas ao aleitamento materno, parece ser recomendável após 6 meses de aleitamento exclusivo que sejam introduzidas outras formas de alimento, embora a amamentação deva ser mantida, uma vez que 500ml de leite materno diariamente são capazes de fornecer 75% das necessidades de

energia, 50% das necessidades de proteína e 95% das necessidades de vitamina A e uma intensa proteção imunológica (TOMA; REA, 2008).

As crianças são capazes de se auto-regular com relação à ingesta de calorias, e por isso, recebendo alimentos de outras fontes, deixarão de buscar a mamada. Por isso, é importante a recomendação do não uso de mamadeiras, uma vez que esses utensílios substituem mais a amamentação que os alimentos oferecidos em copos ou colheres. Outra ação importante visando a nutrição da criança é não forçar a alimentação do lactente. Além disso, se a criança recusa os alimentos diferentes que estão sendo introduzidos, eles podem ser oferecidos antes das mamadas (TOMA; REA, 2008).

CANDEIAS (1983) demonstrou que em mulheres de baixa renda a duração da amamentação é dependente da idade da mãe, ocorrendo menos nas menores de 29 anos e por mais tempo nas maiores de 30. Ainda, nas mães com menos de 29 anos, as que tinham um intervalo intergestacional menor de 23 meses amamentavam menos que as que tinham o intervalo maior de 24 meses e nas mulheres acima de 30 anos, as analfabetas ou com até 4 anos de estudo amamentavam por um período até 3 vezes mais que as mulheres com mais tempo de estudo.

Em um estudo realizado por Rea e Cuckier (1988) com mães de São Paulo foi demonstrado que as principais razões pelas quais as mães deixam de amamentar foram: porque o lactente não quis mais; pela diminuição na produção do leite; pelo trabalho fora de casa e pela conveniência da mãe que não quer só amamentar.

Mulheres que amamentam apresentam menos sintomas de depressão nas primeiras 6 semanas de lactação, mas não ocorre essa correlação inversa na 12ª semana de amamentação, além disso, esses sintomas diminuiram mais em

mulheres que pararam de amamentar do que as que continuaram (HATTON et al., 2005). Isso pode ser entendido pelas evidências que sugerem que as vias serotoninérgicas contribuem para a produção e liberação de ocitocina através dos receptores 5HT_{1A}, 5HT_{2A} e 5HT_{2C} e liberação de prolactina pelos receptores 5HT_{2A}, 5HT_{2C} e 5HT₃ (RAAP; KAR, 1999).

Parece haver uma diferença nos índices de QI entre as crianças que são amamentadas exclusivamente até os 6 meses e as que não são. O desenvolvimento cerebral das crianças está envolvido com o metabolismo de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa presentes no leite materno, mas ausente no leite de vaca e nos complementos alimentares infantis (ácido docosahexaenóico e ácido araquidônico). Essa diferença nos índices de QI permanece mesmo após o crescimento e por toda a vida adulta. Em experimentos animais, a ausência desses ácidos graxos foi determinante para que os animais demonstrassem déficits neuronais, incluindo anormalidades sensoriais e de memória. Já animais com suplementação desses ácidos graxos mostraram uma maior capacidade de aprendizagem, de memória e resolução de problemas. Parecem influenciar fortemente a neurotransmissão eficiente, e estão envolvidos no crescimento neurítico, arborização dendrítica e regeneração neuronal após lesões celulares (CASPI et al., 2007).

Os níveis de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa no leite materno de mulheres com parto pré-termo é maior do que nas mulheres com parto a termo. Isso pode ser uma resposta fisiológica como um mecanismo de compensação para que se ofereça ao lactente prematuro esse nutriente para que não seja afetado seu desenvolvimento frente aos lactentes não prematuros (BOKOR et al., 2007).

Araújo e colaboradores (2004) mostraram que o custo de complementação da alimentação de uma mãe para que ela possa amamentar é de 21% a menos que se fosse gasto em leite de vaca e de 75% a menos do que seria gasto em fórmulas infantis, na cidade de Brasília, DF, Brasil, evidenciando que também na perspectiva econômica tem-se vantagem com a amamentação exclusiva.

Além dos aspectos mais técnicos, também é muito importante a compreensão pelos profissionais de saúde da complexidade do aleitamento materno, para que a mulher possa ser assistida e apoiada, para que consiga desempenhar de forma completa seus papéis sociais, como mulher-mãe-nutriz (SOUSA, 2006).

2.2. LEITE MATERNO

A primeira alimentação humana é constituída pelo leite materno e é a única fonte de nutrientes para as necessidades da criança, sendo por isso considerado seu melhor alimento (DEWEY et al., 1990; MONTEIRO et al., 1990; VICTORA, 1996, 1992). Além disso, o leite materno apresenta uma importância muito grande na proteção imunológica, na adequação nutricional e no desenvolvimento psicológico e afetivo (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 1978, 1997).

O leite humano é um fluido biológico complexo composto de muitos constituintes distribuídos em alguns compartimentos, como soluções, colóides, membranas, glóbulos ligados a membranas e células (Tabela 01; Tabela 02). Os componentes do leite podem apresentar papéis diferentes, como a própria secreção, nutrição e proteção infantil e outras funções não essenciais (PICCIANO, 1998, 2001).

O leite materno apresenta uma grande variabilidade na sua composição, podendo ser influenciado por vários fatores, como nutrição materna, período de lactação, individualidade genética (BENEMARYIA et al., 1995; CONI et al., 1990; DÓREA, 2000; GROSS et al., 1998; OLIVEIRA, 2003). Além disso, para uma mesma mulher, há variações no decorrer da lactação, ao longo do dia e até mesmo durante uma mesma mamada, sendo que há variações entre o leite anterior e o leite posterior. Essas variações todas englobam tanto a diferença de concentração dos macro quanto dos micro nutrientes (EMMETT; ROGERS, 1997; PICCIANO, 2001; VALDÉS et al., 1996). Porém, não há muitos estudos que relacionem as diferentes concentrações de nutrientes que são desencadeadas pelos fatores socioeconômicos, estado nutricional e idade materna. Em um dos raros estudos sobre o tema, Costa e colaboradores (2002) não encontraram associação entre as condições socioeconômicas (condição de moradia, estado civil e renda familiar per capita) com os níveis de ferro e zinco de mães de recém-nascidos a termo.

2.2.1. COMPONENTES IMUNOLÓGICOS DO LEITE HUMANO

Os fatores de defesa contidos nos componentes do leite materno podem se dividir em 4 grupos: os antimicrobianos, anti-inflamatórios, imunomoduladores e os leucócitos (GRASSI et al., 2001).

Os fatores microbianos principais são a IgA, lactoferrina, lisozima, oligossacarídeos, mucina, fibronectina e o complemento. As substâncias com atividade anti-inflamatória são as citocinas (IL-1, IL-1 β , IL-2, IL-6, IL-8, IL-10, IL-12, TNF- α , TGF- β 1, TGF- β 2, PGE₂, IFN- δ , os antioxidantes (catalase, lactoferrina, alfa-tocoferol, beta-caroteno), as antiproteases (alfa₁-anti-tripsina e inibidor da elastase),

os fatores de crescimento, PGE₁, PGE₂, e a PAF-acetilhidrolase. No leite materno também podem ser identificados imunomoduladores diferentes (Tabela 01) como as citocinas, nucleotídeos, a PGE₂ e prolactina (GRASSI et al., 2001).

Tabela 01. Constituintes qualitativos do leite materno

Proteínas	Vitaminas Hidrofílicas	Carboidratos	Minerais e Íons
α-Lactalbumina	Biotina	Lactose	Bicarbonato
β-Lactoglobulina	Colina	Oligossacarídeos	Cálcio
Caseínas	Folato	Glicopeptídeos	Cloreto
Enzimas	Inositol	Fatores Bífidos	Citrato
Fatores de Crescimento	Niacina		Magnésio
Hormônios	Ácido Pantotênico	Lipídios	Fosfato
Lactoferrina	Riboflavina	Vitaminas Lipofílicas	Potássio
Lisosimas	Tiamina	Vitamina A e Caroteno	Sódio
IgA e outras Imunoglobulinas	Vitamina B ₁₂	Vitamina D	Sulfato
	Vitamina B ₆	Vitamina E	
Compostos Não-Proteicos Nitrogenados	Vitamina C	Vitamina K	Traços Minerais
a-Aminonitrogeno		Ácidos Graxos	Cromo
Creatina	Células	Fosfolipídios	Cobalto
Creatinina	Fragmentos Citoplasmáticos	Esteróis e Hidrocarbonos	Cobre
Glucosamina	Células Epiteliais	Triglicerídios	Fluor
Ácidos nucléicos	Leucócitos		Iodo
Nucleotídios	Linfócitos		Ferro
Poliaminas	Macrófagos		Manganês
Uréia	Neutrófilos		Molibdênio
Ácido Úrico			Níquel
			Selênio
			Zinco

Fonte: PICCIANO, 1998, 2001

Os anticorpos contidos no leite materno, quando comparados às do soro sangüíneo, apresentam diferenças quantitativas e qualitativas, sendo as concentrações de imunoglobulinas muito elevadas no colostro. Constituem a maior parte do conteúdo protéico do leite, podendo chegar a mais de 90% no primeiro dia de lactação, com declínio muito acentuado até o terceiro dia (GRASSI et al., 2001).

A lactante secreta no leite IgA específica, que protege a criança de patógenos que foi exposta durante toda sua vida. Os tecidos linfóides do intestino materno têm papel central neste sistema imune-enteromamário. Os antígenos ingeridos pela mãe estimulam as células plasmáticas intestinais que saem do sistema linfático para a

corrente sanguínea. Essas células são então transportadas para as glândulas exócrinas, onde são produzidas as imunoglobulinas A específicas. As IgAs ingeridas pelo lactente, protegem a superfície mucosa do trato gastrointestinal e respiratório da ação de vários patógenos (GRASSI et al., 2001).

Tabela 02. Constituintes quantitativos do leite materno nos diferentes tempos de produção

Compostos (para 100 g)	Colostro	Transição	Maduro
Água (g)	88,2	87,4	87,1
Proteína (g)	2	1,5	1,3
Lipídios (g)	2,6	3,7	4,1
Carboidratos (g)	6,6	6,9	7,2
Energia kcal	56	67	69
Nitrogênio total (g)	0,31	0,23	0,2
Ácido graxo saturado (g)	1,1	1,5	1,8
Ácido graxo monoinsaturado (g)	1,1	1,5	1,6
Ácido graxo poliinsaturado (g)	0,3	0,5	0,5
Colesterol (g)	31	24	16
Açúcares totais (g)	6,6	6,9	7,2
Na (mg)	47	30	15
K (mg)	70	57	58
Ca (mg)	28	25	34
Mg (mg)	3	3	3
P (mg)	14	16	15
Fe (mg)	0,07	0,07	0,07
Cu (mg)	0,05	0,04	0,04
Zn (mg)	0,6	0,3	0,3
Cl (mg)	N	86	42
Mn (mg)	Traços	Traços	Traços
Se (ug)	N	2	1
I (ug)	N	N	7
Retinol (ug)	155	85	58
Caroteno (ug)	135	37	24
Vitamina D (ug)	N	N	0,04
Vitamina E (ug)	1,3	0,48	0,34
Tiamina (mg)	Traços	0,01	0,02
Riboflavina (mg)	0,03	0,03	0,03
Niacina (mg)	0,1	0,1	0,2
Triptofano (mg)	0,7	0,5	0,5
Vitamina B6 (mg)	Traços	Traços	0,01
Vitamina B12 (mg)	0,1	Traços	Traços
Folato (ug)	2	3	5
Pantotenato (mg)	0,12	0,2	0,25
Biotina (ug)	Traços	0,2	0,7
Vitamina C (mg)	7	6	4

Fonte: EMETT; ROGERS, 1997

O principal mecanismo de proteção da IgA no lactente é sua capacidade de ligação a microrganismos e macromoléculas, impedindo sua aderência às superfícies mucosas, prevenindo então o contato de patógenos com o epitélio. As outras ações da IgA envolvem a neutralização das toxinas liberadas por patógenos e a prevenção da translocação bacteriana através da barreira epitelial, protegendo assim o recém nascido contra sepse. Essa proteção contra a translocação bacteriana parece ser muito eficiente. Nesta ação protetora, a presença de fatores do crescimento parece ser o mecanismo mais importante (GRASSI et al., 2001).

2.2.2. FASES DA PRODUÇÃO DO LEITE MATERNO

A produção do leite materno inicia-se entre a décima e a vigésima segunda semana de gestação e durante esse período, esse processo é chamado de fase inicial ou lactogênese I. Após o parto, quando há a diminuição dos níveis de progesterona, inicia-se a segunda fase, ou lactogênese II, quando ocorre um aumento na produção do leite pelas glândulas mamárias (ANDERSON; VALDÉS, 2007).

Durante a fase da lactogênese I, as células epiteliais das glândulas mamárias se diferenciam em lactócitos e então tem início sua capacidade de sintetizar componentes únicos do leite, como a lactose. Esse processo requer a presença de uma complexa presença de diferentes hormônios, como estrógenos, progesterona, prolactina e outros (PANG; HARTMANN, 2007).

Para a fase de lactogênese II, inicia-se a secreção copiosa de leite, associada com alterações principais na concentração de seus componentes. Entre o primeiro e o quinto dia da lactação, a concentração do sódio diminui mais de 50% e a

concentração de lactose aumenta mais de 100% no leite. Além disso, parece haver uma correlação entre o aumento da prolactina dosada no sangue e o aumento da concentração de lactose na urina durante as semanas de gestação. Também correlaciona-se inversamente a rápida queda na concentração de progesterona no dia do parto e o aumento da concentração de lactose no leite secretado (PANG; HARTMANN, 2007).

A secreção láctea que permanece até o sétimo dia pós-parto em média é classificada como colostro, com alta concentração protéica, de sódio e anticorpos. O leite produzido do sétimo ao 14º dia é chamado de leite de transição e após esse período, é classificado de leite maduro com produção de maior quantidade de açúcar e gordura (FEFERBAUM; FALCÃO, 2003).

Nos primeiros dias, durante a produção do colostro, o volume secretado varia de 37 a 169mL por dia, e durante o início da segunda fase, as mulheres podem produzir diariamente de 500 a 750mL. Então quando há a produção do leite maduro, essa quantidade pode chegar a 1000mL por dia, havendo casos de mães de gêmeos ou trigêmeos que produzem até 2000mL diariamente (ANDERSON; VALDÉS, 2007).

Durante a lactação, a prolactina é secretada principalmente pela hipófise anterior (LKHIDER et al., 1996; LKHIDER et al., 1997; IWASAKA et al., 2000) e é responsável pela regulação da síntese das proteínas do leite e pela manutenção da lactação (BALL et al., 1988; MCMANAMAN et al., 2000). A liberação da prolactina permanece sob controle inibitório do hipotálamo e é mediada em parte por dopamina, que é um neurotransmissor inibitório. A concentração sérica de prolactina aumenta mais de 20 vezes durante a gravidez, entretanto, nesse período, não há produção de leite porque os altos níveis de progesterona inibem sua ação sobre a

secreção do leite. Após o parto, nas mulheres que não amamentam, os níveis de prolactina se tornam basais em cerca de 2 a 3 semanas, mas nas mulheres que amamentam, os níveis permanecem altos durante todo o período da amamentação (ANDERSON; VALDÉS, 2007).

Mães que amamentam chegam a dispor de cerca de 400mg de cálcio por dia no leite, chegando a 1000mg, no caso de gêmeos. O mecanismo que suporta essa perda parece ser a desmineralização temporária dos ossos, ocorrendo então a diminuição da densidade óssea, que pode chegar a 10% em seis meses, podendo ocorrer perdas entre 1 a 3% por mês. A perda mineral dos ossos maternos aparentemente é uma consequência natural da lactação e não pode ser prevenida pelo aumento da ingestão de cálcio além das dietas recomendadas (KOVACS, 2005; KALKWARF; SPECKER, 2002).

O desenvolvimento do esqueleto fetal necessita de aproximadamente 30g de cálcio e aproximadamente 80% dessa quantidade é requisitada durante o 3º quadrimestre de gravidez. Talvez seja para essa demanda, durante as primeiras 12 semanas de gravidez, que a absorção do cálcio pelo intestino ocorra 2 vezes mais que o normal (KOVACS, 2005; KALKWARF; SPECKER, 2002).

Mães que não ingerem leite durante a amamentação (<250ml/dia) comprometem a ingestão de proteína e os níveis mínimos de vitamina D, cálcio e zinco. As principais razões apresentadas pelas nutrizes para não ingerirem leite nesse estudo foram: prevenção de gases e cólicas nos filhos; intolerância materna à lactose; alergia materna ou do lactente ao leite; alterações no comportamento do bebê; redução da produção de muco e prevenção da contaminação do leite materno (MANNION et al., 2007).

2.2.3. MEDICAMENTOS CONTAMINANTES DO LEITE MATERNO

O tecido mamário é composto por grupamentos de células produtoras de leite em torno de um lúmen central. As drogas circulantes pelo organismo materno podem atravessar essas barreiras celulares e dessa forma se difundirem no leite e serem oferecidos ao lactente quando amamentados. Assim, há uma enorme preocupação com o uso de medicamentos pela nutriz, uma vez que o leite pode ser o instrumento para a contaminação do lactente (SPENCER et al., 2001).

No início do período pós-parto, ocorrem grandes espaços entre as células alveolares do tecido mamário que facilitam a passagem de drogas, ocorrendo uma baixa seletividade, aumentando a vulnerabilidade do lactente às substâncias presentes no organismo materno. Esses espaços tendem a diminuir com o tempo, fechando-se a partir da segunda semana de amamentação. A exposição do lactente depende da quantidade da droga no leite e da quantidade do leite ingerido. É claro que para a ação farmacológica, é preciso também se levar em conta os parâmetros farmacocinéticos da droga na criança, como a absorção, distribuição, metabolismo e excreção (SPENCER et al., 2001).

O pH do colostro é um pouco mais elevado que do leite maduro, dessa forma, drogas com caráter mais básico se concentrarão mais no colostro. Por outro lado, drogas lipofílicas estão em maiores quantidades no leite maduro, que apresenta maior quantidade de lipídios. Além disso, se a mãe produz grandes quantidades de leite, a quantidade total da droga oferecida ao lactente também será maior (AUERBACH, 1999).

A exposição de drogas que foram ingeridas pela mãe também é influenciada pelo tempo de vida da criança. Quanto menos tempo, mais os órgãos são imaturos, como o fígado e os rins, que então metabolizarão menos a droga, expondo assim

mais o lactente aos seus efeitos adversos. É óbvio também que o aleitamento exclusivo expõe mais o lactente ao toxicante. Por outro lado, o tempo de esvaziamento gástrico do lactente é menor, e assim, se o ácido gástrico não destruir a droga, o tempo de exposição disponível para absorção é menor, o que pode ser positivo (AUERBACH, 1999).

Uma razão muito comum para o término do aleitamento materno é a alegação do uso de medicamentos que podem transferir para o leite e expor o lactente a essas drogas e seus metabólitos desnecessariamente. O fumo está relacionado com a diminuição da produção de leite e a concentração plasmática no lactente é similar à concentração plasmática da mãe. As drogas psicotrópicas aparecem em concentrações muito baixas no leite, mas elas possuem meias-vidas muito longas, o que as tornam um risco aos lactentes. Como essas drogas afetam os neurotransmissores, os lactentes que ainda possuem o sistema nervoso central em desenvolvimento se tornam ainda mais vulneráveis, e ainda não se pode prever quais os efeitos a longo prazo dessa influência no desenvolvimento neuronal (AAP, 2001).

A concentração da medicação presente no leite materno é dependente da concentração plasmática materna. A concentração no plasma tende a ser menor para drogas com maior volume de distribuição, havendo mais variações quando as meias-vidas são menores. Pode ocorrer inclusive uma difusão retrógrada se a mama não for completamente esvaziada. Drogas que apresentam altas ligações plasmáticas com pesos moleculares grandes ou com baixa lipofilicidade tendem a apresentar concentrações no leite clinicamente não relevantes (SPENCER et al., 2001).

Para a minimização dos efeitos da exposição do lactente às drogas, é preciso que se evite o uso desnecessário das mesmas, que as vias de administração tópicas sejam preferencialmente utilizadas, levando em conta que as medicações que forem seguras se diretamente administradas às crianças podem ser administradas às mães, e que não necessariamente as medicações seguras para grávidas são seguras para as nutrizes. Além disso, havendo possibilidade, as drogas devem ser escolhidas entre as que possuem menor tempo de meia-vida, apresentam maior ligação plasmática, foram bem estudadas em crianças, apresentam má absorção oral e baixa lipofilicidade. As mães também devem ser informadas que drogas de dose única devem ser administradas imediatamente após a maior amamentação, quando haverá o maior intervalo até a próxima mamada e que se for droga de múltipla dose, ela deve ser administrada logo depois das amamentações (SPENCER et al., 2001).

2.2.4. TOXICANTES

Existem constituintes químicos que causam uma poluição significativa no corpo receptor, representando um risco para a saúde humana e ambiental. O problema é agravado pelo risco de acumulação desses elementos nos solos, nas plantas, nos animais e possivelmente nos homens. O ser humano faz parte de uma extensa cadeia alimentar, situando-se desta forma, no topo, e o lactente, que sobrevive à custa do leite produzido pela mãe, pode vir a receber substâncias nocivas ao seu bem-estar (DEL CIAMPO; RICCO, 1998).

Poluentes ambientais, como substâncias orgânicas e metais, são transmitidos via leite materno para as crianças, havendo poucos estudos sobre as conseqüências

para a saúde das mesmas. As substâncias que são contaminantes do leite materno, geralmente possuem alta lipossolubilidade, grande acúmulo em tecidos corpóreos específicos, apresentando um metabolismo mais lento e, portanto, sendo excretadas mais lentamente (DEL CIAMPO; RICCO, 1998).

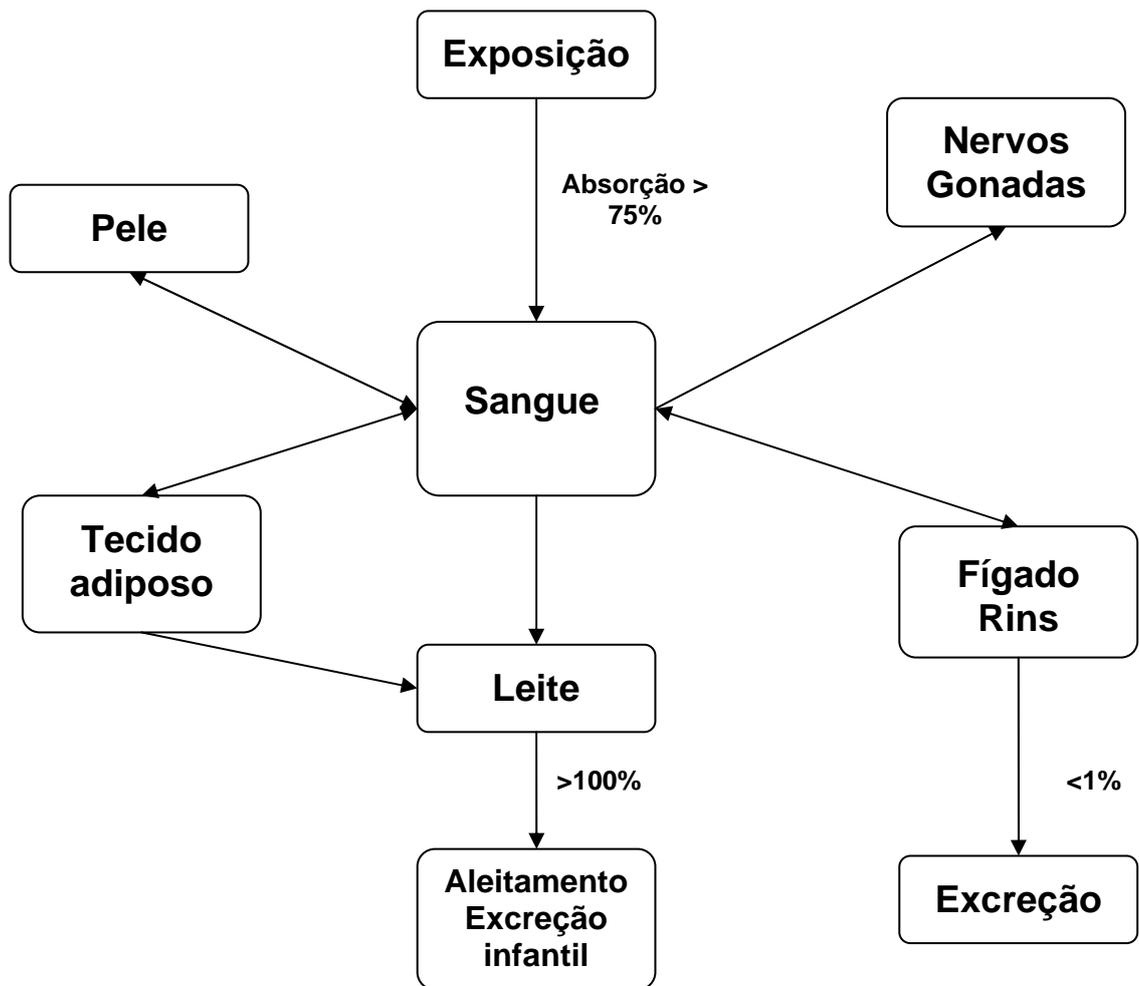


Figura 01. Vias de transição de poluentes orgânicos em lactantes (NICKERSON, 2006).

A partir da exposição que pode ocorrer de várias maneiras, como a ingestão dos metais pelo alimento ou pela água, ou ainda pode haver contato com a pele e ou pela respiração, os metais podem ser absorvidos e circularem pelo sangue. A partir do sangue, os metais podem adentrar outros órgãos, como a pele, nervos, gônadas, tecido adiposo, fígados, rins e serem excretados. A partir do sangue e/ou do tecido

adiposo, o leite pode ser contaminado e assim, ser uma via de contaminação ao lactente (NICKERSON, 2006) (Figura 01).

Nos últimos anos, a concentração de metais no meio ambiente tem se incrementado como resultado direto das ações do homem, tais como a agricultura, exploração mineira, desenvolvimento tecnológico e industrial, além dos resíduos químicos (SEGURA-MUÑOZ et al., 2003), intensificando-se com o crescimento demográfico (DEL CIAMPO; RICCO, 1998).

É importante notar que só ocorre intoxicação de qualquer substância quando ocorre o contato entre essa substância e um organismo. A exposição é definida como uma função da concentração e tempo de contato. Desse modo, para os lactentes, se a substância está presente no leite materno, toda vez que se alimentar, estará em contato com o toxicante, aumentando assim a concentração de ingesta e o tempo de exposição a ele (JÄRUP, 2003; NICKERSON, 2006).

2.2.5. METAIS PRESENTES NO LEITE MATERNO

A monitoração do leite materno é um modo não invasivo para determinar níveis de substâncias químicas pertinentes aos humanos (ABBALLE et al., 2008), ou o mais invasivo dos métodos não invasivos, como descrito por Esteban e Castaño, em 2009.

O estado nutricional adequado de um recém-nascido é função dos nutrientes transferidos da mãe através de reservas depositadas durante a gravidez e/ou dos nutrientes encontrados no leite materno. Embora seja raro haver deficiências nutricionais no leite materno, em algumas situações há deficiência de micronutrientes. Para o ferro e o cobre, que ocorrem em baixas concentrações no

leite, a criança já possui reservas suficientes no fígado quando nasce (Tabela 01; Tabela 02). O mesmo ocorre com as reservas de zinco, embora nos três primeiros meses, o leite materno também possua uma alta taxa desse metal. Quando ocorre uma deficiência no armazenamento do zinco no feto, como, por exemplo, em um parto prematuro, a criança então apresentará sintomas de deficiência desse micronutriente, como: rachaduras na pele, dermatite e irritabilidade, sendo então a terapia de reposição de zinco a escolha indicada para a resolução desse problema (DÓREA, 2002).

De acordo com Lönnerdal e colaboradores (1996), não há alteração na concentração de ferro e cobre no leite materno entre o primeiro e o décimo quarto dia de amamentação, fato que não ocorre com o zinco, havendo uma diminuição significativa de sua concentração no decorrer do tempo (SOWERS et al., 2002). No período da amamentação, a nutriz requer uma necessidade superior de ferro e zinco. Contudo, a deficiência destes metais são problemas de saúde pública, uma vez que são crônicas e endêmicas em todo o mundo (DUTRA-DE-OLIVEIRA; MARCHINI, 1998). A glândula mamária tem a capacidade de regular as concentrações de zinco, cobre e ferro no leite secretado (Tabela 01; Tabela 02), tentando corrigir excessos ou deficiências apresentadas pela mãe, protegendo o lactente dessas alterações (LÖNNERDAL, 2007).

As lactantes, assim como todos os seres humanos, estão sujeitas a um grande número de agressões ambientais (acidentais ou não-intencionais), que fazem parte de seu cotidiano e que, em grande parte, são inerentes ao próprio ambiente. Assim o meio ambiente pode ser agressivo por meio dos poluentes químicos (DEL CIAMPO; RICCO, 1998). No leite materno há metais essenciais para o desenvolvimento da criança, como ferro, cobre, manganês e zinco (Tabela 01;

Tabela 02). Mas além desses componentes, o leite humano também pode conter metais pesados como cádmio, chumbo, cromo e mercúrio (NASCIMENTO et al., 2005).

2.2.6. METAIS PESADOS

Os metais pesados são definidos assim por possuírem densidade maior que 5g/cm^3 . Eles têm sido utilizados por milhares de anos em diferentes ações, como: materiais de construção, pigmentos e produção de cerâmica, tubulação, etc. Na Roma antiga o acetato de chumbo era usado como flavorizante para vinhos velhos. O mercúrio chegou a ser utilizado como cosmético para clarear a pele, aliviar dores de dente e mais tarde, entre os séculos XIV a XIX, foi aplicado como medicamento contra sífilis, além de ser utilizado como diurético conhecido como calomel (Hg_2Cl_2). Monet utilizava pigmentos à base de cádmio em suas pinturas (JÄRUP, 2003).

Na área de saúde pública, os metais pesados de maiores interesses são: chumbo (Pb), mercúrio (Hg), cádmio (Cd), arsênico (As), cromo (Cr), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e níquel (Ni), dentre outros (PEIRANO, 2003).

OHSAWA (2009) demonstrou que a exposição a cádmio, mercúrio e chumbo como sais inorgânicos pode induzir alergias e doenças autoimunes, pela indução das células B que aumentam então a produção de anticorpos não específicos, incluindo os autoanticorpos que desencadeariam respostas autoimunes.

Apoptose é considerada como um evento normal no controle das populações celulares. Entretanto, ela pode ser induzida também por uma variedade de xenobióticos, incluindo metais pesados, e resulta na perda da população das células afetadas. A apoptose ocorre quando a lesão celular, incluindo danos ao material

genético é maior que a capacidade de restauração. Alguns metais pesados podem suprimir a apoptose e essa ação poderia facilitar o desenvolvimento de linhagens celulares aberrantes, que desencadearia a patogenia de câncer ou autoimunidade. A morte celular programada apresenta seus dois lados, sendo crucial para processos de desenvolvimento em organismos multicelulares, mas a perda do controle regulatório implica no aumento do número de doenças, incluindo inflamação, câncer, autoimunidade e neurodegeneração (RANA, 2008).

A barreira hemato encefálica (BHE) é constituída pelo plexo coróide que promove uma separação segura entre o sistema circulatório que tem acesso a todas as partes do organismo e o cérebro. A integridade e a composição química cerebral dependem muito da capacidade de restrição apresentada pelo plexo coróide. Assim, essa estrutura é alvo de muitos toxicantes metálicos, apresentando concentrações maiores que as encontradas nos tecidos cerebrais ou no CSF (Fluido Cérebro Espinhal) (ZHENG, 2001).

As ações dos metais pesados no plexo coróide podem ser classificadas em 3 grupos, de acordo com Zehng (2001):

1) Toxicantes gerais do plexo coróide.

O mercúrio inorgânico e seus vapores que podem se difundir através dos pulmões até o sangue e apresentam uma capacidade baixa de penetração na BHE.

O mercúrio orgânico, como o metilmercúrio (MeHg) que apresenta uma lipofilicidade alta e por isso possui um potencial muito elevado de atravessar o plexo coróide, mas também parece que interage com uma estrutura similar à metionina, que aproveita os carregadores de metionina nos capilares cerebrais para transpor a BHE.

O cádmio que é sugerido que destrua a ultra estrutura do plexo coróide e assim ocorra a perda da microvilosidade, a ruptura da superfície dessas células e um aumento do número de vacúolos e lisossomas citoplasmáticos com núcleos condensados ou irregulares. A lesão induzida por cádmio nos capilares cerebrais pode ser associada com estresse oxidativo, havendo alterações nas enzimas envolvidas nas reações redox celulares.

2) Toxicantes seletivos do plexo coróide.

O chumbo inorgânico, que interfere diminuindo a produção da transtiretina (TTR) no plexo coróide, que é a proteína que transporta o hormônio T3, T4 e retinol no SNC. Periféricamente, a TTR pode ser sintetizada no fígado, mas no SNC o plexo coróide é o único local onde é produzida. Assim, com a interferência do chumbo, diminui-se o transporte desses hormônios no CSF. As crianças expostas ao chumbo sofrerão hipotireoidismo, o que explicaria em parte as múltiplas alterações morfológicas, bioquímicas, e eletrofisiológicas dos neurônios e neuroglias, levando ao menor desenvolvimento cerebral, com o conseqüente e irreversível retardo mental.

O manganês diminui a atividade enzimática da aconitase através de uma competição com os íons de ferro. Como resultado, há um aumento nos processos de síntese da enzima transportadora mediada por um receptor de transferrina (TfR). A super expressão da TfR no plexo coróide facilita o transporte dos íons de ferro do sangue para o CSF. O aumento dos níveis de ferro no cérebro está associado com o aumento de doenças neurodegenerativas, como a doença de Parkinson. O aumento do ferro na região do gânglio basal, particularmente na substância negra pode

catalisar a geração de espécies reativas de oxigênio e aumentar a peroxidação lipídica.

O cobre em excesso pode causar algumas alterações patológicas e clínicas conhecidas como doença de Wilson. Não é claro ainda como o cobre atravessa a BHE e nem se o plexo coróide regula a homeostasia dele no CSF. O cobre não altera as membranas do plexo coróide, mas altera a permeabilidade aos íons de ferro, diminuindo o influxo para o interior do cérebro.

3) Toxicantes seqüestrados pelo plexo coróide.

O ferro tem sido associado a várias desordens neurodegenerativas, como doenças de Alzheimer, Parkinson, esclerose múltipla, Huntington e outras. Entre os processos mais importantes de homeostasia do ferro, o mais importante é o controle de influxo no CSF, que é principalmente regulado pela TfR (ZHENG, 2001).

O uso em larga escala de pesticidas, herbicidas e metais tem feito com que a produção agrícola e o garimpo sejam responsáveis pelo aumento de poluentes químicos no leite de mulheres brasileiras. Barbosa e Dórea (1998) encontraram mercúrio em mães enfermeiras da região Amazônica.

Burbure e colaboradores (2006) mostraram que há evidências de efeitos renais e neurológicos em crianças da segunda infância que foram expostas a cádmio, chumbo e mercúrio.

É sabido que tanto o chumbo quanto o mercúrio são acumulados no organismo, diferindo entre si na forma de aquisição, transporte, estocagem e interação com nutrientes (DÓREA; DONANGELO, 2006). Estima-se que a alimentação e água potável contribuam com 98% na aquisição de mercúrio pelo organismo e em cerca de 40% da aquisição de chumbo em grupos expostos não

ocupacionais (WHO, 1996.). Sabe-se que em crianças, a absorção do chumbo e do cádmio ingeridos é relativamente maior do que em adultos e depende principalmente do tipo da dieta alimentar e do estado nutricional do indivíduo, sendo que o efeito tóxico nesta faixa etária é maior, uma vez que o chumbo depositado nos ossos fica em constante mobilidade devido ao crescimento, aumentando sua capacidade de acumular-se (OKADA et al., 1997). Existem estudos que mostram que crianças absorvem cerca de 40% do chumbo ingerido, enquanto que os adultos absorvem de 5 a 10% (ZIEGLER et al., 1978).

Os metais entram no organismo da mãe através da ingestão ou inalação. A exposição do lactente a esses metais por meio do leite pode se constituir um risco, principalmente se esse contato já ocorreu por transferência pela placenta (JENSEN, 1983). Assim, os constituintes do leite têm uma importância especial. Níveis inadequados de metais podem acarretar alterações no crescimento e desenvolvimento infantil (PICCIANO, 1985).

2.2.6.1. CHUMBO

O Pb está presente em: tintas, vernizes, canos metálicos, pinturas de móveis, brinquedos, baterias de automóveis, gasolina, fundição, mineração, queima de carvão. Existem relatos de mães que faziam uso de cosméticos com acetato de chumbo e protetores de mamilos onde foi encontrado nefrotoxicidade nos filhos induzida pelo chumbo. Outros sintomas deste metal são alterações eritropoiéticas, perda de apetite, náuseas, vômitos, vertigens, ataxia, irritabilidade, retardo mental, neuropatia óptica, coma e morte (DEL CIAMPO; RICCO, 1998).

A BHE protege os adultos da entrada de chumbo no cérebro, mas essa barreira não é eficiente em crianças. A alta captação gastrointestinal e a facilidade de entrada no cérebro tornam as crianças muito mais susceptíveis às ações toxicantes do chumbo metálico. O chumbo orgânico consegue penetrar facilmente em células e tecidos, pela sua característica apolar. Dessa forma, consegue atravessar o plexo coróide e adentrar o cérebro de adultos e crianças desencadeando a encefalopatia causada pela exposição aguda (JÄRUP, 2003).

Os sintomas da intoxicação aguda por chumbo incluem: dores de cabeça, irritabilidade, dores abdominais e outros relacionados ao sistema nervoso central. A encefalopatia é caracterizada pela perda do sono e cansaço. As crianças podem ser afetadas por distúrbios de comportamento, dificuldades de aprendizagem e coordenação. Em alguns casos, as pessoas podem sofrer de psicoses agudas, confusão mental e redução da consciência, deterioração da memória, redução da habilidade de compreensão das coisas. Alguns indivíduos ainda apresentam uma redução da velocidade de transmissão nervosa e também redução da sensibilidade dérmica. Exposições severas geram um sinal característico visível, que é uma linha azul escura na margem gengival. Exposições agudas também podem causar lesões renais, principalmente no túbulo proximal (JÄRUP, 2003).

O chumbo pode alterar processos moleculares e celulares no organismo e assim afetar muitos órgãos e processos fisiológicos. Também interfere com alguns processos de sinalização celular, na geração de potencial de ação em alguns neurônios e altera a função de várias enzimas. O chumbo também é capaz de alterar a bomba sódio/potássio, o metabolismo da vitamina D, a síntese do grupo heme, as enzimas envolvidas na oxidação fosforilativa e na captação e metabolismo do cálcio. Também interfere na transmissão dopaminérgica e na junção pré e pós-

sináptica. Também pode deprimir a função das glândulas adrenais e da tireóide. Ele se liga aos grupos sulfidrilas e pode alterar a função e estrutura de algumas proteínas e enzimas (RANA, 2008).

O chumbo pode induzir apoptose nas células fotorreceptoras, células neuroniais, hepatócitos e macrófagos, mas não em mononucleares. Na apoptose induzida por chumbo, a mitocôndria é fundamental. Como ele é muito semelhante ao cálcio e o excesso de cálcio pode desencadear o processo apoptótico, então, ambos podem despolarizar as mitocôndrias, resultando na liberação de citocromo-c, ativação da caspase e indução da apoptose. Parece que o chumbo, apesar de se acumular no núcleo celular, não interfere diretamente no DNA, mas pode aumentar a susceptibilidade aos agentes genotóxicos, podendo então se ligar e depletar a glutathione, interferindo com o reparo ao DNA e interagir com as histonas, diminuindo também a proteção ao DNA. Desse modo, parece haver um efeito multiplicativo para co-exposições a outros metais, como cobalto e cádmio, na indução da lesão ao DNA (RANA, 2008).

O mercúrio e o chumbo são metais tóxicos que afetam principalmente o sistema nervoso central (SNC). A exposição desses metais a crianças e recém-nascidos pode colocar em risco o desenvolvimento e aumentar a vulnerabilidade desses indivíduos. É possível que a exposição aos metais pesados promova uma degeneração mais acelerada das funções do SNC. O risco de exposição fetal e do lactente pode ser influenciado pelos amálgamas de mercúrio da mãe e por seu consumo de peixes contaminados. Já o risco de exposição ao chumbo depende da absorção, que é dependente da interação com alguns nutrientes, como o fósforo e o cálcio. Depende também do acúmulo pelo corpo da mãe com as respectivas interações com o metabolismo do cálcio e fósforo. A exposição materna aos metais

é mais importante durante a gravidez que na lactação, porque nesse período, há um consumo maior de cálcio e se não for feita a adequação da quantidade diária a ser ingerida, o cálcio será disponibilizado a partir dos ossos, e por similaridade, o chumbo que apresenta propriedades químicas como o cálcio, será também liberado e passará pela fraca barreira da placenta, elevando assim os riscos de acúmulo no feto (DÓREA; DONANGELO, 2006).

De acordo com Ettinger e colaboradores (2006), há uma diminuição da concentração de chumbo no leite materno no decorrer da amamentação, Além disso, a adição de cálcio como suplemento, parece diminuir a concentração do chumbo no leite de 5 a 10%.

Segundo Gulson e colaboradores (1998, 2003), há uma relação entre os níveis de chumbo no leite materno e no sangue por volta de 15%, e que além dessa quantidade, poderia haver um problema de contaminação da amostra ou de procedimentos nas análises. Doadoras de um banco de leite de Londrina, Paraná, da rede de Banco de Leite Humano brasileiro apresentaram uma relação de 11% entre os níveis de chumbo no leite e os níveis no sangue (KOYASHIKI et al., 2010).

2.2.6.2. MERCÚRIO

O mercúrio é o único elemento dentre os metais pesados que se apresenta em diferentes formas químicas e físicas na temperatura ambiente. Todas as formas de mercúrio apresentam efeitos tóxicos em vários órgãos, especialmente nos rins. O córtex renal é o principal alvo do mercúrio e ocorre ao longo dos segmentos do túbulo proximal. A toxicidade do mercúrio pode ser explicada por sua capacidade química de apresentar alta afinidade ao enxofre, e, portanto, ele interage com os

grupos tióis que estão presentes nas proteínas, peptídeos e aminoácidos. Essas proteínas estão envolvidas nos mecanismos de captação, acumulação, transporte e toxicidade do mercúrio. Além dessas interações, o mercúrio também pode promover estresse oxidativo, peroxidação lipídica, disfunção mitocondrial e mudanças no metabolismo do grupo heme. Um dos primeiros efeitos do mercúrio no córtex renal inclui alterações na permeabilidade da membrana aos íons cálcio e a inibição da função mitocondrial. Além disso, é capaz de estimular a síntese de glutatona, enzimas dependentes de glutatona e outras enzimas de estresse. Em altas doses de mercúrio, as lesões celulares são mais intensas e os processos de biossíntese são inibidos (ZALUPS, 2000).

O metilmercúrio também inicia a peroxidação lipídica que pode induzir alterações na membrana celular. O mercúrio elementar causa lesão nos microtúbulos do cérebro por reagir com as tubulinas. Formas inorgânicas do mercúrio induzem a produção de metalotioneína. O mercúrio se concentra principalmente nos rins. Ele se liga a uma variedade de enzimas, incluindo as microsossomais e mitocondriais, produzindo lesões celulares não específicas ou a morte celular. Nas células do fígado o metilmercúrio forma um complexo de glutatona, que é secretado na bile como complexo de glutatona. Mercúrio mercúrico induz a síntese de metalotioneína nas células renais. O mercúrio pode induzir apoptose por alterar a expressão gênica, inibir a atividade do NF- κ B, alterando o agonista CD95 e induzindo apoptose nas linhagens de células T tipo I e II e regulando a ativação da caspase que ativa o p38 (RANA, 2008).

O mercúrio inorgânico é convertido a metilmercúrio, que é muito mais estável e se acumula na cadeia alimentar. Até a década de 70, o metilmercúrio era utilizado para controle de fungos no armazenamento de sementes. A população geral é

exposta ao mercúrio pela alimentação, principalmente no consumo de peixes contaminados e amálgama dentário (JÄRUP, 2003).

Parece que há uma correlação maior entre a concentração de mercúrio no cabelo dos bebês com o mercúrio no cabelo das mães que no leite, sugerindo uma importância maior na transferência de mercúrio da mãe para o filho durante a gravidez que durante a amamentação (BARBOSA; DÓREA, 1998).

A partir de amostras de leite de mães que trabalham em minas de ouro da Indonésia, Tanzânia e Zimbábue, Bose-O'Reilly e colaboradores (2008) mostraram níveis muito elevados de mercúrio, onde quase 30% das mães excederam o limite de $4\mu\text{g/L}$ sendo que uma mãe chegou a apresentar $149,6\mu\text{g/L}$ e outras duas, $48,5\mu\text{g/L}$ e $43,2\mu\text{g/L}$ respectivamente.

A exposição de indivíduos ao mercúrio pode alterar funções do sistema imunológico. O mercúrio é capaz de desencadear respostas autoimunes, como aumento de níveis de IgE, ativação policlonal de células B e linfócitos T e deposição renal de imunocomplexos, resultando em uma glomerulonefrite. As evidências indicam uma resposta mista Th_1 e Th_2 . Para pacientes com lúpus, mesmo baixas doses de exposição ao mercúrio já são capazes de desencadear reações autoimunes, significando que pequenas exposições podem ser causadoras de intensas desordens imunológicas (ROWLEY; MONESTIER, 2005).

A exposição aguda ao mercúrio causa lesões no pulmão. Já a crônica é caracterizada por sintomas neurológicos e psicológicos como tremor, mudanças de personalidade, cansaço, ansiedade, distúrbios do sono e depressão. A BHE protege o cérebro da exposição ao mercúrio inorgânico, mas por outro lado causa lesões renais. A exposição ao mercúrio orgânico apresenta uma latência aproximada de um mês, quando então começam a ocorrer sintomas como tremores nos pés e nas

mãos, posteriormente ocorrem dificuldades de coordenação e diminuição do campo visual com alterações também no campo auditivo. Altas doses podem levar à morte de 2 a 4 semanas após o início dos sintomas. Ultimamente tem sido associado ao mercúrio orgânico a incidência de doenças coronarianas e enfarto do miocárdio (JÄRUP, 2003).

2.2.6.3. COBRE

Cobre é um elemento essencial ao organismo. É necessário para a ativação de mais de 30 proteínas, incluindo a superóxido dismutase, ceruloplasmina, lisiloxidase, citocromo-c-oxidase, tirosinase e dopamina- β -hidroxilase. A exposição primária para o cobre é pela ingestão oral. O cobre reduz a glutatona e as aminoácido-transferases são inibidas pelo excesso de cobre. Ele combina com os grupos tióis que reduzem o estado de oxidação de +2 para +1 e oxida os grupos tióis para dissulfito, especialmente na membrana celular. A essencialidade do cobre está na capacidade de participar da cadeia transportadora de elétrons. No entanto, essa mesma propriedade que o faz essencial pode gerar radicais livres que o torna deletério às células. Os sintomas da intoxicação aguda por cobre são distúrbios gastrointestinais agudos, com vômitos, queimaduras epigástricas e diarreia (RANA, 2008).

O cobre induz necrose e apoptose em hepatócitos e parece que essa apoptose é através da ativação da esfingomielinase ácida e liberação de ceramida. O transporte e a disponibilidade do cobre nos sistemas parecem ser regulados por vários metais, como o zinco, cádmio e molibdênio. A mitocôndria parece não ser a fonte principal das espécies reativas de oxigênio induzida pela toxicidade do cobre, e

também, a apoptose parece ocorrer pelo mecanismo dependente e independente de p53, assim, é capaz de alterar a atividade conformacional e transcripcional do p53 (RANA, 2008).

Arnaud e Favier (1995) mostraram que na mudança do colostro para o leite de transição a concentração de cobre se mantém a mesma, o ferro diminui até o quinto dia e o zinco e manganês diminuem no máximo até o segundo dia após o parto. Isso foi reforçado no trabalho de Costa e colaboradores (2002), que observou uma significativa diminuição dos níveis de zinco no colostro de mães que tiveram partos prematuros em comparação ao de mães cujos partos foram a termo. A suplementação deste mineral é somente aconselhada em casos de deficiência.

Uma grande quantidade de cobre é armazenada no fígado do feto durante a gestação e é utilizada durante o início da vida neonatal. Parece que a quantidade de cobre total no lactente aumenta durante a lactação, sugerindo que esse aumento provém da amamentação, mas paradoxalmente, a concentração de cobre no leite materno diminui com o passar do tempo de lactação. Ainda não é muito compreendido como esse mecanismo ocorre, mas parece que há três mecanismos de transporte específico do cobre nas glândulas mamárias. O cobre circulante normalmente está complexado a proteínas plasmáticas, como a ceruloplasmina, associada à albumina. Nas glândulas mamárias, há um transportador específico de cobre, chamado Ctr1 que é capaz de captar o cobre e introduzi-lo no interior da célula. Parece que há uma multimerização com vários transportadores Ctr1 que parecem que formam um canal, por onde o cobre é absorvido pela célula. Além disso, parece que o Ctr1 é vesicular, e isso regularia a homeostasia do cobre nessas células. Nessas células também existe uma proteína transmembrânica chamada Atp7A e sua homóloga Atp7B que tem suas expressões aumentadas no período de

lactação e parecem ser as responsáveis pela exportação do cobre para o leite nas glândulas mamárias. Além da prolactina estar aumentada durante a lactação, parece que ela interage com a proteína Atp7A, desencadeando assim o aumento da secreção de cobre das células epiteliais mamárias, embora os níveis de prolactina circulante decline (KELLEHER; LÖNNERDAL, 2005).

2.2.6.4. CÁDMIO

Cádmio é um metal pesado e um dos principais contaminantes ambientais. A população geral é exposta principalmente pela água e alimentos ingeridos. (WHO, 2000; ATSDR, 2008).

O Cd é um poluente industrial proveniente da fabricação de fertilizantes, cimento, aço, queima de combustíveis fósseis e sedimentos de esgotos. Pode levar a osteomalácia, danos renais e hepáticos, hipertensão arterial, destruição do tecido testicular, deformidades nos eritrócitos e alterações pulmonares (DEL CIAMPO; RICCO, 1998). Os trabalhadores de fábricas de pigmentos, baterias, produção de metais e de incineração de lixo são expostos de forma ocupacional (ATSDR, 2008).

Compostos de cádmio são utilizados como pigmentos de cor, estabilizadores em produtos de PVC e atualmente mais comumente como componentes de baterias níquel-cádmio, usadas no cotidiano da sociedade, além de outros usos menores. Outro aspecto importante é que apesar dos compostos de cádmio serem recicláveis, freqüentemente são desprezados como lixo comum, tornando-se então poluentes ambientais principalmente quando esse lixo é incinerado ou armazenado de forma incorreta. Fontes naturais ou antropogênicas de cádmio podem contaminar o solo, levando as plantas a captá-lo e então serem ingeridas pela humanidade. Solos

ácidos tendem a aumentar a capacidade das plantas de fazer essa captação. Fumantes apresentam uma concentração sérica de 4 a 5 vezes maior de cádmio que não fumantes e assim, se tornam a principal forma de exposição. Já para os não fumantes, a principal fonte de contato é através da alimentação, que varia conforme os hábitos alimentares dos indivíduos. Normalmente as mulheres apresentam níveis menores de cádmio, por causa do menor consumo de energia que os homens. A absorção gastrointestinal é influenciada por fatores nutricionais, como a quantidade de ferro, que quando diminuída, promove a maior absorção de cádmio (JÄRUP, 2003).

A intoxicação por cádmio pode causar lesão testicular como: perda do peso testicular, destruição da barreira hemato testicular, edema, hemorragia, redução da esteroidogênese, necrose, perda de células germinativas, o que justificaria a infertilidade masculina em pacientes expostos ao cádmio. Assim, o cádmio pode ser considerado um disruptor endócrino e indutor de estresse oxidativo que pode levar a disrupção de eventos celulares mediados por zinco e cálcio (SIU et al., 2009). A exposição ocupacional e ambiental de cádmio tem sido associada a doenças cardiovasculares e renais, mas só recentemente as evidências têm mostrado que essa exposição também pode desencadear casos de câncer, como de pulmões e de próstata (NORDBERG, 2006).

A exposição ao cádmio induz a lesões renais, causando uma disfunção tubular, que promove um aumento da proteinúria. Esse dano pode progredir para lesões mais severas, levando a uma falha renal crônica. Há evidências também que sugerem que o cádmio cause lesões cardiovasculares severas, além da sugestão que baixas exposições de cádmio causaria danos esqueléticos, como osteoporose, e aumento no número de fraturas ósseas. Além disso, a IARC (International Agency

for Research on Câncer) classificou o cádmio como carcinógeno humano, pelas possíveis associações com cânceres de pulmão, próstata e renal (JÄRUP, 2003).

O cádmio desempenha uma função biológica, interagindo com receptores estrogênicos e androgênicos. Parece haver uma relação entre a exposição ao cádmio e o surgimento de câncer de mama e de próstata. A glândula mamária é estimulada ao crescimento pela presença do cádmio e esse crescimento é bloqueado quando drogas antiestrogênicas são utilizadas (BYRNE et al., 2009).

É provável que o endotélio vascular seja o principal alvo da toxicidade do cádmio. O endotélio desempenha papéis importantes numa imensa variedade de processos fisiológicos e patológicos, como regulação da pressão sanguínea, angiogênese, aterosclerose, inflamação, formação e metástase tumoral. O cádmio induz à quebra da junção entre as células endoteliais dos capilares e vênulas, resultando em um aumento da permeabilidade vascular, seguido por um edema, hemorragia, e necrose testicular. Também há alterações similares nos pulmões, útero, sistema nervoso, placenta e fígado. O principal mecanismo é a disrupção da junção celular promovida pelas caderinas. Em cada órgão afetado, o efeito inicial do cádmio envolve um aumento da permeabilidade microvascular, que resulta na liberação de fluídos, líquidos, células vermelhas e proteínas dos capilares para o espaço intersticial (PROZIALECK, 2006).

Cádmio inibe os canais de cálcio da membrana plasmática e as ATPases dependentes de cálcio, e por isso, pode inibir enzimas, entretanto, células tratadas com cádmio mostraram uma proliferação de peroxissomas que continham a enzima catalase. Além disso, o cádmio inibe a gliconeogênese e a fosforilação oxidativa. O cádmio é um inibidor direto de enzimas. Seus efeitos tóxicos ocorrem nos pulmões, rins, fígado e sistema imunológico e também é capaz de induzir apoptose em células

T, mononucleares, células renais, miocárdicas, musculares, timócitos e células hepáticas em camundongos, bem como as do glioma. Além disso, o cádmio é capaz de modular proteínas quinase, atividades de fosfatases e fatores de transcrição. As vias de ativação da apoptose pelo cádmio são: liberação do citocromo C da mitocôndria, ativação da caspase-3, oxidação da GSH intracelular, inibição da expressão de Bcl2 e p53. A seqüência N-terminal da MT-3 (metalotioneína induzida por cádmio) é requerido para induzir a apoptose nas células do túbulo proximal (RANA, 2008).

As placentas de mulheres fumantes apresentam níveis elevados de cádmio (1,8 vezes), mas um decréscimo de 41% nos níveis de progesterona, 16% nos níveis de ferro e 15% nos níveis de chumbo, e não há diferença nos níveis de cobre e zinco (PIASEK et al., 2001).

O cádmio diminui a absorção de cálcio por competição com os íons de cálcio nos canais de transporte nas microvilosidades do intestino e também por interferir no metabolismo renal da vitamina D. Esse mecanismo promove uma diminuição da reabsorção do cálcio pelos ossos, ocorrendo então uma desmineralização e podendo desencadear então a osteomalácia. Durante a gravidez e mais intensamente durante a lactação, ocorre uma desmineralização dos ossos, com uma diminuição significativa da densidade óssea, que deve ser reposta, mas que na presença de cádmio, essa reposição não é efetiva, além de haver uma transferência pelo leite, para o lactente (OHTA et al., 2002).

Mães expostas ao cádmio apresentam um índice maior de partos prematuros, com conseqüente peso menor dos recém-nascidos. Além disso, o cádmio é transferido para o lactente através do leite materno, tornando-o vulnerável a possíveis problemas relacionados à essa intoxicação (NISHIJO et al., 2002).

Nascimento e colaboradores (2004) descobriram que os níveis de cádmio no colostro de parturientes em Taubaté não variaram entre as fumantes e não fumantes, e que os lactentes estavam ingerindo por volta de 10 vezes a quantidade máxima recomendada pela OMS, e, além disso, não foi possível descobrir a fonte contaminante dessas mães.

2.2.6.5. CROMO

O cromo é um metal de transição com ações diversas no organismo, dependendo do seu estado de oxidação. Quando está no estado mais oxidado, como cromo VI (Cr^{6+}) é considerado como carcinogênico e é capaz de induzir citotoxicidade e genotoxicidade, com a capacidade de formação de intermediários fortemente reativos, capazes de gerar muitos danos celulares. Já o cromo III (Cr^{3+}) é considerado como sendo um micronutriente essencial para os humanos, envolvido no metabolismo da glicose, embora pareça não haver manifestações clínicas quando sua concentração é deficiente (LEVINA; LEY, 2008).

A exposição ocupacional ao cromo VI parece ser uma causa de câncer de pulmão, e também parece elevar o risco de câncer nasal. É sugerido também que há evidências que águas contaminadas com cromo VI possa causar carcinogenicidade na cavidade oral e no intestino delgado (SALNIKOW; ZHITKOVICH, 2008).

O cromo hexavalente é um potente teratogênico e é reduzido ao estado trivalente pela ação da glutathione em todos os tecidos. Nessa redução, o cromo pode interagir com macromoléculas e com o DNA e pode produzir aberrações cromossômicas, alterações de cromátides irmãs, quebra das fitas, oxidações que desencadeiam a quebra do DNA também e ligações cruzadas entre DNA-DNA e

DNA-proteína. O cromo parece ser capaz de desencadear apoptose pelas seguintes vias: ativação do p53, reações de espécies reativas de oxigênio, estresse oxidativo causada por carcinogênese induzida pelo cromo, ativação da caspase-3 e não a caspase-7, ativação do TGF- β (Transforming Growth Factor) (RANA, 2008).

Em pH neutro, o Cr^{6+} existe como uma mistura de cromato (CrO_4^{2-}) e hidrocromato (HCrO_4^-). Os cromatos são fisiologicamente isoestruturas dos sulfatos e fosfatos, assim, os cromatos penetram as células pelos canais de sulfatos. Os mamíferos são capazes de acumular os cromatos no interior das células, e então, ocorre uma redução do Cr^{6+} para o elemento mais estável, Cr^{3+} . O problema ocorre que durante essa redução, ocorre uma lesão genotóxica e outras formas de toxicidade. Essa redução não necessita de enzimas e o Cr^{3+} formado se complexa com o DNA formando um composto estável, chamado de Cr-DNA, causando um dano a esse DNA. Ainda durante essa redução, há a formação de substâncias oxidantes, que também vão causar outras lesões ao DNA, como a quebra da fita e também causando danos oxidativos. Essas alterações podem desencadear duas ações lesivas. Podem levar as células afetadas à apoptose ou então, as células que não conseguem fazer o reparo do DNA de forma adequada e que sobrevivem e se expandem, tornam-se carcinogênicas (SALNIKOW; ZHITKOVICH, 2008).

O cromo hexavalente pode se acumular na hipófise anterior, diminuindo a secreção de prolactina, que vai diminuir a indução da secreção de leite, causando então uma diminuição da fonte de nutrientes ao lactente (QUINTEROS et al., 2007). Parece que essa diminuição da secreção de prolactina ocorre pela apoptose induzida pelo cromo hexavalente através da geração de estresse oxidativo (QUINTEROS et al., 2008).

2.2.6.6. ZINCO

O cádmio e o zinco possuem muitas propriedades químicas em comum e por isso interagem entre si nos processos cinéticos do organismo como absorção, distribuição, metabolismo e excreção e o cádmio é conhecido como antimetabólito do zinco. Ambos são absorvidos no intestino delgado pelo mesmo mecanismo, ou seja, por ação das metalotioneínas. Assim, baixas concentrações de zinco favorecem a absorção de cádmio e vice-versa. Há uma correlação positiva entre o zinco e o cádmio encontrados no fígado e nos rins (BRZÓSKA; MONIUSZKO-JAKONIUK, 2001).

A concentração de zinco no leite materno parece não ser correlacionado à concentração plasmática de zinco nessas mães (DIJKHUIZEN et al., 2001). E também parece não haver correlação entre a suplementação de ferro e alterações na absorção e nos níveis plasmáticos de zinco e cobre em lactentes de 6 a 9 meses (DOMELLÖF et al., 2009).

Em fumantes grávidas encontrou-se altos níveis de cádmio e zinco em suas placentas, mas seus filhos apresentavam níveis baixos de zinco no sangue. A administração de zinco na dieta parece promover a diminuição das taxas de cádmio no sangue (BRZÓSKA; MONIUSZKO-JAKONIUK, 2001).

As mulheres multíparas, principalmente as fumantes podem ser as mais vulneráveis às ações do cádmio que induz a diminuição das concentrações do zinco no soro, placenta e cordão umbilical e isso parece estar relacionado ao menor peso dos recém nascidos dessas mães (KUHNERT et al., 1987; OSMAN et al., 2000).

2.2.6.7. MANGANÊS

O manganês é um metal essencial encontrado em todos os tecidos e é necessário para o metabolismo dos aminoácidos, lipídios, proteínas e carboidratos. As enzimas dependentes de manganês incluem as oxidoredutases, transferases, hidrolases, liases, isomerases e ligases. As metaloenzimas de manganês incluem a arginase, glutamina-sintase, fosfoenolpiruvato-descarboxilase, e Mn superóxido dismutase (Mn-SOD). O manganês está envolvido nas funções de vários sistemas e é necessário para o sistema imunológico, regulação de glicose sanguínea e energia celular, reprodução, digestão, crescimento ósseo, e ainda está envolvido em mecanismos de defesa contra radicais livres. O manganês e a vitamina K estão envolvidos na homeostasia. A lactação e a gestação aumentam a necessidade de ingestão de manganês (ASCHNER; ASCHNER, 2005).

Apesar de ocorrer algumas vezes a deficiência de manganês, o que mais ocorre na realidade é a super exposição, que induz uma lesão neurodegenerativa permanente, progressiva, resultando em características similares à doença de Parkinson (sintomas extrapiramidais) (CROSSGROVE; ZHENG, 2004).

A distribuição do manganês no tecido cerebral obedece à seguinte ordem: substância negra > estriato > hipocampo > córtex frontal. A acumulação cerebral ocorrida após 4 dias de exposição ainda se mantém constante após 34 a 64 dias. A taxa de eliminação é muito pequena e menor que em outros órgãos bem perfundidos também. Em ratos, a meia-vida cerebral do manganês foi estimada entre 52 a 74 dias (CROSSGROVE; ZHENG, 2004).

A entrada do manganês no cérebro pode ocorrer por três vias diferentes: através da barreira hemato encefálica (BHE); pelo plexo coróide da barreira hemato-CSF (Fluido Cérebro Espinal) ou pelo nervo olfatório da cavidade nasal diretamente

ao cérebro. Esse último aspecto é importante porque muitas intoxicações ocorrem exatamente pela exposição e inalação (CROSSGROVE; ZHENG, 2004).

No soro, o manganês se apresenta principalmente no estado Mn^{2+} em algumas associações, como ligado à albumina (84%), íon hidratado (6,4%) e em complexos com bicarbonato (5,8%), citrato (2,0%) e em outras moléculas de pequeno peso (1,8%) (CROSSGROVE; ZHENG, 2004).

Dietas infantis contêm uma grande quantidade de manganês. Não há evidências que baixas quantidades de manganês no leite humano resultem em deficiência de manganês no lactente e nem que altas concentrações nas fórmulas infantis estejam associados à toxicidade. Os adultos absorvem 8% do manganês do leite humano, mas somente 2% do leite bovino e menos de 1% de fórmulas de soja. Os mecanismos de homeostasia do manganês ocorrem na absorção e excreção pela via do trato biliar. Além disso, a absorção de manganês do trato gastrointestinal é também influenciada pela idade do indivíduo. A absorção do manganês é alta durante o período neonatal. Comparado com adultos, as crianças também apresentam uma alta retenção do manganês ingerido durante o período neonatal. O desenvolvimento do cérebro utiliza aproximadamente 8% do total de manganês ingerido oralmente durante o período neonatal. (ASCHNER; ASCHNER, 2005).

Os principais casos de intoxicação com manganês são ocupacionais, e as neurotoxicidades à exposição de manganês no ar têm sido relatadas em casos de mineiros de minas de óxido de manganês, trabalhadores de baterias, fundição e soldadores. O manganês também é utilizado na fabricação de aço, peças de alumínio, fungicidas, fertilizantes e eletrônicos. O uso massificado de produtos com manganês tem resultado em uma maior exposição da população a esse elemento,

inclusive intoxicações relacionadas à ingestão de água contaminada (CROSSGROVE; ZHENG, 2004).

O mecanismo de intoxicação do manganês não é completamente elucidado, mas parece estar associado à sua associação com outros íons, como ferro, zinco, cobre e alumínio, principalmente a interação Mn-Fe com algumas proteínas que regulam a homeostasia do ferro. Concentrações elevadas de manganês promovem um aumento significativo da captação do ferro no cérebro, fígado e rins. O aumento da concentração do ferro nos neurônios pode produzir um estresse oxidativo que vai causar uma lesão neuronal. A doença de Parkinson e outras semelhantes estão associadas a esse estresse oxidativo, consistente com o acúmulo desses íons metálicos (CROSSGROVE; ZHENG, 2004).

O excesso de manganês também pode afetar o sistema cardiovascular por aumentar a pressão da aorta e a resistência vascular coronariana em algumas espécies. Aparentemente esse mecanismo ocorre pelo bloqueio dos canais de cálcio. Também diminui a fertilidade, uma vez que trabalhadores expostos a altos níveis de manganês têm menos filhos que trabalhadores não expostos. Para o feto, reduz o peso corpóreo, e para animais, aumentou o número de ninhadas com má formação esquelética (CROSSGROVE; ZHENG, 2004).

Em um estudo realizado em Bangladesh, Wasserman e colaboradores (2008) mostraram que há uma associação significativa entre água com arsênio e manganês com níveis menores de desenvolvimento infantil, com crianças de 10 anos.

O tratamento de intoxicação por manganês com levodopa apesar de mais indicado ainda apresenta problemas, já que após 2 a 3 anos, a resposta ao tratamento diminui. Além disso, mesmo após 10 anos sem a exposição, alguns pacientes ainda mostram progressão dos sintomas extrapiramidais. Apesar da

quelação com EDTA [ethylene-diamine-tetraacetic acid (edetate calcium disodium)] ser uma proposta para a retirada dos íons do organismo, não se notou diminuição da sintomatologia associada ao excesso de manganês (CROSSGROVE; ZHENG, 2004).

Embora nem todos os mecanismos de excreção dos metais pesados tenham sido elucidados, a concentração destas substâncias no leite humano parece ser proporcional à sua concentração de gordura no organismo, que por sua vez, é proporcional ao nível de exposição. Não se conhece por quanto tempo os depósitos de gordura retêm resíduos de substâncias e qual o tempo mínimo de exposição necessário para a redução dos níveis de contaminantes no leite humano (ZIEGEL; CRANLEY, 1986).

O governo brasileiro, através do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005), preconiza uma postura preventiva, adotando uma política de fornecimento de sulfato ferroso para prevenção de anemias e ácido fólico, que visa a prevenção de defeitos congênitos do tubo neural, a todas as gestantes atendidas pelo Sistema Único de Saúde (SUS). El-Demerdash e colaboradores, em 2006, mostraram que parece haver um efeito protetor do ácido fólico na toxicidade promovida pelo cromo em coelhos. Já em 1993, Burns e Paterson demonstraram que os níveis séricos de cobre diminuiram nas pacientes grávidas quando essas receberam complementação de ferro e folato diariamente.

Níveis tanto deficientes quanto excessivos dos metais no organismo humano podem desencadear danos para a saúde (SEGURA-MUÑOZ et al., 2003). O uso de tecnologias tem se mostrado eficazes na mensuração da composição do leite, no entanto, continuam ainda restritas ao ambiente da pesquisa. Sabe-se que estas dosagens não são feitas como rotina de atendimento de profissionais de saúde e

monitoração do aleitamento materno. Para os bancos de leite humano, seria muito importante a quantificação dos metais pesados, como uma forma de aumentar a qualidade do leite oferecido aos lactentes, como forma de melhorar a oferta de metais essenciais e evitar a ingestão de metais que sejam deletérios à saúde da criança.

2.3. ÁGUA

2.3.1. ÁGUA E POPULAÇÕES

A água é essencial para manter ecossistemas saudáveis, para a sobrevivência da vida e desenvolvimento sócio-econômico da população mundial. A água é utilizada para inúmeros fins, tais como uso doméstico, irrigação na agricultura, produção industrial, geração de energia, lazer e turismo.

A água é considerada o mais importante recurso natural disponível para uso humano e tem sido um assunto de preocupação mundial diante das ameaças da poluição, do uso insustentável e irracional, o risco de escassez e contaminação, por isso deve ser garantido a todos o acesso a água de boa qualidade (DARCI BOM, 2002).

O abastecimento de água em quantidade suficiente e de qualidade torna-se essencial na prevenção de muitas doenças ligadas à água. No entanto, este processo só é eficiente quando há um monitoramento constante da qualidade da água a ser consumida, evitando os possíveis riscos para a saúde.

Os padrões universais para o controle de qualidade da água para abastecimento público são recomendados pelo documento "Diretrizes para a

Qualidade da Água Potável da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2008). No Brasil, a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece os procedimentos e responsabilidades sobre o controle e monitoramento da qualidade da água para consumo humano e padrão de potabilidade (BRASIL, 2004b).

Os critérios adotados para garantir a qualidade no desenvolvimento de ações que, se adequadamente implementados com a população, garante a segurança do abastecimento de água, eliminando ou reduzindo ao mínimo de concentração de substâncias conhecidas por serem perigosos para a saúde (D'AGUILA et al., 2000).

Uma das "Metas do Milênio" é reduzir pela metade o número de pessoas sem acesso a abastecimento adequado de água até o final de 2015. A Organização Mundial da Saúde (OMS) e a United Nations Children's Fund (UNICEF) defendem a meta para a água e saneamento para todos até o final de 2025, e isso significa que cerca de 2,9 bilhões de pessoas estarão servidos com a melhora do sistema de abastecimento de água e 4,2 bilhões em saneamento ambiental (ONU, 2008).

Em todo o mundo, 5,7 bilhões de pessoas usam água potável a partir de fontes melhoradas; 3,6 bilhões através de uma ligação à água encanada e 884 milhões ainda não têm acesso a fornecimentos adequados de água, especialmente nos países em desenvolvimento (OMS, UNICEF, 2010).

Os números também revelam uma grande disparidade quando comparado o acesso à água potável nas áreas urbanas e rurais. Da população mundial total, 87% das pessoas que recebem água potável a partir de fontes melhoradas vivem em áreas urbanas (OMS, UNICEF, 2010).

Durante as últimas décadas, houve um aumento na cobertura de abastecimento de água potável em todas as regiões do planeta. Na América Latina e no Caribe em 1990, 67% da população recebia água canalizada através de

conexões domésticas, e em 2006 este número aumentou para 80% (OMS, UNICEF, 2008).

No Brasil, o acesso à água está sujeito a fatores sociais, econômicos e geográficos. De acordo com dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), o número de domicílios atendidos pelo sistema de abastecimento de água aumentou de 34,6 milhões em 2000 para 45,3 milhões em 2008 (IBGE, 2010). O controle de qualidade, desde os sistemas de produção (nascentes, coleta e tratamento) até os sistemas de distribuição (reservatórios e rede de água), é normalmente realizado por empresas de saneamento local e monitorado pelas Secretarias Estaduais de Saúde, com base em procedimentos e responsabilidades definidas na Portaria nº 518/2004.

Para a distribuição, a água pode ser captada de mananciais superficiais e subterrâneos, por exemplo, o Sistema Aquífero Guarani, que está no território de quatro países membros do Mercosul: Argentina, Paraguai, Uruguai e Brasil. O território brasileiro tem muitas áreas de recarga, o que lhe confere uma posição estratégica, pois o aquífero se estende por oito estados do Brasil, incluindo Minas Gerais no sudeste (RIBEIRO, 2008).

Em muitos lugares, a água subterrânea é um complemento para a superfície, e às vezes, irracionalmente é consumida pela população em regiões com déficit de água de superfície. Muitas vezes são perfurados poços domésticos, sem levar em conta a qualidade da água, que pode afetar o bem-estar dos consumidores (MIRLEAN et al., 2005).

Particularmente em nascentes de água subterrâneas, a natureza geoquímica do solo é um importante fator causador da contaminação por metais pesados, porém os efluentes industriais contendo metais em fontes de água é o principal fator

responsável pela poluição e contaminação antropogênica em vários ambientes aquáticos (KRUAWAL et al., 2005).

2.3.2. METAIS PESADOS NA ÁGUA

A maioria das fontes de origem dos metais pesados no meio aquático ocorre naturalmente nos ciclos biogeoquímicos (GARRET, 2000). Além das fontes geogênicas, fontes antropogênicas ocorrem como efluentes domésticos e industriais, escoamento superficial, chorume de aterros sanitários, fontes atmosféricas e atividades dos navios (FORSTNER; WITTMANN, 1979).

A principal fonte natural de metais pesados na água é o intemperismo de minerais, embora as concentrações desses metais pesados e seus reais impactos podem ser fortemente modificados pela interação com os constituintes naturais de água. Assim, a determinação das concentrações de metais pesados é desejável para estimar os níveis de poluição na água nesses locais de interesse (HANSEN et al., 1995).

Os metais pesados na água persistem mais que poluentes de percolação da superfície para as águas subterrâneas (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001).

Os metais pesados presentes em matrizes ambientais (especialmente recursos hídricos) são uma prioridade nos programas de promoção da saúde no mundo hoje (SEGURA-MUÑOZ et al., 2003).

Os metais presentes na água de abastecimento podem se originar na variabilidade da qualidade da água que o sistema pode proporcionar. Duas origens podem ser propostas: a primeira pode ser o próprio sistema que fornece o metal, principalmente por meio de corrosão química ou microbiológica da água de

abastecimento e o segundo pode ser a origem da água que chega à estação de tratamento, onde o alumínio e o ferro formam compostos utilizados no processo de coagulação, cujo objetivo é a remoção de partículas em suspensão na água (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001).

Os seres humanos podem ser expostos a níveis elevados de metais pesados provenientes de várias fontes, incluindo alimentos e água, como as principais vias de contaminação (ROYCHOWDHURY, TOKUNAGA, ANDO, 2003, SILVA et al, 2005;. ZHENG et al, 2007).

A água no município de Conceição das Alagoas, Minas Gerais, Brasil, é captada de poços profundos, exigindo apenas a adição de cloro e flúor, após o processo de coleta. A água clorada e fluoretada é conduzida através de tubulações para tanques, onde é distribuída pela rede de abastecimento até atingir as casas (BRASIL, 2004b).

Vale ressaltar que os declínios da qualidade da água no sistema de distribuição podem ser causados pela intermitência do serviço, baixa cobertura da população com rede pública de esgoto, obsolescência do sistema de distribuição, manutenção deficiente, entre outros. Nos domicílios, os níveis de contaminação podem estar elevados pela precariedade das instalações hidráulicas e sanitárias, falta de manutenção dos reservatórios e do mau uso da água (BRASIL, 2003).

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos devem ser avaliados e monitorados de forma mais ampla do que simplesmente verificar as normas legalmente estabelecidas para a qualidade da água. Este controle também envolve a necessidade de compreender as mudanças e suas possíveis causas, visando a tomada de decisões e o desenvolvimento de ações destinadas a reduzir os danos causados ao meio ambiente e à saúde humana (CASTANIA, 2009).

Neste contexto, é necessário garantir que a água destinada ao consumo humano tenha os requisitos mínimos, de modo que possa ser ingerida ou usada sem causar danos à saúde.

2.4. SOLO

2.4.1. FORMAÇÃO DO SOLO

O solo é formado por partículas de rochas, minerais, nutrientes, matéria orgânica, biota e água (BRANTLEY, 2008). São misturas de intemperismo do substrato, decomposição de plantas e deposição de partículas e solutos atmosféricos (DERRY; CHADWICK, 2007). É formado pela interação dos sistemas atmosfera, hidrosfera e biosfera, na superfície da geosfera, a parte mais dinâmica da superfície da Terra (BRANTLEY et al., 2007).

O intemperismo químico e mecânico das rochas e a influência de alguns processos microbiológicos produzem o solo. A intemperização é controlada principalmente pela energia solar, que regula os ciclos da água e alimenta os sistemas vivos, por circunstâncias locais favoráveis e pelas propriedades intrínsecas das rochas, como a permeabilidade. Depois de um grande período de intemperismo e sob condições climáticas estáveis, o solo pode alcançar seu equilíbrio. Mas quando um desses parâmetros varia, o equilíbrio se rompe. A interação com o Homem, um componente singular da biosfera, pode romper também o equilíbrio, pelo seu uso na agricultura, indústria, atividades de mineração, pecuária, etc. A esse tipo de modificação negativa do solo, se dá o nome de degradação (HUERTOS; BAENA, 2008).

A presença de alguns elementos e compostos químicos em concentrações nocivas no solo é um tipo especial de degradação que se denomina contaminação. O contaminante está sempre em concentrações maiores que os níveis normais e em geral apresentam algum efeito adverso sobre alguns organismos. A fonte desse contaminante pode ser geogênica ou antropogênica. Se a fonte é geogênica, os contaminantes podem vir da própria rocha mãe de onde se formou o solo, da atividade vulcânica, ou do lixiviado de minerações. Se a fonte é antropogênica, a origem vem dos resíduos perigosos derivados de atividades industriais, agrícolas, mineiras, etc. Do ponto de vista legal, os contaminantes antropogênicos são os verdadeiros contaminantes (HUERTOS; BAENA, 2008).

Os contaminantes podem abandonar um solo por volatilização, dissolução, lixiviação ou erosão para um organismo, quando podem ser assimilados. A isso se chama biodisponibilidade. Normalmente só uma pequena parte de uma substância potencialmente contaminante de um meio é biodisponível (NEWMAN; JAGOE, 1994).

Dos elementos encontrados no solo, há 17 deles considerados toxicantes e são facilmente disponíveis em muitos solos em concentrações maiores que os níveis considerados críticos. São os seguintes: prata (Ag), arsênio (As), bismuto (Bi), cádmio (Cd), cobalto (Co), cobre (Cu), mercúrio (Hg), níquel (Ni), chumbo (Pb), paládio (Pd), platina (Pt), antimônio (Sb), selênio (Se), estanho (Sn), telúrio (Te), tálio (Tl) e zinco (Zn). Desses elementos, 10 são facilmente mobilizados pelas atividades humanas em proporções que excedem as medidas dos processos geológicos, que são: prata (Ag), arsênio (As), cádmio (Cd), cobre (Cu), mercúrio (Hg), níquel (Ni), chumbo (Pb), antimônio (Sb), estanho (Sn), tálio (Tl) (NOVOTNY, 1995).

O solo atua em geral como uma barreira protetora de outros meios mais sensíveis, como os hidrológicos e biológicos, filtrando, decompondo, neutralizando ou armazenando contaminantes e evitando em grande parte a sua biodisponibilidade. O solo retém cátions metálicos por algumas influências, como: capacidade de troca iônica (CTC), seletividade do metal, concentração de outros cátions, pH e atividade iônica da solução (ZANELLO et al, 2009). Essa capacidade depende dos constituintes formadores, como a matéria orgânica, carbonatos, óxidos de ferro e manganês, da proporção e tipo dos minerais, da capacidade de troca catiônica, do pH e condutividade, textura, permeabilidade e atividade microbiana. Assim, para cada situação, o poder depurador do solo tem um limite. Quando esses limites são ultrapassados, o solo passa a funcionar como uma fonte contaminante (HUERTOS; BAENA, 2008).

2.4.2. METAIS PRESENTES NO SOLO

Algumas características do solo influenciam a concentração de metais pesados nessa matriz, havendo autores que encontram correlações discrepantes entre as concentrações dos metais e as frações argila e silto. Além disso, também há autores que não conseguem obter correlações significativas entre o pH, a matéria orgânica do solo e a concentração de metais pesados (QIAN et al, 1996; FADIGAS et al, 2006; FADIGAS et al, 2002). Klamt e van Reeuwijk (2000) mostraram que a capacidade de troca catiônica é baixa e relacionada à composição mineral e dos óxidos do material argiloso. Há uma baixa correlação com a concentração de argila e silto, no entanto há uma alta correlação com material orgânico e superfície específica.

Os elementos metálicos no solo podem ter origem geogênica e dependem em grande parte do que se chama geodisponibilidade que para um elemento é aquela parte do seu conteúdo total que pode ser liberado para a superfície ou próximo, por processos mecânicos, químicos ou biológicos (PLUMLEE, 1994). A ocorrência natural de metais pesados no solo depende de alguns fatores, como material de origem de formação, de composição e de proporção dos componentes de sua fase sólida, além do teor e composição da fração argila, conteúdo da matéria orgânica e condições físico-química dos solos (OLIVEIRA, 1996).

Os metais pesados em solos podem estar associados com diversas formas químicas. Em solos não poluídos, esses metais estão contidos principalmente nos minerais primários ou ligados a óxidos, formando espécies relativamente imóveis. Por outro lado, em solos contaminados por ação antrópica recente, presume-se que esses metais devam se apresentar em formas mais móveis. Portanto, estudos de biodisponibilidade de metais no solo são imprescindíveis para qualquer trabalho com o objetivo de avaliar casos de contaminação por esses elementos (RIBEIRO-FILHO et al., 2001).

Nesse contexto, torna-se muito importante o monitoramento das concentrações desses metais em solos não contaminados para que sirvam de parâmetro como indicadores ambientais.

As principais fontes antropogênicas de metais pesados no solo podem ser relacionadas com atividades descritas por Huertos e Baena (2008) como:

- Mineração: na exploração, há a geração de milhões de toneladas de resíduos, formados por pirritas e outros sulfetos, que quando oxidados, liberam grandes quantidades de metais pesados no ambiente, principalmente nos solos. Nessas áreas, as superfícies apresentam

concentrações elevadas de Cu, Ni, As, Se, Cd, Fe e outros, dependendo do tipo de mineração.

- Agricultura: irrigação, fertilizantes inorgânicos, pesticidas, estrume, calagem e o mais importante, lodos residuais de estações de tratamentos agrícolas.
- Geração de energia elétrica: usinas termoelétricas que usam petróleo e podem ser fontes de Pb, Ni e V;
- Atividades industriais: as principais contaminantes são as indústrias de ferro e aço, que emitem metais associados ao Fe e Ni. A fabricação de baterias produz quantidades elevadas de Pb e as indústrias de produtos químicos, fármacos, pigmentos e tintas, além de curtumes, produzem vários tipos de contaminantes metálicos. Em geral, nessas áreas industrializadas, encontra-se no solo metais como: As, Cd, Cr, Hg, Fe, Ni, Pb e Zn.
- Resíduos domésticos: Aproximadamente 10% dos resíduos sólidos domésticos é composto por metais. O aterramento pode contaminar as águas subterrâneas, enquanto que a incineração pode contaminar a atmosfera e por consequência, contaminar os solos, sendo importante para isso o controle desses resíduos para evitar essas formas de contaminação por metais pesados.

Na maioria dos estudos, a avaliação das concentrações de metais tem sido realizadas em locais já impactados antropicamente, sendo normalmente destinadas a compreender o contexto do evento, sua área de influência relacionada com a matriz geradora, e os ambientes e/ou indivíduos afetados (SHOTYK et al., 2010). No

entanto, não há estudos que sugiram ligações entre diferentes matrizes, o que pode sugerir o monitoramento de uma matriz através da análise de outra, especialmente em áreas urbanas, onde não haja uma história de contaminação por metais pesados e que os níveis desses elementos não sejam considerados críticos.

OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a relação existente entre as concentrações de metais pesados em diferentes matrizes ambientais e o leite materno e sua importância na qualidade do aleitamento.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Reconhecer os indicadores da política do aleitamento materno do município de Conceição das Alagoas, MG, Brasil;

Identificar fatores sócio-ambientais que podem interferir na qualidade do leite materno;

Avaliar as concentrações e as correlações dos metais pesados (Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn) no colostro, leite de transição e leite maduro das lactantes de Conceição das Alagoas;

Avaliar as concentrações e as correlações dos metais pesados (As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, Tl, V, Zn) na água distribuída em Conceição das Alagoas;

Avaliar as concentrações e as correlações dos metais pesados (Al, As, Ba, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Hf, Hg, La, Mg, Mn, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Rb, Sb, Sc, Sm, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr) no solo das hortas e solo agrícola do município de Conceição das Alagoas;

Verificar as relações existentes entre os perfis de concentrações de metais pesados nas diferentes matrizes.

METODOLOGIA

4. METODOLOGIA

4.1. LOCAL DE ESTUDO

O município de Conceição das Alagoas está localizado na região oeste do Estado de Minas Gerais (Figura 02), tendo como municípios limítrofes, Veríssimo ao norte, Uberaba a nordeste, Água Comprida a leste, Miguelópolis, Guairá e Colômbia ao sul, Planura e Pirajuba a oeste e Campo Florido a noroeste. Possuindo atualmente uma população de aproximadamente de 21.940 habitantes (0,01% da população do Estado) com uma taxa de crescimento de 4,1% ao ano (IBGE, projeção para 2006-2009), apresentando 64,5% da população feminina em idade fértil, com um IDH de 0,78 sendo o 47º no estado de MG (1991), com uma taxa de urbanização de 84% e área de 1335,34km², representando 0,23% da área do estado. Há um hospital público que conta com 46 leitos disponíveis e entre eles 10 leitos disponíveis para a obstetrícia. Na região de Conceição das Alagoas, o principal produto agrícola cultivado é a cana de açúcar, seguido pela soja, milho, sorgo, e outros produtos de menor importância. Há também uma produção expressiva de galináceos e bovinos. No século XIX, a cidade se formou com a busca de diamantes e ouro, e agora é uma cidade agrícola e pecuária com foco em cana-de-açúcar (CÂMARA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DAS ALAGOAS, 2010).

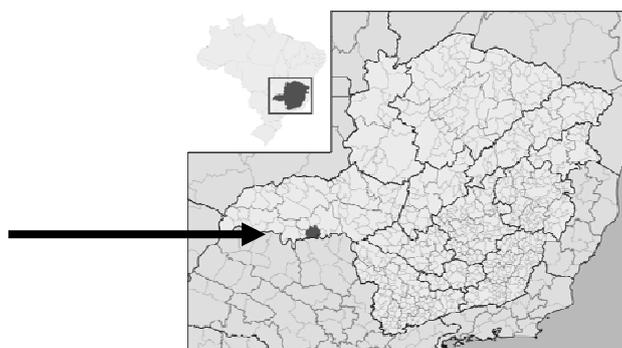


Figura 02. Localização do município de Conceição das Alagoas na região oeste do Estado de Minas Gerais, Brasil.

4.2. LEITE MATERNO

4.2.1. SUJEITOS DA PESQUISA

A população estudada foi constituída de 12 lactantes adultas, destacando os seguintes critérios de inclusão:

- Só fizeram uso de medicamentos preconizados pelo MS, ou seja, sulfato ferroso e ácido fólico;
- Não tomaram outros suplementos nutricionais ou medicamentos;
- Não eram fumantes ativos;
- A idade materna igual ou superior a 21 anos;
- O aleitamento materno foi exclusivo;
- Mães que tiveram o parto a termo.

4.2.2. COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras de leite foram coletadas nas residências das mães. A coleta de dados se iniciou logo após a aprovação pelo Comitê de Ética da EERP/USP sob o protocolo 0828/2007 (Anexo A). Após a abordagem inicial do pesquisador, as mães que atenderam aos critérios de seleção, receberam a carta destinada às mesmas com informações relativas ao projeto e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foi aplicado um questionário próprio e estruturado que ocorreu mediante entrevista pessoal (Apêndices A, B e C).

A coleta do leite materno foi realizada por expressão manual, realizada por técnicas de enfermagem, procedendo à higienização das mãos e das mamas, com

água deionizada, e lubrificação da pele da aréola e dos mamilos com o próprio leite. O volume de cada amostra de leite coletado foi de aproximadamente 20 ml, em duplicata.

4.2.3. CRONOLOGIA DAS COLETAS DO LEITE

As lactantes tiveram seus leites coletados em 3 ocasiões:

1. Na produção de colostro, durante a primeira semana de aleitamento;
2. Na produção de leite de transição durante a segunda semana de aleitamento;
3. Durante a produção do leite maduro, por volta de um mês após o parto.

4.2.4. PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Os materiais utilizados para coleta e acondicionamento das amostras de leite são todos de polietileno, previamente submergidos em solução de ácido nítrico a 30% por 24 horas, para eliminação de metais interferentes (APHA, 1998; VOEGBORLO et al., 1999) e posteriormente enxaguados com água Milli-Q no Setor de Metais do HCFMRP/USP.

As amostras de leite foram acondicionadas a -18°C após a coleta até a chegada no laboratório e foram digeridas em ácido nítrico (65%), em bombas de teflon por 16 horas, no Laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (Figura 03). Para a digestão ácida as amostras foram mantidas a temperatura ambiente durante 8 horas e, passado esse período, mantidas a uma temperatura de 90°C durante 8

horas. Após a digestão as amostras foram filtradas e diluídas a 25 ml com água Milli-Q (Figura 04).



Figura 03. Digestão das amostras de leite em ácido nítrico a 65%, em bombas de teflon por 16 horas, no Laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.



Figura 04. Filtração e diluição das amostras digeridas, preparação das amostras para leitura de metais pesados, no Laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

Após a digestão e diluição até 25mL em balões volumétricos, as amostras de leite foram fracionadas e encaminhadas ao Laboratório de Toxicologia e Saúde Ambiental da Faculdade de Medicina da Universidade “Rovira i Virgili”, Reus, Espanha, onde foram analisadas.

No referido laboratório, a concentração de cádmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), mercúrio (Hg), manganês (Mn), níquel (Ni), chumbo (Pb), estanho (Sn) e zinco (Zn) foi determinada por Espectroscopia com Plasma Induzido-Espectroscopia de Massas (ICP-MS, Perkin Elmer Elan 6000) e os limites de detecção de cada metal estão descritos na Tabela 03.

Tabela 03. Limites de detecção de metais.

Metal analisado	Limite de Detecção µg/L
Cádmio (Cd)	0,05
Cromo (Cr)	0,5
Cobre (Cu)	0,2
Ferro (Fe)	10
Mercúrio (Hg)	0,2
Manganês (Mn)	0,05
Níquel (Ni)	0,1
Chumbo (Pb)	0,05
Estanho (Sn)	0,1
Zinco (Zn)	0,5

4.2.5. ANÁLISE DOS DADOS

Para análise dos resultados foram calculados os valores de mediana e os valores máximos e mínimos. Para a comparação das medianas entre os três momentos da coleta, utilizou-se a análise de variância (ANOVA – one way), sendo que o nível de significância foi de 5%. A análise estatística foi realizada através do programa estatístico Graph Pad Prism (versão 5.00 para Windows, Graph Pad Software, San Diego, CA, EUA).

4.3. ÁGUA

4.3.1. COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras de água foram coletadas nos locais indicados pelas lactantes como o ponto de onde mais retiravam água para seu consumo. Além disso, outros pontos da cidade foram escolhidos de forma randômica para a coleta de água até o total de 44 amostras. A água foi coletada nas torneiras onde o morador indicou como sendo a principal fonte a partir do abastecimento público. O volume de cada amostra de água coletado foi de 50mL, em duplicata.

4.3.2. PREPARO DAS AMOSTRAS

As amostras foram então acidificadas com HNO₃ suprapur (65%) e arsênio (As), berílio (Be), cádmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), mercúrio (Hg), manganês (Mn), níquel (Ni), chumbo (Pb), estanho (Sn), tálio (Tl), vanádio (V) e zinco (Zn) e então foram fracionadas, enviadas e analisadas no Laboratório de Toxicologia e Saúde Ambiental - Tecnatox, Faculdade de Medicina, Universidade "Rovira i Virgili", Reus, Espanha. A concentração dos metais foi determinada por Espectroscopia com Plasma Induzido-Espectroscopia de Massas (ICP-MS, Perkin Elmer Elan 6000) e os limites de detecção de cada metal estão descritos na Tabela 03.

4.3.3. ANÁLISE DOS DADOS

Foi calculada a mediana para cada metal na água consumida e os valores máximos e mínimos. A correlação entre os metais pesados foi determinada com Pearson ($p < 0,05$). Realizou-se a análise estatística através do programa estatístico Graph Pad Prism (versão 5.00 para Windows, Graph Pad Software, San Diego, CA, EUA).

4.4. SOLO

4.4.1. COLETA DE SOLOS

Foram coletadas 23 amostras de solo no município de Conceição das Alagoas, MG, Brasil. As coletas foram feitas entre 0 e 20cm de profundidade. A Tabela 04 mostra os pontos geográficos das coletas das amostras. As primeiras 11 amostras foram realizadas no entorno da cidade, como mostra a Figura 05. Em seguida, foram coletadas 9 amostras de solos em 3 hortas diferentes, locais de compra de hortaliças pela população local, inclusive as mães estudadas. Essas amostras foram numeradas de 12 a 20 e os pontos de coleta podem ser vistos na Figura 05 no círculo grande. Foram coletadas também 3 amostras nas margens do Rio Uberaba, numeradas de 21 a 23, representadas na Figura 05, visível no círculo pequeno. O retângulo evidencia a área predominantemente urbana e mostra que as hortas e o rio estão dentro da malha urbana.

4.4.2. PREPARO DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas entre 0 e 20cm de profundidade. Posteriormente, no Laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, as amostras foram secas, fracionadas e enviadas ao Departamento de Cristalografia, Mineralogia e Química Agrícola da Faculdade de Química da Universidade de Sevilha, em Sevilha, Espanha para serem analisadas.

Tabela 04. Pontos geográficos de cada amostra de solo de Conceição das Alagoas, MG, Brasil.

Amostras	Latitude	Longitude
1	S19 54.032	W48 23.399
2	S19 53.975	W48 23.436
3	S19 53.763	W48 23.180
4	S19 53.477	W48 23.063
5	S19 52.791	W48 22.402
6	S19 52.588	W48 21.923
7	S19 52.516	W48 21.593
8	S19 52.151	W48 23.073
9	S19 51.461	W48 24.932
10	S19 56.224	W48 23.417
11	S19 57.341	W48 23.473
12	S19 54.840	W48 22.807
13	S19 54.851	W48 22.836
14	S19 54.826	W48 22.834
15	S19 55.050	W48 22.668
16	S19 55.047	W48 22.669
17	S19 55.038	W48 22.670
18	S19 55.138	W48 22.937
19	S19 55.134	W48 22.937
20	S19 55.131	W48 22.941
21	S19 54.552	W48 23.141
22	S19 54.535	W48 23.159
23	S19 54.602	W48 23.132

Foram pesquisadas as concentrações no solo dos seguintes metais: alumínio (Al), antimônio (Sb), arsênio (As), bário (Ba), bismuto (Bi), cádmio (Cd), céσιο (Ce),

chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), escândio (Sc), estanho (Sn), estrôncio (Sr), ferro (Fe), gálio (Ga), háfnio (Hf), itérbio (Yb), ítrio (Y), lantânio (La), magnésio (Mg), manganês (Mn), mercúrio (Hg), molibdênio (Mo), neodímio (Nd), nióbio (Nb), níquel (Ni), rubídio (Rb), samário (Sm), tálio (Tl), tantálio (Ta), telúrio (Te), titânio (Ti), tório (Th), tungstênio (W), urano (U), vanádio (V), zinco (Zn) e zircônio (Zr) pela técnica de fluorescência de raios X (FRX) e os limites de detecção de cada metal estão descritos na Tabela 05.

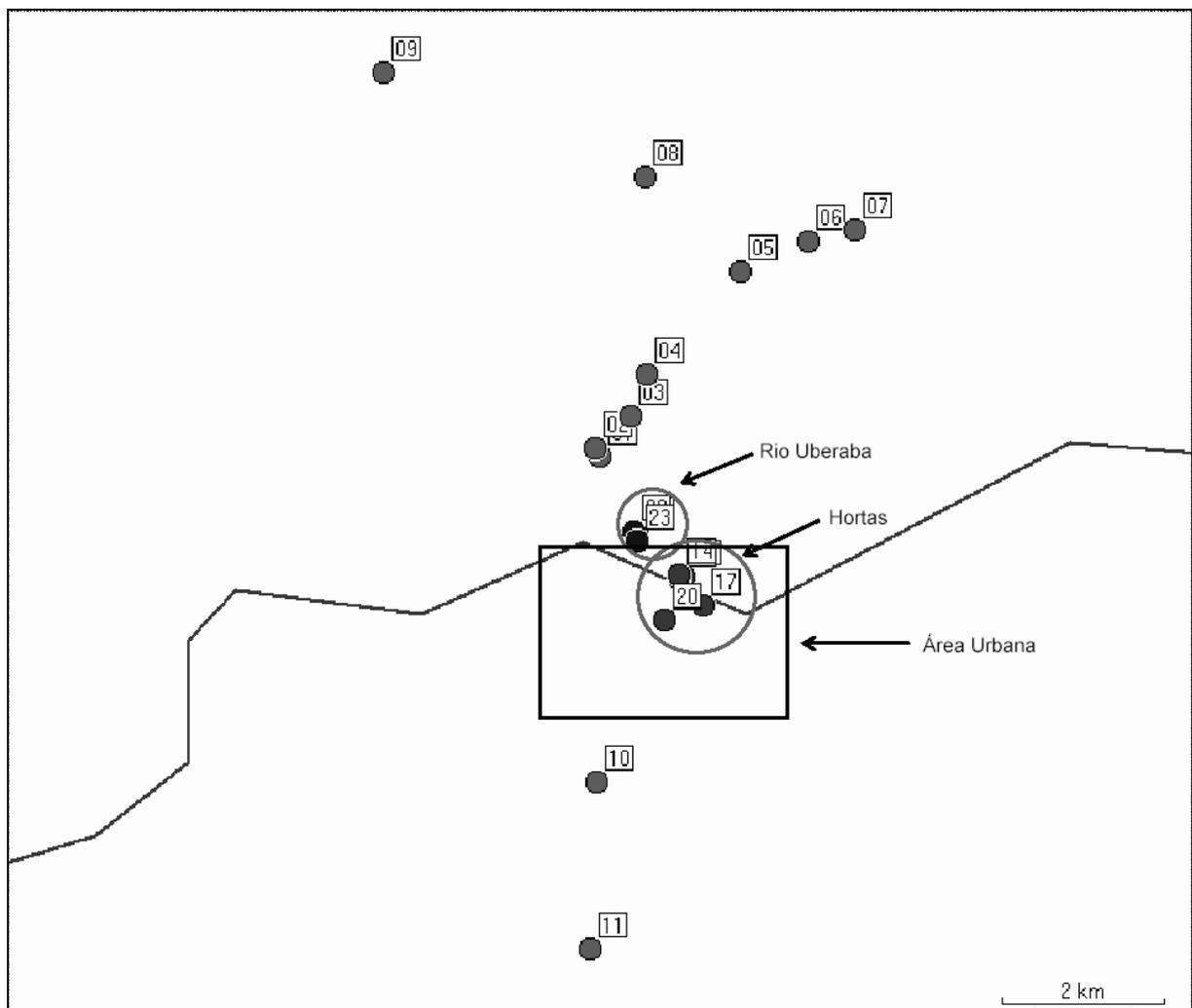


Figura 05. Representação gráfica dos pontos geográficos das coletas de solo em Conceição das Alagoas, MG, Brasil. Os pontos de 01 a 11 indicam os lugares de coleta de solo agrícola. Os pontos de 12 a 20 indicam as hortas, circundadas pelo círculo grande. Já os pontos de 21 a 23 indicam a margem do rio, indicados pelo círculo pequeno. O retângulo indica a área urbana da cidade, mostrando que as hortas e o rio estão dentro da malha urbana.

Tabela 05. Limite de detecção de metais no solo.

Metal analisado	Limite de Detecção mg/kg
Alumínio (Al)	0,01
Antimônio (Sb)	3
Arsênio (As)	1
Bário (Ba)	2
Bismuto (Bi)	0
Cádmio (Cd)	1
Césio (Ce)	4
Chumbo (Pb)	0
Cobalto (Co)	1
Cobre (Cu)	1
Cromo (Cr)	1
Escândio (Sc)	1
Estanho (Sn)	3
Estrôncio (Sr)	6
Ferro (Fe)	0,01
Gálio (Ga)	2
Háfnio (Hf)	2
Itérbio (Yb)	1
Ítrio (Y)	2
Lantânio (La)	4
Magnésio (Mg)	0,01
Manganês (Mn)	0,01
Mercúrio (Hg)	0,005
Molibdênio (Mo)	0
Neodímio (Nd)	2
Nióbio (Nb)	1
Níquel (Ni)	0
Rubídio (Rb)	0
Samário (Sm)	3
Tálio (Tl)	0

Continuação da **Tabela 05.**

Tantálio (Ta)	1
Telúrio (Te)	3
Titânio (Ti)	0,02
Tório (Th)	1
Tungstênio (W)	0
Urano (U)	0
Vanádio (V)	1
Zinco (Zn)	1
Zircônio (Zr)	2

4.4.3. MEDIDA DO PH

Para cada amostra, pesou-se 32g e foi seca em estufa a 110°C por uma noite. Depois, a partir dessa parte seca, foram pesados 10g em duplicata, adicionados 25mL de água destilada, agitados por 10 minutos e deixados em repouso por 30 minutos. O pH foi então medido em duplicatas e se a diferença estivesse maior de 0,3, procedia-se uma nova pesagem de 10g e repetição do procedimento.

4.4.4. SEPARAÇÃO DE FRAÇÕES MAIORES DE 2MM

As amostras do solo foram pesadas, homogeneizadas e passadas por uma malha de aço de 2mm. O material que ficou retido na malha, portanto, maior de 2mm foi pesado e armazenado. O restante, que passou pela malha foi preparado para a granulometria ou análise química.

4.4.5. MEDIDA DE GRANULOMETRIA

A amostra de solo menor de 2mm foi pesada em 30g e agitada em 250mL de polimetáfosfato de sódio ($\text{Na}_6\text{O}_{18}\text{P}_6$) por no mínimo 2 horas. Foi então tamisada em úmido em uma malha de $100\mu\text{m}$. A parte que ficou retida na malha foi então lavada, colocada em um cadinho em uma estufa a 110°C por uma noite, desumidificada por no mínimo 6 horas e então pesada.

Da amostra que passou pela malha de $100\mu\text{m}$, uma parte foi levada para o exame de granulometria utilizando-se um equipamento chamado Sedigraf. O restante da amostra foi adicionada em um Becker de 1000mL e deixado decantar por 3,5h, quando então, com um aparato acoplado, utilizando o princípio dos vasos comunicantes, foi feito o esgotamento da parte que continha partículas iguais ou menores de $2\mu\text{m}$. O procedimento foi então repetido mais uma vez. Dessa amostra retirada, foi efetuada a secagem em lâmpada uv e então pesada.

4.4.6. ANÁLISE QUÍMICA POR FLUORIMETRIA DE RAIOS X

Pesou-se 14g da amostra e para a realização da análise química, foram utilizados dois métodos: análise dos maioritários e dos elementos traço.

Para os maioritários, foi feita uma dissolução sólida utilizando 7,2g do fundente composto por boratos de lítio (66% de $\text{Li}_2\text{B}_2\text{O}$, 34% de LiBO) e 0,8g da amostra. A mistura foi então homogeneizada e fundida a 1100°C , para a formação da pérola, que então foi levada ao leitor de fluorimetria de raios X.

Para os elementos traços, as amostras foram secas a 100°C por 2h, depois passados por um dessecador por mais 2 horas e foi feita uma mistura de 12g da

amostra com 3g de cera e prensadas para formar uma pastilha. A pastilha foi então levada ao equipamento para se fazer a leitura de fluorimetria de raio X.

4.4.7. ANÁLISE DOS DADOS

Para a análise granulométrica, foi calculada a porcentagem de cada fração do solo seguindo a escala de Atterberg modificado (IBGE, 2007), onde a fração areia é maior que 5 μ m, o silto, entre 2 e 5 μ m e a argila, a fração menor de 2 μ m. A análise estatística foi realizada através do programa estatístico *Statistica* (versão 7.0 para Windows, StatSoft, Inc. Tulsa, OK, EUA).

Foi calculada a mediana para cada metal no solo e os valores máximos e mínimos. A correlação entre os metais pesados foi determinada com Pearson ($p < 0,05$). A análise estatística foi realizada através do programa estatístico Graph Pad Prism (versão 5.00 para Windows, Graph Pad Software, San Diego, CA, EUA).

Para o cálculo de pH, utilizou-se a média e o desvio padrão dos valores obtidos nas amostras do solo de agricultura quanto das hortas e o teste T ($p < 0,05$). A análise estatística foi realizada através do programa estatístico Graph Pad Prism (versão 5.00 para Windows, Graph Pad Software, San Diego, CA, EUA).

4.5. RELAÇÃO ENTRE AS MATRIZES

As concentrações de metais em diferentes matrizes foram convertidas em porcentagem da quantidade total de metais em cada amostra. Após isso, foi calculada a mediana da porcentagem de cada metal na matriz e comparou-se o perfil de concentração de metais entre as matrizes. A análise estatística foi

realizada através do programa estatístico Graph Pad Prism (versão 5.00 para Windows, Graph Pad Software, San Diego, CA, EUA). Para isso, foi realizado um teste de hipóteses de uma população multinomial usando um teste do qui-quadrado (χ^2) ($p < 0,05$) (ANDERSON et al., 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. FATORES SÓCIO-AMBIENTAIS E POLÍTICA DE ALEITAMENTO DO MUNICÍPIO

Participaram do estudo 12 mães do município de Conceição das Alagoas, MG. Elas apresentaram uma média de idade de 27,5 anos (Figura 06). Isso não reflete a média de idade das mães do município porque foram excluídas do estudo as menores de 21 anos. Dessas mães estudadas, 40% eram primíparas e 60% multíparas (Figura 07). Dessas multíparas, a média de filhos é de 2,7 por mãe (Figura 08), número 23% acima da média tanto do Estado de Minas Gerais (Figura 09), quanto do Brasil (Figura 10), segundo os dados do IBGE (2000b,c).

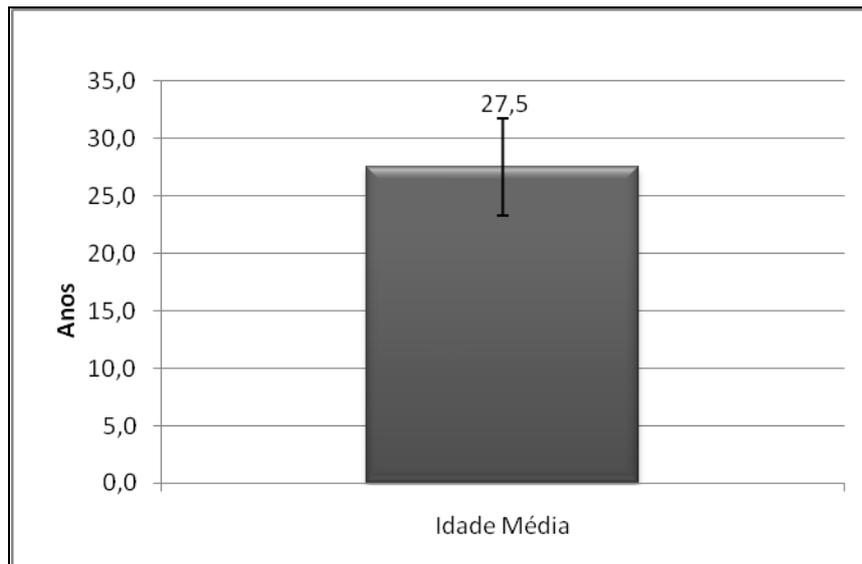


Figura 06. Idade média das mães de Conceição das Alagoas. A figura mostra os resultados da média e desvio padrão das mães que participaram do estudo, sendo que o limite mínimo foi de 21 anos.

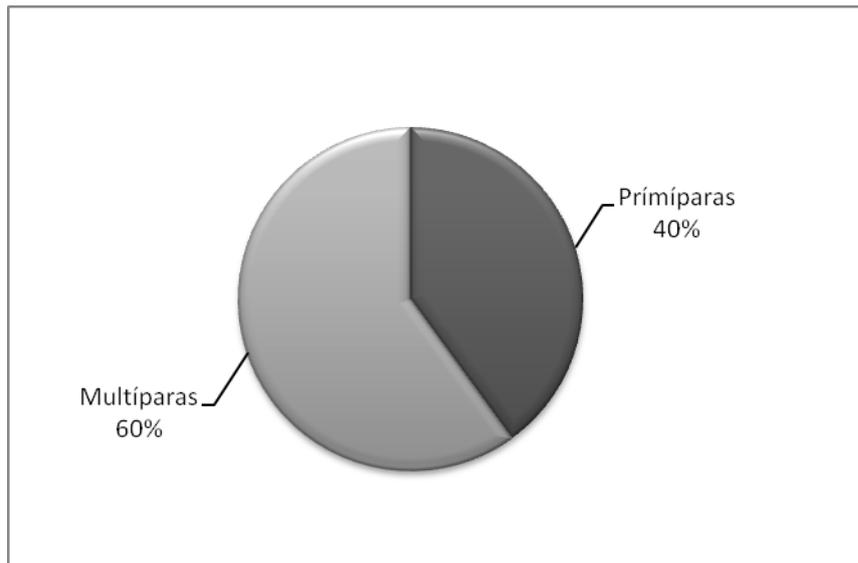


Figura 07. Paridade das mães de Conceição das Alagoas participantes do estudo. Das mães estudadas, 40 % foram mãe pela primeira vez e 60 % eram múltíparas.

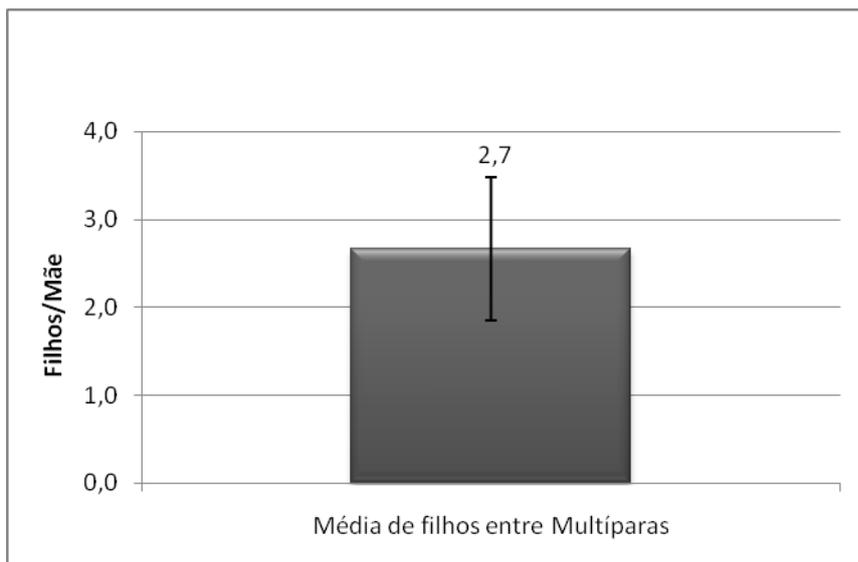


Figura 08. Média de filhos entre as Múltíparas. As mães estudadas de Conceição das Alagoas mostraram uma taxa de fecundidade de 2,7 filhos por mãe.

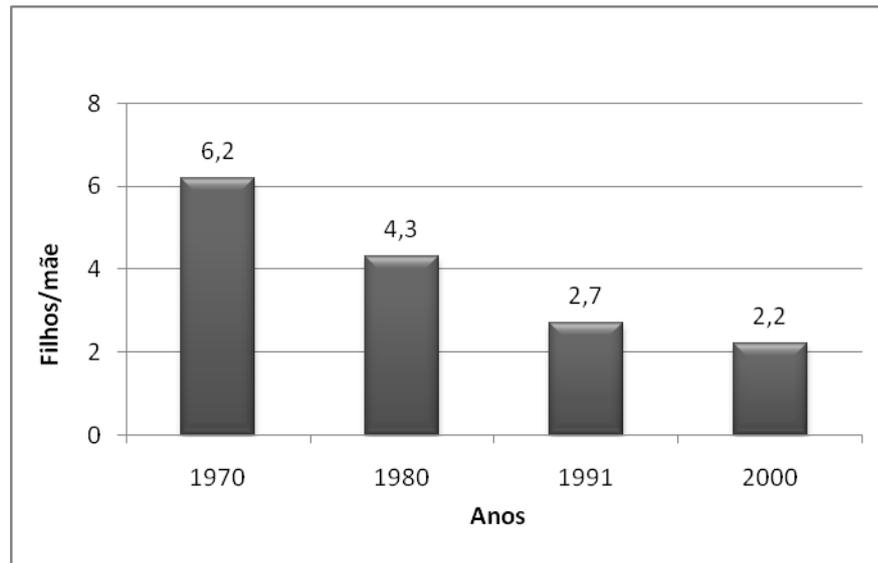


Figura 09. Diminuição da taxa de fecundidade do Estado de Minas Gerais entre 1970 e 2000. A taxa de fecundidade vem diminuindo com o decorrer dos anos, passando de 6,2 filhos por mãe em 1970 para 2,2 filhos no ano 2000 (IBGE, 2000b).

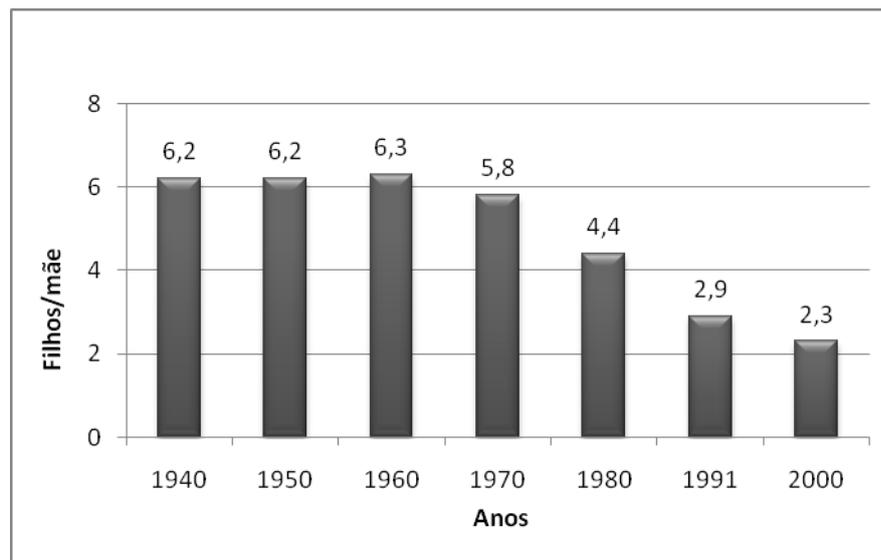


Figura 10. Diminuição da taxa de fecundidade do Brasil entre 1940 e 2000. A taxa de fecundidade vem diminuindo com o decorrer dos anos, passando de 6,2 filhos por mãe em 1940 para 2,3 filhos no ano 2000 (IBGE, 2000c).

Entre as internações ocorridas durante o ano de 2007, no município de Conceição das Alagoas, relacionadas à gravidez, parto e puerpério, 15% correspondeu a adolescentes entre 10 a 14 anos, mostrando uma maternidade muito precoce, 57% dessas internações foram de mulheres com idade entre 15 e 19

anos, também evidenciando um grande número de adolescentes grávidas e 28% foi de mulheres adultas, entre 20 e 49 anos (Figura 11) (DATASUS, 2009).

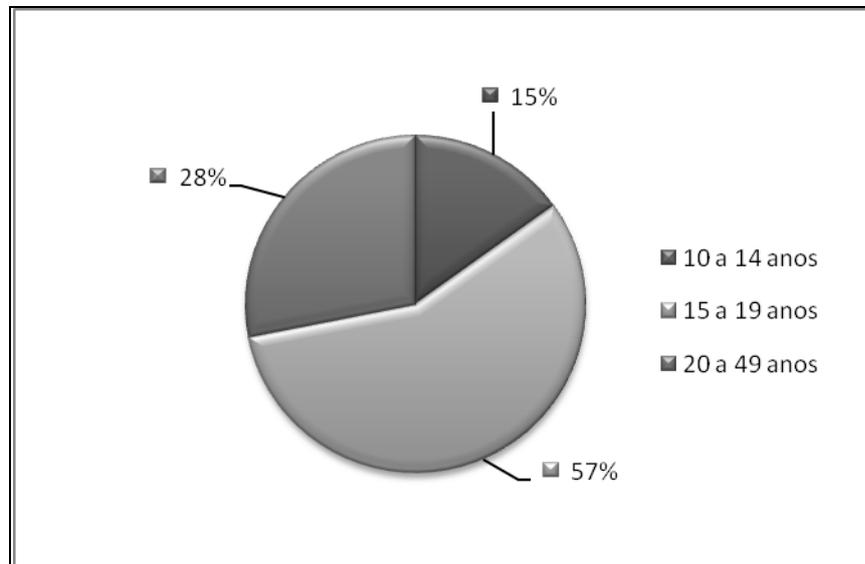


Figura 11. Idade de internadas em 2007 relacionadas à gravidez, parto e puerpério. Das internações ocorridas em 2007 relacionadas à gravidez, parto e puerpério, 15% foram de mulheres entre 10 a 14 anos, 57% entre 15 a 19 anos e 28% de mulheres entre 20 a 49 anos (DATASUS, 2009).

Com relação às condições do parto, os partos cesáreos apresentam ainda taxas elevadas, com média de 10 anos (1997 a 2006) de 48%, mas apresentando uma tendência de queda e nesse mesmo período, a média dos partos prematuros é de 3,6%, infelizmente apresentando uma tendência de alta (Figura 12) (DATASUS, 2009).

Para os indicadores de Atenção Básica no município (Figura 13), percebe-se um aumento muito rápido da população atendida nos anos de 2006 e 2007. A cobertura de vacinação infantil manteve-se com os índices elevados, inclusive com uma tendência de alta, passando de 99%. De modo contrário, a quantidade de crianças com aleitamento exclusivo diminuiu 14% nos 4 últimos anos dos dados apurados. Durante os 6 anos apurados, não houve morte infantil por diarreia e os níveis de desnutrição mostraram uma queda de 95% entre os anos de 2002 e 2007 (DATASUS, 2009).

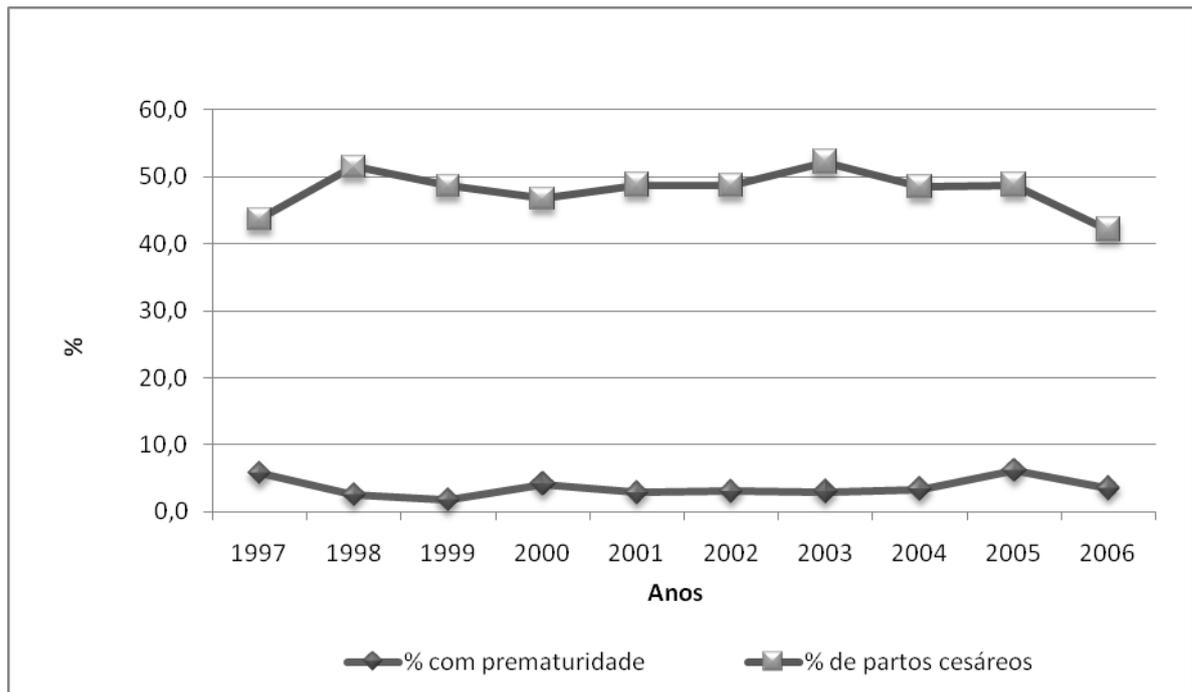


Figura 12. Condições de nascimento entre 1997 a 2006. A quantidade de partos cesáreos tem se mantido constante durante essa década, com uma média de 48% e com uma tendência de queda nos últimos anos e a quantidade de partos prematuros também tem se mantido constante, com média de 3,6%, mas apresentando uma tendência de elevação (DATASUS, 2009).

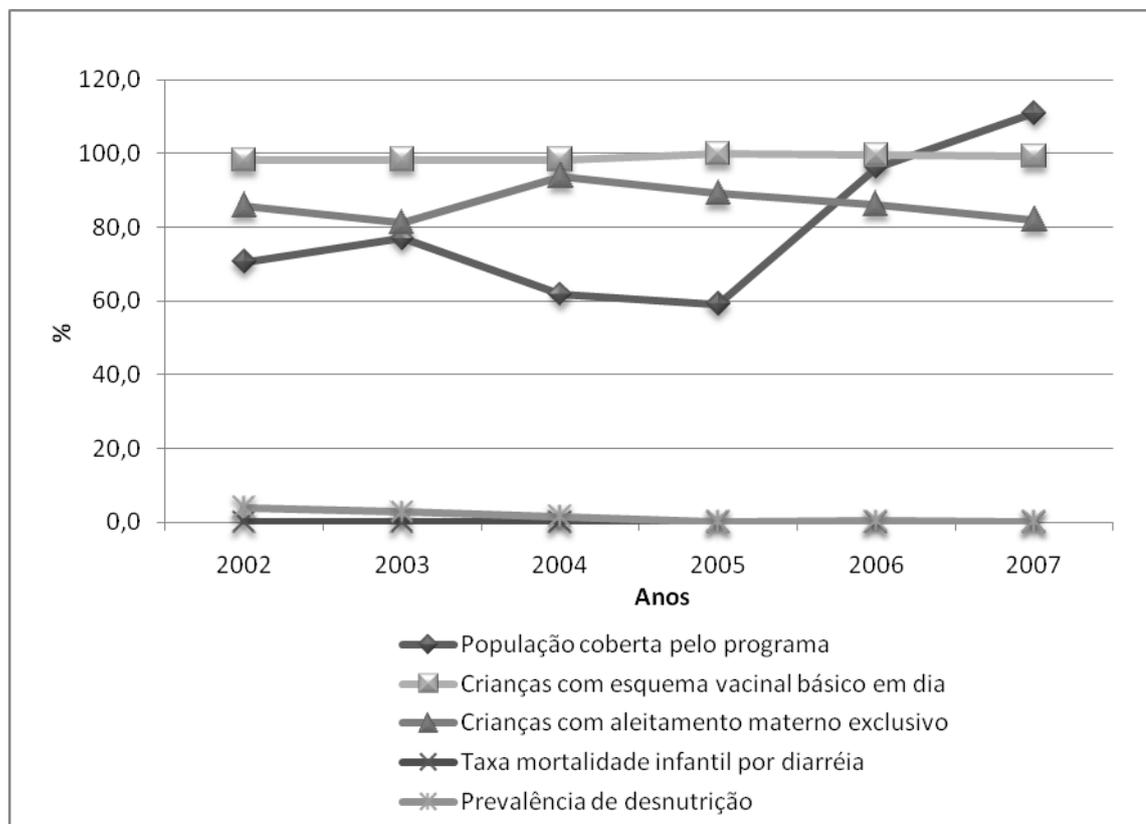


Figura 13. Indicadores de Atenção Básica de 2002 a 2007. A população coberta pelo programa aumentou muito nos anos de 2006 e 2007. A cobertura vacinal também se apresenta muito elevada, acima de 99%. A quantidade de aleitamento materno tem apresentado uma tendência de queda, por volta de 14%. Não houve morte infantil por diarreia nesse período e houve uma diminuição da desnutrição infantil de 95% (DATASUS, 2009).

Conceição das Alagoas tem mostrado um aumento no recurso investido por habitante de 78% entre 2004 e 2007 (Figura 14), proveniente tanto de repasses do governo federal e estadual como recursos do próprio município, passando de R\$227,92 em 2004 para R\$406,14 em 2007 (DATASUS, 2009).

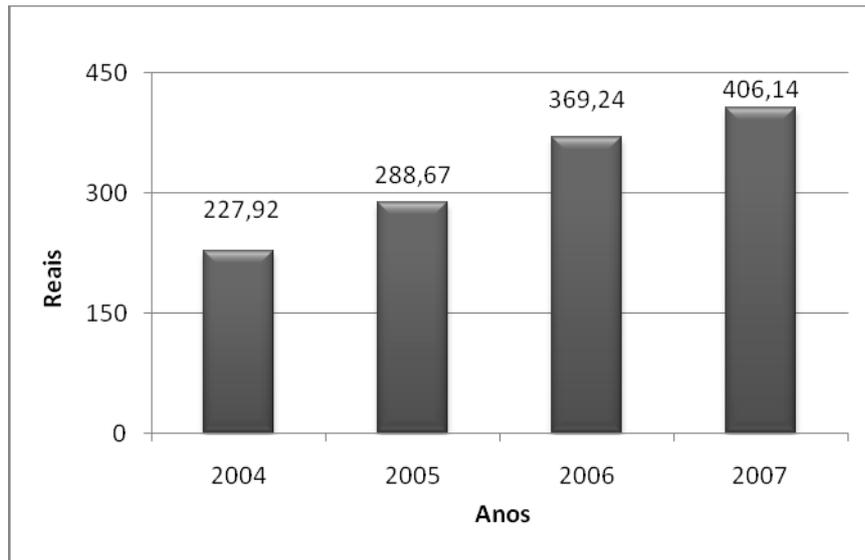


Figura 14. Despesa total do município com saúde por habitante entre 2004 a 2007. Houve um aumento dos recursos destinados à saúde no município de 78% passando de R\$227,92 em 2004 para R\$406,14 em 2007. Esses recursos foram oriundos de repasses do governo federal e estadual junto com recursos do próprio município (DATASUS, 2009).

O intervalo gestacional das mães estudadas foi de 59,7 meses em média, desde um mínimo de 19 até 120 meses (Figura 15). No município, 80% dessas mães são da área urbana e 20% da área rural (Figura 16). No Brasil, a população urbana atinge 81,19% e a rural próximo a 18,81%, já a região sudeste apresenta 90,48% e 9,52% respectivamente (IBGE, 2000a).

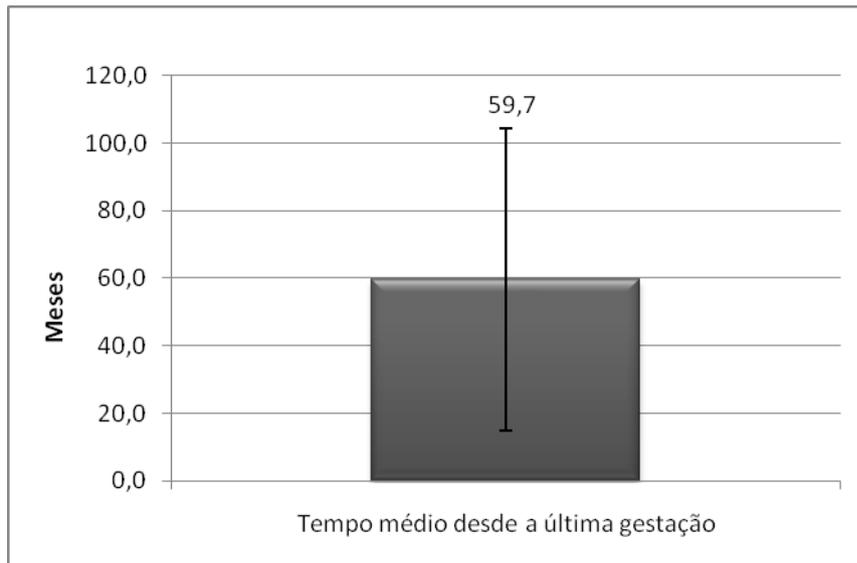


Figura 15. Intervalo Gestacional. As mães estudadas de Conceição das Alagoas apresentaram um intervalo gestacional de $59,7 \pm 44,7$ meses, com o mínimo de 19 e o máximo de 120 meses.

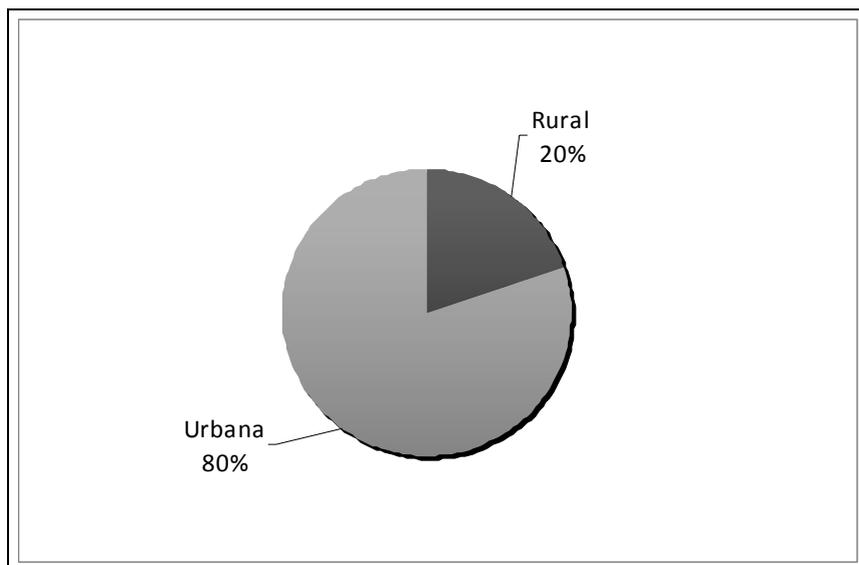


Figura 16. Distribuição das mães nas áreas urbanas e rurais do município. A maioria das mães de Conceição das Alagoas é da área urbana (80%) enquanto que apenas 20% dessas mães são da área rural.

A união estável é o estado civil predominante entre as mães, com 50% delas nessa situação, e além disso, há 20% das mães que são solteiras e 30% das mães são casadas. Não houve nenhuma mãe viúva ou legalmente separada (Figura 17). Ainda sobre essas mães, 60% delas relataram trabalhar para seu sustento e apenas 40% disseram não trabalhar fora (Figura 18).

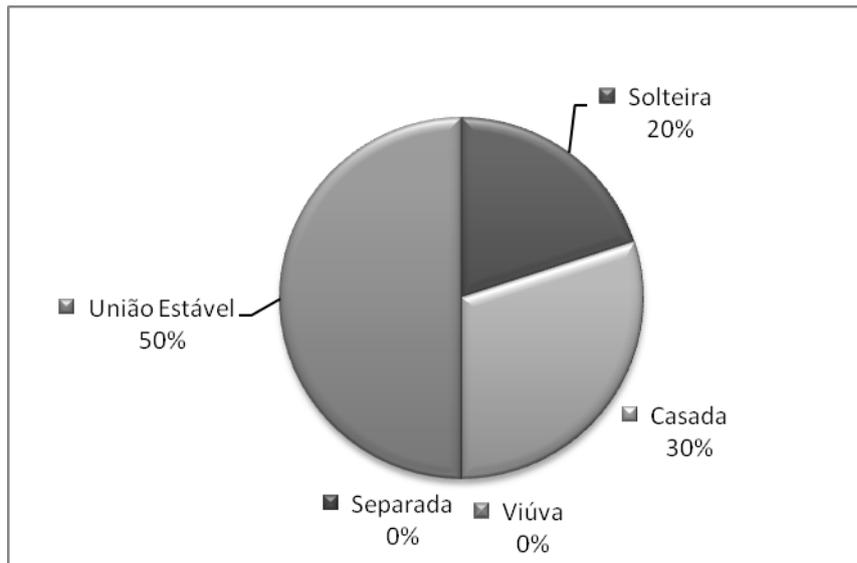


Figura 17. Estado civil das mães. As mães solteiras representam 20%, as casadas, 30% e 50% das mães se dizem em uma união estável. Não houve nenhuma mãe viúva ou legalmente separada.

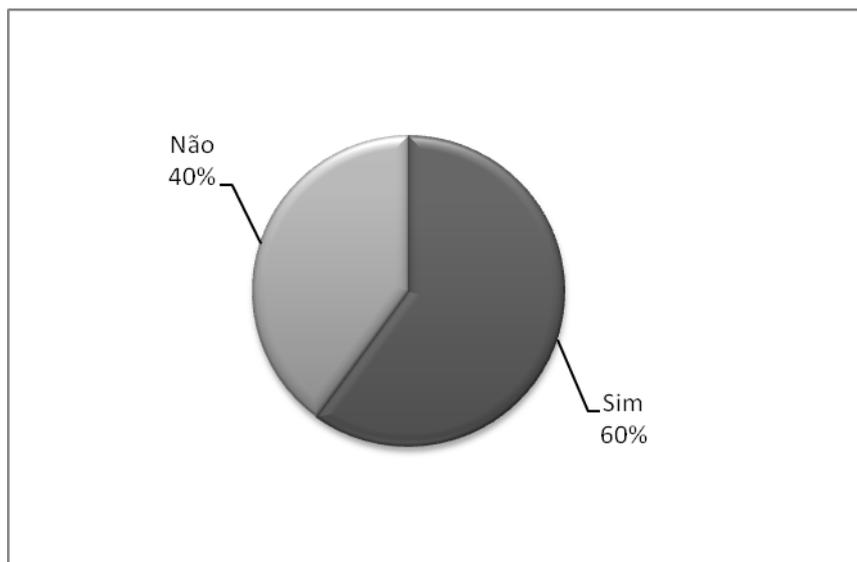


Figura 18. Mães que trabalham. Entre as mães, 60% delas trabalham para ajudar no sustento da família e 40% relataram não trabalhar.

Entre as atividades relatadas como trabalho, as mães desempenham funções como auxiliar de cozinha, de serviços, balconista, cabeleireira, secretária, e vendedora de loja.

Em relação à própria saúde, metade das mães (50%) disse se preocupar com a alimentação durante a gestação (Figura 19), mas apenas 10% delas relataram realizar atividades físicas constantemente, e 90% se classificaram como

sedentárias (Figura 20). Por outro lado, 90% disse que bebe mais de 1,5 litros de água por dia e apenas 10% bebe menos que isso (Figura 21). O abastecimento de água em Conceição das Alagoas tem mostrado um aumento da oferta da rede pública, passando de 73,2% em 1991 para 80,6% em 2000, diminuindo o uso de água de poços ou nascentes de 25,6% em 1991 para 18,8% em 2000 (Figura 22) (DATASUS, 2009).

Metade das mães (50%) relatou se preocupar com seu peso durante a gestação (Figura 23) e é importante perceber que nenhuma mãe disse ser fumante, embora 20% tenham admitido ser ex-fumante e 80% relatou não ser fumante (Figura 24). E apesar dos riscos, 70% das mães utilizaram medicamentos não prescritos durante a gestação (Figura 25).

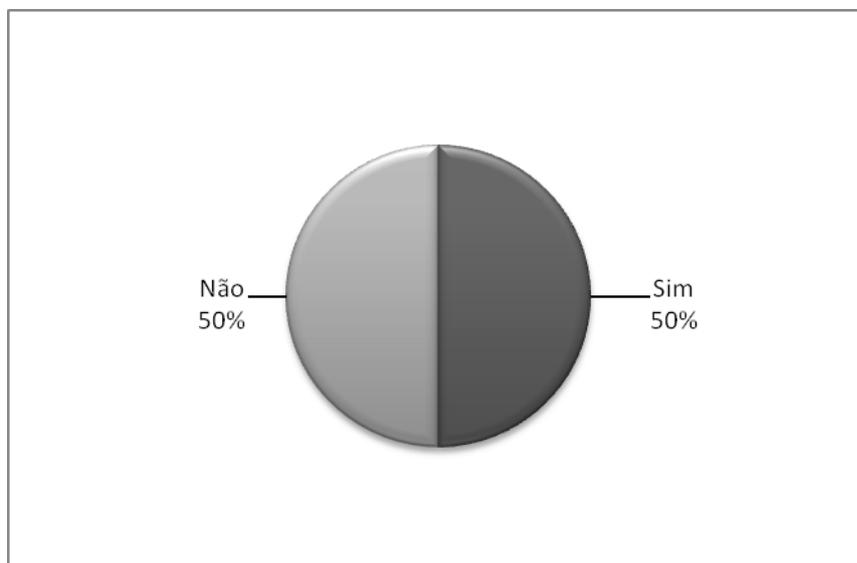


Figura 19. Preocupação das mães com a alimentação durante a gestação. Metade das mães relatou ter se preocupado com a alimentação durante a gravidez.

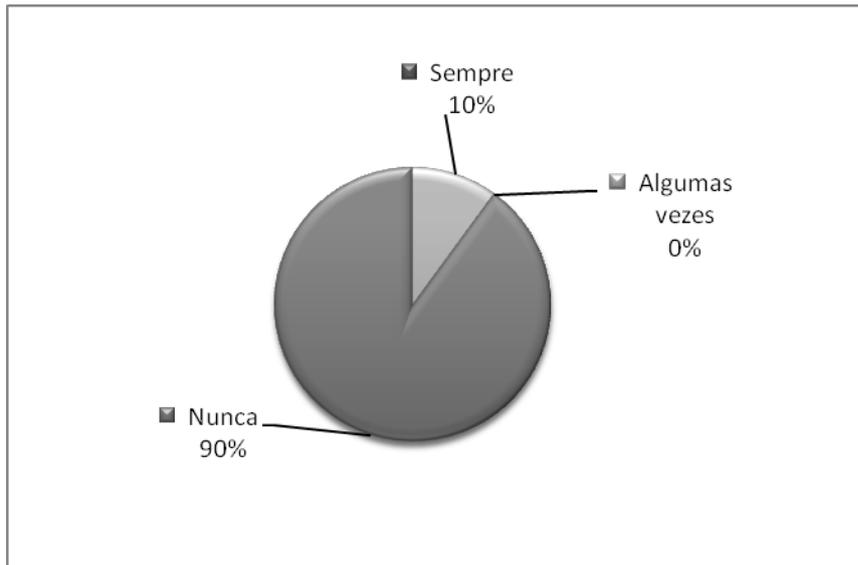


Figura 20. Atividades físicas realizadas pelas mães. Das mães estudadas, 10% realizou atividades físicas durante a gravidez, e 90% se mostrou sedentária durante esse período.

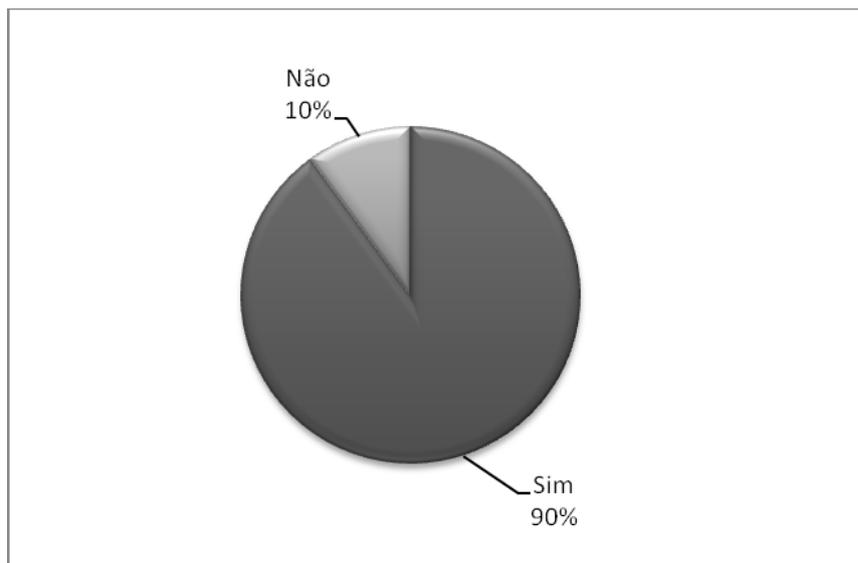


Figura 21. Ingestão de água pelas mães durante a gravidez. Do total de mães, 90% relataram ingerir mais de 1,5L de água por dia e apenas 10% disse ingerir menos que essa quantidade por dia.

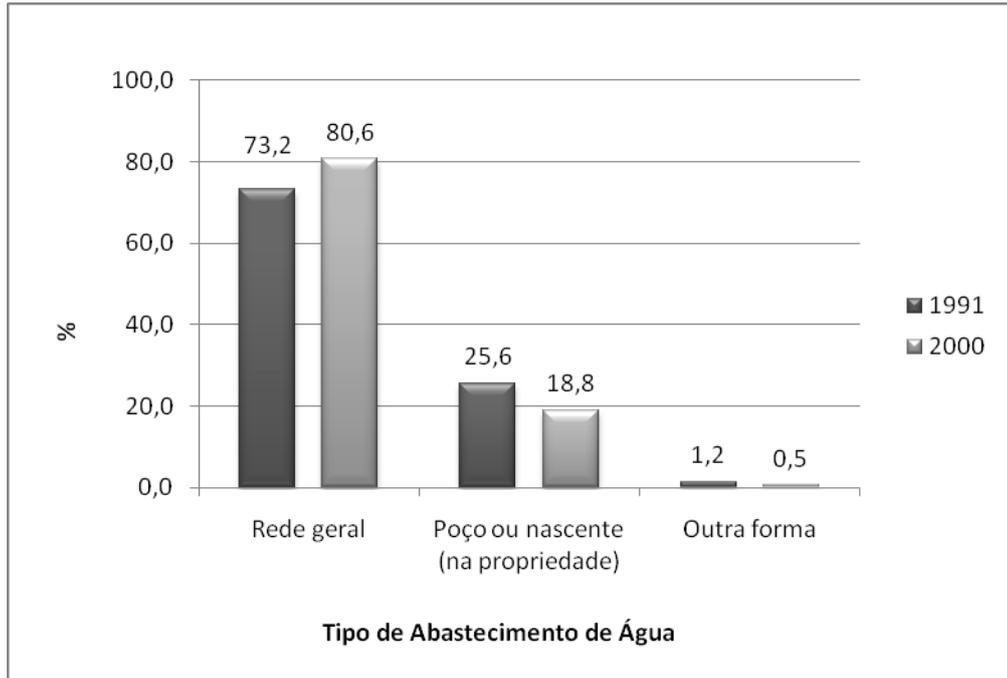


Figura 22. Tipo de abastecimento de água para moradores de Conceição das Alagoas. A rede pública aumentou sua oferta de 73,2% em 1991 para 80,6% em 2000. A água de poço ou nascente teve seu uso diminuído de 25,6% em 1991 para 18,8% da população em 2000. Outras formas de coleta e uso de água diminuiu de 1,2% em 1991 para 0,5% em 2000 (DATASUS, 2009).



Figura 23. Preocupação das mães com seu peso durante a gravidez. Metade das mães relatou ter se preocupado com seu peso durante a gravidez.

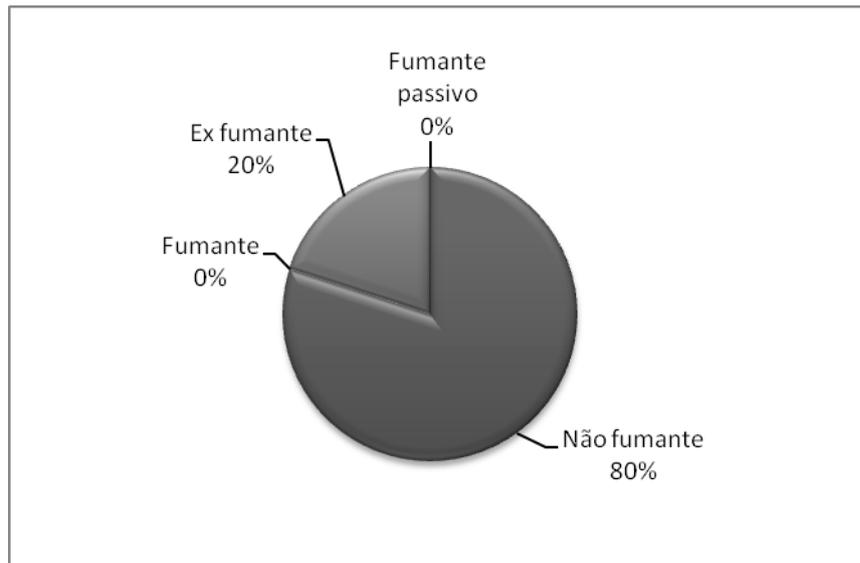


Figura 24. Mães e o fumo. Nenhuma mãe relatou ser fumante, embora 20% disse ser ex-fumante e 80% não fumante.

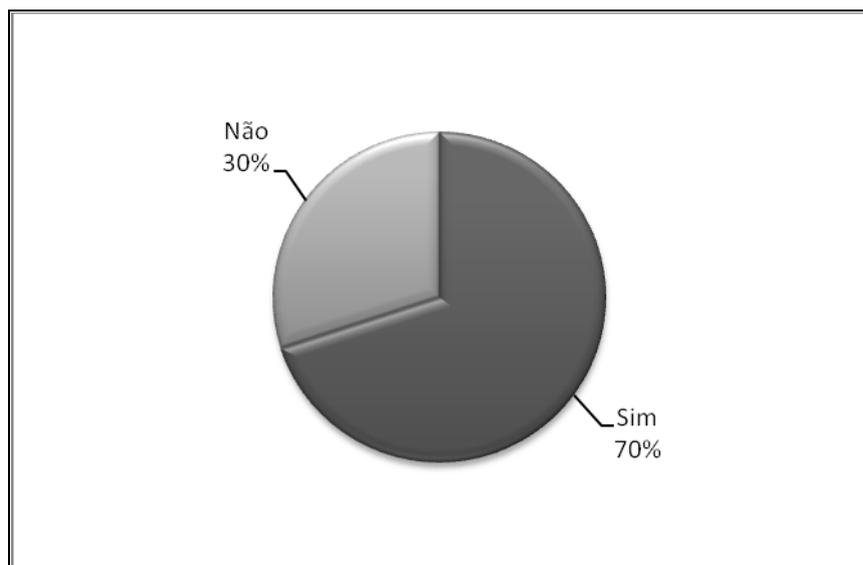


Figura 25. Utilização de medicamentos não prescritos pelas gestantes. Das mães entrevistadas, 70% delas admitiu ter utilizado medicamentos não prescritos durante a gravidez e 30% disse não terem feito uso.

5.2. LEITE MATERNO

O número de participantes variou de 100% na coleta do colostro para 83,3% na coleta do leite de transição e uma diminuição de 41,7% até a coleta do leite maduro (Figura 26). Ou seja, ocorreu um desmame precoce de quase metade dos filhos das mães estudadas.

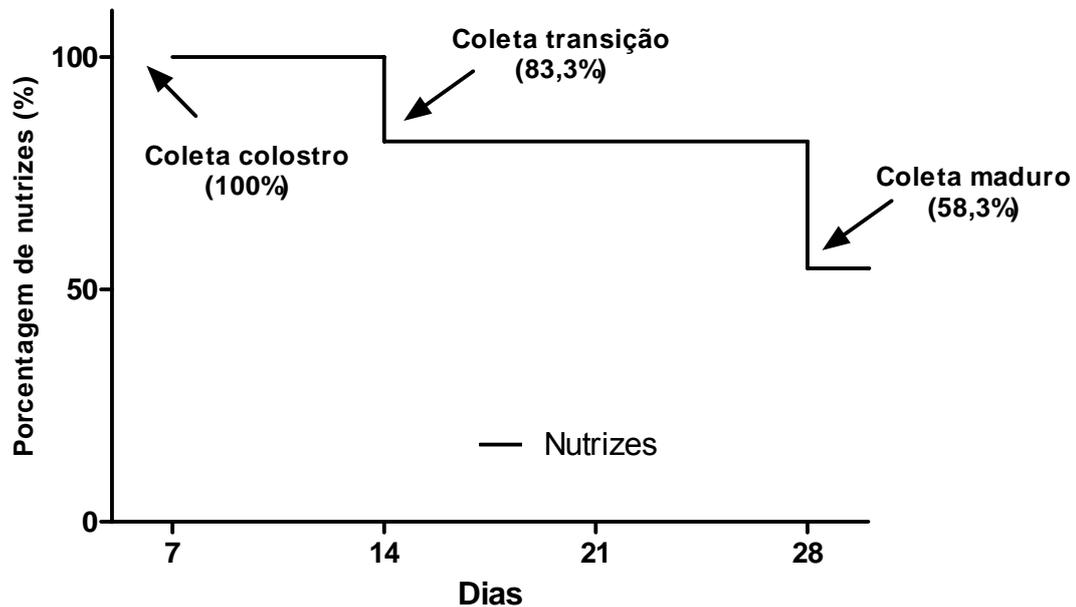


Figura 26: Porcentagem de nutrizes. A curva representa a quantidade de lactantes (em porcentagem) que participaram do estudo.

O desmame precoce, apesar de fortemente desaconselhado pelos profissionais de saúde é uma realidade muito presente na vida das brasileiras. De acordo com Ramos e Almeida (2003), o desmame ocorre de maneira complexa e cheio de culpa, as participantes desse estudo alegaram essa prática pelo próprio julgamento de terem leite “fraco” ou em “pequena quantidade”, intercorrências da mama puerperal, falta de experiência, inadequação de suas necessidades com as do filho, interferências externas, trabalho, ambigüidade entre o querer/poder amamentar e entre o fardo/desejo. Assim, dentro desse universo, há algumas situações particularmente mais estressantes, como quando a mãe enfrenta dificuldades no aleitamento ainda na maternidade, ou quando há um confronto entre a tarefa de amamentar e a execução de outras tarefas domésticas, ocorrendo então o receio de não poder atender às necessidades do lactente, momento então que surgem os “Inimigos do Aleitamento Materno” como as sugestões de

complementação alimentar com mamadeira, de água, chás e sucos de fruta. Também o momento do retorno da mãe às atividades profissionais, que a obriga a mudar a rotina de cuidados com o lactente, ou é forçada a contratar profissionais para o cuidado da criança na sua ausência, induzem o desmame precoce (CARRASCOZA et al., 2005).

5.3. CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS NO LEITE HUMANO

A concentração de metais pesados encontrados no leite materno coletados durante a produção de colostro, leite de transição e leite maduro são apresentados na Tabela 06. A análise ANOVA oneway ($p < 0,05$) mostrou uma diferença significativa para os metais Zn e Cu na terceira coleta. Os valores das análises das amostras de leite estão no Apêndice D.

Segundo Lönnerdal e colaboradores (1996), não há alteração na concentração de ferro e cobre no leite materno, entre os dias primeiro e décimo quarto do aleitamento materno, o que não ocorre com o zinco, com uma diminuição significativa de sua concentração durante o tempo (SOWERS et al., 2002). A concentração de cobre foi de $647,25\mu\text{g/L}$ no colostro, $639,68\mu\text{g/L}$ de leite de transição e houve um declínio significativo para $388,39\mu\text{g/L}$ no leite maduro, corroborando a literatura internacional (Figura 27C). Os valores da concentração de zinco nas mães de Conceição das Alagoas também ocorreram dentro da margem de erro estatístico entre a coleta de colostro e leite de transição, embora numa tendência decrescente (Zn = $5523,55\mu\text{g/L}$ no colostro e $4702,56\mu\text{g/L}$ no leite de transição), e os valores diminuíram quando ocorreu a coleta de leite maduro (Zn = $2787,81\mu\text{g/L}$), reafirmando os achados de Dorea, em 2002 (Figura 28J). Desde o nascimento, os bebês têm reservas de cobre e zinco no fígado para serem usadas

quando as quantidades desses metais diminuem na ingestão de leite (DOREA, 2002). Estas reservas devem ser suficientes até quando as crianças começam a comer alimentos que fazem a reposição adequada desses elementos.

Tabela 06. Concentrações de metais pesados no leite humano durante a produção de colostro, leite de transição e leite maduro.

	Cadmio (Cd) (µg/L)			Cromo (Cr) (µg/L)		
	Colostro	Transição	Maduro	Colostro	Transição	Maduro
Mediana	81,74	76,61	75,46	259,91	253,56	224,69
Máximo	656,84	356,28	138,24	522,26	393,06	348,61
Mínimo	16,99	1,51	46,57	138,15	139,48	151,42

	Cobre (Cu) (µg/L)			Ferro (Fe) (µg/L)		
	Colostro	Transição	Maduro	Colostro	Transição	Maduro
Mediana	647,25	639,68	388,39*	1025,81	2990,37	423,76
Máximo	964,37	964,37	470,46	9541,10	5429,76	1826,57
Mínimo	498,43	565,03	295,56	208,81	381,78	66,92

	Mercúrio (Hg) (µg/L)			Manganês (Mn) (µg/L)		
	Colostro	Transição	Maduro	Colostro	Transição	Maduro
Mediana	15,77	20,09	22,78	25,90	81,62	25,88
Máximo	217,94	610,77	267,63	155,87	192,52	33,35
Mínimo	7,01	8,21	3,76	14,86	32,46	9,00

	Níquel (Ni) (µg/L)			Chumbo (Pb) (µg/L)		
	Colostro	Transição	Maduro	Colostro	Transição	Maduro
Mediana	119,21	118,87	87,62	29,01	25,76	23,44
Máximo	322,69	148,97	87,62	68,55	43,66	55,79
Mínimo	22,44	114,91	87,62	4,29	9,64	4,41

	Estanho (Sn) (µg/L)			Zinco (Zn) (µg/L)		
	Colostro	Transição	Maduro	Colostro	Transição	Maduro
Mediana	9,27	5,91	2,86	5523,53	4702,56	2787,81*
Máximo	22,73	21,05	13,70	11633,50	7711,76	4227,84
Mínimo	0,15	0,34	1,55	3239,21	4250,38	1203,56

*ANOVA oneway (p<0,05)

Durante o período de produção de colostro, as altas quantidades de cobre e zinco excretado pela mãe não estão relacionada com seus níveis de metais presente no soro (DOMELLÖF et al., 2004). Foi sugerido por Kelleher e Lönnerdal (2005) que transportadores específicos podem regular esta concentração dos metais no leite humano.

Em Campo Grande, MS, Brasil, os valores encontrados para zinco e cobre no colostro foi 12,2 e 1,8mg/L, respectivamente (MELNIKOV et al., 2007). Estes valores representam 2 e 3 vezes mais do que a encontrada em Conceição das Alagoas, Minas Gerais, Brasil (Figura 28J e 27C), e pode ser que suas concentrações sejam dependentes das concentrações presentes na água consumida por essas mães (CARDOSO et al., 2010).

Os valores de mediana encontrados no colostro e leite maduro de mães em Portugal para o manganês foi de 6,6 e 4,6 μ g/L, respectivamente, para o chumbo, 1,17 e 0,53 μ g/L (ALMEIDA et al., 2008) e de níquel, 4,6 e 5,3 μ g/L. Enquanto esses valores são muito menores que os encontrados neste estudo (Mn = 25,9 μ g/L, Pb = 29,01 μ g/L e Ni = 119,21 μ g/L) (Figura 27F, 28G e 28H), os valores de cobre e zinco permanecem semelhantes do estudo em Portugal em comparação com dados coletados em Conceição das Alagoas (Cu = 632 e 495 μ g/L, Zn = 11150 e 2793 μ g/L de colostro e leite maduro, respectivamente). Os valores para o Pb também foram mais elevados que os encontrados em leites de doadoras de um banco de leite da cidade de Londrina, PR. Essas mães apresentaram valores de mediana de 2,9 μ g/L (KOYASHIKI, 2010).

De acordo com a revisão de Aschner e Aschner em 2005, os valores de Mn encontrado em Conceição das Alagoas parecem ser 2,5 vezes maior (Mn = 25,90 μ g/L) do que a encontrada por Lönnerdal em 1994 (Figura 27F). Além disso, duas mães apresentaram níveis elevados de manganês, sendo que uma delas forneceu apenas o colostro (155,87 μ g/L) e a outra somente o leite de transição (192,52 μ g/L).

Os níveis de concentração de mercúrio apresentados são inferiores a outros estudos comparativos, com mães que não têm contato com o metal a partir de uma

fonte antropogênica e parece que os níveis ambientais são compatíveis com uma fonte geogênica (BOSE-O'REILLY, 2008). Os valores encontrados em Conceição das Alagoas parecem ser um pouco superiores aos encontrados por Dórea e Donangelo em 2006 (Figura 27E).

Os dois casos com maiores concentrações de mercúrio foram duas mulheres que apresentaram os seguintes valores para o colostro, leite de transição e maduro, respectivamente: mãe 8: 43,04 $\mu\text{g/L}$, 610,77 $\mu\text{g/L}$, 267,63 $\mu\text{g/L}$ e mãe 9: 217,94 $\mu\text{g/L}$, 449,25 $\mu\text{g/L}$ e 32,24 $\mu\text{g/L}$.

Os níveis de cádmio encontrados (Figura 27A) em mães de Conceição das Alagoas, Minas Gerais, Brasil, foram superiores ($\text{Cd} = 81,74\mu\text{g/L}$) aos encontrados por um estudo na cidade de Taubaté, São Paulo, Brasil, que mostrou uma média de 54,5 $\mu\text{g/L}$ (NASCIMENTO et al., 2005).

Algumas mães apresentavam alguns valores mais elevados de cádmio, incluindo uma em que o valor do colostro foi 656,84 $\mu\text{g/L}$ (mas forneceu apenas a amostra de colostro), outra com valor de 356,28 $\mu\text{g/L}$ para leite de transição [forneceu colostro ($\text{Cd} = 461,96\mu\text{g/L}$) e leite de transição] e uma terceira mãe com valor de $\text{Cd} = 138,24\mu\text{g/L}$ no leite maduro (colostro = 158,81 $\mu\text{g/L}$ leite de transição, = 191,90 $\mu\text{g/L}$).

Os maiores valores de cromo foram apresentados por três mães diferentes, em três momentos diferentes. Apresentado no colostro (522,26 $\mu\text{g/L}$), outro para o leite de transição (393,06 $\mu\text{g/L}$) e outra mãe durante a produção de leite maduro, com valor de 348,61 $\mu\text{g/L}$.

Os valores de chumbo podem variar muito, dependendo do estudo, como mostrado em outras pesquisas internacionais. Os valores apresentados nesses estudos variou de 0,5 $\mu\text{g/L}$ e 126,55 $\mu\text{g/L}$ (URSINYOVA; MASANOVA, 2005). Os

valores apresentados pelas mães estudadas foi de 29,01 μ g/L no colostro, 25,76 μ g/L no leite de transição e 23,44 μ g/L no leite maduro (Figura 28H).

No Brasil, mães doadoras de um banco de leite apresentaram uma concentração de ferro de 350 μ g/L no leite maduro (MELLO-NETO et al., 2010). Nas mães de Conceição das Alagoas, o nível de ferro no leite maduro foi de 423,76 μ g/L, mostrando uma diminuição de 1025,81 μ g/L no colostro e 2990,37 μ g/L no leite de transição.

Correlações significativas (Pearson, $p < 0,05$) entre os elementos analisados foram encontrados no colostro para o Cr vs Zn ($r = 0,583$), Cr vs Mn ($r = 0,925$), Cr vs Cu ($r = 0,696$), Cd vs Cu ($r = 0,691$), Cd vs Cr ($r = 0,706$), Cd vs Pb ($r = 0,711$), Sn vs Cd ($r = 0,851$), Fe vs Mn ($r = 0,945$), Fe vs Cu ($r = 0,772$), Fe vs Cr ($r = 0,793$), Fe vs Cd ($r = 0,922$), Fe vs Sn ($r = 0,902$). Estes valores diferem dos encontrados num outro estudo, em mulheres portuguesas que apresentaram correlações entre Cu vs Ni e Zn vs Mn (ALMEIDA et al., 2008).

Para o leite de transição, a única correlação (Pearson, $p < 0,05$) encontrada foi para Cu vs Zn ($r = 0,795$). Não foram encontradas correlações entre as concentrações de metais pesados no leite maduro.

Coletas de Leite Materno em Conceição das Alagoas, MG

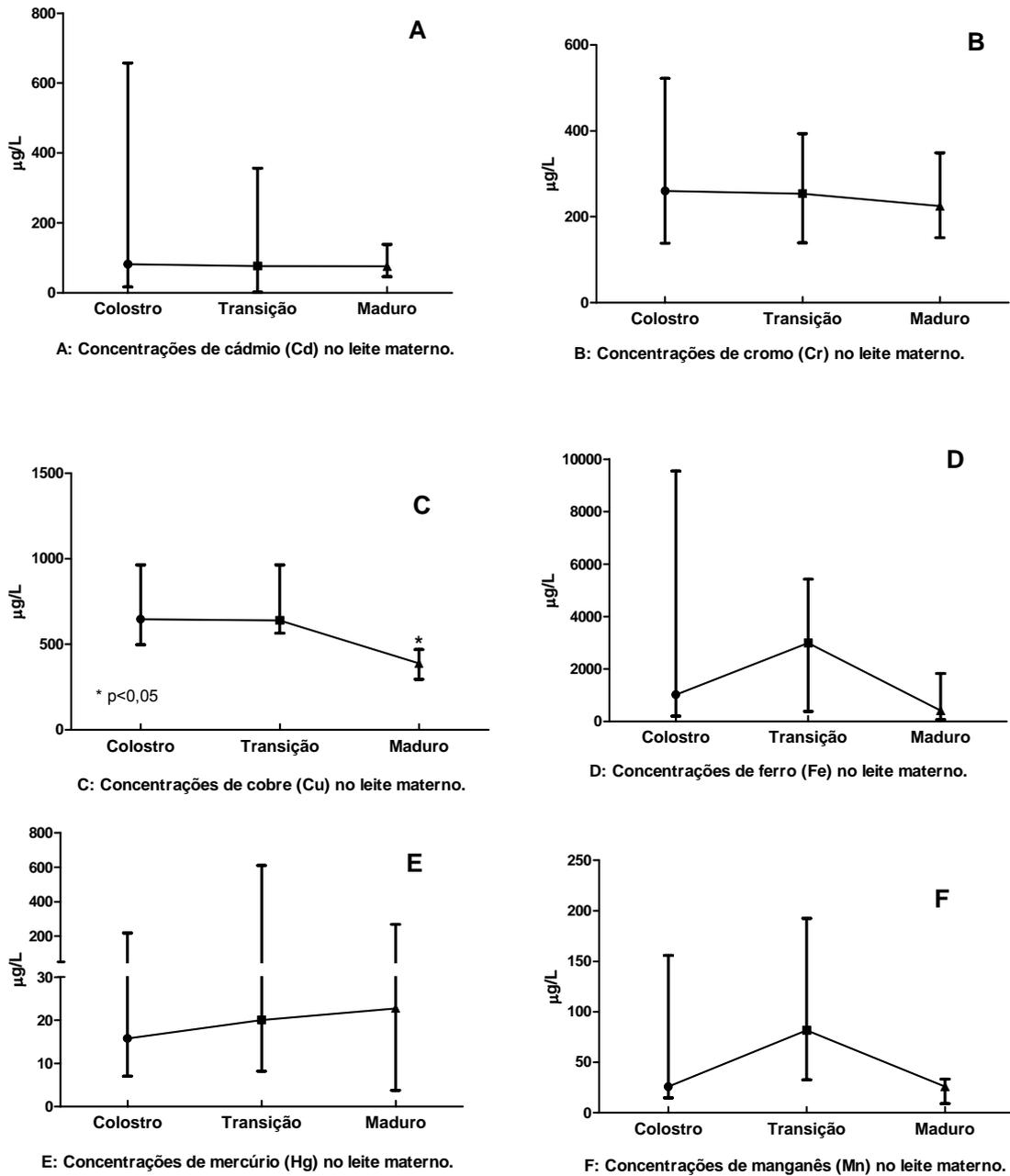


Figura 27: Medianas das concentrações de metais (Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn) no leite materno. Os valores representam as medianas das concentrações de metais pesados coletados durante a produção do colostro, leite de transição e leite maduro. As barras representam os valores máximos e mínimos de cada grupo da coleta de dados. ANOVA ($p < 0,05$).

Coletas de Leite Materno em Conceição das Alagoas, MG

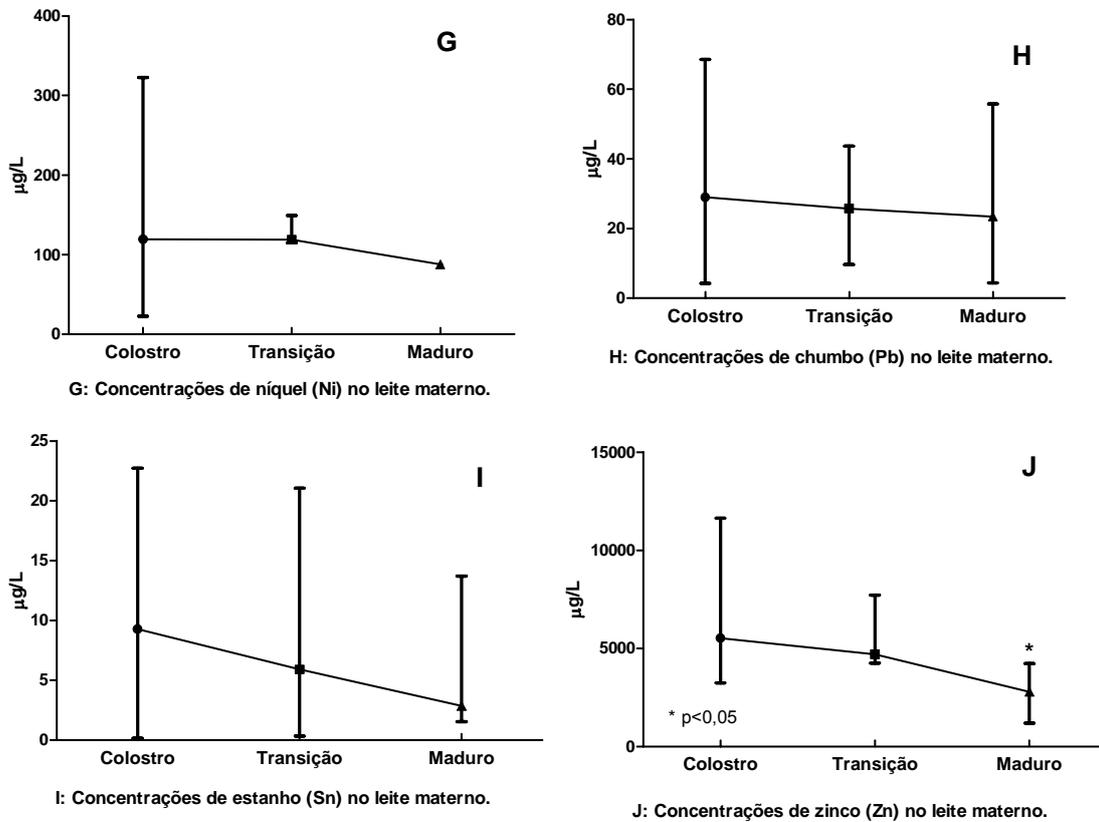


Figura 28: Medianas das concentrações de metais (Ni, Pb, Sn, Zn) no leite materno. Os valores representam as medianas das concentrações de metais pesados coletados durante a produção do colostro, leite de transição e leite maduro. As barras representam os valores máximos e mínimos de cada grupo da coleta de dados. ANOVA ($p < 0,05$).

Parece não ser visível um padrão nas correlações encontradas em diversos estudos (PERRONE et al, 1994;. ALMEIDA et al, 2008). Isto pode representar uma influência ambiental que as concentrações excretadas podem estar relacionadas às concentrações de metais presentes na água ou em alimentos ingeridos pela mãe (CARDOSO et al., 2010), ou uma mudança de proteínas transportadoras de metais, onde as mudanças de correlações podem refletir as mudanças nos mecanismos semelhantes neste transporte de plasma para o leite na glândula mamária (ALMEIDA et al, 2008.), ou porque o leite tenha uma menor quantidade de proteína durante o tempo de produção de leite maduro (ROSSIPAL; KRACHLER, 1998).

Assim, o número de sítios disponíveis para ligação com os metais seria reduzido e por isso pode ocorrer uma competição entre os metais que deverão ser transportados.

5.4. METAIS PESADOS NA ÁGUA

Os valores de concentração são expressos em µg/L. Os valores medianos para os metais encontrados na água de abastecimento foram: arsênico (0,512µg/L), o berílio (0,201µg/L), cádmio (12,513µg/L), cobalto (0,136µg/L), cromo (3,288µg/L), cobre (5,37µg/L), ferro (122,49µg/L), mercúrio (0,181µg/L), manganês (2,34µg/L), níquel (6,07µg/L), chumbo (1,91µg/L), estanho (0,244µg/L), tálio (0,008µg/L), vanádio (26,07µg/L) e zinco (82,16µg/L), conforme demonstrado na Tabela 07.

Tabela 07. Tabela comparativa entre os valores de metais encontrados na água em Conceição das Alagoas, no Brasil e Simcoe, Canadá. Todos os valores são apresentados como µg/L

Mediana, valores máximos e mínimos da concentração de metais encontrados na água consumida em Conceição das Alagoas.																
		As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Sn	Tl	V	Zn
Mediana	A	0,512	0,201	12,513	0,136	3,288	5,37	122,49	0,181	2,34	6,07	1,91	0,244	0,008	26,07	82,16
Max		1,481	0,53	32,828	0,466	7,34	70,39	470,04	3,38	21,86	220,81	7,7	1,256	0,018	148,84	565,98
Min		0,291	0,024	0,046	0,008	0,102	1,18	9,46	0,002	0,35	1,19	0,42	0,068	0	0,84	10,52
Locais	Valores médios da concentração de metais encontrados em água subterrânea e na neve no Canadá. (SHOTYK et al., 2010)															
Johnson	A	1,591	0,00055	0,0049	0,0086	0,0077	0,064	12		7,9	0,048	0,0059		0,00067	0,025	0,37
Parnell		0,244	0,00056	0,0023	0,0166	0,0046	0,017	159		7,4	0,026	0,0034		0,00043	0,0091	0,55
Johnson Parnell		0,071	0,0014	0,035	0,018	0,116	0,852	15		1,8	0,336	0,672		0,0025	0,172	6,6
Luther Bog	B	0,068	0,0029	0,01	0,0215	0,142	0,455	41		3	0,13	0,747		0,0025	0,233	4,7
Sifton Bog		0,066	0,0023	0,017	0,0316	0,142	0,696	29		3,9	0,159	0,798		0,0035	0,314	5,8

A = Água subterrânea
B = Neve

A OMS (2008) e Brasil (2004) apresentam seus valores máximos admissíveis, conforme mostrado na Tabela 08. Alguns metais não são apresentados, como o berílio, cobalto, tálio e vanádio. Os valores da OMS (2008) são mais restritos que os

brasileiros, com exceção do mercúrio e manganês. A tabela com os valores completos das análises feitas nas amostras está no Apêndice E.

O Brasil não apresenta uma produção industrial de mercúrio, sendo um importador do metal de vários países, com 44 toneladas em 2005, principalmente de Espanha (30,20%), Holanda (18,24%), Reino Unido (17,53%) e outros (BRASIL, 2006c). O mercúrio é utilizado na indústria química para a produção de cloro, como as lâmpadas fluorescentes tipo NA/Hg e no garimpo ilegal. A indústria médica tem uso limitado na fabricação de termômetros e outros (ACPO, 2006). Estes fenômenos (de não-produção, importação e utilização ilícitas) podem explicar porque os valores máximos recomendados pelo governo brasileiro são inferiores aos recomendados pela OMS (2008).

O manganês, apesar de muito abundante na crosta terrestre, tem depósitos exploráveis restrito. O Brasil tem uma das maiores reservas, mas até 2003, as reservas eram subestimadas (BRASIL, 2009d). É provável que, mantendo os valores de referência recomendados menores que os valores máximos indicados pela OMS (2008), o governo demonstra uma preocupação ambiental para quando for extrair, o seja com o meio mais adequado para evitar riscos de contaminação futura.

Tabela 08. Os valores máximos da concentração permitida pela OMS (2008) e pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde para os diferentes metais pesados na água de abastecimento. Todos os valores estão em µg/L.

	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Sn	Tl	V	Zn
OMS	10		3		50	2000	300	6	400	70	10	2			50
Portaria 518/2004	10		5		50	2000	300	1	100		10				5000

A água de abastecimento fornecida em Conceição das Alagoas tem algumas particularidades sobre os metais pesados. Em geral, a concentração seja inferior à indicada pela OMS (2008) e BRASIL (2004). A concentração de arsênio, cromo,

cobre (Figura 29 A, E, F), manganês, chumbo e estanho (Figura 30 I, K, L) estão abaixo que o recomendado pela OMS (2008) e BRASIL (2004).

Por outro lado, o nível de cádmio (Figura 28 C) é superior que o indicado pela OMS (2008) e BRASIL (2004) e a fonte desse valor permanece desconhecida. Os níveis de ferro estavam abaixo do recomendado (Figura 30 G), com exceção de uma amostra que o valores extrapolou, que pode ocorrer por contaminação da rede de distribuição de amostras de água local.

Os valores de mercúrio ficaram abaixo do recomendado (Figura 30 H), com exceção de uma amostra que também apresentou níveis preocupantes. O mesmo ocorreu para os teores de níquel (Figura 30 J), que também apresentou valores baixos, com exceção de uma amostra.

Com relação ao zinco (Figura 31 O), o máximo recomendado no Brasil (2004) são valores maiores do que o indicado pela OMS (2008). Isso ocorre porque parece haver uma quantidade elevada de zinco de origem geogênica em solo brasileiro (CESTESB, 2005).

Quanto ao berílio, cobalto, tálio e vanádio (Fig. 29 B, D, Figura 31 M, N) não há valores recomendados pela OMS (2008), nem pelo governo brasileiro (BRASIL, 2004), portanto, os valores são indicativos dos expostos pela população local, e pode ser usado como parte do conhecimento para outra indicação destes limites pelas autoridades.

Coleta de água de abastecimento em Conceição das Alagoas, MG

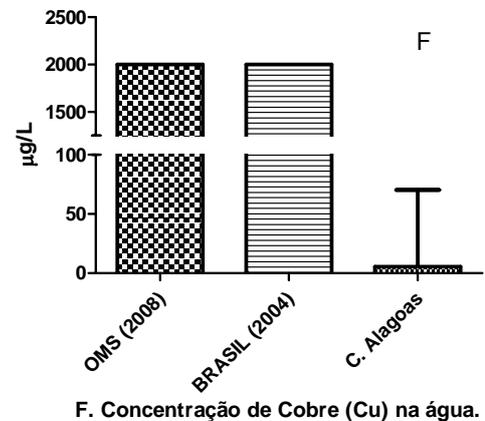
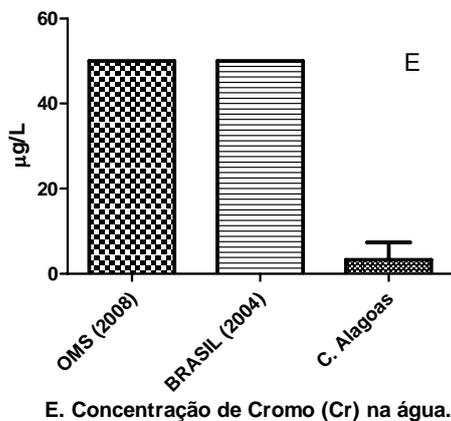
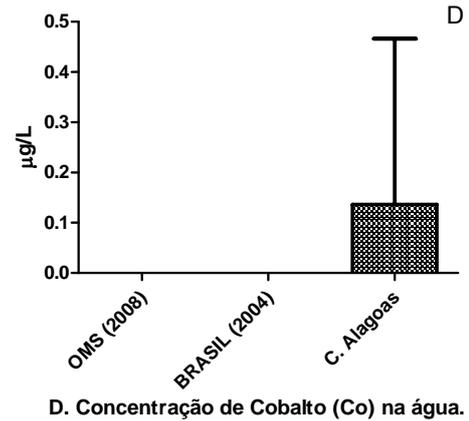
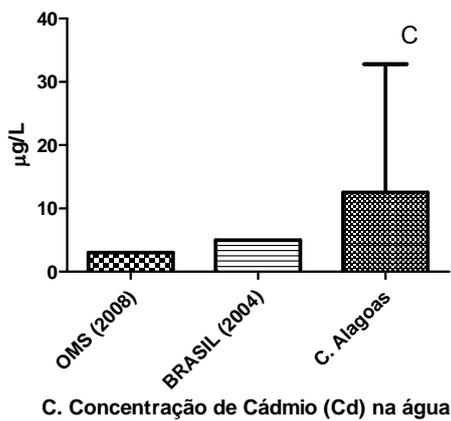
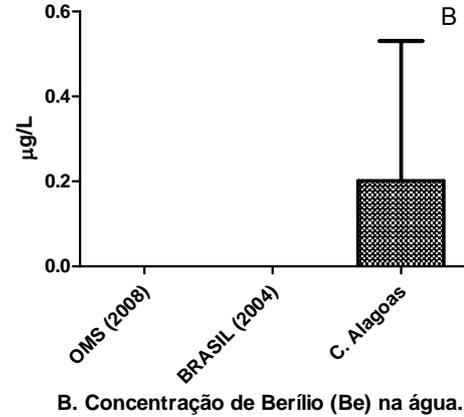
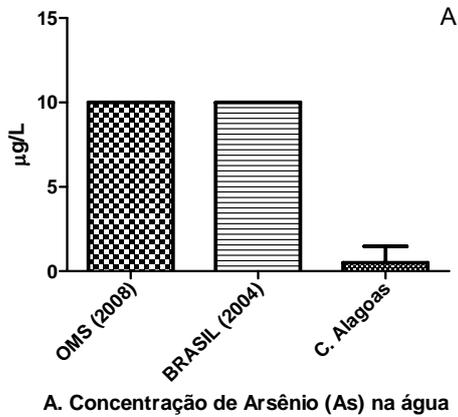


Figura 29. Concentração de metais pesados (As, Be, Cd, Co, Cr e Cu) na água de abastecimento em Conceição das Alagoas, MG, Brasil. Os gráficos representam os valores máximos recomendados pela OMS (2008), a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde para os metais pesados em águas de abastecimento no Brasil e as medianas das concentrações dos metais na água de abastecimento do município.

Coleta de água de abastecimento em Conceição das Alagoas, MG

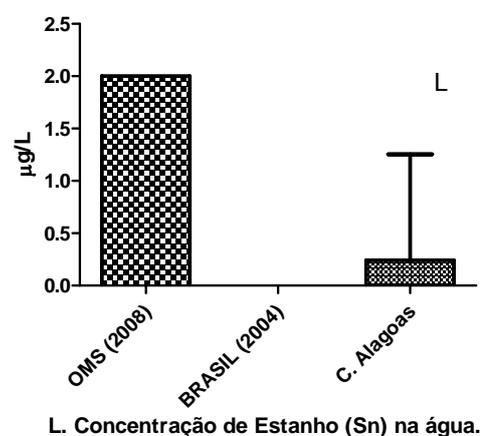
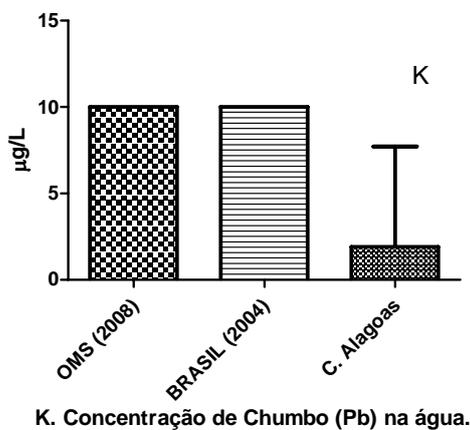
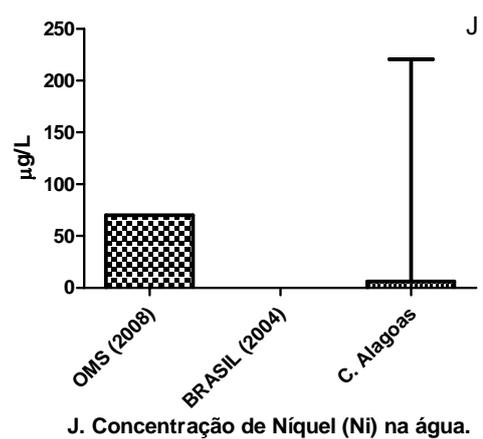
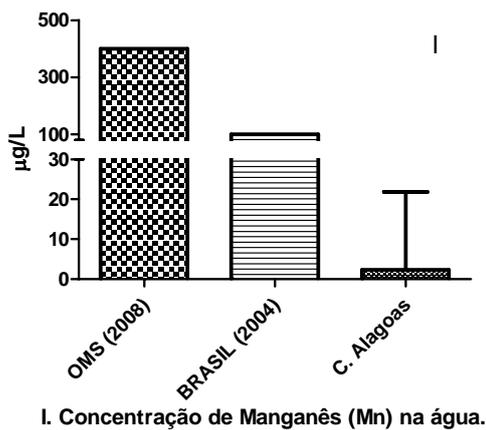
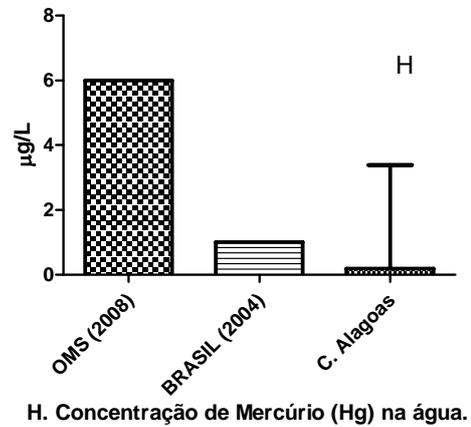
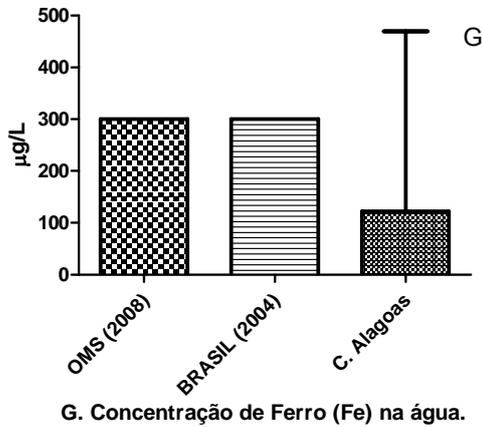


Figura 30. Concentração de metais pesados (Fe, Hg, Mn, Ni, Pb e Sn) na água de abastecimento em Conceição das Alagoas, MG, Brasil. Os gráficos representam os valores máximos recomendados pela OMS (2008), a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde para os metais pesados em águas de abastecimento no Brasil e as medianas das concentrações dos metais na água de abastecimento do município.

Coleta de água de abastecimento em Conceição das Alagoas, MG

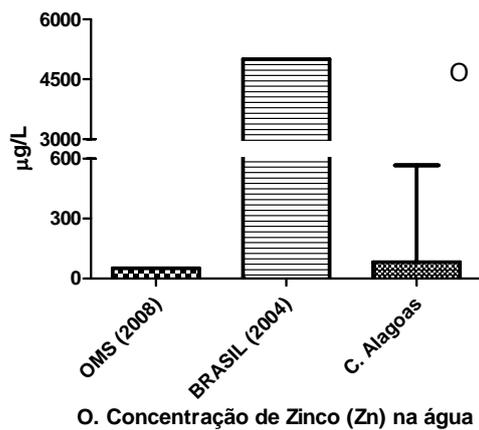
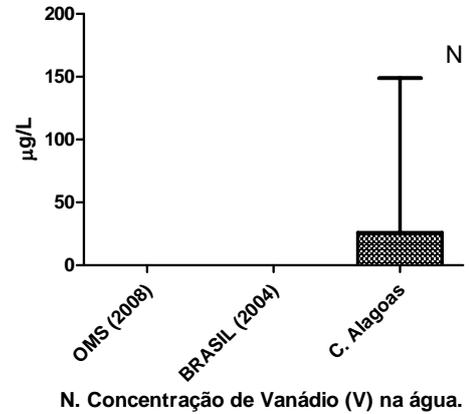
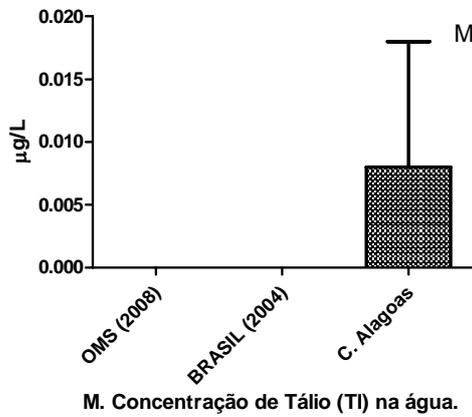


Figura 31. Concentração de metais pesados (TI, V e Zn) na água de abastecimento em Conceição das Alagoas, MG, Brasil. Os gráficos representam os valores máximos recomendados pela OMS (2008), a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde para os metais pesados em águas de abastecimento no Brasil e as medianas das concentrações dos metais na água de abastecimento do município.

A avaliação dos valores de metais nas águas subterrâneas parece ser importante para aumentar o conhecimento sobre as ações humanas sobre o meio ambiente e também a influência geogênica na concentração desses metais.

Para o reabastecimento dos aquíferos pela água da chuva, como o Aquífero Guarani, a capacidade de filtração e filtração das rochas porosas que o compõem podem ser avaliados. Ele é necessário para que novos estudos avaliem a partir da chuva que serve como recarga do aquífero, a quantidade de metais carregados ou levados pela chuva. Este fenômeno pode ser melhor observado a partir das primeiras chuvas que ocorrem após a seca, fato que, na área do aquífero Guarani ocorre no início das primeiras chuvas em setembro/outubro, quando termina o ciclo de seca.

Comparando os valores das concentrações de metais encontradas em Conceição das Alagoas, no Brasil, com os encontrados em outros estudos como em Simcoe, Canadá, durante o qual a água foi coletada de poços profundos, a neve e o reservatório que abastece o aquífero local, é possível ver algumas diferenças importantes entre as concentrações desses metais. Neste estudo, os valores foram maiores no Brasil para os seguintes metais: berílio (365 vezes) cádmio, (3300 vezes), cobalto (10 vezes), cromo (533 vezes), cobre (134 vezes), níquel (137 vezes) chumbo (434 vezes), tálio (10 vezes), vanádio (2.172 vezes), zinco (183 vezes). A concentração de manganês está aumentado em 2,5 vezes no Canadá, e os níveis de arsênico e ferro foram semelhantes (Tabela 06).

Alguns metais encontrados em Conceição das Alagoas mostraram correlações (Pearson, $p < 0,05$) entre si, tais como: Zn relacionadas com Mn e Hg (0503; -0509); Mn relacionado com Cu, Pb, Sn, Co e Fe ($r = 0,817$; 0690; 0594; 0844; 0789, respectivamente); Cu relacionadas com Pb, Tl, Co, Fe ($r = 0,773$, 0773, 0755, 0430); Ni relacionadas com V ($r = 0,578$); Pb relacionadas com Sn, Co e Fe ($r = 0,460$; 0638, 0591); V relacionadas com Cd e Co ($r = 0,524$; -0717); Cd relacionadas com Cr ($r = -0,515$); Hg relacionadas com Fe ($r = -0,508$), As

relacionadas com Be ($r = -0.760$); Sn relacionados com Co e Fe ($r = 0.547, 0.665$) e Co relacionado com Fe ($r = 0.637$) (Tabela 09).

Tabela 09. Correlações entre os diferentes metais pesados encontrados na água distribuída em Conceição das Alagoas, Minas Gerais, Brasil.

	Zn	Mn	Cu	Ni	Pb	V	Cd	Hg	As	Cr	Sn	Be	Tl	Co	Fe
Zn		0,503						-0,509							
Mn	0,503		0,817		0,690						0,594			0,844	0,789
Cu		0,817			0,773								0,773	0,755	0,430
Ni						0,578									
Pb		0,690	0,773								0,460			0,638	0,591
V				0,578			0,524							-0,717	
Cd						0,524				-0,515					
Hg	-0,509														-0,508
As												-0,760			
Cr							-0,515								
Sn		0,594			0,460									0,547	0,665
Be									-0,760						
Tl			0,773												
Co		0,844	0,755		0,638	-0,717					0,547				0,637
Fe		0,789	0,430		0,591			-0,508			0,665			0,637	

5.5. TIPOS DE SOLO

A análise granulométrica dos solos de Conceição das Alagoas mostra uma predominância do solo Franco-argiloarenoso na área de agricultura, uma predominância também de solo Franco na área de horta. Já nas margens do rio, cada amostra mostrou um tipo de solo diferente, sendo um Franco-arenoso, um solo Argila e um Franco-argiloarenoso, como visto na Figura 32. Os valores estão dispostos na Tabela 10. A distribuição das porcentagens das frações areia, silto e argila obedeceram à escala de Atterberg modificado (IBGE, 2007).

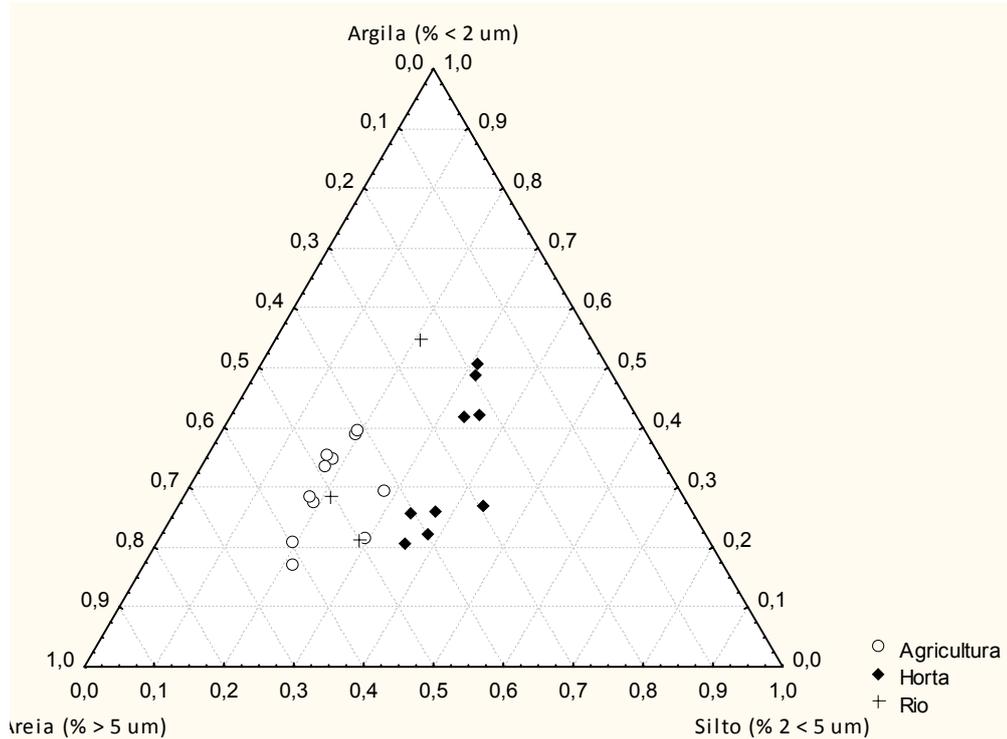


Figura 32. Análise granulométrica dos solos de Conceição das Alagoas, MG, Brasil. Os pontos representam a distribuição de cada amostra em relação à porcentagem de areia, silto e argila, de acordo com a escala de Atterberg de granulometria de solos modificado (IBGE, 2007).

Tabela 10. Tipos de solo em cada área amostrada de acordo com a escala de Atterberg modificado (IBGE, 2007).

Solo	Amostras	Areia % > 5μm	Silto % 2 < 5μm	Argila % < 2μm	Solo
Agricultura	01	47,50	17,50	35,00	Franco-argiloarenosa
	02	47,81	17,95	34,23	Franco-argiloarenosa
	03	48,62	16,69	34,69	Franco-argiloarenosa
	04	54,27	15,75	29,98	Franco-argiloarenosa
	05	52,14	15,47	32,39	Franco-argiloarenosa
	06	67,12	18,32	14,55	Franco-arenosa
	07	65,21	16,75	18,04	Franco-arenosa
	08	58,19	17,13	24,67	Franco-argiloarenosa
	09	54,97	17,43	27,60	Franco-argiloarenosa
	10	51,99	23,51	24,51	Franco-argiloarenosa
	11	57,92	24,22	17,86	Franco-arenosa
Horta	12	41,84	36,00	22,16	Franco
	13	33,00	26,40	40,60	Argila
	14	35,30	29,55	35,15	Franco-argilosa
	15	32,23	25,78	41,99	Argila
	16	37,51	27,75	34,73	Franco-argilosa
	17	48,98	29,19	21,83	Franco
	18	48,51	30,31	21,18	Franco
	19	54,61	28,70	16,69	Franco-arenosa
	20	50,54	31,28	18,18	Franco
Rio	21	59,55	23,27	17,19	Franco-arenosa
	22	35,42	17,88	46,70	Argila
	23	60,16	16,90	22,94	Franco-argiloarenosa

Tabela 11. Mediana das concentrações de metais no solo de Conceição das Alagoas. Os valores representam a mediana, os valores máximos e mínimos. Os valores estão apresentados em mg/kg.

Metais	Mediana	Máximo	Mínimo
Zircônio (Zr)	437	687	154
Vanádio (V)	255	1121	156
Cromo (Cr)	148	362	99
Césio (Ce)	98	167	58
Bário (Ba)	82	262	43
Zinco (Zn)	47	97	27
Cobre (Cu)	43	103	22
Nióbio (Nb)	43	77	24
Lantânio (La)	36	72	19
Estrôncio (Sr)	25	69	10
Escândio (Sc)	23	64	7
Neodímio (Nd)	21	48	8
Gálio (Ga)	19	46	6
Chumbo (Pb)	15	21	8
Níquel (Ni)	13	37	10
Alumínio (Al)	12,14	25,57	2,28
Tório (Th)	12	18	4
Háfnio (Hf)	11	17	3
Ítrio (Y)	10	19	7
Ferro (Fe)	7,41	30,72	4,51
Arsênio (As)	7	10	1
Cádmio (Cd)	4,5	9	2
Samário (Sm)	3	7	1
Estanho (Sn)	3	5	1
Tantálio (Ta)	3	6	0
Titânio (Ti)	2,53	9,43	1,29
Cobalto (Co)	2	13	0
Rubídio (Rb)	2	15	1
Tungstênio (W)	2	4	0
Molibdênio (Mo)	1	3	0
Antimônio (Sb)	1	2	0
Telúrio (Te)	1	2	0
Urano (U)	1	3	0
Itérbio (Yb)	1	2	0
Magnésio (Mg)	0,11	0,31	0,01
Manganês (Mn)	0,05	0,16	0,02
Mercúrio (Hg)	0,035	0,047	0,023
Bismuto (Bi)	0	1	0
Tálio (Tl)	0	1	0

5.6. METAIS PESADOS NO SOLO

A análise das amostras de solo por FRX mostrou os seguintes valores de medianas das concentrações de metais pesados no solo de Conceição das Alagoas (Figura 33 A, B, C, D, E): zircônio (437mg/kg), vanádio (255mg/kg), cromo (148mg/kg), céσιο (98mg/kg), bário (82mg/kg), zinco (47mg/kg), cobre (43mg/kg), nióbio (43mg/kg), lantânio (36mg/kg), mercúrio (35mg/kg), estrôncio (25mg/kg), e outros descritos na Tabela 11. Os valores completos da análise estão disponíveis no Apêndice F.

Os valores encontrados foram comparados então com os Valores Orientadores para o solo no estado de São Paulo (CETESB, 2005), pela ausência desses valores de referência no estado de Minas Gerais e pela proximidade da cidade de Conceição das Alagoas com o estado de São Paulo (cerca de 15km). Para o antimônio, arsênio, bário e o cobre, as medianas encontradas foram de 1, 7, 82 e 43mg/kg, respectivamente, valores intermediários entre os valores de referência e de prevenção. Para o chumbo, cobalto, mercúrio, molibdênio, níquel, vanádio e o zinco, os valores encontrados foram menores que os valores de referência, com 15, 2, 35, 1, 13, 255 e 47mg/kg. O cádmio apresentou valor de mediana elevado, com 4,5mg/kg, sendo aproximadamente metade do valor proposto para intervenção residencial, mas já dentro da faixa de concentração para intervenção agrícola. Isso pode ser reflexo do uso de fertilizantes tanto na área agrícola como nas hortas (SILVEIRA et al., 2008; CAMPOS et al., 2005). O cromo apresentou valor de 148mg/kg, que está entre o valor de prevenção e o valor de intervenção agrícola (Tabela 12) O cromo também faz parte da composição de alguns fertilizantes, o que pode explicar também esse valor mais elevado, uma vez que pode ter sido aplicado nas áreas agrícolas e no solo das hortas (CAMPOS et al.,

2005). Os outros valores apresentados na Tabela 10 não são contemplados nas tabelas de referência, portanto, podem ser usados pelas autoridades governamentais para elaboração futura de tabelas de valores referenciais.

Tabela 12. Valores Orientadores para Solo no Estado de São Paulo (CETESB, 2005).
Solo (mg/kg de peso seco)

Substância	Referência de Qualidade	Intervenção			
		Prevenção	Agrícola - AP Max	Residencial	Industrial
Antimônio	<0,5	2	5	10	25
Arsênio	3,5	15	35	55	150
Bário	75	150	300	500	750
Cádmio	<0,5	1,3	3	8	20
Chumbo	17	72	180	300	900
Cobalto	13	25	35	65	90
Cobre	35	60	200	400	600
Cromo	40	75	150	300	400
Ferro	-	-	-	-	-
Manganês	-	-	-	-	-
Mercúrio	0,05	0,5	12	36	70
Molibdênio	<4	30	50	100	120
Níquel	13	30	70	100	130
Vanádio	275	-	-	-	-
Zinco	60	300	450	1000	2000

Concentrações de metais encontrados no solo de Conceição das Alagoas, MG

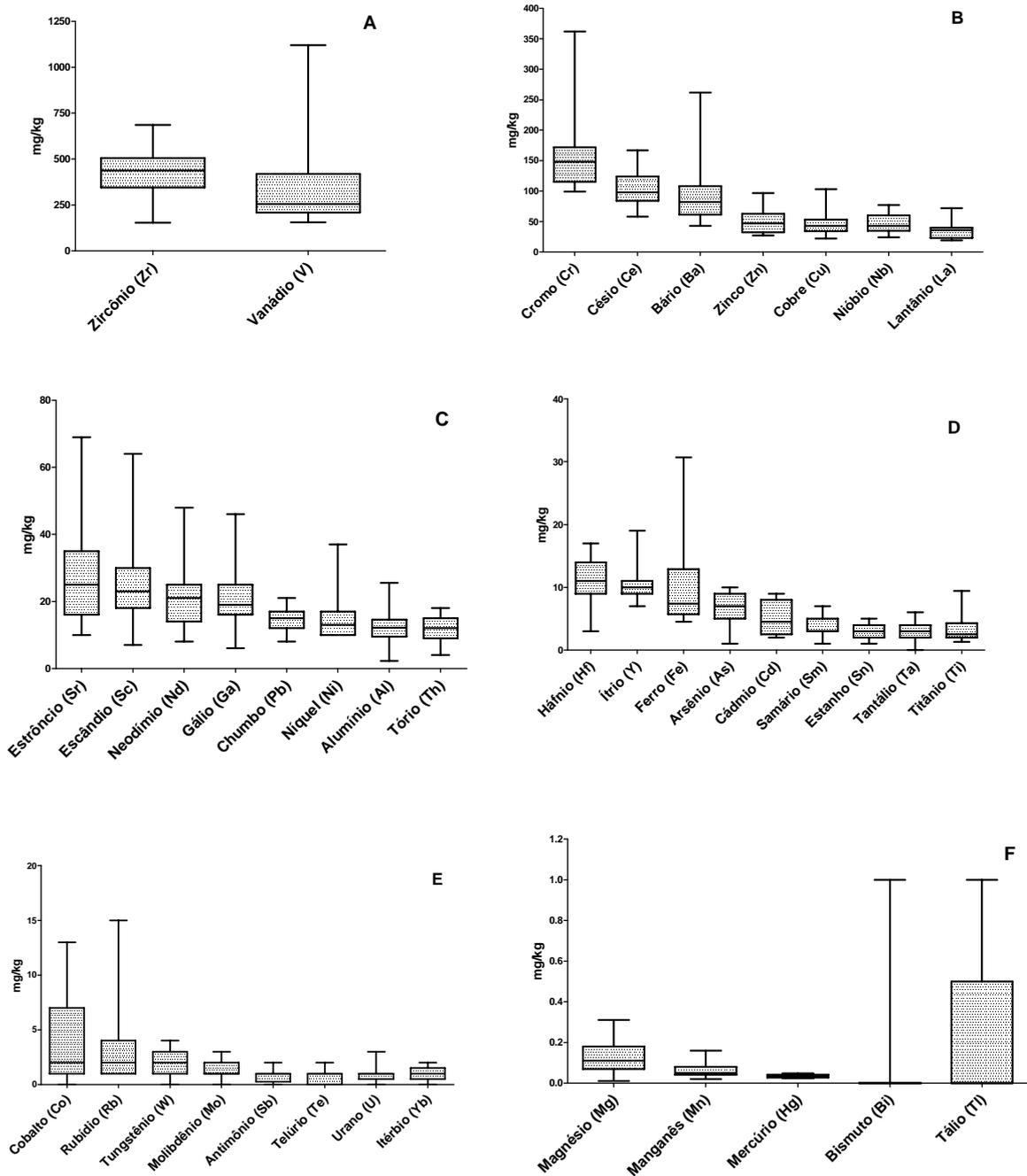


Figura 33 A, B, C, D, E, F. Mediana das concentrações de metais encontrados no solo de Conceição das Alagoas, MG, Brasil. As caixas representam os quartis de 25 e 75 % das concentrações e as barras representam os valores máximos e mínimos encontrados nas amostras coletadas no município.

5.7. PH

Os metais apresentam diferentes concentrações nos meios que se apresentam, sendo que alguns podem apresentar-se em concentrações maiores ou menores, dependendo do pH local (HUERTOS; BAENA, 2008). Os solos das hortas apresentaram um pH mais alto, explicado pela alta concentração de compostos carbônicos, como proteínas que apresentam cargas residuais negativas. No campo agrícola, a média do pH encontrado foi de 5,8, enquanto que nas hortas, foi de 6,8, sendo diferente estatisticamente, de acordo com o teste T ($p < 0,05$) (Figura 34).

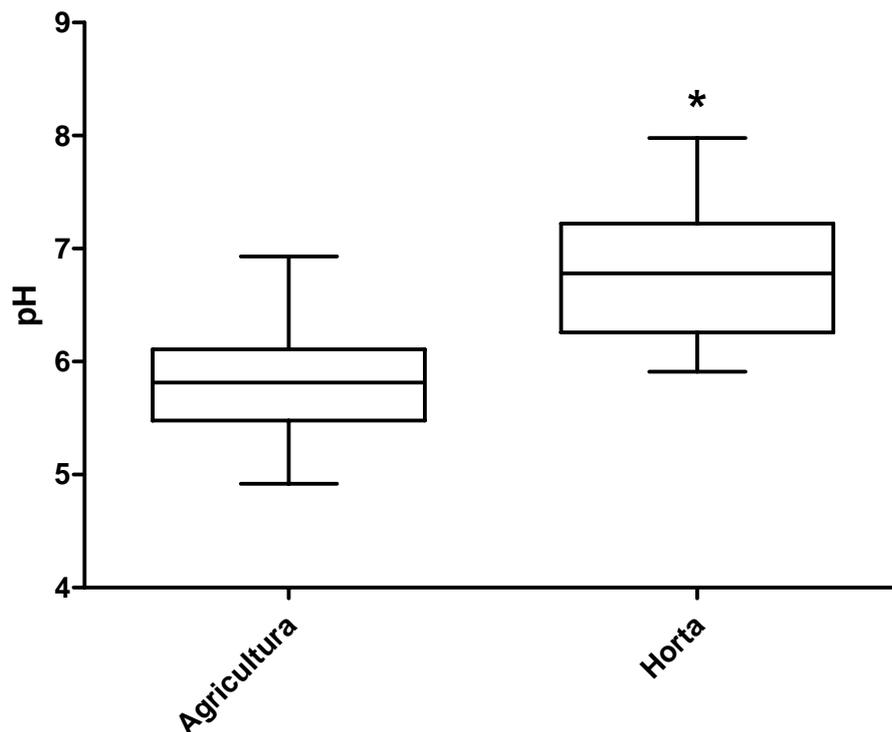


Figura 34. Valores médios de pH na agricultura e nas hortas em Conceição das Alagoas. As linhas centrais representam a média, a caixa mostra os quartis de 25 e 75% e as linhas superiores e inferiores indicam os valores máximos e mínimos respectivamente. Os valores foram diferentes pelo teste T ($p < 0,05$).

5.8. RELAÇÕES ENTRE AS MATRIZES

A partir dos valores de concentração de metais pesados em diferentes matrizes, os dados foram organizados pela porcentagem da quantidade total de metais para cada amostra e calculada a mediana da porcentagem para o teste de qui-quadrado. A tabela 13 resume os valores que indicam as medianas e também os valores máximos e mínimos para cada metal em cada matriz analisada. A soma das porcentagens tem um valor diferente de 100% porque foram utilizados a mediana e não o valor da média, embora ambos sejam valores centrais, pode haver variação entre eles.

Tabela 13. Valores de mediana, concentrações máximas e mínimas e porcentagem da quantidade total de metais pesados em diferentes matrizes (leite materno, água e solo) de Conceição das Alagoas, MG, Brasil.

Leite Materno	Cr	Zn	Cu	Hg	Ni	Pb	Cd	Sn	Mn	Total
Mediana ($\mu\text{g/L}$)	246.78	4619.58	596.56	17.95	118.87	25.76	77.39	5.13	33.35	6767.19
Max ($\mu\text{g/L}$)	522.26	11633.50	964.37	610.77	322.69	68.55	656.84	22.73	192.52	
Min ($\mu\text{g/L}$)	138.15	1203.56	295.56	3.76	22.44	4.29	1.51	0.15	9.00	
Porcentagem (%)	2.938	69.826	8.379	0.297	1.318	0.288	1.215	0.067	0.385	97.668 ^a

Água	Cr	Zn	Cu	Hg	Ni	Pb	Cd	Sn	Mn	Total
Mediana ($\mu\text{g/L}$)	3.29	82.16	5.37	0.13	6.07	1.91	12.51	0.24	2.34	140.22
Max ($\mu\text{g/L}$)	7.34	565.98	70.39	1.00	220.81	7.70	32.83	1.26	21.86	
Min ($\mu\text{g/L}$)	0.10	10.52	1.18	0.00	1.19	0.42	0.05	0.07	0.35	
Porcentagem (%)	0.819	57.573	7.576	0.030	2.663	0.587	3.226	0.080	2.473	108.723 ^a

Solo	Cr	Zn	Cu	Hg	Ni	Pb	Cd	Sn	Mn	Total
Mediana (mg/L)	148	47	43	0,035	13	15	0	3	0,05	531,50
Max (mg/L)	362	97	103	0,047	37	21	9	5	0,16	
Min (mg/L)	99	27	22	0,023	10	8	0	1	0,02	
Porcentagem (%)	24,161%	6,829%	7,356%	0,005%	2,390%	2,271%	0,473%	0,527%	0,009%	95,157 ^a

^a. os valores são diferentes de 100% porque representam a somatória das medianas, que indicam o centro dos valores do estudo, mas não necessariamente representam a média.

Os valores de mediana da quantidade total das concentrações de metais pesados em porcentagem de leite humano e água foram, respectivamente: Cr (2,94, 0,82%), Zn (69,83, 57,57%), Cu (8,38, 7,58%), Hg (0,30, 0,03%) , Ni (1,32, 2,66%) Pb (0,29, 0,59%), Cd (1,22, 3,23%), Sn (0,07, 0,08%), Mn (0,39, 2,47%). Os perfis de concentração de metais pesados entre leite humano e água consumida pelas

mães foram semelhantes como confirmado pelo teste do qui-quadrado ($\chi^2 = 14,36$), 8 graus de liberdade e $p < 0,05$ (Figura 35).

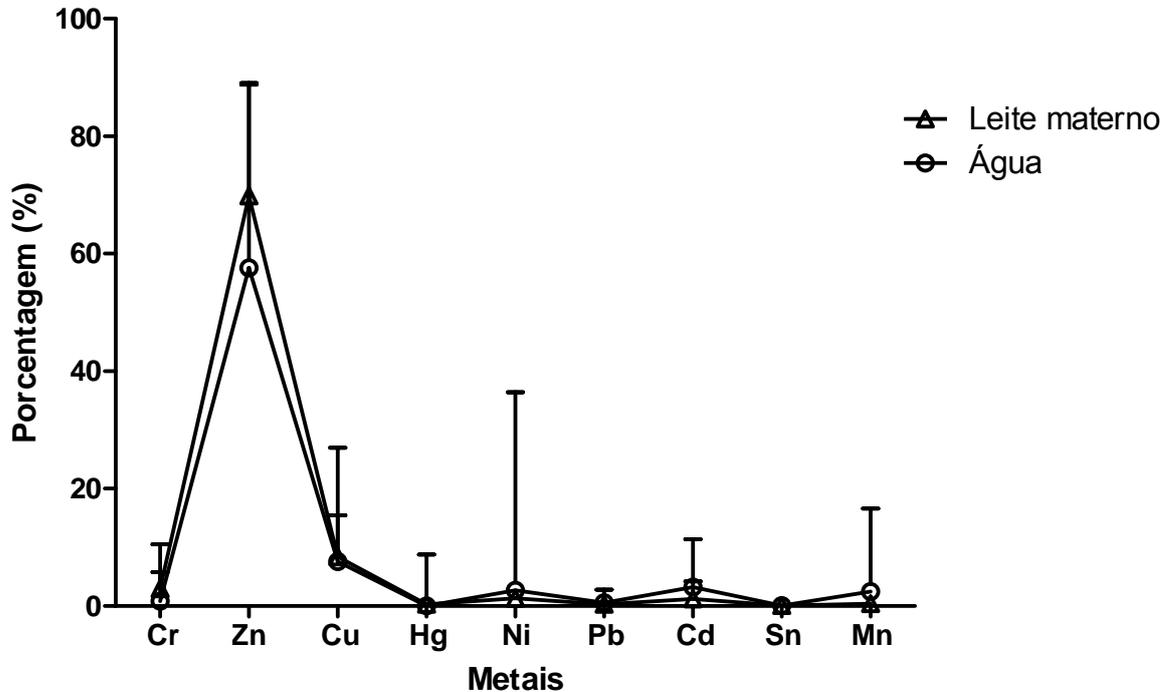


Figura 35: Perfil da concentração em porcentagem de metais pesados no leite materno e na água. O perfil da concentração (%) de metais pesados entre o leite materno e a água consumida pelas mães em Conceição das Alagoas, MG, Brasil, é similar, confirmado pelo teste quiquadrado ($\chi^2 = 14,36$, graus de liberdade = 8, $p < 0,05$) Os valores representam a mediana da porcentagem dos metais em cada matriz. As barras representam a porcentagem máxima.

O transporte de íons metálicos através das membranas é mediado por transportadores específicos para cada elemento essencial. No entanto, estes transportadores também podem mediar o transporte de metais não-essenciais ou tóxicos através dessas membranas, como a membrana intestinal, pelo transportador de metal divalente 1 (DMT1) (BRESSLER et al. 2004). O nível de metais essenciais como ferro, cobre e zinco apresentam uma regulação muito estrita, especialmente no cérebro para prevenir lesões causadas pela necessidade de diferentes

concentrações, e quando o consumo é menor que o necessário, há uma maior quantidade desses transportadores (DMT1), que facilita o transporte de metais pesados na absorção intestinal (BRESSLER et al. 2007).

Estes resultados sugerem uma interação entre as matrizes leite materno e água, mostrando uma relação de forte influência da matriz da água sobre o leite. Os seres humanos apresentam uma exigência fisiológica constante de água, que é suprida diariamente com água mesmo ou como parte de alimentos e bebidas. É provável que as barreiras fisiológicas ou transportadores específicos, tais como DMT1 não sejam suficientemente eficientes no controle de concentrações de metais ingeridos pelas mães, uma vez que podem mediar o transporte de metais não-essenciais.

A comparação dos perfis de porcentagem das concentrações de metais pesados entre o leite materno e o solo no município de Conceição das Alagoas, Minas Gerais, Brasil, não foram semelhantes como confirmado pelo teste qui-quadrado ($\chi^2 = 635,05$), 8 graus de liberdade e $p < 0,05$ (Figura 36). Os valores de medianas das porcentagens de concentrações de metais pesados nessas matrizes, respectivamente, foram: Cr (2,94, 24,16%), Zn (69,83, 6,83%), Cu (8,38, 7,36%), Hg (0,30, 0,01%), Ni (1,32, 2,39%), Pb (0,29, 2,27%), Cd (1,22, 0,47%), Sn (0,07, 0,53%), Mn (0,39, 0,01%).

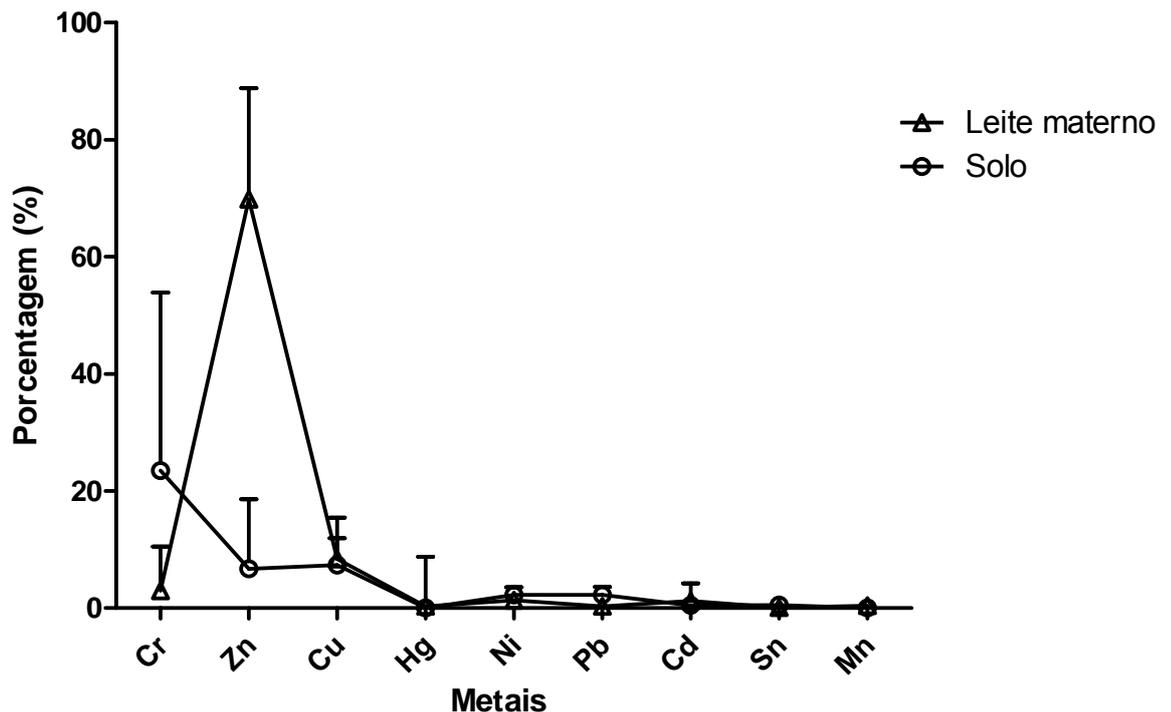


Figura 36: Perfil da concentração em porcentagem de metais pesados no leite materno e no solo. O perfil da concentração (%) de metais pesados entre o leite materno e solo em Conceição das Alagoas, MG, Brasil, não é similar, confirmado pelo teste quiquadrado ($\chi^2 = 635.05$ graus de liberdade = 8, $p < 0.05$). Os valores representam a mediana da porcentagem dos metais em cada matriz. As barras representam a porcentagem máxima.

Ao contrário da água, que a ingestão é direta e, portanto, a relação é clara, os metais no solo passam por diversos processos antes de serem ingeridos pelos seres humanos.

Segundo Sengar e colaboradores (2008), os metais pesados no solo são absorvidos pelas raízes das plantas, mas são influenciados por fatores tais como pH, tamanho das partículas, capacidade de troca catiônica e a superfície da raiz, taxa de transpiração micorrizal, e além disso, apenas uma quantidade de metal é translocado das raízes para as outras estruturas, dependendo das barreiras presentes na endoderme das raízes. Além disso, os metais pesados são acumulados em diferentes formas nas plantas, dependendo das espécies de plantas e do metal (ISLAM et al., 2007).

Plantas comestíveis podem ser ingeridas por animais, que por sua vez podem ser consumidos pelos humanos. Por isso, as barreiras e os processos se multiplicam antes desses metais serem ingeridos pela mãe, que ocorrerá ou pela ingestão direta das plantas ou partes delas ou dos animais com os metais. Todos estes fatores podem explicar a diferença de concentração de metais pesados encontrados no solo e no leite humano.

Como no resultado anterior, a análise do perfil dos percentuais das concentrações de metais pesados no solo e na água foi diferente para as duas matrizes como confirmado pelo teste do qui-quadrado ($\chi^2 = 721,78$), 8 graus de liberdade e $p < 0,05$ (Figura 37) e os valores de medianas para os metais em diferentes percentuais foram, respectivamente: Cr (24,16, 0,82%), Zn (6,83, 57,57%), Cu (7,36, 7,58%), Hg (0,01, 0,03%), Ni (2,39, 2,66%), Pb (2,27, 0,59%), Cd (0,47, 3,23%), Sn (0,53, 0,08%), Mn (0,01, 2,47%).

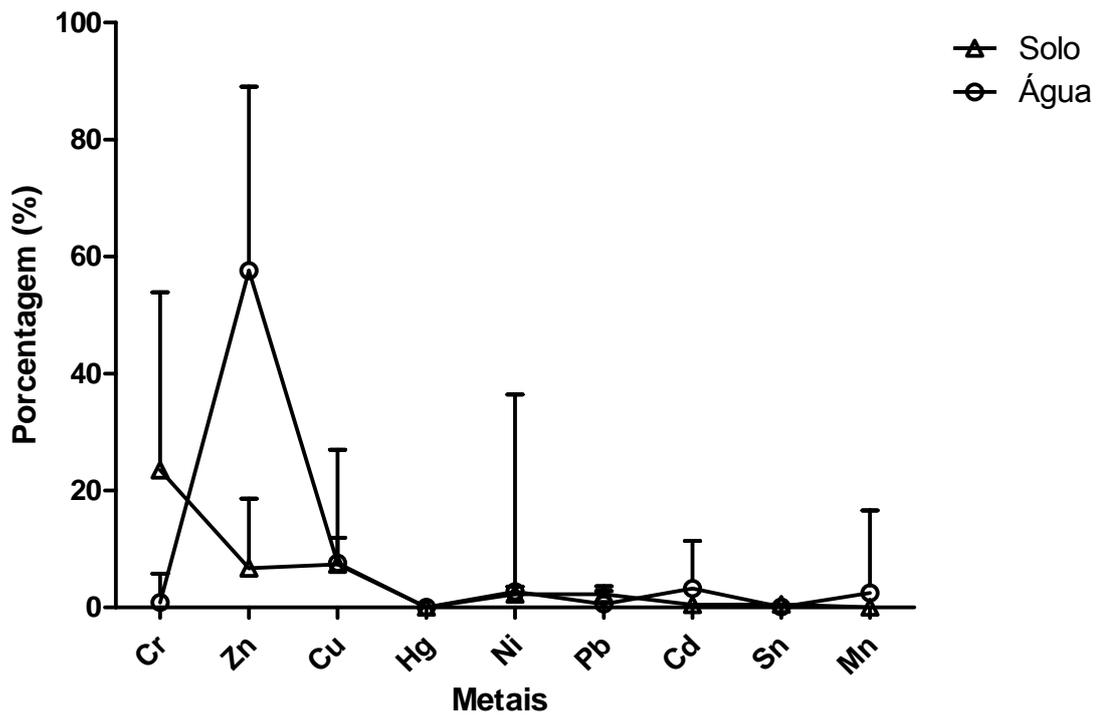


Figura 37: Perfil da concentração em porcentagem de metais pesados no solo e na água distribuída. O perfil da concentração (%) de metais pesados entre o solo e a água distribuída em Conceição das Alagoas, MG, Brasil, é diferente, confirmado pelo teste quiquadrado ($\chi^2 = 721.78$, graus de liberdade = 8, $p < 0.05$). Os valores representam a mediana da porcentagem dos metais em cada matriz. As barras representam a porcentagem máxima.

CONCLUSÕES

6. CONCLUSÕES

Embora muitos avanços tenham ocorrido nos anos recentes, e apesar do investimento público na saúde no município estar em crescimento, ainda é preciso que ocorra outros avanços importantes visando a saúde da mulher e da criança, como por exemplo, na quantidade de adolescentes grávidas, no alto índice de partos cesáreos além da alta porcentagem de desmame precoce. Isso deve acontecer também com a melhoria do atendimento prestado a elas, tornando-as mais confiantes nos serviços públicos de saúde.

6.1. METAIS PESADOS NA ÁGUA

Os níveis de metais pesados encontrados na água potável em Conceição das Alagoas, Brasil, foram muito inferiores aos recomendados pela OMS (2008) e pelo governo brasileiro (BRASIL, 2004), exceto o cádmio que foi significativamente maior.

O manganês, cobalto e ferro foram os metais que mais apresentaram correlações com outros metais na água, provenientes do Aquífero Guarani.

Considera-se que mais estudos para avaliar a quantidade de metal que a chuva arrasta para a recarga do aquífero são importantes para a compreensão não só da influência humana sobre a geração e dispersão desses metais, mas também da capacidade de filtração das rochas que compõem o sistema desse aquífero.

6.2. METAIS PESADOS NO LEITE

O monitoramento de metais pesados no leite materno é um importante parâmetro para a influência de contaminação ambiental e influências antrópicas sobre sua saúde. Embora não haja valores de referência para metais pesados em leite humano no Brasil, todas as concentrações são menores que aqueles considerados críticos na literatura internacional. Vale ressaltar que Zn e Cu mostraram que a concentração diminuiu em leite maduro, no momento em que a criança começa a usar suas próprias reservas até que estes elementos façam parte dos alimentos que serão oferecidos a eles.

6.3. METAIS PESADOS NO SOLO

A quantidade de metais pesados no solo de Conceição das Alagoas mostrou-se dentro dos valores de referência (CETESB, 2005), exceto o cádmio e o cromo, que ainda assim, estavam menores que os valores de intervenção. É interessante que os valores para o cádmio na água distribuída também foi mais elevado. Isso pode sugerir que há uma presença natural (geogênica) ou que fertilizantes que contenham cádmio foram ou estejam sendo utilizados, e que esses traços estejam tanto nos solos, quando tenham conseguido atingir o aquífero Guarani (origem antropogênica).

6.4. RELAÇÕES ENTRE AS DIFERENTES MATRIZES

A partir dos dados coletados, verificou-se semelhança nos perfis de percentual das concentrações de metais pesados entre leite humano e água

consumida em Conceição das Alagoas, Minas Gerais, Brasil. Isso sugere que as mudanças na concentração de metais na água potável pode afetar os níveis de metais no leite humano. Em contrapartida, essa relação não foi estabelecida entre o perfil da concentração de metais pesados no solo e no leite humano. As relações encontradas entre as matrizes estudadas são relevantes, considerando que elas podem representar parâmetros de interações ambientais e humanos.

Os resultados atuais mostram que há um perfil muito semelhante entre as concentrações do metal no leite humano e água consumida pelas mães, o que não ocorre com as concentrações de metais nos solos da região sob avaliação. Novos estudos devem ser planejados para o desenvolvimento de indicadores para o monitoramento de metais pesados nos seres humanos a partir de medidas ambientais.

PROPOSTAS

7. PROPOSTAS DE CONTINUIDADE

O monitoramento ambiental tem sido importante para tomada de decisões em diversas áreas da sociedade atual. Além disso, a busca por novas tecnologias e procedimentos para redução de custos aliada ao aumento da qualidade dos serviços e produtos têm pautado novas discussões. Assim, baseado nos resultados e análises demonstrados, as conclusões sugerem uma nova forma de monitoramento dos níveis de metais pesados no leite materno em outra matriz ambiental, fato que ainda carece de novos dados para sua confirmação. Dessa forma, em continuidade a esse processo de pesquisa, desenvolvimento de novas tecnologias e análises, há propostas a serem consideradas para que haja avanço nessa área do conhecimento, e que sejam melhoradas as condições sociais e ambientais tanto para as lactantes quanto para os lactentes.

Os próximos passos então devem ser:

1. Avaliação dos níveis de metais pesados no leite materno em áreas contaminadas;
2. Avaliação dos níveis de metais pesados na água em áreas contaminadas;
3. Verificação das relações entre as diferentes matrizes;
4. Em áreas não contaminadas, avaliação dos níveis de metais na água e no leite em número maior de lactantes e de lugares diferentes;
5. Promoção da avaliação constante da água em residências de mães doadoras de leite, como parte da melhoria da qualidade do leite oferecido na rede de Banco de Leite Humano.

PRODUÇÃO CIENTÍFICA

8. PRODUÇÃO CIENTÍFICA DERIVADA DESTE PROJETO.

8.1. ARTIGOS ENCAMINHADOS

CARDOSO, O. O.; JULIÃO, F. C.; ALVES, R I. S.; BAENA, A. R.; GONZÁLEZ DÍEZ, I.; CALIA, R.C.; DOMINGO, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Metals in breast milk, water and soil: relationship between concentration profiles. **Journal of Environmental Monitoring.**

CARDOSO, O. O.; TONANI, K. A. A.; ALVES, R. I. S.; NADAL, M.; DOMINGO, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Heavy metals in human milk in a city of Minas Gerais, Brazil. **Journal of Human Lactation.**

CARDOSO, O. O.; JULIÃO, F. C.; ALVES, R I. S.; DOMINGO, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Heavy metals in the water supply in Conceição das Alagoas, Minas Gerais, Brazil. - **Environmental Health.**

CARDOSO, O. O.; JULIÃO, F. C.; ALVES, R I. S.; BAENA, A. R.; GONZÁLEZ DÍEZ, I.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Relationship between the different metals in diferent kinds of soil in Conceição das Alagoas, MG, Brazil. - **Chemosphere**

8.2. TRABALHOS APRESENTADOS EM CONGRESSOS

8.2.1. ORAIS

CARDOSO, O. O. ; BARBON, M. L. ; SEGURA-MUNOZ, S. I. . Prevalência de automedicação em gestantes em Conceição das Alagoas, MG, Brasil. In: II Congresso de Investigação em Enfermagem Ibero-Americano e de países de língua oficial portuguesa, Coimbra. 2009.

CARDOSO, O. O., JULIÃO F. C., TONANI, K. A. A., ALVES, R. I. S., MUNOZ S. I., TREVILATO T. M. B., BAENA, A. R., GONZÁLEZ DÍEZ, I., CÁLIA, R. C. AND DOMINGO, J. L. Matern milk, water and soil: Relationship between heavy metals in those environmental matrices - 3rd International Congress of Environmental Research, Reduit, Mauritius, 2010.

8.2.2. PÔSTERES

CARDOSO, O. O. ; TONANI, K. A. A. ; JULIAO, F. C. ; TREVILATTO, T. M. B. ; DOMINGO, J. L. ; SEGURA-MUNOZ, S. I. . Avaliação da concentração de chumbo na água ingerida e no leite de mães do município de Conceição das Alagoas/MG. 2009. Simpósio sobre o chumbo e a saúde humana. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP, Ribeirão Preto, 2009.

CARDOSO, O. O.; TONANI, K. A. A.; ALVES, R. I. S.; TREVILATTO, T. M. B.; DOMINGO, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Metais pesados no leite de lactantes adultas em uma cidade de MG. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOTOXICOLOGIA, 2010, Bombinhas, SC.

CARDOSO, O. O.; JULIÃO, F. C.; GONZALEZ-DÍEZ, I.; CALIA, R. C.; DOMINGO, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Metais pesados no leite materno, água e solo: relação entre perfis de concentração. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE BANCOS DE LEITE HUMANO / I CONGRESSO IBEROAMERICANO DE BANCOS DE LEITE HUMANO / FÓRUM DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL EM BANCOS DE LEITE HUMANO, 2010.

8.3. RESUMOS PUBLICADOS EM ANAIS DE EVENTOS

CARDOSO, O. O. ; BARBON, M. L. ; SEGURA-MUNOZ, S. I. . Prevalência de automedicação em gestantes em Conceição das Alagoas, MG, Brasil. In: II Congresso de Investigação em Enfermagem Ibero-Americano e de países de língua oficial portuguesa, 2009, Coimbra. **Revista Científica da Unidade de Investigação em Ciências da Saúde**. Coimbra, 2009. v. 10. p. 127.

CARDOSO, O. O., JULIÃO F. C., TONANI, K. A. A., ALVES, R. I. S., MUNOZ S. I., TREVILATO T. M. B., BAENA, A. R., GONZÁLEZ DÍEZ, I., CÁLIA, R. C. AND DOMINGO, J. L. Matern milk, water and soil: Relationship between heavy metals in those environmental matrices. In: X INTERNATIONAL CONGRESS OF ENVIRONMENTAL RESEARCH, 2010, Reduit, Mauritius. **Proceedings...** Reduit, ICER-10, 2010. p.347 – 348.

CARDOSO, O. O.; TONANI, K. A. A.; ALVES, R. I. S.; TREVILATTO, T. M. B.; DOMINGO, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Metais pesados no leite de lactantes adultas em uma cidade de MG. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOTOXICOLOGIA, 2010, Bombinhas, SC. **Anais...** Bombinhas, XI ECOTOX, 2010. p. 63.

CARDOSO, O. O.; JULIÃO, F. C.; GONZALEZ-DIÉZ, I.; CALIA, R. C.; DOMINGO, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Metais pesados no leite materno, água e solo: relação entre perfis de concentração. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE BANCOS DE LEITE HUMANO / I CONGRESSO IBEROAMERICANO DE BANCOS DE LEITE HUMANO / FÓRUM DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL EM BANCOS DE LEITE HUMANO, 2010. Brasília, DF. **Anais...** Brasília, rBLH – Fiocruz, 2010. p. 97.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ABBALLE, A.; BALLARD, T. J.; DELLATTE, E.; DOMENICO, A.; FERRI, F.; FULGENZI, A. R.; GRISANTI, G.; IACOVELLA, N.; INGELIDO, A. M.; MALISCH, R.; MINIERO, R.; PORPORA, M. G.; RISICA, S.; ZIEMACKI, G.; FELIP, E. Persistent environmental contaminants in human milk: concentrations and time trends in Italy. **Chemosphere**, Oxford, v. 73, p. 220 – 227, 2008. Supplement 1.

ACPO. Associação de Combate aos Poluentes. Zero Mercury Global, Campaign, **Relatório do Mercado Português**, 2006. Disponível em: <<http://www.acpo.org.br/>>. Acesso em: 10 set. 2010.

ALMEIDA, A. A.; LOPES, C. M. P. V.; SILVA, A. M. S.; BARRADO, E. Trace elements in human milk: Correlation with blood levels, inter-element correlations and changes in concentration during the first month of lactation. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, Stuttgart, v. 22, n.3, p.196 – 205, 2008.

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 43 - 59, 2006.

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. The Transfer of Drugs and Other Chemicals Into Human Milk. **Pediatrics**, Elk Grove Village, v. 108, n.3, p. 776 – 789, 2001.

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. Breastfeeding and the Use of Human Milk, **Pediatrics**, Elk Grove Village, n.100, p 1035-1039, 1997.

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. Breast-feeding, a commentary in celebration of the International Year of the Child 1979. **Pediatrics**, Elk Grove Village, n. 62, p. 591-601, 1978.

ANDERSON, A. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A. **Estatística aplicada à Administração e Economia**. 2. ed. São Paulo: Editora Thomson Pioneira, 2007. 616p.

ANDERSON, P. O.; VALDÉS, V. A Critical Review of Pharmaceutical Galactagogues. **Breastfeeding Medicine**, New Rochelle, v. 2, n.4. p.229 – 242, 2007.

APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20. ed. Washington DC: APHA INC. 1015, 1998. 1085p.

ARAÚJO, M. F. M.; FIACO, A. D.; PIMENTEL, L. S.; SCHMITZ, B. A. S. Custo e economia da prática do aleitamento materno para a família. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 4, n.2, p.135 – 141, 2004.

ARNAUD, J.; FAVIER, A. Copper, iron, manganese and zinc contents in human colostrum and transitory milk of French women. **The Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 159, n 1, p. 9-15, 1995.

ASCHNER, J. L.; ASCHNER, M. Nutritional aspects of manganese homeostasis. **Molecular Aspects of Medicine**, Elmsford, v. 26, n.4-5, p.353–362, 2005.

ATSDR. Agency for Toxic and Substances and Disease Registry. **Cadmium toxicity — Case Studies in Environmental Medicine**. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta. 2008.

AUERBACH, K. G. Breastfeeding and Maternal Medication Use. **Journal of Obstetric Gynecologic & Neonatal Nursing**, Philadelphia. 28, n. 5, p. 554 – 563, 1999.

BALL, R. K.; FRIIS, R. R.; SCHOENENBERGER, C. A.; DOPPLER, W.; GRONER, B. Prolactin regulation of beta-casein gene expression and of a cytosolic 120-kd protein in a cloned mouse mammary epithelial cell line. **The Embo Journal**, Heidelberg, v.7, n.7, p. 2089 – 2095, 1988.

BARBOSA, A. C.; DÓREA, J. G. Indices of mercury contamination during breast feeding in the Amazon Basin. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, Amsterdam, v. 6, p.71-79, 1998.

BARNABY, F. Our common future – The Brundtland commission report. **Ambio**, Stockholm, v.16, n.4, p. 217 – 218, 1987.

BENEMARYIA, H.; ROBBERECHT, H.; DEELSTRA, H. Cooper, zinc and selenium concentration in milk from middle-class women in Burundi (Africa) throughout the first 10 months of lactation. **The Science of The Total Environment**, Amsterdam, v.164, n.2, p. 161-174, 1995.

BOJÖ, J.; BUCKNALL, J.; HAMILTON, K.; KISHOR, N.; KRAUS, C.; PILLAI, P. Environment. In:_____ **The Poverty Reduction Strategy Sourcebook**. Washington, D.C.: World Bank, 2001.

BOKOR, S.; KOLETZKO, B.; DECSI, T. Systematic Review of Fatty Acid Composition of Human Milk from Mothers of Preterm Compared to Full-Term Infants. **Annals of Nutrition and Metabolism**, Basel, v. 51, n.6, p.550 – 556, 2007.

BOSE-O'REILLY, S.; LETTMEIER, B.; ROIDER, G.; SIEBERT, U.; DRASCH G. Mercury in breast milk – A health hazard for infants in gold mining areas? **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, Jena, v. 211, n. 5-6, p. 615 – 623, 2008.

BRANTLEY S. L.; GOLDHABER, M. B.; RAGNARSDOTTIR, K. V. Crossing Disciplines and scales to understand the critical zone. **Elements**, Québec, v.3, n.5, p. 307 – 314, 2007.

BRANTLEY, S. L. Understanding Soil Time, **Science**, Washington, v.321, n. 5865, p.1454 – 1455, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Promoção, Proteção e Apoio ao Aleitamento Materno**. 2009a. Disponível em <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/area.cfm?id_area=1460> Acessado em 05 de junho de 2009.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Rede Amamenta Brasil, Caderno do Tutor**. Brasília, 2009b. 118 p. Disponível em <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/caderno_tutores_rede_amamenta.pdf> Acessado em 05 de junho de 2009.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas e Estratégicas. Área Técnica de Saúde da Criança e

Aleitamento Materno. **II Pesquisa de Prevalência de Aleitamento Materno nas Capitais Brasileiras e Distrito Federal**. 2009c, 108 p. Disponível em:

<http://portal.saude.gov.br/saude/area.cfm?id_area=1251> Acessado em 06 de outubro de 2010.

_____. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Manganês**, 2009d.

_____. Presidência da República. Casa Civil. **Lei Nº 11.770 de 09 de setembro de 2008**. 2008. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11770.htm> Acessado em 05 de junho de 2009.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Norma Brasileira de Comercialização de Alimentos para Lactentes e Crianças de 1ª Infância, Bicos, Chupetas e Mamadeiras**. Brasília, 2006a. 44 p. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/propaganda/cartilha_nbcas.pdf> Acessado em 05 de junho de 2009.

_____. Presidência da República. Casa Civil. **Lei Nº 11.265 de 03 de janeiro de 2006**. 2006b. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11265.htm> Acessado em 05 de junho de 2009.

_____. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro**, Parte III, 2006c.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Pré-Natal e Puerpério: Atenção Qualificada e Humanizada**. Brasília, 2005. 160 p. Disponível em

<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/caderno5_saude_mulher.pdf> Acessado em 05 de junho de 2009.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Área Técnica da Saúde da Criança e Aleitamento Materno. **Agenda de compromissos para a saúde integral da criança e redução da mortalidade infantil.** 2004a. Disponível em <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/agenda_compro_crianca.pdf>.

Acessado em 11 de outubro de 2010.

_____. Portaria MS nº 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 mar. 2004b.

_____. Ministério da Saúde. **Programa Nacional em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano.** Brasília, 2003. 43 p.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia Alimentar para crianças menores de 2 anos.** Brasília, 2002. 154 p. Disponível em <<http://www.opas.org.br/sistema/arquivos/Guiaaliment.pdf>> Acessado em 05 de junho de 2009.

_____. Ministério da Saúde. **Prevalência de aleitamento materno nas capitais brasileiras e no Distrito Federal.** Brasília, 2001.

BRESSLER, J. P.; OLIVI, L.; CHEONG, J. H.; KIM, Y.; MAERTEN, A.; BANNON, D. Divalent Metal Transporter 1 in lead and cadmium transport. **Annals of New York Academy of Sciences**, New York, v.1012, p.142 – 152, 2004.

BRESSLER, J. P.; OLIVI, L.; CHEONG, J. H.; KIM, Y.; MAERTEN, A.; BANNON, D. Metal transporters in intestine and brain: their involvement in metal-associated neurotoxicities. **Human & Experimental Toxicology**, Basingstoke , v.26, n.3, p. 221 – 229, 2007.

BRZÓSKA, M. M.; MONIUSZKO-JAKONIUK, J. Interactions between cadmium and zinc in the organism. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v.39, n.10, p. 967 – 980, 2001.

BURBURE, C.; BUCHET, J.; LEROYER, A.; NISSE, C.; HAGUENOER, J.; MUTTI, A.; SMERHOVSKÝ, Z.; CIKRT, M.; TRZCINKA-OCHOCKA, M.; RAZNIEWSKA, G.; JAKUBOWSKI, M.; BERNARD, A. Renal and Neurologic Effects of Cadmium, Lead, Mercury, and Arsenic in Children: Evidence of Early Effects and Multiple Interactions at Environmental Exposure Levels. **Environmental Health Perspectives**, Cary, v.114, n. 3, p. 584 - 590, 2006.

BURNS, J., PATERSON, C. R. Effect of iron-folate supplementation on serum copper concentration in late pregnancy. **Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica**, Stockholm, v. 72, n.8, p. 616-618, 1993.

BYRNE, C.; DIVEKAR, S. D.; STORCHAN, G. B.; PARODI, D. A.; MARTYN M. B. Cadmium - A metallo-hormone?. **Toxicology and Applied Pharmacology**, New York, v. 238, p. 266-271, 2009.

CÂMARA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DAS ALAGOAS. Conceição das Alagoas. Disponível em: <<http://www.camaraconceicao.mg.gov.br/historia.php>>. Acesso em 02 set. 2010.

CAMPOS, M. L.; SILVA, F. N.; FURTINI NETO, A. E.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J.; ANTUNES, A. S. Determinação de cádmio, cobre, cromo, níquel, chumbo e zinco em fosfatos de rocha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n.4, p.361 – 367, 2005.

CANDEIAS, N. M. F. Educação em saúde na prevenção do risco de desmame precoce. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.17, p. 71-82, 1983.

CARDOSO, O. O.; JULIÃO F. C.; TONANI, K. A. A.; ALVES, R. I. S.; TREVILATO, T. M. B.; BAENA, A. R.; GONZÁLEZ DÍEZ, I.; CALIA, R. C.; DOMINGO, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Matern milk, water and soil: relationship between heavy metals in those environmental matrices. In: X INTERNATIONAL CONGRESS OF ENVIRONMENTAL RESEARCH – ICER-10, 2010, Reduit, Mauritius. **Proceedings...Reduit: ICER-10, 2010. p.347 – 348.**

CARRASCOZA, K. C.; COSTA JR, A. L.; AMBROZANO, G. M. B.; MORAES, A. B. A. Análise de variáveis biopsicossociais relacionadas ao desmame precoce. **Paidéia**, Ribeirão Preto, v. 15, n.30, p. 93-104, 2005.

CASPI, A.; WILLIAMS, B.; KIM-COHEN, J.; CRAIG, I. W.; MILNE, B. J.; POULTON, R.; SCHALKWYK, L. C.; TAYLOR A.; WERTS, H.; MOFFITT, T. E. Moderation of breastfeeding effects on the IQ by genetic variation in fatty acid metabolism. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v.104, n.47, p. 18860 – 18865, 2007.

CASTANIA, J. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas municipais de ensino infantil em Ribeirão Preto - SP**. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009, 146f.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Valores Orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. Artigo 1º da Decisão de Diretoria Nº 195-2005-E, 23 nov. 2005.

CONI, E.; STACCHINI, A.; CAROLI, S.; FALCONIERI, P. Analytical approach of obtaining reference values for minor and trace elements in human milk. **Journal of Analytical Atomic Spectrometry**, London, v.5, p. 581 - 586, 1990.

COSTA, R. S. S.; CARMO, M. G. T.; SAUNDERS, C.; JESUS, E. F. O.; SIMABUCO, S. M. PAIVA, F. Níveis de ferro, cobre e zinco em colostro de puérparas adultas de recém-nascidos a termo e pré-termo, segundo variáveis maternas e socioeconômicas. **Revista Brasileira de Saúde Materno-Infantil**, Recife, v. 2, n.1, p. 43 - 50, 2002.

CROSSGROVE, J. ZHENG, W. Manganese toxicity upon overexposure. **NMR in Biomedicine**, Chichester, v. 17, p. 544–553, 2004.

D'ÁGUILA, P. S. et al. Avaliação da qualidade da água para abastecimento público do município de Nova Iguaçu. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n.3, p.791 - 798, 2000.

DARCI BOM, J. **A influência da qualidade da água, de reservatórios domiciliares, na qualidade de vida da população de Umuarama – PR**.

Dissertação (Mestrado em Gestão de Qualidade Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002, 214f.

DATASUS. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. **Caderno de Informações de Saúde**. Brasília, 2009. Disponível em <<http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/mg.htm>> Acesso em 02 jun. 2009.

DEL CIAMPO, L. A.; RICCO, R. G. **Aleitamento materno e meio ambiente**. Ribeirão Preto: Editora e Gráfica Scala, 1998, 125p.

DERRY, L. A.; CHADWICK, O. A. Contributions from Earth's Atmosphere to Soil. **Elements**, Québec, v. 3, n.5, p. 333 – 338, 2007.

DEWEY, K. G.; HEINING, M. J.; NOMMSEN, L. A.; LÖNNERDAL, B. Growth patterns of breast-fed infants during the first year of life: The darling study. In: ATKINSON, S.A. et al. **Breast-feeding, Nutrition, Infection and Infant Growth in Developed and Emerging Countries**. St. John's Newfoundland: ARTS Biomedical Publishers and Distributors, 1990. p. 269-282.

DIJKHUIZEN, M. A.; WIERINGA, F. T.; WEST, C. E.; MUHERDIYANTININGSIH, M. Concurrent micronutrient deficiencies in lactating mothers and their infants in Indonésia. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.73, n. 4, p. 786 – 791, 2001.

DOMELLÖF, M.; HERNELL, O.; ABRAMS, S. A.; CHEN, Z.; LÖNNERDAL, B. Iron supplementation does not affect copper and zinc absorption in breastfed infants. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 89, n.1, p.185 – 190, 2009.

DOMELLÖF, M.; LÖNNERDAL, B.; DEWEY, K. G.; COHEN, R. J.; HERNELL, O. Iron, zinc, and copper concentrations in breast milk are independent of maternal mineral status. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.79, n.1, p. 111 – 115, 2004.

DÓREA J. G. Zinc Deficiency in Nursing Infants. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v.2, n.2, p. 84 – 87, 2002.

DÓREA J. G.; DONANGELO, C. M. Early (in uterus and infant) exposure to Mercury and lead. **Clinical Nutrition**, Edinburg, v.25, n. 3, p.369 – 376, 2006.

DÓREA, J. G. Iron and copper in human milk. **Nutrition**, Burbank, v.16, n.3, p. 209 - 220, 2000.

DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências Nutricionais**, São Paulo: SARVIER, 1998, 403p.

EDMOND, K. M.; ZANDOH, C.; QUIGLEY, M. A.; AMENGA-ETEGO, S.; OWUSU-AGYEI, S.; KIRKWOOD, B. R. Delayed Breastfeeding Initiation Increases Risk of Neonatal Mortality. **Pediatrics**, Elk Grove Village, v. 117, n.3, p. 380 - 386, 2006.

EL-DEMERDASH, F. M.; YOUSEF, M. I.; ELASWAD, F. A. M. Biochemical Study on the Protective Role of Folic Acid in Rabbits Treated with Chromium (VI). **Journal of Environmental Science and Health**, London, v. 4, n.5, p. 731 – 746, 2006.

EMETT, P. M.; ROGERS, I. S. Properties of human milk and their relationship with maternal nutrition. **Early Human Development**, Amsterdam, p. 7-28, 1997. Supplement 49.

ESTEBAN, M.; CASTAÑO, A. Non-invasive matrices in human biomonitoring: a review. **Environment International**, Elmsford, v.35, n.2, p. 438 – 449, 2009.

ETTINGER, A. S.; TÉLLEZ-ROJO, M. M.; AMARASIRIWARDENA, C.; PETERSON, K. E.; SCHWARTZ, J.; ARO, A.; HU, H.; HERNÁNDEZ-AVILA, M. Influence of Maternal Bone Lead Burden and Calcium Intake on Levels of Lead in Breast Milk over the Course of Lactation **American Journal of Epidemiology**, Baltimore, v.163, n. 1, p. 48 - 56, 2006.

FADIGAS, F.S.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; MAZUR, N.; ANJOS, L.H.C.; FREIXO, A.A. Proposição de valores de referência para a concentração natural de metais pesados em solos brasileiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p. 699 - 705, 2006.

FADIGAS, F.S.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; MAZUR, N.; ANJOS, L.H.C.; FREIXO, A.A. Concentrações naturais de metais pesados em algumas classes de solos brasileiros. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n.2, p. 151 - 159, 2002.

FEFERBAUM, R.; FALCÃO, M. C. **Nutrição do recém-nascido**. São Paulo: Atheneu, 2003, 602p.

FIELD, C. J. The Immunological Components of Human Milk and Their Effect on Immune Development in Infants. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 135, p.1 - 4, 2005.

FIOCRUZ. Rede de Banco de Leite Humano. **V Congresso Brasileiro de Bancos de Leite Humano/ I Congresso Iberoamericano de Bancos de Leite Humano/Fórum de Cooperação Internacional em Bancos de Leite Humano**. 2010. Disponível em

<<http://www.fiocruz.br/redeblh/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=1013&sid=173>>.

Acesso em: 08 out. 2010.

FIOCRUZ. Rede de Banco de Leite Humano. **Dados estatísticos**. 2009. Disponível em <<http://www.fiocruz.br/redeblh/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=352>>. Acesso em: 08 out. 2010.

FÖRSTNER, U.; WITTMANN, G. T. W. **Metal Pollution in the Aquatic Environment**. Berlin: Springer-Verlag, 1979, 486p.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise da água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.17, n.3, p. 651 - 660, 2001.

FRIEDMAN, B. J.; FREELAND-GRAVES, J. H.; BALES, C. W.; BEHMARDI, F.; SHOREY-KUTSCHKE, R. L.; WILLIS, R. A.; CROSBY, J. B.; TRICKETT, P. C.; HOUSTON, S. D. Manganese Balance and Clinical Observation in Young Men Fed a Manganese-Deficient Diet. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.117, p.133 - 143, 1987.

GARRET, R. G. Natural Sources of Metals to the Environment. **Human and Ecological Risk Assessment**, Philadelphia, v.6, n. 6, p. 945-963, 2000.

GRASSI, M. S.; COSTA, M. T. Z.; VAZ, F. A. C. Fatores imunológicos do leite humano. **Pediatria**, São Paulo, v. 23, n.3, p. 258 – 63, 2001.

GROSS, R.; HÄNSEL, H.; SCHULTINK, W.; SHIRIMPTON, R.; MATULESSI, R.; GROSS, G. Moderate zinc and vitamin A deficiency in breast milk of mothers from

East-Jakarta. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 52, n. 12, p. 884 - 890, 1998.

GULSON, B. L.; JAMESON, W.; MAHAFFEY, K. R.; MIZON, K. J.; PATISON, N.; LAW, A. J.; KORSCH, M. J.; SALTER, M. A. Relationships of Lead in Breast Milk to Lead in Blood, Urine, and Diet of the Infant and Mother. **Environmental Health Perspectives**, Cary, v. 106, n.10, p. 667 – 674, 1998.

GULSON, B. L.; MIZON, K. J.; KORSCH, M. J.; PALMER, J. M.; DONNELLY, J. B. Mobilization of lead from human bone tissue during pregnancy and lactation - a summary of long-term research. **The Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 303, n.1-2, p. 79 – 104, 2003.

HANSEN, A. M.; LEÓN-ZAVALA, A.; BRAVO-INCLÁN, L. Fuentes de contaminación y enriquecimiento de metales en sedimentos de la cuenca Lerma-Chapala. **Ingeniería Hidráulica en México**, Jiutepec, v.10, n.3, p. 55-69, 1995.

HATTON, D. C.; HARRISON-HOHNER, J. COSTE, S.; DORATO, V.; CURET, L. B.; MCCARRON, D. A. Symptoms of Postpartum Depression and Breastfeeding. **Journal of Human Lactation**, Charlottesville, v.21, n.4, p. 444 - 449, 2005.

HUERTOS, E. G.; BAENA, A. R. Contaminación de Suelos por Metales Pesados. **Revista de la Sociedad Española de Mineralogía**, Madrid, n.10, p. 48 – 60, 2008.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 mar. 2007.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGETEEN**. Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/pesquisas/fecundidade.html>>. Acesso em: 02 jun. 2009.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Tendências demográficas 2000**. Rio de Janeiro. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/tendencias_demograficas/tabela07.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretora de Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro. 2007, 316p.

IBGE. **PNSB 2008**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1691&id_pagina=1>. Acesso em: 10 set. 2010.

ISLAM, E. U.; YANG, X.; HE, Z.; MAHMOOD, Q. Assessing potential dietary toxicity of heavy metals in selected vegetables and food crops. **Journal of Zhejiang University Science B**, Hangzhou, v. 8, n 1, p. 1 - 13, 2007.

IWASAKA, T.; UMEMURA, S.; KAKIMOTO, K.; KOIZUMI, H.; OSAMURA, Y. R. Expression of prolactin mRNA in rat mammary gland during pregnancy and lactation. **Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, Baltimore, v.48, n.3, p. 389 - 395, 2000.

JACKSON, K. M.; NAZAR, A. M. Breastfeeding, the immune response, and long-term health. **The Journal of the American Osteopathic Association**, Chattanooga, v.106, n.4, p. 203 – 7, 2006.

JÄRUP, L. Hazards of heavy metal contamination. **British Medical Bulletin**, London, v. 68, p. 167 - 182, 2003.

JENSEN, A. A. Chemical contaminants in human milk. **Residue Reviews**, New York, v. 89, p.1 - 128, 1983.

KAC, G.; BENICIO, M. H. D. A.; MELENDEZ, G. V.; VALENTE, J. G.; STRUCHINER, C. J. Breastfeeding and postpartum weight retention in a cohort of Brazilian women. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.79, n.3, p. 487 – 93. 2004.

KALKWARF, H. J.; SPECKER, B. L. Bone Mineral Changes During Pregnancy and Lactation. **Endocrine**, Philadelphia, v.17, n.1, p. 49 - 53, 2002.

KELLEHER, S. L.; LÖNNERDAL, B. Molecular regulation of milk trace mineral homeostasis. **Molecular Aspects of Medicine**, Elmsford, v. 26, n.4-5, p. 328 – 339, 2005.

KLAMT, E.; VAN REEUWIJK, L. P. Evaluation of morphological, physical and chemical characteristics of ferralsols and related soils. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.3, p. 573 – 587, 2000.

KOVACS, C. S. Calcium and Bone Metabolism During Pregnancy and Lactation. **Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia**, New York, v. 10, n.2, p. 105 – 118, 2005.

KOYASHIKI, G. A. K.; PAOLIELLO, M. M. B.; MATSUO, T.; OLIVEIRA, M. M. B.; MEZZAROBA, L.; CARVALHO, M. F.; SAKUMA, A. M.; TURINI, C.; VANNUCHI, M. T. O.; BARBOSA, C. S. D. Lead levels in milk and blood from donors to the Breast Milk Bank in Southern Brazil. **Environmental Research**, New York, v.110, n.3, p. 265 – 271, 2010.

KRAMER, M. S.; KAKUMA, R. Optimal duration of exclusive breastfeeding. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, Oxford, v. 1, CD003517, 2002.

KRAMER, M. S.; KAKUMA, R. The optimal duration of exclusive breastfeeding: a systematic review. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, New York, v. 554, p. 63 – 77, 2004.

KRUAWAL, K.; SACHER, F.; WERNER, A.; MÜLLER, J.; KNEPPER, T. P. Chemical water quality in Thailand and its impacts on the drinking water production in Thailand. **The Science of the Total Environment**, Amsterdam, v.340, n.1-3, p. 57 - 70, 2005.

KUHNERT, B. R.; KUHNERT, P. M.; DEBANNE, S.; WILLIAMS, T. G. The relationship between cadmium, zinc and birth weight in pregnant women who smoke. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, Saint Louis, v.157, n.5, p. 1247 – 1251, 1987.

LEVINA, A.; LAY, P. A. Chemical Properties and Toxicity of Chromium(III) Nutritional Supplements. **Chemical Research in Toxicology**, Washington, v. 21, n.3, p. 563-571, 2008.

LISBOA. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. Observatório Nacional de Saúde. **Inquérito Nacional de Saúde 2005/2006**. ONSA, 2007.

LKHIDER, M.; DELPAL, S.; LEPROVOST, F.; OLLIVIER-BOUQUET, M. Rat prolactin synthesis by lactating mammary epithelial cells. **FEBS Letters**, Amsterdam, v. 401, n.2, p. 117 – 122, 1997.

LKHIDER, M.; DEPAL, S.; BOUSQUET, M. O. Rat prolactin in serum, milk and mammary tissue: characterization and intracellular localization. **Endocrinology**, Baltimore, v.137, p. 4969 – 4979, 1996.

LÖNNERDAL, B. Trace Element Transport in the Mammary Gland. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v.27, p. 165 – 77, 2007.

LÖNNERDAL, B.; ZAVALETA, N.; KUSUNOKI, L.; LANATA, C. F.; PEERSON, J. M.; BROWN, K. H. Effect of postpartum maternal infection on proteins and trace elements in colostrum and early milk. **Acta Paediatrica**, Stockholm, v.85, n. 5, p. 537 - 542, 1996.

LVOVSKY, K. Health and Environment. In: **Environment Strategy Background Paper 1**. Washington, D.C.: World Bank, 2001.

MALDONADO, J. A.; Del AMO, S. P.; TROYANO, A. T.; YUBERO, C. R.; RODRÍGUEZ, M. T. M.; PITZ, P. B. **La Lactancia materna en Andalucía**. Consejería de Salud, Junta de Andalucía, 2005, 143 p.

MANNION, C. A.; GRAY-DONALD, K.; JOHNSON-DOWN, L.; KOSKI, K. G. Lactating Women Restricting Milk Are Low on Select Nutrients. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v.26, n.2, p. 149 – 155, 2007.

MCMANAMAN, J. L.; HANSON, L.; NEVILLE, M. C.; WRIGHT, R. M. Lactogenic hormones regulate xanthine oxidoreductase and beta-casein levels in mammary

epithelial cells by distinct mechanisms. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, New York, v. 373, n.2, p. 318 – 327, 2000.

McMICHAEL, A. J. Planetary Overload. **Global Environmental Change and the Health of the Human Species**. Cambridge University Press. Cambridge. 1993. 352 p.

MELLO-NETO, J.; RONDÓ, P. H. C.; MORGANO, M. A.; OSHIWA, M. SANTOS, M. L.; OLIVEIRA, J. O. Iron concentrations in breast milk and selected maternal factors of human milk bank donors, **Journal of the Human Lactation**, Charlottesville, v.26, n.2, p.175-179, 2010.

MELNIKOV, P.; MOURA, A. J. C. M.; PALHARES, D. B.; FIGUEIREDO, C. S. M. Zinc and copper in colostrum. **Indian Pediatrics**, New Delhi, v.44, n.5, p. 355 – 357, 2007.

MENDONÇA, M. H. M. O desafio da política de atendimento à infância e à adolescência na construção de políticas públicas equitativas. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, p.113 - 120, 2002. Suplemento 18.

MERCER, J. S.; ERICKSON-OWENS, D. A.; GRAVES, B.; HALEY, M. M. Evidence-Based Practices for the Fetal to Newborn Transition. **Journal of Midwifery Women's Health**, New York, v.52, n.3, p. 262 – 272, 2007.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Scenarios Report**. 2.nd. Washington: Island Press, 2004.

MIRLEAN, N.; MACHADO, M. I.; OSINALDI, G. M.; DEMOLINER, A.; BAISCH, P. Industrial impact on chemical composition of groundwater: the human consumption

aspect (Rio Grande/RS). **Revista Química Nova**, São Paulo, v.28, n.5, p. 788 - 791, 2005.

MONTEIRO, C. A. **O panorama da nutrição infantil nos anos 90**. Brasília: Unicef, 1997. (Cadernos de Políticas Sociais. Série Documentos para Discussão, 1).

MONTEIRO, C.; REA, M. F.; VICTORA, C. G. Can infant mortality be reduced by promoting breast-feeding? Evidence from São Paulo city. **Health Policy and Planning**, Oxford, v. 5, n.1, p. 23 - 29, 1990.

NASCIMENTO, L. F. C.; IZÁRIO FILHO, H. J.; PEREIRA, M. L.; BACCAN, N. Cadmium quantification in Brazilian mothers colostrum: a regional study. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 5, n.2, p. 193 – 198, 2005.

NEWMAN, M. C.; JAGOE, C. H. Inorganic toxicants-ligands and the bioavailability of metals in aquatic environments. In: **Bioavailability-Physical, Chemical, and Biological Interactions**, CRC Press, Inc., Boca Raton, 1994, 256 p.

NICKERSON, K. Environmental Contaminants in Breast Milk. **Journal of Midwifery Women's Health**, New York, v.51, n.1, p. 26 – 34, 2006.

NISHIJO, M.; NAKAGAWA, H.; HONDA, R.; TANEBE, K.; SAITO, S.; TERANISHI, H.; TAWARA, K. Effects of maternal exposure to cadmium on pregnancy outcome and breast milk. **Occupational and Environmental Medicine**, London, v.59, n.6, p. 394 – 397, 2002.

NORDBERG, G. F. Lung cancer and exposure to environmental cadmium. **The Lancet Oncology**, London, v.7, n.2, p. 99 - 101, 2006.

NOVOTNY V. Diffuse sources of pollution by toxic metals and impact on receiving water. In: **Heavy Metals**. W. Salomons, U. Förstners & P. Maders, eds. Springer-Verlag, Berlin, 33 – 52, 1995.

OHSAWA, M., Heavy Metal-induced Immunotoxicity and its Mechanisms, **Yakugaku Zasshi**, Tokyo, v.129, n.3, p. 305 - 319, 2009.

OHTA, H.; ICHIKAWA, M.; SEKI, Y. Effects of Cadmium Intake on Bone Metabolism of Mothers during Pregnancy and Lactation. **Tohoku Journal of Experimental Medicine**, Tokyo, v.196, n.1, p.33 – 42, 2002.

OKADA, I. A.; SAKUMA, A. M.; MAIO, F. D.; DOVIDAUSKAS, S.; ZENEBON, O. Avaliação dos níveis de chumbo e cádmio em leite em decorrência de contaminação ambiental na região do Vale do Paraíba, Sudeste do Brasil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.31, n.2, p. 140-143,1997.

OLIVEIRA, M. C. C. **Práticas de Amamentação, Teores de Minerais e Vitamina A no Leite Humano em Diferentes Fases de Lactação segundo Variáveis Maternas**. 2003. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos). Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

OLIVEIRA, T. S. **Metais pesados como indicadores de materiais de origem de solos**. 1996. 128 p. Tese (Doutorado em Ciências do Solo). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa,1996.

OSMAN, K.; AKESSON, A.; BERGLUND, M.; BREMME, K.; SCHUTZ, A.; ASK, K.; VAHTER, M. Toxic and essential elements in placentas of Swedish women. **Clinical Biochemistry**, Toronto, v.33, n.2, p. 131 - 138, 2000.

PANG, W. W.; HARTMANN, P. E. Initiation of Human Lactation: Secretory Differentiation and Secretory Activation. **Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia**, New York, v.12, n.4, p. 211 - 221, 2007.

PEIRANO, M. M. F. Remoção de Metais Pesados no Tratamento Biológico - Sistema Biológico Tipo Lodos Ativados. **Revista Gerenciamento Ambiental**, São Paulo, v.24, p. 51-53, 2003.

PERRONE, L.; DI PALMA, L.; DI TORO, R.; GIALANELLA, G.; MORO, R. Interaction of trace elements in a longitudinal study of human milk from full-term and preterm mothers. **Biological Trace Element Research**, Clifton, v. 41, n.3, p. 321 – 330, 1994.

PIASEK, M.; BLANUŠA, M.; KOSTIAL, K.; LASKEY, J. W. Placental cadmium and progesterone concentrations in cigarette smokers. **Reproductive Toxicology**, Elmsford, v. 15, n.6, p. 673 – 681, 2001.

PICCIANO, M. F. Human Milk: Nutritional Aspects of a Dynamic Food. **Biology of Neonate**, New York, v. 74, n. 2, p. 84 – 93, 1998.

PICCIANO, M. F. Nutrient Composition of Human Milk, **Pediatric Clinics of North America**, Philadelphia, v. 48, n.1, p. 53 – 67, 2001.

PICCIANO, M. F. Trace elements in human milk and infants formulas. **Nestlé Nutre Workshop**, Rome, v.8, p.157 - 174, 1985.

PLANT, J.; SMITH, D.; SMITH, B.; WILLIAMS, L. Environmental geochemistry at the global scale. **Applied Geochemistry**, Aberystwyth, v.16, n. 11-12, p. 1291 – 1308, 2001.

PLUMLEE, G. Environmental geology models of mineral deposits. **SEG Newsletter**, Littleton, v.16: p. 5 – 6, 1994.

PROZIALECK, W. C.; EDWARDS, J. R.; WOODS, J. M. The vascular endothelium as a target of cadmium toxicity. **Life Sciences**, Oxford, v. 79, n. 16, p. 1493 - 1506, 2006.

QIAN, J.; WANG, Z.; SHAN, X.; TU, Q.; WEN, B.; CHEN, B. Evaluation of plant availability of soil trace metals by chemical fractionation and multiple regression analysis. **Environmental Pollution**, Amsterdam, v.91, n.3, p. 309 - 315, 1996.

QUINTEROS, F. A.; MACHIAVELLI, L. I.; MILER, E. A.; CABILLA, J. P.; DUVILANSKI, B. H. Mechanisms of chromium (VI)-induced apoptosis in anterior pituitary cells. **Toxicology**, Amsterdam, v. 249, n. 2-3, p. 109 – 115, 2008.

QUINTEROS, F. A.; POLIANDRI, A. H.; MACHIAVELLI, L. I.; CABILLA, J. P.; DUVILANSKI, B. H. In vivo and in vitro effects of chromium VI on anterior pituitary hormone release and cell viability. **Toxicology and Applied Pharmacology**, New York, v. 218, n.1, p. 79 – 87, 2007.

RAAP, D. K.; KAR, L. D. V. Selective serotonin reuptake inhibitors and neuroendocrine function. **Life Sciences**, Oxford, v.65, n.12, p. 1217 - 1235, 1999.

RAMOS, C. V.; ALMEIDA, J. A. G. Alegações maternas para o desmame: estudo qualitativo. **Jornal de Pediatria**, Porto Alegre, v.79, n.5, p. 385-90, 2003.

RANA, S. V. S. Metals and apoptosis: Recent developments. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, New York, v. 22, n.4, p. 262-284, 2008.

REA, M. F. Reflexões sobre a amamentação no Brasil: de como passamos a 10 meses de duração. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, p.37-45, 2003. Suplemento 1.

REA, M. F.; CUKIER, R. Razões de desmame e de introdução da mamadeira: uma abordagem alternativa para seu estudo. **Revista de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.22, n.3, p. 184 – 191, 1988.

RIBEIRO, W. C. Aquífero Guarani: gestão compartilhada e soberania. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.22, n. 64, p. 227 - 238, 2008.

RIBEIRO-FILHO, M. R.; SIQUEIRA, J. O. SIMÃO, J. B. P. Fracionamento e biodisponibilidade de metais pesados em solo contaminado, incubado com materiais orgânicos e inorgânicos. **Revista Brasileira Ciências Solo**, Viçosa, v. 25, p. 495 - 507, 2001.

ROSSIPAL, E.; KRACHLER, M. Pattern of trace elements in human milk during the course of lactation. **Nutrition Research**, West Lafayette, v.18, n.1, p.11 – 24, 1998.

ROWLEY, B.; MONESTIER, M. Mechanisms of heavy metal-induced autoimmunity. **Molecular Immunology**, Elmsford, v.42, n.7, p.833 – 838, 2005.

ROYCHOWDHURY, T.; TOKUNAGA, H.; ANDO, M. Survey of arsenic and other heavy metals in food composites and drinking water and estimation of dietary intake by the villagers from an arsenic-affected area of West Bengal, India. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v.308, n.1-3, p.15 - 35, 2003.

SALNIKOW, K. ZHITKOVICH, A. Genetic and Epigenetic Mechanisms in Metal Carcinogenesis and Cocarcinogenesis: Nickel, Arsenic, and Chromium. **Chemical Research in Toxicology**, Washington, v.21, n.1, p. 28-44, 2008.

SEGURA-MUÑOZ, S. I. TAKAYANAGUI, A. M. M.; TREVILATO, T. M. B.; HERING, S. E. Metais pesados em líquido percolado e água subterrânea da área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, In: 1º FÓRUM DAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS PAULISTAS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS, 2003, São Pedro, São Paulo. **Anais de Trabalhos Completos do 1º Fórum das Universidades Públicas Paulistas de Ciência e Tecnologia em Resíduos**. ITCR, 2003, 1: 937 – 948, 2003.

SEGURA-MUÑOZ, S. I.; TREVILATO, T. M. B.; TAKAYANAGUI, A. M. M.; HERING, S. E.; CUPO, P. Metales pesados em água de bebedores de presión. **Archivos Latino Americanos de Nutrición**, Caracas, v. 53, n.1, p. 59 - 64, 2003.

SENGAR, R. S.; GAUTAM, M.; SENGAR, R. S.; GARG, S. K.; SENGAR, K.; CHAUDHARY, R. Lead stress effects on physiobiochemical activities of higher plants. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 196, p. 73 – 93, 2008.

SHOTYK, W.; KRACHLER, M.; AESCHBACH-HERTIG, W.; HILLIER, S.; ZHENG, J. Trace elements in recent groundwater of an artesian flow system and comparison with snow: enrichments, depletions, and chemical evolution of the water. **Journal of Environmental Monitoring**, Cambridge, v. 12, n.1, p. 208 - 217, 2010.

SILVA, A. L. O.; BARROCAS, P. R. G.; JACOB, S. C.; MOREIRA, J. C. Dietary intake and health effects of selected toxic elements. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 17, n.1, p. 79 - 93, 2005.

SILVEIRA, M. L.; ALLEONI, L. R. F.; CHANG, A. Condicionadores químicos de solo e retenção e distribuição de cádmio, zinco e cobre em latossolos tratados com bioossólidos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 32, n.3, p. 1087 – 1098, 2008.

SIU, E. R.; MRUK, D. D.; PORTO, C. S.; CHENG, C. Y. Cadmium-induced testicular injury. **Toxicology and Applied Pharmacology**, New York, v. 238, n.3, p. 240-249, 2009.

SMEDLEY, P. L. **Environmental Arsenic Exposure: health risk and geochemical solutions**, Technical Report for DFID, British Geological Survey, Nottingham, 1999.

SOUSA, L. A. Promoção – **Apoio ao Aleitamento Materno: Binômio ou Antítese**. 2006. 188 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2006.

SOWERS, M. R.; SCHOLL, T. O.; HALL, G.; JANNAUSCH, M. L.; KEMP, F. W.; LI, X.; BOGDEN, J. D. Lead in breast milk and maternal bone turnover. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, Saint Louis, v. 187, n.3, p. 770 - 776, 2002.

SPENCER, J. P.; GONZÁLEZ III, L. S.; BARNHART, D. J. Medications in the Breast-Feeding Mother. **American Family Physician**, Kansas City, v.64, n.1, p. 119 - 26, 2001.

TOMA, T. S.; REA, M. F. Benefícios da amamentação para a saúde da mulher e da criança: um ensaio sobre as evidências. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, p.235-246, 2008. Suplemento 2.

UN Millenium Project. Environment and Human Well-being: A Practical Strategy. **Report of the Task Force on Environmental Sustainability**. London: Earthscan. 2005b.

UN Millenium Project. Health, Dignity, and Development: What Will it Take? In: **Report of the Task Force on Water and Sanitation**. London: Earthscan. 2005a.

UNFPA (United Nations Population Fund). The State os World Population 2001. **Footnotes ans Milestones: population and environmental change**. New York. Disponível em <<http://www.unfpa.org/swp/2001/portuguese/Brochura.pdf>>. Acessado em 07 de outubro de 2010.

URSINYOVA, M.; MASANOVA, V. Cadmium, lead and mercury in human milk from Slovakia. **Food Additives & Contaminants: Part A**, Zug, v. 22, n. 6, p. 579 – 589, 2005.

UVNÄS-MOBERG, K. Oxytocin may mediate the benefits of positive social interaction and emotions. **Psychoneuroendocrinology**, Arlington, v.23, n.8, p. 819 - 835, 1998.

VALDÉS, V.; SÁNCHEZ, A. P.; LABBOCK, M. **Manejo Clínico da Lactação. Assistência à Nutriz e ao Lactente**. Rio de Janeiro: Revinter, 1996. 128 p.

VARIAN. **Analytical Methods for Grafite Tube Atomizers**. Victória: Varian Australia Pty Ltd, Austrália. 1988.

VICTORA, C. G. Infection and disease: the impact of early weaning. **Food and Nutrition Bulletin**, Boston, v. 17, n.4, p.390 - 396, 1996.

VICTORA, C. G. The association between wasting and stunting: an international perspective. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.122, p.1105 - 1110, 1992.

VOEGBORLO, R. B., EL-METHNANI, A. M., ABEDIN, M. Z. Mercury, cadmium and lead content of canned tuna fish. **Food Chemistry**, Barking, v. 67, n. 4, p. 341 - 345, 1999.

WASSERMAN, G. A.; LIU, X.; FACTOR-LITVAK, P.; GARDNER, J. M.; GRAZIANO, J. H. Developmental impacts of Heavy Metals and Undernutrition. **Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology**, Copenhagen, v. 102, n. 2, p. 212-217, 2008.

WELDON, R. H.; WEBSTER, M.; HARLEY, K. G.; BRADMAN, A.; FENSTER, L.; DAVIS, M. D.; HUBBARD, A.; BARR, D. B.; HOLLAND, N.; ESKENAZI, B. Serum Persistent Organic Pollutants and Duration of Lactation among Mexican-American Women. **Journal of Environmental and Public Health**, New York, v. 2010, article ID: 861757, 11p, 2010. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/journals/jeph/2010/861757.html>>. Acesso em: 15 out. 2010.

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION) AND UNICEF (UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND). **Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report**. Geneva. 2000. Disponível em: <http://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/Globassessment/GlobalTOC.htm>. Acesso em: 07 out. 2010.

WHO. Cadmium. In: **Air Quality Guidelines** for Europe. 2. ed. Copenhagen: WHO Regional Publications, European Series, 2000, 273p.

WHO. Lead, cadmium and mercury. In: **Trace Elements in Human Nutrition and Health**. Geneva: WHO 1996, 361p.

WHO; UNICEF. **Progress on drinking water and sanitation: special focus on sanitation**. Geneva, 2008. 58 p.

WHO; UNICEF. **Progress on sanitation and drinking-water: 2010 Update**. Geneva, 2010. 60 p.

ZALUPS, R. K. Molecular Interactions with Mercury in the Kidney. **Pharmacological Reviews**, Baltimore, v. 52, n. 1, p. 113 - 143, 2000.

ZANELLO, S.; MELO, V. F.; WOWK, G. I. T. H. Mineralogia e teores de cromo, níquel, cobre, zinco e chumbo nos solos no entorno do aterro sanitário da Caximba em Curitiba-PR. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.1, p.051-060. 2009.

ZHENG, N. WANG, Q. ZHANG, X.; ZHENG, D.; ZHANG, Z.; ZHANG, S. Population health risk due to dietary intake of heavy metals in the industrial area of Huludao city, China. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 387 n. 1-3, p. 96 - 104, 2007.

ZHENG, W. Toxicology of Choroid Plexus: Special Reference to Metal-Induced Neurotoxicities. **Microscopy Research and Technique**, New York, v. 52, n. 1, p. 89 - 103, 2001.

ZIEGEL, E. E.; CRANLEY, M. S. **Enfermagem Obstétrica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora Koogan, 1986, 696p.

ZIEGLER, E.; EDWARDS, B. B.; JENSEN, R. L.; MAHAFFEY, K. R.; FOMON, S. J.
Absorption of lead by infants. **Pediatrics**, Elk Grove Village, v.12, n. 1, p.29 – 34,
1978.

APÊNDICES E ANEXO

APÊNDICE A. Carta de esclarecimento às mães doadoras de leite.

“AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CÁDMIO, CHUMBO, CROMO, MERCÚRIO, ZINCO, MANGANÊS E COBRE NA ÁGUA INGERIDA E NO LEITE DE MÃES DO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DAS ALAGOAS/MG”

CARTA AS MÃES

O seu leite é o melhor e o mais completo alimento para o seu filho até os 6 meses de idade, não sendo necessário dar água, chá, sucos ou qualquer outros alimentos, sem prescrição de um profissional de saúde. Por essa qualidade do leite materno, o mesmo também está ligado ao estado nutricional da mulher que esta amamentando, isto é, substâncias podem passar pelo leite em maior ou menor quantidade de acordo com a quantidade no organismo da mulher.

Agora estamos estudando a presença de alguns metais no leite materno. O ferro e o zinco são metais importantes para o crescimento e desenvolvimento de seu filho (a). Já o chumbo, o cádmio, o cromo, o mercúrio, o manganês e o cobre também são metais, mas podem prejudicar a saúde tanto da mãe quanto da criança.

Os metais estão presentes na natureza e chegam ao homem através da alimentação (animais e plantas), água e de outras fontes como pesticidas, herbicidas, queima de combustíveis. Por isso, queremos verificar como está o leite das mães que moram no município de Conceição das Alagoas e a água que elas ingerem.

Esse trabalho não vai trazer problemas para a mulher, uma vez que ela mesma vai retirar um pouco de seu leite e responder algumas perguntas. É um gesto pequeno, mas que estará contribuindo para a ciência e para o planejamento de medidas de melhoria da saúde de mulheres e crianças.

Atenciosamente,

Osmar de Oliveira Cardoso
(16) 3602-0530

APÊNDICE B. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido apresentado às mães.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Osmar de Oliveira Cardoso, pesquisador, quero convidar a você, _____ para participar desse projeto de pesquisa. Estamos estudando a presença de alguns metais no leite materno. O ferro e o zinco são metais importantes para o crescimento e desenvolvimento de seu filho (a). Já o chumbo, o cádmio, o cromo, o mercúrio, o manganês e o cobre que também são metais, podem prejudicar a saúde tanto da mãe quanto da criança e podem ser ingeridos pelas mães na alimentação (de origem animal ou vegetal), na água e em outras fontes como: pesticidas, herbicidas, queima de combustíveis, pois podem passar para o leite. Por isso, queremos verificar como está o leite das mães que moram no município de Conceição das Alagoas e a água que elas bebem.

Essa pesquisa não vai trazer problemas para a mulher, uma vez que ela mesma vai retirar e doar um pouco de seu leite (20mL), doar um pouco da água que bebe todo dia (50mL) e responder algumas perguntas.

As pessoas que participarem dessa pesquisa não terão seus nomes divulgados e se alguma mulher quiser parar de participar, isso não terá nenhum problema para ela. As informações estudadas serão mostradas nos meios científicos e as informações pessoais nunca serão divulgadas, sendo só os resultados do grupo estudado.

Os resultados dessa pesquisa poderão ser úteis para decisões a serem tomadas sobre preservação ambiental e contaminação da população. É um gesto pequeno, mas que estará contribuindo para a ciência e para o planejamento de medidas de melhoria da saúde de mulheres e crianças.

O pesquisador que está realizando esse trabalho é o doutorando Osmar de Oliveira Cardoso, orientado da Profa. Dra. Susana Inês Segura-Muñoz, do Departamento de Saúde Pública da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto – USP, que fica na Av. Bandeirantes, 3900, Ribeirão Preto – SP, CEP 14040-902. O telefone (16) 3602-0530 estará disponível para tirar dúvidas ou para sugestões.

Por tudo isso, eu, _____, permito minha participação na pesquisa “Avaliação da concentração de cádmio,

chumbo, cromo, mercúrio, zinco, manganês e cobre na água ingerida e no leite de mães do município de Conceição das Alagoas/MG”.

Assinatura da Participante

Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE C. Questionário de caracterização das mães participantes do estudo.

**“AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CÁDMIO, CHUMBO, CROMO,
MERCÚRIO, ZINCO, MANGANÊS E COBRE NA ÁGUA INGERIDA E NO LEITE
DE MÃES DO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DAS ALAGOAS/MG”**

QUESTIONÁRIO Nº _____

Data: _____ / _____ / _____

Nascimento: _____ / _____ / _____

Paridade:

primípara

múltipara

filhos _____

Tempo decorrente entre a última e penúltima
gestação _____ meses

Região Habitada: _____

Urbana

Rural

Estado civil:

Solteiro

Casado

Viúvo

Separado

União consensual

Trabalha:

Não

Sim

Qual atividade? _____

Se preocupa com o tipo de alimentos que
ingere?

Sim

Não

Faz atividades físicas?

Nunca

Algumas vezes

Sempre

Bebe no mínimo 1,5L de água por dia?

Sim

Não

Verifica sempre seu peso?

Sim

Não

Você é:

Não fumante

Fumante

Ex-fumante

Fumante passivo

Tomou algum medicamento nos últimos 12
meses não prescrito?

Não

Sim. Qual motivo?

Já tinha usado antes

Foi indicado por alguém

Todos usam o medicamento

Considerou que não faria mal

Estava ao alcance

Prefere ir à farmácia

Sem dinheiro para consulta

Por influência da mídia

Por crença religiosa

Insatisfeito com o médico

Qual medicamento?

APÊNDICE E. Tabela de concentração de metais pesados na água distribuída em Conceição das Alagoas, MG, Brasil. Os valores estão apresentados em µg/L.

	Zn	Mn	Cu	Ni	Pb	V	Cd	Hg	As	Cr	Sn	Be	Tl	Co	Fe
Á 1	15,78	0,77	3,21			7,16									
Á 2	13,42	0,66	1,99	1,37		5,3		1,63							
Á 3		1,16	1,32	1,23		4,09	0,38	3,38							
Á 4	15,19	1,26		1,22		4,35	0,52								
Á 5	13,23	0,64				12,66									
Á 6	13,17	0,48		1,19		11,08									
Á 7	10,93					26,07									
Á 8	13,2					32,11									
Á 9	10,63	0,35	1,45			28,78									
Á 10	35,26	3,85	13,68		0,56	12,52									
Á 11	10,52	1,35	4,36				0,32								
Á 12	11,81	0,48	3,99				0,34								
Á 13		0,87	2,1			9,83									
Á 14	13,17	0,85	4,64			9,29	0,27								
Á 15						10,73									
Á 16						11,67									
Á 17	11,51	2,36					0,36								
Á 18	11,2	2,26	1,18												
Á 19	19,3	1,07	2,05			6,49									
Á 20	14,33	0,88	3,22			6,46									
Á 21	270,56	4,846	39,028	8,193328	1,514	34,08372	1,338	0,206		7,076	0,244	0,366		0,162	44,81752
Á 22	145,93	6,768	67,146	3,670042	7,702	31,26386	5,73	1,004		4,036	0,11	0,082	0,008	0,124	31,28733
Á 23		1,908	1,586		0,42	112,8204	1,626	0,714	0,769616	7,34	0,068	0,138		0,008	9,457284
Á 24	70,578	3,418	5,044		0,67	54,37926	0,046	0,264		3,658	0,208			0,018	44,13321
Á 25	161,578	12,446	47,464	4,752475	4,594	16,04187	0,228	0,406		2,518	0,848	0,178	0,008	0,38	167,4549
Á 26	313,14	13,932	46,144	22,84911	6,624	19,28436	0,482	0,286		3,506	1,256	0,42	0,012	0,35	346,3591
Á 27	318,976	8,672	69,634	7,271863	2,826	24,82761	23,47	0,112		0,982	0,204		0,012	0,234	108,0369
Á 28	158,522	13,09	63,498	6,056769	4,258	11,84681	23,546	0,09		0,442	0,258	0,102	0,012	0,466	240,8267
Á 29	200,936	5,178	13,168	220,8108	2,504	129,181	32,828	0,156	1,481442	0,972	0,416	0,12	0	0,136	170,5747
Á 30	119,436	3,982	5,696	18,47226	1,702	132,5682	31,608	0,21	1,323833	1,364	0,192	0,024		0,076	121,0005
Á 31	393,324	4,718	18,308	17,64614	4,662	125,9583	32,596	0,038		5,334	0,476			0,136	313,7038
Á 32	224,288	1,422	9,346		1,716	123,4781	6,226	0,048			0,204	0,118		0,096	89,45111
Á 33	92,54	2,878	6,98		1,912	106,8113	9,582	0,064	0,512128		0,348	0,51		0,044	123,9832
Á 34	82,162	2,322	4,862		1,218	98,52654	18,112		0,362937		0,184	0,462		0,034	84,99625
Á 35	545,206	3,872	4,166		1,21	136,7503	21,16		0,501573		0,22			0,008	146,8604
Á 36	400,248	3,046	4,808		1,578	148,8417	16,146		0,731655	3,288	0,524	0,224		0,044	129,2043
Á 37	66,884	1,95	4,768		0,81	127,6603	15,444		0,292658	0,102	0,178	0,302			69,10571
Á 38	47,146	1,888	4,636		0,808	124,212	16,756				0,244	0,092		0,01	62,12433
Á 39	106,556	3,944	7,092		1,154	123,8998	21,242		0,291355	3,428	0,182	0,292		0,192	76,78211
Á 40	91,01	2,216	10,386		4,654	126,1887	30,214			1,34	0,154	0,53		0,126	75,03176
Á 41	174,42	21,856	64,444	3,603336	6,42		21,94	0,002		4,048	0,648	0,062	0,018	0,342	470,0434
Á 42	137,084	13,198	70,388	6,076066	5,938		27,736				0,284		0,008	0,236	192,5159
Á 43	565,976	13,438	23,44	15,53723	3,192	0,843447	22,53	0,006		1,22	0,346		0	0,25	262,8847
Á 44	331,87	12,102	25,134		2,554		0,094	0,042			0,684	0,354		0,22	152,9437

APÊNDICE F. Tabela de concentração de metais pesados no solo de Conceição das Alagoas, MG, Brasil. Os valores estão apresentados em mg/kg.

Amostras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Zircônio (Zr)	614	598	489	687	467	345	506	652	540	378	381	310	323	331	394	454	448	400	437	412	180	470	154
Vanádio (V)	629	726	419	375	521	275	274	564	1121	187	320	209	211	207	242	247	259	212	225	255	156	183	156
Cromo (Cr)	153	149	142	166	99	114	128	162	180	154	148	111	125	106	102	115	122	133	172	208	250	362	225
Césio (Ce)	118	121	84	107	124	98	127	87	167	120	106	64	64	60	94	88	95	96	126	146	58	133	78
Bário (Ba)	60	76	76	43	108	58	59	60	82	74	81	100	61	73	92	96	83	99	135	186	142	262	183
Zinco (Zn)	40	48	40	31	78	30	30	27	55	37	32	93	47	52	52	63	56	87	73	97	30	45	32
Cobre (Cu)	45	47	36	33	103	35	46	37	92	33	49	53	42	44	36	34	43	61	59	71	22	34	28
Nióbio (Nb)	59	61	33	56	43	36	60	68	64	40	46	31	35	34	38	39	42	45	56	60	26	77	24
Lantânio (La)	42	40	34	23	58	19	36	22	37	28	33	23	19	21	39	37	36	33	40	57	29	72	39
Mercúrio (Hg)	0,036						0,047		35				0,029			0,027		0,042					0,023
Estrôncio (Sr)	19	20	13	11	21	26	16	10	20	17	16	40	15	25	32	39	29	34	47	69	27	59	35
Escândio (Sc)	41	46	29	28	42	23	29	39	64	18	30	17	18	19	22	24	26	19	21	23	7	15	11
Neodímio (Nd)	24	29	21	14	41	15	19	8	24	13	17	14	12	12	23	22	21	17	25	36	21	48	25
Gálio (Ga)	31	37	18	23	28	18	25	29	46	18	22	14	16	16	19	19	22	19	19	20	6	9	7
Chumbo (Pb)	18	18	14	15	15	11	17	16	21	15	13	12	11	11	15	19	16	17	13	15	8	13	8
Níquel (Ni)	16	17	10	13	24	10	17	12	37	12	16	12	11	10	10	10	11	15	17	20	10	24	13
Alumínio (Al)	16,7	19,97	9,49	14,06	14,54	9,47	16,63	17,27	25,57	12,17	12,17	8,24	9,59	9,02	12,14	12,42	13,54	11,7	12	11,42	2,28	4,66	3,25
Tório (Th)	15	14	8	15	9	10	18	18	16	12	12	8	10	9	12	12	13	14	15	15	5	15	4
Háfnio (Hf)	15	16	10	17	12	9	14	16	14	10	10	8	9	8	9	11	11	11	11	10	3	11	3
Ítrio (Y)	10	10	11	10	19	8	13	10	9	9	8	9	9	8	11	10	11	11	12	14	7	17	10
Ferro (Fe)	17,46	22,77	12,88	10,66	18,11	7,41	6,67	13,41	30,72	5,57	5,63	6,52	5,69	5,68	8,27	8,93	8,99	5,99	7,2	9	5,29	6,48	4,51
Arsênio (As)	9	10	5	8	3	4	6	9	10	7	5	9	6	8	8	9	10	8	6	5	1	3	2
Cádmio (Cd)	2	5			4				9														
Samário (Sm)		3	3	5	6	3	5		1	3	5	3	3	5	2	2	4	3	3	5	5	7	1
Estanho (Sn)	1	1	1	3	1	2	4	4	2	5	4	3	3	3	3	4	4	5	3	2	1	4	2
Tantálio (Ta)	2	3	0	5	4	2	6	4	3	3	4	1	2	2	2	1	3	4	4	3	2	5	1
Titânio (Ti)	6,18	7,35	4,08	4,27	5,27	2,34	3,18	7,04	9,43	1,91	2,97	1,96	1,91	2,01	2,16	2,22	2,38	2,12	2,53	2,72	1,62	3,1	1,29
Cobalto (Co)	3	6	8	0	13	1	1	3	7		1	1	0	1	1		1	1	2	4	7	8	8
Rubídio (Rb)	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	2	2	3	3	2	5	4	5	6	15	9
Tungstênio (W)	2	3	0	2	2	1	3	4	3	4	3	2	3	2	1	1	1	2	2	1	1	3	1
Molibdênio (Mo)	2	2	1	1	2	1	1	2	3	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	2	1	0	1
Antimônio (Sb)						0	0			1	1	2	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	0
Telúrio (Te)	0		1	0		1				0		2		1	1	1	2			1	0		
Urano (U)	1	2	0	1	1	0	1	2	3	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1		1	
Ítrio (Yb)	2	1	1	1	2	1	1		0	0	1	0	1		1	1	2	2	2	1	0	1	0
Magnésio (Mg)	0,15	0,16	0,07	0,06	0,11	0,2	0,03	0,12	0,18	0,01	0,01	0,17	0,03	0,07	0,1	0,15	0,08	0,18	0,2	0,31	0,09	0,24	0,09
Manganês (Mn)	0,1	0,12	0,09	0,06	0,12	0,04	0,03	0,08	0,16	0,03	0,02	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,06	0,05	0,07	0,05
Bismuto (Bi)	1	0					0	0	0	0					0	0	0	0	0	0		0	
Tálio (Tl)			0	1		0		1	0	0							0	0					0

ANEXO A. Aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da EERP-USP.



ESCOLA DE ENFERMAGEM DE RIBEIRÃO PRETO - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO COLABORADOR DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE PARA
O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA EM ENFERMAGEM

Avenida Bandeirantes, 3900 - Campus Universitário - Ribeirão Preto - CEP 14040-902 - São Paulo - Brasil
FAX: (55) - 16 - 3633-3271 / 3602-4419 / TELEFONE: (55) - 16 - 3602-3382

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA EERP/USP

Of.CEP-EERP/USP – 214/2007

Ribeirão Preto, 18 de outubro de 2007

Prezada Senhora,

Comunicamos que o projeto de pesquisa, abaixo especificado, foi analisado e considerado **APROVADO**, pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, em sua 100ª Reunião Ordinária, realizada em 17 de outubro de 2007.

Protocolo: nº 0828/2007

Projeto: AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CÁDMIO, CHUMBO, CROMO, MERCÚRIO, ZINCO, MANGANÊS E COBRE NA ÁGUA INGERIDA E NO LEITE DE MÃES DAS ÁREAS URBANAS E RURAIS DO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DAS ALAGOAS/MG.

Pesquisadores: Susana Inês Segura Muñoz
Osmar de Oliveira Cardoso

Em atendimento à Resolução 196/96, deverá ser encaminhado ao CEP o relatório final da pesquisa e a publicação de seus resultados, para acompanhamento, bem como comunicada qualquer intercorrência ou a sua interrupção.

Atenciosamente,

Prof.ª Dr.ª Lucila Castanheira Nascimento
Coordenadora do CEP-EERP/USP

Ilma. Sra.
Prof.ª Dr.ª Susana Inês Segura Muñoz
Deptº de Enfermagem Materno-Infantil e Saúde Pública
Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto - USP