



CONTAMINANTES INORGÂNICOS EM PRODUTOS LÁCTEOS: ASPECTOS REGULATÓRIOS, FONTES DE CONTAMINAÇÃO AO LONGO DO PROCESSAMENTO E PERIGOS TOXICOLÓGICOS AO CONSUMIDOR

Luciana da Silva e Rocha, Simone Lorena Quitério de Souza, Adriano G. Cruz

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) Departamento de Alimentos, 20270-021, Rio de Janeiro, Brasil

RESUMO

Leite e derivados são importantes constituintes de uma alimentação adequada e saudável sendo muito frequentemente consumidos por crianças e idosos, os quais fazem parte do grupo de risco. Nessa mesma matriz alimentar também podem ser encontrados elementos, que em geral são metais em diferentes formas químicas orgânicas, inorgânicas ou elementares, os quais não possuem nenhuma função fisiológica benéfica ou essencial aos organismo. Esses elementos mercúrio, cádmio, chumbo e arsênio (Hg, Cd, Pb, e As) são contaminantes inorgânicos que produzem efeitos adversos mesmo em quantidades traço, sendo alguns cumulativos e de lenta eliminação. Diante deste cenário, esta revisão tem como objetivo dar uma visão geral sobre a questão dos perigos químicos e a segurança de alimentos, das regulamentações internacionais e nacionais, das diversas fontes de contaminação durante o processamento, dos perigos toxicológicos ao homem e por fim, relacionar alguns trabalhos que detectaram a presença de contaminantes inorgânicos em produtos lácteos.

Palavras-chave: mercúrio, contaminantes inorgânicos, produtos lácteos, metais pesados, perigos toxicológico à saúde.



1. INTRODUÇÃO

Leite e derivados são importantes constituintes de uma alimentação adequada e saudável. São alimentos com indicação para serem consumidos frequentemente na primeira refeição do dia ou como ingrediente de inúmeras preparações culinárias consumidas ao longo do dia (BRASIL, 2014). Também são ricos em minerais essenciais que são requisitados em geral pelo organismo em pequenas quantidades, no entanto desempenham funções relevantes tais como: no equilíbrio-osmótico, na contração muscular, como cofatores, no equilíbrio ácido-base, em funções estruturais entre outros. A RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005, estabelece a Ingestão Diária Recomendada (IDR) para os macro e micro elementos essenciais, definindo a IDR como: “quantidade de proteína, vitaminas e minerais que deve ser consumida diariamente para atender às necessidades nutricionais da maior parte dos indivíduos e grupos de pessoas de uma população sadia” (BRASIL, 2006).

Nessa mesma matriz alimentar também podem ser encontrados elementos, que em geral são metais em diferentes formas químicas orgânicas, inorgânicas ou elementares, os quais não possuem nenhuma função fisiológica benéfica ou essencial aos organismo. Esses elementos Hg, Cd, Pb, e As produzem efeitos adversos mesmo em quantidades traço, e alguns são cumulativos e de lenta eliminação. O *Codex Alimentarius* (2020) conceitua que “contaminantes são substâncias não adicionadas intencionalmente aos alimentos” e podem surgir durante alguma etapa do processamento dos alimentos ou através do meio ambiente em que estão relacionados. Comitês específicos do *Codex Alimentarius* (Codex) são responsáveis por estabelecer os limites máximos (LM) da maioria desses contaminantes. É importante esclarecer que muitos deles estão presentes naturalmente no ambiente, logo não seria possível estabelecer limite igual a zero, por isso estão presentes muitas vezes de forma não intencional (CODEX ALIMENTARIUS, 2012). Diante disso, os especialistas trabalham com o estabelecimento de níveis bem reduzidos, toleráveis e seguros.

Diferentes medidas são propostas pelo Codex Alimentarius para garantir alimentos com níveis aceitáveis / toleráveis de contaminantes, tais como: “eliminação ou controle da fonte de contaminação; avaliação do processamento dos alimentos;



identificação e separação dos alimentos inadequados ao consumo humano” (CODEX ALIMENTARIUS, 2012). Especificamente, os contaminantes inorgânicos (Hg, Cd, Pb, e As) são metais, que acabam sendo confundidos pelo organismo como “falsos” minerais essenciais.

Paiva e colaboradores (2019) conceituam que o leite de qualidade é um produto “com sabor e odor agradáveis, alto valor nutricional, baixa contaminação microbiana e ausência de bactérias nocivas para a saúde humana, livre de adulterantes, de sedimentos, de substâncias tóxicas ou de outros contaminantes químicos”. Este conceito nos remete ao entendimento que este alimento deva nutrir, ter qualidade e ser seguro. Chandrakar e colaboradores (2018) abordam a contaminação química no leite indiano, e destacam a preocupação do consumo feito principalmente, por crianças e idosos que fazem parte do grupo de risco. Diante deste cenário, esta revisão tem como objetivo dar uma visão geral sobre a questão dos perigos químicos e a segurança de alimentos, das regulamentações internacionais e nacionais, das diversas fontes de contaminação durante o processamento, dos perigos toxicológicos ao homem e por fim, relacionar alguns trabalhos que detectaram a presença de contaminantes inorgânicos em produtos lácteos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando as palavras-chaves: Hg, contaminantes inorgânicos, produtos lácteos, metais pesados, perigos toxicológico à saúde, em inglês e português, na base de dados do Periódicos Capes, Science Direct, Wiley, Springer e Google Acadêmico. Buscas diretas em sites de organismos nacionais e internacionais como *Codex Alimentarius*, FAO, WHO, ANVISA, MAPA acessando relatórios e legislações.

3. PERIGOS QUÍMICOS E A SEGURANÇA DE ALIMENTOS

Na cadeia de produção dos lácteos, Ariseto-Bragotto e Spizzo (2018) relacionam contaminantes intencionais e não intencionais, como sendo “substâncias potencialmente tóxicas de origem natural (micotoxinas), ambiental (metais, dioxinas, bifenilas policloradas), formadas durante o processamento, adicionadas com



finalidades específicas (aditivos, adulterantes), provenientes da embalagem, bem como os resíduos de substâncias utilizadas na produção animal (medicamentos veterinários) e agrícola (agrotóxicos)". Esses químicos podem ser adicionados intencionalmente para fins tecnológicos (por exemplo, aditivos alimentares) ou não intencionalmente, estando presentes no próprio ar ambiente, água e solo (WHO, 2020a).

A OMS destaca que "a contaminação dos alimentos por perigos químicos é uma preocupação mundial de Saúde Pública e uma das principais causas de problemas no comércio internacional" (WHO, 2020a). Segundo a FAO (2019), a "garantia da Segurança de Alimentos é prioridade na Saúde Pública e um passo extremamente relevante para se alcançar a Segurança Alimentar". Esses termos causam muita confusão por isso é importante reforçar o significado de cada conceito. Consta na Declaração de Roma Sobre a Segurança Alimentar Mundial e no Plano de Ação da Cimeira Mundial da Alimentação, evento organizado pela FAO em 1996, a definição de **Segurança Alimentar** (ou *Food Security* – termo em inglês) como sendo o "acesso físico, social e econômico ao alimento seguro e nutritivo que atenda às necessidades dietéticas e preferências alimentares de todas as pessoas, em qualquer tempo, para uma vida ativa e saudável" (NAPOLI, 2011) (FAO, 1996).

No Brasil o extinto Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA) definiu de forma mais ampla o conceito de Segurança alimentar e Nutricional, o qual "consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras da saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis" (CONSEA, 2017). Foram incluídas preocupações relacionadas a qualidade e quantidade desses alimentos ofertados, bem como o respeito a diversidade cultural, ambiental e a sustentabilidade.

Nesse contexto a segurança dos alimentos desempenha um papel ímpar sendo um dos pilares da construção de uma base sólida da Segurança Alimentar (FAO, 2019). O termo **Segurança dos alimentos** (ou *Food safety* termo em inglês), por sua vez, é a "ausência ou em níveis seguros e aceitáveis de perigos nos alimentos que possam



prejudicar a saúde dos consumidores” (UNITED NATIONS, 2019). O conceito **Segurança de alimentos** envolve a ausência de perigos que podem ser de natureza química, física e/ou biológica nos alimentos. Diante desses conceitos pode-se dizer que a Segurança dos alimentos está contida dentro deste conceito maior que é a Segurança Alimentar. A partir da instabilidade em algum desses conceitos, observa-se situações de insegurança ou emergências. Dados da OMS (2020) revelam que 600 milhões de pessoas são impactadas pelas doenças transmitidas por alimentos (DTA) e 420.000 morrem devido ao consumo de alimentos contaminados com bactérias, vírus, parasitas, toxinas ou produtos químicos. Na maioria das vezes são problemas de segurança de alimentos em alguma etapa da cadeia produtiva, que acabam impactando a Segurança Alimentar.

Um estudo realizado pelo Banco Mundial demonstrou que economias de média e baixa renda da Ásia e África gastam em torno de U\$ 95 bilhões por ano com alimentos inseguros, em custos que envolvem diminuição da produtividade e despesas médicas (JAFFEE et al. , 2019). Os números desse estudo são bem expressivos em crianças com idade inferior a 5 anos, onde as DTA representam 125.000 mortes a cada ano (WHO, 2020d).

A FAO (2019) ainda destaca que uma comida insegura (*Unsafe food* – termo em inglês) interfere na absorção de nutrientes e pode impactar no atraso do desenvolvimento de crianças. Uma nutrição deficiente torna as pessoas mais susceptíveis a doenças (FAO, 2019).

A crescente globalização também torna as pessoas mais expostas a doenças transmitidas por alimentos. Diante dessa conjuntura, é preocupante quando verifica-se o crescente aumento do comércio internacional dos alimentos (FAO, 2019). Alimentos inseguros produzidos em locais que não respeitam os códigos internacionais podem interferir nos padrões de consumo de outros países e impactar diretamente a saúde dos consumidores. A **Tabela 1** relaciona os principais perigos alimentares, números de pessoas impactadas por DTA e a mortalidade no ano de 2010 (WHO, 2015).



Tabela 1 – Principais perigos alimentares, número de pessoas impactadas por DTA e mortalidade em 2010.

| Perigos de origem alimentar | Agentes infecciosos | Nº de Pessoas impactadas por DTA | Mortalidade por DTA |
|------------------------------------|--|---|----------------------------|
| Bactérias | <i>Salmonella</i> spp, <i>Vibrio cholerae</i> , <i>E. coli</i> , <i>Shigella</i> spp., <i>Brucella</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Campylobacter</i> spp. | 359.747.420 | 272.554 |
| Vírus | Norovírus e Hepatite A | 138.513.782 | 62 660 |
| Protozoários | <i>Entamoeba histolytica</i> , <i>Giardia</i> spp., <i>Cryptosporidium</i> spp. e <i>Toxoplasma gondii</i> | 77.462.734 | 6 242 |
| Vermes | Cestódeos, Nematóides, Trematódeos e Helmintos | 25 863 663 | 90 271 |
| Produtos químicos | Aflatoxinas, cianogênicos e dioxinas | 217.632 | 19.712 |

Os intervalos de incerteza (IU) não são mostrados;

Estimativas publicadas pela OMS reportam apenas 217.632 casos de DTA de origem química, sendo que destes não são indicados casos relativos a contaminantes inorgânicos, enquanto que quase a totalidade, em torno de 550 milhões, são causadas por agentes infecciosos que causam doenças diarreicas (WHO, 2015).

4. REGULAMENTAÇÃO INTERNACIONAL E NACIONAL

O *Codex Alimentarius*, criado em conjunto com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS), é uma ferramenta fundamental para os que atuam nos diferentes elos da cadeia produtiva com o intuito de ofertar aos consumidores alimentos seguros e de qualidade (MARTINELLI, 2003). A ideia principal é através de bases científicas, garantir



uma harmonização entre governos, produtores industriais e assim diminuir as fronteiras e distanciamentos entre normas de cada país (FAO, 2019).

A comissão do Codex possui 3 comitês de assessoramento científico com especialistas (consultorias especializadas) ligados a FAO e OMS, que são: o *Joint Expert Committee on Food Additives* (JECFA), responsável pelas áreas de aditivos, resíduos de drogas veterinárias, contaminantes e toxinas nos alimentos; o *Joint Meeting on Pesticides Residues* (JMPR) estuda os resíduos de pesticidas em alimentos e no meio ambiente, avaliando dados sobre metabolismo, níveis máximos de resíduos e padrões de uso; o *Joint Expert Committee on Microbiological Risk Assessment* (JEMRA) o qual realiza uma avaliação do risco microbiológico na combinação patógeno e produto (FAO, 2019) (MARTINELLI, 2003). Os estudos realizados pelos comitês JECFA e o JMPR servem de base para a confecção das legislações nacionais dos países membros, e abrangem determinação dos limites máximos tolerados, aspectos toxicológicos, estudos sobre exposições crônicas e agudas e avaliação da exposição em humanos (ARISSETO-BRAGOTTO & SPISSO, 2019).

Na 38ª Sessão do Comitê do Codex sobre aditivos alimentares e contaminantes o JECFA estabeleceu níveis máximos de ingestão mensais, semanais e diários toleráveis e seguros, e também, definiu uma lista com os níveis máximos de contaminantes em alimentos. A **Tabela 2** abaixo destaca a Ingestão Semanal Tolerável Provisória (*Provisional Tolerable Weekly Intake* - PTWI) e a Ingestão Mensal Tolerável Provisória (*Provisional Tolerable Monthly Intake* - PTMI) dos contaminantes inorgânicos estabelecidos pelo JECFA (JECFA, 2011) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

Tabela 2 – Ingestão Tolerável dos Contaminantes Inorgânicos

| Contaminante | Parâmetro | Valor ($\mu\text{g}/\text{kg}^{-1} \text{pc}^*$) | Avaliação |
|------------------------|---------------|--|--------------|
| Hg (inorgânico) | PTWI | 4 | JECFA (2010) |
| Metilmercúrio | PTWI | 1,6 | JECFA (2006) |
| Pb | PTWI Retirada | - | JECFA (2010) |
| Cd | PTMI | 25 | JECFA (2010) |
| As | PTWI Retirada | - | JECFA (2011) |

*pc = peso corpóreo



Para As e Pb foram retirados os limites de PTWI, logo até o momento não existem doses seguras de consumo. Para Hg inorgânico, metilmercúrio e Cd são estabelecidos limites de ingestão sem risco apreciável a saúde.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), é a responsável pela regulamentação do emprego de aditivos e no controle dos contaminantes nos alimentos. Os valores de referência adotados são norteados pelos estudos das avaliações de segurança de uso feitas pelas comissões específicas do Codex. A ANVISA também realiza o gerenciamento dos riscos, com base em medidas de Boas Práticas para prevenir o contaminante no alimento, determinando LM e níveis de ingestão tolerável, fazendo a comunicação de risco, criando programas de monitoramento e realizando as ações de fiscalização. Na atividade de gerenciamento do risco é determinado que as Vigilância Municipais em conjunto com os Laboratórios Centrais de Saúde Pública (LACEN) de cada estado, façam a coleta para realização da análise de aditivos e contaminantes através do Programa Nacional de Monitoramento de Aditivos e Contaminantes em Alimentos (PROMAC)⁹, que tem o “objetivo de revisar os LM, avaliar o uso de aditivos e sugerir medidas de gerenciamento de riscos” nos alimentos expostos ao consumo humano (GGALI, 2008).

Os países que fazem parte do Mercosul harmonizaram os regulamentos técnicos referentes a LM de contaminantes inorgânicos em alimentos, para se evitar obstáculos e divergências existentes entre os países (BRASIL, 2013). Aprovou-se a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 42 publicada em 2013, que “Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre LM de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos” admitindo-se a presença de elementos metálicos e não metálicos dentro dos limites estabelecidos. Essa RDC determina que os níveis dos contaminantes, deverão ser os mais baixos possíveis, evitando a contaminação do alimento na fonte, com aplicação de tecnologias mais apropriadas na produção, manipulação, armazenamento, processamento e envase” (BRASIL, 2013).

É sabido que os efeitos tóxicos dos contaminantes irão depender da toxicidade da substância, da quantidade ingerida e das características dos indivíduos, por isso é

⁹ Assunto tratado pela Gerência de Ações de Ciência e Tecnologia de Alimentos (GACTA) que é Subordinada a Gerência-Geral de Alimentos (GGALI) da ANVISA. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/quem-e-quem>
Acesso em: 11 jul. 2020.



tão importante definir os LM tolerados nos alimentos, com base no gerenciamento de risco (BRASIL, 2019a).

Na **Tabela 3** estão descritos os LM para contaminantes inorgânicos estabelecidos pela RDC 42/2013 na matriz leite e derivados. Nota-se que para o elemento Hg não foi definido LM, isso reforça que ainda são necessários estudos que destaquem a importância deste contaminante em lácteos. O LM do Hg foi definido apenas para a categoria de pescados (peixes, peixes predadores, crustáceos, moluscos bivalves e cefalópodes).

Tabela 3 – LM de contaminantes inorgânicos (mg/kg^{-1}) no Brasil em leite e derivados

| Categorias | As | Pb | Cd | Hg * | Estanho ** |
|--|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------------|
| Leite líquido e produtos lácteos ^a | 0,05 | 0,02 | 0,05 | - | - |
| Sorvete de Leite ou creme | 0,10 | 0,10 | 0,05 | - | - |
| Creme de leite | 0,10 | 0,10 | 0,20 | - | - |
| Leite condensado e doce de leite | 0,10 | 0,20 | 0,10 | - | - |
| Queijos | 0,50 | 0,40 | 0,50 | - | - |

*apenas para peixes, peixes predadores, moluscos – bivalves e cefalópodes e crustáceos

**apenas para bebidas e alimentos enlatados

^a Leite líquido pronto para consumo e produtos lácteos sem adição, sem diluir e nem concentrar

A **análise de risco** é a ferramenta indicada para se determinar os limites de contaminação em cada alimento e o potencial tóxico em relação ao indivíduo ou população (BRASIL, 2019a). Os resultados dessa análise apoiam as autoridades sanitárias em suas decisões e no gerenciamento. Diante disso, enfatiza-se a importância desse estudo, tendo em vista que para a matriz alimentícia de leite e derivados a ANVISA não determinou LMT, estando a lei em consulta pública. A lista de contaminantes determinada pela ANVISA se baseia em listas internacionais, no entanto



é de extrema importância que estudos internos reconheçam e estabeleçam os principais contaminantes presentes aqui no Brasil.

O assunto relacionado a contaminantes químicos em alimentos está entre os 8 temas da área de alimentos, que são prioritários na Agenda Regulatória da ANVISA quadriênio 2017 a 2020 (ANVISA, 2019). Recentemente, a ANVISA publicou duas Consultas Públicas (CP) sobre contaminantes em alimentos, a CP nº 777 a qual trata de uma “proposta de RDC sobre os limites máximos tolerados (LMTs) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade” e a CP nº 778 “proposta de Instrução Normativa (IN) que estabelecerá os LMTs de contaminantes em alimentos” (ANVISA, 2020a) (ANVISA, 2020b). Os anexos presentes na minuta da instrução normativa CP nº778 determinam LMT para metais, micotoxinas e outros contaminantes (benzopireno, dioxinas, furanos e bifenilas policloradas) (ANVISA, 2020b). Para o grupo dos metais foram estabelecidos LMTs para As total, Cd, Pb, Cu, Cr, Hg total e Sn. A **Tabela 4** relaciona os LMT propostos dos contaminantes em leite e derivados na CP 778/2020.

Em comparação com a RDC 42/2013, a atual proposta acrescentou a LMT para As total e em alguns alimentos, e em outros menciona LMT para As inorgânico. Nos produtos lácteos a mudança a princípio foi apenas com o acréscimo de LMT para Cu. Essa proposta CP 778 também incorporou os LMT para alimentos infantis, que atualmente encontra-se publicado na RDC 193/2017 (BRASIL, 2017).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) tem uma ferramenta de gerenciamento de risco que é o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes – (PNCRC/Animal)¹⁰, que tem por objetivo “promover a segurança química dos alimentos de origem animal produzidos no Brasil” (MAPA, 2020). Anualmente, são publicados em instrução normativa o plano de amostragem e os respectivos limites de referência para toda a cadeia de produtos de origem animal. A partir de 2017 foi incluído no PNCRC a pesquisa dos contaminantes inorgânicos no leite

¹⁰ O PNCRC foi instituído pela Portaria Ministerial nº. 51, de 06 de maio de 1986 e adequado pela Portaria Ministerial nº. 527, de 15 de agosto de 1995. Atualmente, a Instrução normativa nº 42, de 20 de dezembro de 1999 altera o PNCRC setorial para carne, mel, leite e pescado. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes> Acesso em: 20 jul.2020.



(As, Cd e Pb). Em carnes, esses contaminantes também são pesquisados adicionado do Hg.

Tabela 4 – LMT de metais (mg/kg-1) no Brasil em leite e derivados no Brasil proposta CP 778/2020

| Categorias | As Total | Pb | Cd | Cu | Cr | Hg total *** | Sn |
|---|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|
| Leite fluído e produtos lácteos a | 0,05 | 0,02 | 0,05 | - | - | - | - |
| Sorvete de Leite ou creme | 0,10 | 0,10 | 0,05 | - | - | - | - |
| Leite condensado e doce de leite | 0,10 | 0,20 | 0,10 | 10 * | - | - | - |
| Queijos | 0,50 | 0,40 | 0,50 | 10 ** | - | - | - |

* apenas para doce de leite

** apenas para queijos de média e baixa umidade

***(apenas para peixes, peixes predadores, moluscos – bivalves e cefalópodes e crustáceos)

^a Leite fluído pronto para consumo e produtos lácteos sem adição, sem diluir e nem concentrar
Dados extraídos da minuta da IN anexo I - LMT de metais – Consulta Pública 778 -2020 (ANVISA, 2020b)

A **Tabela 5** apresenta os resultados não conformes do PNCR realizado no ano de 2018 e 2019 com relação aos contaminantes inorgânicos detectados em carne de bovino abatido.

Os resultados expressam que 1,54 % em 2018 e 0,49 % em 2019 das amostras apresentaram não conformidade e valores superiores ao limite de referência de 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}^{-1}$ do composto Cd (BRASIL, 2018) (BRASIL, 2019b). Outros contaminantes inorgânicos (As e Cd) não foram encontrados nos rins nem na musculatura (Hg) na categoria bovino abatido ano de 2018 e 2019. No leite foram pesquisados As, Cd e Pb em 160 amostras em 2018 e em 165 amostras em 2019, em ambas a conformidade foi de 100%. Os contaminantes químicos encontrados em leite foram resíduos de drogas veterinárias tanto em 2018 quanto 2019.



Tabela 5 – Resultados não conformes de contaminantes inorgânicos em bovinos abatidos no PNCR 2018 e 2019.

| PNCR | Comp ostos monit orados | Matriz | Nº de amostras analisadas | Nº de amostras NC* | Concentração das amostras violadas ($\mu\text{g}/\text{kg}^{-1}$ ou $\mu\text{g}/\text{L}^{-1}$) | % de C** |
|---------------------|----------------------------------|--------|------------------------------------|-----------------------------|--|-------------|
| (BRASIL , 2018) | Cd | Rim | 195 | 3 | 1163,83 1478,63 1764,94 | 98,46 % |
| (BRASIL , 2019b) | Cd | Rim | 203 | 1 | 1636,31 | 99,50% |

*NC = não conformes; **C=Conformidade

Uma abordagem moderna considera que a garantia da segurança dos alimentos deve ser iniciada com medidas de prevenção de riscos na cadeia primária. O crescente consumo por proteína animal faz com que aumente os cuidados em relação a segurança dos alimentos ofertados aos animais (CODEX ALIMENTARIUS, 2020b). Dados do PNCR no período de 2012 a 2016, destacam como causas mais frequentes de violações, a presença de metais tóxicos Cd, Pb e As, em amostras de bovinos abatidos, suínos e aves de corte¹¹.

5. FONTES DE CONTAMINAÇÃO DURANTE O PROCESSAMENTO e perigos toxicológicos ao homem

Os metais estão presentes naturalmente no ambiente, no ar, em rochas, no solo e através de fenômenos naturais como atividades vulcânicas (ARISSETO-BRAGOTTO & SPISSO, 2019). Entretanto, a ação antropogênica por meio de emissões industriais e veiculares, exploração excessiva dos recursos, degradação do meio ambiente, mineração, do descarte de materiais como baterias em locais incorretos, intensificam

¹¹ Dados extraídos da Apresentação da Auditoria Fiscal Federal Agropecuária Fernanda Marcussi Tucci sobre Metais Tóxicos Controles Oficiais do Ministério da Agricultura. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/ControlesOficiaisFernanda.pdf> Acessado em: 22/10/2020.

a mobilização desses metais (CHANDRAKAR et al., 2018). A **Figura 1** destaca as principais fontes de contaminantes ambientais em alimentos.



Figura 1 – Principais fontes de contaminação por metais pesados em alimentos.

Atividade industrial juntamente com outras fontes de contaminação antropogênicas mobilizam no ambiente diversas formas químicas dos metais pesados, os quais acabam sendo inalados, ingeridos ou através do contato contaminando diretamente ao homem, animais e plantas que são usados na alimentação. A contaminação por metais na cadeia dos lácteos ocorre principalmente pela exposição dos animais de produção a água, pastagens, ração e suplementos minerais de baixa qualidade (ARISSETO-BRAGOTTO & SPISSO, 2019). Nesse contexto a natureza da embalagem empregada também pode interferir na contaminação dos alimentos, na medida em que ocorre migração desses metais pesados (THOMPSON & DARWISH, 2019).

Os metais em geral não se degradam facilmente, o que intensifica negativamente sua persistência no meio ambiente. Alguns efeitos como bioacumulação ao longo da cadeia alimentar e biomagnificação nos indivíduos que consumiram esse contaminante podem ocorrer.



a. Mercúrio

Bille e colaboradores (2020) afirmaram que houve um aumento significativo do Hg que alcança o meio ambiente através da ação humana. Essa preocupação remonta desde o desastre ocorrido em Minamata no Japão, onde foram descartadas toneladas de metilmercúrio na baía. A partir desse fato, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) estabeleceu a Convenção de Minamata¹², um tratado global assinado por cerca de 140 países, com o objetivo de limitar as emissões de Hg e seus compostos no meio ambiente (ONU, 2019; PNUMA, 2013). Essa atenção é eminente em função de ser um metal extremamente tóxico que coloca em risco a saúde humana e do meio ambiente do ponto de vista local e global (PNUMA, 2013).

As diferentes formas químicas do Hg: elementar ou metálico (Hg^0), sais inorgânicos de Hg_2^{+2} (mercuroso) e Hg^{+2} (mercúrico) estão presentes no ciclo biogeoquímico do Hg, envolvendo processos no solo, na água e no ar atmosférico (ESTRELA & ROHLFS, 2011). O Hg metálico depositado no sedimento de lagoas, tanto por acidentes quanto uso de algicidas por exemplo, são convertidos em metilmercúrio, o mais tóxico dos compostos mercuriais (SHIBAMOTO & BJELDANES, 2014).

Shibamoto e Bjeldanes (2014) compararam níveis de Hg em produtos de origem vegetal e à base de carne nos Estados Unidos, nesses últimos a concentração foi menor. No entanto, também ressaltam que o metilmercúrio é o que apresenta maior concentração em produtos a base de pescados. Esses achados corroboram com a preocupação destacada por (ARISSETO-BROGOTTO; SPISSO, 2019), quando sugerem que a contaminação no leite pode ser oriunda de parte do alimento concentrado (ração) à base de farinha de peixe marinho ofertado ao gado.

A exposição ao metilmercúrio se dá principalmente por meio da dieta, em especial através do consumo de pescado (WHO, 2008). A ingestão de Hg orgânico (metilmercúrio) está associada a efeitos no sistema nervoso e no sistema reprodutor, esta substância atravessa facilmente a barreira placentária e hematoencefálica, sendo bem preocupante em gestantes (HERNANDEZ et al. , 2017).

Custódio e colaboradores (2020) avaliaram o Hg total em peixes comerciais e estimaram o consumo de metilmercúrio em diferentes regiões do Brasil, constatando

¹² VÍDEO: Convenção de Minamata sobre Mercúrio | ONU Brasil (ONU, 2016). Disponível em: <https://nacoesunidas.org/video-convencao-de-minamata-sobre-mercúrio/> <http://www.mercuryconvention.org/>



que nas regiões Norte e Nordeste em função do hábito alimentar, os valores da PTWI estipulados pelo Codex, foram ultrapassados. Apesar dos níveis totais de Hg encontrados em pescado estarem dentro dos limites estabelecidos nas legislações nacionais e internacionais, Custódio e colaboradores (2020) apontam que há risco de neurotoxicidade visto que, os hábitos alimentares em algumas regiões são distintos. Isso demonstra a importância em se determinar a ingestão tolerável dos contaminantes em função do tipo de alimento, dieta e hábito alimentar das pessoas daquela região.

b. Arsênio

O As é um elemento abundante na crosta terrestre e nas águas subterrâneas de vários países incluindo Argentina, Bangladesh, Chile, China, Índia, México e Estados Unidos (WHO, 2018). No ambiente, suas espécies inorgânicas (mais tóxicas) podem se combinar com oxigênio, cloro e enxofre, enquanto que as orgânicas (menos tóxicas) podem estar combinadas com carbono e hidrogênio (ATSDR, 2011). O As inorgânico está na lista de contaminantes e toxinas que devem ser avaliados com prioridade pelo JECFA (CODEX ALIMENTARIUS, 2019).

As pessoas acabam sendo expostas principalmente, através do consumo de alimentos que foram irrigados com água contaminada, usando a água no preparo dos alimentos, ou através da própria ingestão e higiene (WHO, 2018). Os principais alimentos que podem conter As são: peixes, frutos do mar, carnes, aves, laticínios e cereais (WHO, 2018). No entanto, deve-se considerar que alguns alimentos podem conter maior concentração de As orgânico, por isso a importância da definição de LM e análises químicas que façam a especificação e considerem o LM para o As inorgânico. De forma antropogênica, industrialmente, usa-se As na fundição de metais (em ligas), combustão de combustíveis fósseis (especialmente carvão), em mineração, no processamento de vidro, pigmentos, conservantes de madeira e historicamente em alguns agrotóxicos (WHO, 2019a).

A exposição ao As ocorre principalmente através da ingestão de alimentos e água contaminados (SHIBAMOTO & BJELDANES, 2014). A toxicidade está relacionada principalmente na inativação de enzimas responsáveis pela síntese e reparo do DNA.



Além disso, a substância é um carcinógeno reconhecido que pode afetar diversos órgãos. Em Bangladesh, foi relatado o maior surto por intoxicação de As inorgânico encontrado naturalmente em água subterrânea usada para beber, o qual acometeu mais de 57 milhões de pessoas (SMITH et al. ,2000). Nesta população ocorreram diversos casos de câncer de pulmão, bexiga e pele, além de sintomas de pigmentação da pele, hepatomegalia e anemia (SMITH et al. ,2000).

c. Chumbo

Dentre os metais pesados que existem na crosta terrestre o Pb é o que encontra-se de forma mais abundante (ARISSETO-BROGOTTO; SPISSO, 2019). No entanto, a atividade humana, principalmente do setor industrial aumentaram as concentrações deste elemento ainda mais no meio ambiente (VASCONCELOS NETO et al., 2019). A exposição humana acabou sendo intensificada devido ao uso de Pb, no processo de octanagem da gasolina, tintas, estruturas residências e instalações industriais (EPA, 2020). No meio ambiente o Pb se combina a outros elementos, também existindo na forma orgânica (mais tóxica) e inorgânica (menos tóxica) (ARISSETO-BROGOTTO; SPISSO, 2019). Em uma revisão sistemática realizada por Vasconcelos Neto e colaboradores (2019), foram encontrados no Brasil níveis mais elevados de Pb em alimentos infantis, vegetais, carnes e derivados. Particularmente, as crianças são mais vulneráveis, a absorção do Pb, ocorrendo de forma mais intensa do que em adultos, por esse motivo a contaminação neste grupo é bem preocupante e causa sérios danos neurológicos, que envolvem distúrbios na aprendizagem, redução do quociente de inteligência (QI) e mudanças comportamentais (EPA, 2020) (WHO, 2020b) (WHO, 2019b). Em adultos, danos a longo prazo estão relacionados a aumento da pressão arterial e doenças renais (WHO, 2019b).

d. Cádmio

Naturalmente, é encontrado em níveis baixos no meio ambiente, no entanto a ação antropogênica intensificou sua presença. Um fator que agrava seu potencial é seu tempo de meia vida, em geral acima de 10 anos (WHO, 2020c) (WHO, 2010). O Cd é utilizado na galvanização de outros metais evitando a ferrugem, em pigmentos



para plásticos e como eletrodo em baterias, entre outros (SHIBAMOTO & BJELDANES, 2014). A exposição humana se dá principalmente, através do consumo de alimentos, tais como: moluscos e crustáceos (facilmente acumulam esse elemento), vegetais, cereais e raízes (WHO, 2020c). A substância apresenta baixa absorção oral, no entanto é eficientemente retida em órgãos como rins e fígado (ARISSETO-BRAGOTTO & SPISSO, 2019). Shibamoto & Bjeldanes (2014) destacam que o grau de absorção do Cd em seres humanos sofre influência quando junto de cálcio e de algumas proteínas. Além disso, foi visto que sua absorção com leite é 20 vezes maior do que quando tomado sem leite.

De forma geral, todos esses contaminantes inorgânicos mencionados acima, podem gerar sintomas agudos ou doenças a longo prazo incluindo alguns cânceres (WHO, 2020d). Tudo vai depender da toxicidade do composto, dos níveis em que estão presentes, da via de exposição e dos hábitos alimentares (ARISSETO-BRAGOTTO & SPISSO, 2019) (THOMPSON & DARWISH, 2019). Além disso, é importante considerar as diferentes formas químicas dos metais (especificação) e sua toxicidade. Por exemplo, o As inorgânico até o momento é mais tóxico ao organismo humano, do que as formas orgânicas. Nesse contexto, a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (*International Agency for Research on Cancer – IARC*) classifica o As inorgânico e o Cd no grupo 1, ou seja, há evidências suficientes dos seus potenciais carcinogênicos em humanos.

A Tabela 6 apresenta os contaminantes e a classificação dos grupos potencialmente cancerígenos para os humanos determinadas pela IARC (IARC & WHO, 2012).

A Agência para Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry - ATSDR*)¹³ e a US EPA (...) publicaram uma **Lista Nacional de Prioridades em 2019**, não com as substâncias mais tóxicas, mas sim com as substâncias que são ameaça potencial à saúde humana. Nessa determinação foi levado em consideração a toxicidade, frequência e potencial local de exposição humana a cada elemento. As, Pb, Hg e Cd, estão entre as 10 primeiras substâncias da

¹³ Agência norte americana responsável por ajudar na prevenção e ou redução dos resíduos perigosos a saúde humana. Acessado em: <https://www.atsdr.cdc.gov/faq.html> "About ATSDR" revisado em 27 de maio de 2020.



lista, ocupando respectivamente as seguintes posições: primeiro, segundo, terceiro e sétimo lugares (ATSDR, 2020). Esses são os elementos de maior importância toxicológica.

Tabela 6 – Contaminantes e a classificação dos grupos potencialmente cancerígenos para os humanos determinadas pela IARC

| Contaminante | Grupo | Descrição |
|-----------------|-------|-----------------------------|
| As (inorgânico) | 1 | Carcinógeno humano |
| As (orgânico) | 3 | Não classificado |
| Cd | 1 | Carcinógeno humano |
| Pb (inorgânico) | 2A | Provável carcinógeno humano |
| Pb (orgânico) | 3 | Não classificado |
| Hg (inorgânico) | 3 | Não classificado |
| Metilmercúrio | 2B | Possível carcinógeno humano |

A disseminação ubíqua desses metais tóxicos no ambiente desencadeia inúmeras consequências negativas a saúde humana, portanto, é necessário se identificar o contaminante, alimento envolvido e área geográfica. Na Tabela 7 é destacado exemplos de estudos que relacionam a presença de contaminantes inorgânicos em leite e derivados lácteos, encontrados em alguns países.

Tabela 7 – Estudos que destacam a presença de contaminantes inorgânicos encontrados em produtos lácteos em alguns países.

| Contaminantes inorgânicos | Alimentos | País | Referências |
|---------------------------|---|---------|---------------------------------|
| Pb | Leite e derivados entre outras categorias alimentares | Brasil | (VASCONCELOS NETO et al., 2019) |
| | Leite cru | Brasil | (DE OLIVEIRA et al., 2017) |
| As, Cd, Pb e Hg | Leite e derivados (coalhada seca, ricota, leite em pó e queijo) | Índia | (SINGH et al., 2020) |
| Pb e As | Leite cru | Turquia | (SIMSEK et al., 2000) |



Chandrakar e colaboradores (2018) destacam que a pesquisa de contaminantes em lácteos é um “indicador indireto” importante para se avaliar o “grau de poluição do meio ambiente” onde ocorreu a produção de leite. Através do nível de contaminantes encontrado pode-se inferir a segurança e qualidade desses alimentos (ZIARATI et al., 2018). Singh e colaboradores (2020) ressaltam que a contaminação antropogênica intensifica a presença dos metais pesados como Cd e Pb no solo, os quais contaminam a forragem que serve de alimento para o gado. Além disso, também relatam que fertilizantes fosfatados contêm Cd como principal impureza. Os utensílios e equipamentos utilizados, por sua vez, no transporte e processamento do leite também podem acabar sendo fontes de metais pesados (CHANDRAKAR et al., 2018).

Das 15 amostras de leite cru analisadas no Brasil, por De Oliveira e colaboradores (2017), apenas 1 das amostras estava acima do LM estabelecido pela ANVISA (BRASIL, 2013). Os autores avaliaram que a propriedade estava localizada longe da estrada e de indústrias, portanto as possíveis fontes de contaminação seriam oriundas da alimentação animal com o uso de suplementos alimentares de baixa qualidade.

Para o contaminante Hg ainda faltam mais estudos relacionando sua contaminação em lácteos, no entanto, é sabido que a adição de farinha de peixe em rações animais, bem como, alguns agrotóxicos utilizados em cultivos e locais onde haja mineração, poluição por Hg, rejeitos industriais e urbanos podem ser fontes importantes de contaminação dos alimentos (SINGH et al., 2020). Ziarati e colaboradores (2018) comentam que em geral, em lácteos os LM de Hg não são ultrapassados, em função da eliminação desse contaminante não ocorrer prioritariamente por via mamária. São necessários mais estudos para entender como a glândula mamária poderia funcionar como um “filtro” dessa substância.

Simsek e colaboradores (2000) analisaram 75 amostras de leite cru próximas a áreas industriais/rodovias e em áreas rurais mais afastadas dessas condições. O intuito foi avaliar o efeito da poluição ambiental com ênfase nos metais pesados no leite cru. Efetivamente, as amostras das regiões industriais apresentaram uma correlação positiva para os contaminantes As e Pb estando acima dos LM locais (SIMSEK et al., 2000). Portanto, é importante considerar que a produção primária esteja afastada de áreas industriais e com características de recebimento de poluição ambiental.



6. CONCLUSÃO

Os contaminantes inorgânicos são elementos de preocupação uma vez que a exposição aos alimentos pode ser difícil de se evitar. Em razão disso, para a proteção da saúde humana e garantia da segurança alimentar são necessários mais estudos que sejam realizados para haja um conhecimento dos contaminantes inorgânicos em produtos lácteos no Brasil. Tendo em vista a relevância desse alimento para uma grande parcelada população, e principalmente os que integram o grupo de risco, se faz necessário identificar áreas contaminadas, realizar gerenciamento de risco, detectar contaminantes por meio de análises, estabelecer LMT, determinar a ingestão tolerável e entender quais seriam as medidas de prevenção/ controle possíveis de serem adotadas.

7. Agradecimentos

Ao IFRJ, por ser minha casa de estudos, e aos professores do curso, que conferem vida à instituição, com excelência e qualidade profissional.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anvisa. (2019). Atualização anual 2018-2019 da lista de temas, substitui o banco de temas pelas bibliotecas temáticas de normas e define os critérios para atualização extraordinária da agenda regulatória da anvisa 2017-2020, 2019.

Anvisa. (2020). Consulta pública nº 777, de 7 de fevereiro de 2020 - RDC que dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade, 2020a. Disponível em:

<<https://brasilsus.com.br/index.php/pdf/consulta-publica-no-777/>>

Anvisa. (2020). Consulta pública nº 778, de 7 de fevereiro de 2020. Proposta de instrução normativa que estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, Brasil, 2020b.

Arisseto-Brogatto, A. P. & Spisso, B. F. (2019). Toxicologia aplicada ao



processamento de leite e derivados. In: Microbiologia, higiene e controle de qualidade no processamento de leites e derivados. 1 ed ed. Rio de janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2019. P. 1–33.

ATSDR. (2011). Atsdr - toxic substances - arsenic. Disponível em: <<https://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=3>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

ATSDR. (2020). Substance priority list | atsdr. Disponível em: <<https://www.atsdr.cdc.gov/spl/>>. Acesso em: 8 ago. 2020.

Bille, L., Crovato, S., Manfrin, A., Dalla Pozza, M., Toson, M., Franzago, E., Pinto, A., Mascarello, G., Muzzolon, O., Tosi, F., Negroni, G., Cappi, G., Obregon, P., Ravarotto, L. & Binato, G. (2020). Mercury contents in commercial billfish species of the western central atlantic: assessing the potential risks to human health of billfish consumption. Food control, v. 110, n. October 2019, p. 107002, 2020.

Brasil. (2006). (Anvisa). Resolução RDC n.º 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (idr) de proteína, vitaminas e minerais, 2006. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-269-de-22-de-setembro-de-2005.pdf/view>>

Brasil. Resolução - RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013 Dispõe sobre o regulamento técnico mercosul sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos brasil, 2013.

Brasil. (2014). Ministério da saúde. Guia alimentar para a população brasileira guia alimentar para a população brasileira.secretaria de atenção à saúde. Departamento de atenção básica. Brasília: Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf>.

Brasil. (2017). Ministério da saúde (ms). Agência nacional de vigilância sanitária (Anvisa) rdc nº 193, de 12 de dezembro de 2017 . Limites máximos tolerados (LMT) dos contaminantes arsênio inorgânico, cádmio total, chumbo total e estanho



inorgânico em alimentos Brasil, 2017. Disponível em:

<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2017/rdc0193_12_12_2017.pdf>

Brasil. (2018). Mapa. Resultados do plano nacional de controle de resíduos e contaminantes - pncr 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/resultadospncrc2018.pdf>>. Acesso em: 8 maio. 2020.

Brasil. (2019). Anvisa. Edital de chamamento nº 3, de 8 de abril de 2019 abrasil diário oficial da união, , 2019a. Disponível em:

<<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=10/04/2019&jornal=530&pagina=109>>

Brasil. (2019). Mapa. Resultados do plano nacional de controle de resíduos e contaminantes-pncrc 2019. 2019: Disponível em:

<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/resultados-pncrc-2019-versao-final-para-o-sitio.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2020b.

Brasil (2016). Convenção de minamata sobre mercúrio | ONU Brasil. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/video-convencao-de-minamata-sobre-mercurio/>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

Chandrakar, C., Kumar Jaiswal, S., Chaturvedani, A.K., Sahu, S. S., Ika, Monika & Wasist, U. (2018). A review on heavy metal residues in indian milk and their impact on human health. International journal of current microbiology and applied sciences, v. 7, n. 05, p. 1260–1268, 2018.

Codex alimentarius. (2012). Code of practice concerning source directed measures to reduce contamination of food with chemicals. In: Prevention and reduction of food and feed contamination. Fao who ed. Roma: fao e who, 2012. P. 1–178.

Codex alimentarius. (2019). Annex i priority list of contaminants and naturally occurring toxicants for evaluation by jecfa contaminants and naturally occurring toxicants background and question(s) to be answered. Rome Disponível em:

<<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/committees/committee->



[detail/en/?committee=cccfe](#)>. Acesso em: 12 ago. 2020.

Codex alimentarius. (2020). Contaminants. Disponível em: <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/thematic-areas/contaminants/en/>>. Acesso em: 6 jul. 2020a.

Codex alimentarius. (2020). Animal feed | codex alimentarius fao-who. Disponível em: <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/thematic-areas/animal-feed/en/>>. Acesso em: 22 ago. 2020b.

Consea. (2017). Conceitos — conselho nacional de segurança alimentar e nutricional. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/consea/aceso-a-informacao/institucional/conceitos>>. Acesso em: 4 maio. 2020.

Custódio, F. B. Andrade, A. M. G.F., Guidi, L. R., Leal, C. A.G. & Gloria, M. B. A. (2020). Total mercury in commercial fishes and estimation of brazilian dietary exposure to methylmercury. *Journal of trace elements in medicine and biology*, v. 62, n. April, 2020.

De Oliveira, T. M., Augusto Peres, J., Lurdes Felsner, M. & Cristiane Justi, K. (2017). Direct determination of pb in raw milk by graphite furnace atomic absorption spectrometry (gf aas) with electrothermal atomization sampling from slurries. *Food chemistry*, v. 229, p. 721–725, 2017.

EPA. (2020). Learn about lead | lead | us epa. Disponível em: <<https://www.epa.gov/lead/learn-about-lead>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

Estrela, M. A. A. & Rohlf, D. B. (2011). Mercúrio: implicações para a saúde e o meio ambiente. Pontifícia universidade católica de goiás, 2011.

FAO. (1996). World food summit. (fao, ed.)Declaração de roma sobre a segurança alimentar mundial e plano de ação da cimeira mundial da alimentação. Anais...roma: 13 nov. 1996disponível em: <<http://www.fao.org/wfs/begin/pourquoi/cpourque.htm>>. Acesso em: 8 maio. 2020

FAO. (2019). The future of food contents - there is no food security without food safety. Food and agriculture organization of the united nations, p. 28, 2019.



GGALI. (2018). Relatório anual – ano : 2008 Gerência Geral De Alimentos – ggalianvisa.

Hernandez, E. M. M., Rodrigues, R. M. R. & Torres, T. M. (2017). Manual de toxicologia clínica: orientações para assistência e vigilância das intoxicações agudas. Secretaria ed. São paulo.

IARC; WHO. (2012). Arsenic, metals, fibres, and dusts volume 100 c a review of human carcinogens. Lyon: international agency for research on cancer, 2012. V. 100

Jaffee, S., Henson, S., Unnevehr, L., Grace, D. & Cassou, E. (2019). The safe food imperative. Washington. Disponível em:

<<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30568/9781464813450.pdf?sequence=6&isallowed=y>>. Acesso em: 7 jun. 2020.

JECFA. (2011) joint fao/who food standards programme codex committee on contaminants in foods fifth session: working document for information and use in discussions related to contaminants and toxins in the gsctff (prepared by japan and the netherlands). Roma. Disponível em:

<http://www.fao.org/tempref/codex/meetings/cccf/cccf5/cf05_inf.pdf>. Acesso em: 5 maio. 2020.

MAPA. (2020). Plano de nacional de controle de resíduos e contaminantes pncrc / animal — português (brasil). Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes>>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Martinelli, M. A. (2003). Proyecto regional de cooperación técnica para la formación em economia y politicas agrarias y de desarrollo rural em américa latina - fodepal. (unicamp, ed.) O codex alimentarius e a inocuidade de alimentos. Anais...campinas: 2003 Disponível em:

<http://www.fao.org/tempref/gi/reserved/ftp_faorlc/old/proyecto/fodepal/bibvirtual/psf/doc/psa/mar%eda_aparecida_martinelli.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2020

Napoli, M. (2011). Towards a food insecurity multidimensional index (fimi). Roma: università degli studi, 2011.



ONU. (2019). Dez anos de neutralidade climática no pnuma | onu brasil. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/dez-anos-de-neutralidade-climatica-no-pnuma/>>.

Acesso em: 25 ago. 2020.

Paiva, C. A. V., Oliveira, V. M. & Paiva e Brito, M. A. V. (2019). Embrapa. Módulo 1: conceitos e parâmetros de qualidade do leite. In: leite, c. E. (ed.). . Produção de leite de qualidade. Embrapa ga ed. Juiz de fora: mg: 2019, 2019. P. 37.

PNUMA. (2013). Convenção de minamata sobre mercúrio nações unidas.

Shibamoto, T. & Bjeldanes, I. F. (2014). Introdução à toxicologia dos alimentos. 2 ed. Elsevier editora ltda, 2014.

Simsek, O., Gültekin, R., Öksüz, O. & Kurultay, S. (2000). The effect of environmental pollution on the heavy metal content of raw milk. Nahrung - food, v. 44, n. 5, p. 360–363, 2000.

Singh, M., Ranvir, S., Sharma, R., Gandhi, K. & Mann, B (2020). Assessment of contamination of milk and milk products with heavy metals. Indian journal of dairy science, v. 72, n. 06, p. 608–615, 2020.

Smith, A. H., Lingas, E. O. & Rahman, M. (2000). Contamination of drinking water by arsenic in bangladesh : a public health emergency . Bulletin of the world health organization 78 : contamination of drinking-water by arsenic in bangladesh : a public health emergency. World health organization. Bulletin of the world health organization, v. 78, n. August 2016, p. 1093–1103, 2000.

Thompson, I. A. & Darwish, W. S. (2019). Environmental chemical contaminants in food: review of a global problem. Journal of toxicology, v. 2019, 2019.

United Nations. (2019). World food safety day 7 june. Disponível em: <<https://www.un.org/en/events/foodsafetyday/>>. Acesso em: 27 jun. 2020.

Vasconcelos Neto, M. C. Silva, T. B. C., Araújo, V. E. & Souza, S. V. C. (2019). Lead contamination in food consumed and produced in brazil: systematic review and meta-analysis. Food research international, v. 126, p. 1–15, 1 dez. 2019.



WHO. (2008). Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. Geneva. Disponível em:

<<https://www.who.int/foodsafety/publications/chem/mercuryexposure.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2020.

WHO. Exposure to cadmium: a major public health concern preventing disease through healthy environments. Disponível em:

<<http://www.who.int/ipcs/features/cadmium.pdf>>.

WHO. (2015). Estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. Switzerland: world health organization, 2015.

WHO. (2018). Arsenic. Disponível em: <<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

WHO. (2019). Preventing disease through healthy environments exposure to arsenic: a major public health concern. Geneva. Disponível em:

<<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329482/who-ced-phe-epe-19.4.1-eng.pdf?ua=1>>. Acesso em: 12 ago. 2020a.

WHO. (2019). Lead poisoning and health. Disponível em:

<<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>>.

Acesso em: 13 set. 2020b.

WHO. Assessing chemical risks. Disponível em:

<<https://www.who.int/activities/assessing-chemical-risks-in-food>>. Acesso em: 7 nov. 2020a.

WHO. (2020). Who | lead. Disponível em:

<https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/lead/en/>. Acesso em: 13 set. 2020b.

WHO. (2020). Who | cadmium. Disponível em:

<https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/cadmium/en/>. Acesso em: 14 nov. 2020c.



WHO. (2020). Food safety. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/food-safety>>. Acesso em: 7 maio. 2020d.

World Health Organization. (2011). Safety evaluation of certain contaminants in food: arsenic (addendum) world health organization technical report series: 63. Disponível em: <<https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemid=1863>>.

Ziarati, P., Shirkhan, F. & Mostafidi, M. (2018). An overview of the heavy metal contamination in milk and dairy products. Acta scientific pharmaceutical sciences, v. 2, n. June, p. 8–21, 2018.