

SAÚDE E AMBIENTE

V.8 • N.3 • 2021 - Fluxo Contínuo

ISSN Digital: 2316-3798

ISSN Impresso: 2316-3313

DOI: 10.17564/2316-3798.2021v8n3p163-181



MANGANÊS NA DENTIÇÃO DECÍDUA DE ESCOLARES E DIFERENTES ASPECTOS DE EXPOSIÇÃO AMBIENTAL E HÁBITOS DE VIDA¹

MANGANESE IN DECIDUOUS DENTITION OF SCHOOL CHILDREN
AND DIFFERENT ASPECTS OF ENVIRONMENTAL EXPOSURE
AND LIFE HABITS

MANGANESO EN LA DENTICIÓN DECIDUA EN NIÑOS ESCOLARES
Y DIFERENTES ASPECTOS DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y
HÁBITOS DE VIDA

Leandro Germano da Silva Fleury²

Grasieli de Oliveira Ramos³

Analu Mantovani⁴

Diego de Carvalho⁵

Aline Pertile Remor⁶

1 Artigo baseado na dissertação de mestrado defendida em 2020 no Programa de Pós-Graduação em Biociências e Saúde da Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus de Joaçaba, SC, intitulada: “Relação da Quantidade de Manganês na Dentição Decídua de Escolares e Diferentes Aspectos de Exposição Ambiental e Hábitos de Vida”.

RESUMO

O Manganês (Mn) é classificado como um elemento essencial e é essencial para o funcionamento de muitos processos fisiológicos. No entanto, em altas concentrações ou devido à exposição ambiental excessiva, pode vir a causar neurotoxicidade. Muitos agrotóxicos podem ser uma importante fonte desta toxicidade, visto que muitos deles contêm Mn em suas formulações. Neste cenário, torna-se de suma importância determinar o impacto desta substância na saúde humana, já que pesticidas são amplamente utilizados no Brasil e no mundo. Este estudo objetivou mensurar a quantidade de metais, Mn e Ferro (Fe), na dentição decídua de escolares em uma região de Santa Catarina/Brasil e a possível relação com diferentes aspectos de exposição ambiental e hábitos de vida. Foram coletados os dentes decíduos de escolares com faixa etária entre 6 e 12 anos, e mensuradas as concentrações dos metais Mn e Fe por meio de espectrometria de absorção atômica. Foram incluídos no estudo, indivíduos residentes nas zonas rural e urbana de sete municípios. Além disso, foram coletadas informações qualitativas a respeito de hábitos de vida e exposição ambiental por questionário aplicado. Os resultados do estudo mostraram que não houve diferenças significativas dos níveis dos metais em relação às variáveis analisadas no estudo, como entre os sexos, as zonas de residência, a origem dos alimentos e da água. De acordo com os dados obtidos, pode-se concluir que as concentrações encontradas de Mn não apresentaram relação com os aspectos de exposição ambiental e hábitos de vida, na amostra estudada.

PALAVRAS-CHAVE

Agrotóxicos. Manganês. Neurotoxicidade. Exposição Ambiental. Hábitos de vida. Dentes Decíduos.

ABSTRACT

Manganese (Mn) is classified as an essential element that is essential for the functioning of many physiological processes. However, in high concentrations or due to chronic environmental exposure, it can cause neurotoxicity, and pesticides are an important source of this toxicity, since many of them contain Mn. In this scenario, it is extremely important to determine the impact of this substance on human health since pesticides are widely used in Brazil and worldwide. This study aimed to measure the content of metals, Mn and Iron (Fe), in the primary dentition of schoolchildren in a region of Santa Catarina/Brazil and the possible relationship with different aspects of environmental exposure and life habits. Primary teeth were collected from schoolchildren aged 6 to 12 years, and the concentrations of Mn and Fe metals were measured using atomic absorption spectrometry. The study included individuals living in rural and urban areas in seven municipalities. In addition, qualitative information about life habits and environmental exposure was collected through an applied questionnaire. The results of the study showed that there were no significant differences in the levels of metals in relation to the variables analysed in the study, such as between sexes, areas of residence, the origin of food and water. According to the data obtained, it was possible to observe that the Mn concentrations did not related to environmental exposure aspects and life habits in the sample studied.

KEYWORDS

Pesticides. Manganese. Neurotoxicity. Environmental exposure. Life habits. Deciduous teeth.

RESUMEN

El Manganeseo (Mn) está clasificado como un elemento esencial y es esencial para el funcionamiento de muchos procesos fisiológicos. Sin embargo, em altas concentraciones o debido a una exposición ambiental excesiva, puede causar neurotoxicidad. Muchos pesticidas pueden ser una fuente importante de esta toxicidad, ya que muchos de ellos contienen Mn en sus formulaciones. Desde este punto de vista, es de suma importancia determinar el impacto de esta substancia en la salud humana, ya que los plaguicidas son ampliamente utilizados en Brasil y en todo el mundo. Este estudio medirá la

cantidad de metales, Mn y hierro (Fe) en la dentición decidua de niños escolares de una región de Santa Catarina / Brasil y una posible relación con diferentes aspectos de la exposición ambiental y el estilo de vida. Se obtuvieron la dentición decidua de los escolares de 6 a 12 años y se midieron las concentraciones de los metales mediante espectrometría de absorción atómica. El estudio incluyó a personas que viven en áreas rurales y urbanas en siete municipios. Además, fue coleccionado informaciones cualitativas sobre hábitos de vida y exposición ambiental a través del cuestionario aplicado. Los resultados del estudio mostraron que no hubo diferencias significativas en los niveles de metales en relación con las variables analizadas en el estudio, como entre sexos, las áreas de residencia, el origen de los alimentos y el agua. De acuerdo con los datos obtenidos, se puede concluir que las concentraciones encontradas de Mn no estuvieron relacionadas con los aspectos de exposición ambiental y hábitos de vida en la muestra estudiada.

PALABRAS CLAVE

Plaguicidas; Manganeseo; Neurotoxicidad; Exposición ambiental; Hábitos de vida; Dientes deciduos.

1 INTRODUÇÃO

Os metais podem ser encontrados na água, no solo, no ar e em uma variedade de ecossistemas. São elementos químicos que têm a capacidade de conduzir calor e energia, sendo classificados em essenciais e não essenciais. O Manganês (Mn) é o quinto metal mais abundante na crosta terrestre, o décimo segundo elemento mais encontrado na natureza (CHEN *et al.*, 2016), normalmente na forma de óxidos, carbonatos e silicatos (CHEN *et al.*, 2015).

A principal via de exposição a este metal, tendo em vista sua abundância no meio ambiente, é por meio de fontes alimentares. Assim, pode ser encontrado em uma variedade de alimentos que compõem a nossa dieta, como leguminosas, nozes, arroz, grãos integrais, chás, verduras, chocolates e algumas frutas, garantindo a quantidade suficiente de Mn para o funcionamento do organismo (CHEN *et al.*, 2015).

Este metal, então, tem fundamental importância no corpo humano. É um cofator obrigatório no metabolismo de aminoácidos, lipídios, proteínas e carboidratos (ERIKSON *et al.*, 2005), além de importante no sistema imunológico, na regulação da energia celular, no crescimento dos tecidos conjuntivo e ósseo, e na coagulação sanguínea (ERIKSON; ASCHNER, 2003).

Quimicamente, é encontrado nas formas orgânica e inorgânica. Na forma orgânica, é utilizado como componente de pesticidas agrícolas, por exemplo (ASCHNER *et al.*, 2007).

Assim, nas últimas décadas, tem-se debatido o uso em larga escala de agrotóxicos, contendo Mn, já que seu uso é fonte potencial do metal em solos e plantas (WHO, 2004), expondo trabalhadores durante sua produção e aplicação, além da população residente nas proximidades de plantações pul-

verizadas com praguicidas deste tipo (MELGAR *et al.*, 2008). Mancozeb e Maneb são exemplos destes produtos contendo Mn, sendo muito utilizados no Brasil e no mundo (WHO, 2004).

Em relação à toxicidade causada pelo Mn, é bem documentada que a exposição crônica ao metal pode causar distúrbios psiquiátricos e motores importantes (PARMALEE; ASCHNER, 2016). Exemplo é o manganismo, síndrome neurológica relacionada à exposição prolongada ao Mn, na qual os indivíduos apresentam características semelhantes à Doença de Parkinson (BAST-PETERSEN *et al.*, 2004). A relação com esquizofrenia e autismo (MILATOVIC; ASCHNER, 2007) também tem sido descrita em estudos.

Alterações neurológicas devido à exposição crônica ao Mn têm sido um fator cada vez mais preocupante na faixa etária infantil. Isto porque, da concepção até a adolescência, ocorrem rápidos processos de crescimento e desenvolvimento que podem ser perturbados pela intoxicação ao metal (LANDRIGAN, 2000).

É importante ressaltar que o Ferro (Fe) participa na homeostase do Mn. Ambos os metais compartilham dos mesmos mecanismos de absorção e distribuição, competindo pelos mesmos transportadores. Assim, conforme Gunshin e colaboradores (1997), ocorre um aumento da expressão dos transportadores DMT-1 (transportador de metais divalente-1) e Tf (transportador da transferrina) em casos de deficiência de Fe, como na anemia. Indivíduos com deficiência de Fe, portanto, apresentam taxas de absorção de Mn aumentadas.

No que diz respeito a valores de referência de exposição ao Mn, embora haja aumento da necessidade nutricional do metal no início da vida, uma faixa de exposição ideal ainda não foi definida e não está estabelecido a que nível o elemento é tóxico, e não benéfico, durante esse período dinâmico de desenvolvimento (LJUNG; VAHTER, 2007).

Em relação à exposição materna e de crianças ao Mn, foi demonstrado que a absorção tecidual aumentada de Mn em animais experimentais expostos no período pré-natal (via inalação materna) e/ou à poeira, contendo dióxido de Mn (MnO_2), resultou em anormalidades no desenvolvimento do cérebro dos embriões (SMARGIASSI *et al.*, 2002).

Outros estudos afirmam que fetos e lactentes podem ser mais vulneráveis aos efeitos negativos das altas concentrações de Mn devido a capacidade desse metal em atravessar a barreira placentária e também às diferenças nos mecanismos homeostáticos do Mn em crianças pequenas, que absorvem maior quantidade do metal, quando ingerido, do que os adultos (YOON *et al.*, 2011).

Nos últimos anos, tem-se observado que a morfologia dos dentes pode ser influenciada por fatores nutricionais, ambientais e genéticos. A partir disso, Kumagai e colaboradores (2012) afirmaram que a composição da hidroxiapatita nas trocas de dentes é um processo de longo prazo, significando que os metais incluídos em sua estrutura são liberados apenas em pequena escala. Dessa forma, dentes decíduos têm se oferecido como amostra tecidual promissora para caracterizar exposição pré e pós-natal precoce a metais, incluindo o Mn (PALMER *et al.*, 2015).

Assim sendo, este estudo objetivou mensurar a concentração de metais, Mn e Fe na dentição decídua de escolares em uma região de Santa Catarina/Brasil e a possível relação com diferentes aspectos de exposição ambiental e hábitos de vida.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Estudo transversal, prospectivo e observacional, realizado com 50 crianças de seis a 12 anos de idade residentes em áreas urbana e rural de sete municípios do Oeste, Meio-Oeste e Serra catarinense, sendo eles Curitiba, Herval D' Oeste, Joaçaba, Maravilha, Nova Erechim, Pinhalzinho e Tigrinhos.

2.2 POPULAÇÃO DO ESTUDO

A amostra foi constituída de 50 crianças de ambos os sexos, entre seis e 12 anos de idade e que se encontravam com os dentes em processo de esfoliação, com consulta odontológica realizada neste período. Os participantes do estudo residiam na zona de atendimento dos consultórios que coletaram as amostras. Ainda, esta região é uma área de grande atividade agrícola no país, com potencial utilização de agrotóxicos nas lavouras (muitos destes contendo Mn em sua composição).

2.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Escolares na faixa etária estipulada, nascidos e residentes na região estudada e que apresentavam dentes em processo de esfoliação ou que haviam caído espontaneamente até 6 meses antes da coleta, conforme protocolo seguido por Bauer e colaboradores (2017).

Ademais, para participar da pesquisa, os maiores de sete anos assinaram o Termo de Assentimento (TA) e todos apresentaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado por seus responsáveis, conforme protocolo definido pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC). Foi realizada entrevista com questionário aplicado, contendo perguntas e informações pertinentes ao estudo. O objetivo do questionário foi investigar possíveis efeitos do Mn sobre a população e traçar o perfil socioeconômico, de exposição ambiental e de hábitos de vida da população estudada.

2.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Indivíduo em faixa etária diferente da estipulada, cujo dente havia sido coletado, além daqueles que não assinaram os termos ou que não responderam ao questionário, apesar da coleta do dente.

2.5 COLETA DE DADOS

A coleta de dados se deu com o preenchimento de questionário contendo as variáveis categóricas e quantitativas, e coleta de dentes decíduos. O período foi de oito meses (de março a novembro de 2019).

2.6 AMOSTRA PARA ANÁLISES

As coletas foram realizadas com a colaboração de dentistas de duas unidades básicas de saúde e de dois consultórios privados localizados em Maravilha/SC e por acadêmicos do curso de Odontologia da UNOESC em Joaçaba/SC. Os dentes foram identificados e trazidos pelos pacientes e seus responsáveis ou removidos durante a consulta ao dentista. Foram realizados entrevista para o conhecimento do estudo e convite para participar da pesquisa como voluntários. Foi fornecido TCLE para os responsáveis daqueles que aceitaram participar do estudo e TA para as crianças com idade entre sete e 11 anos.

Os dentes foram armazenados individualmente em recipiente de plástico estéril logo após a coleta. Posteriormente, cada amostra foi acondicionada em microtubos, contendo uma mistura de ácidos nítrico e perclórico para posterior análise, descrita a seguir.

2.7 QUANTIFICAÇÃO DE METAIS POR ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

2.7.1 PREPARAÇÃO DOS TECIDOS E QUANTIFICAÇÃO DE MN

A polpa de cada dente decíduo coletado foi raspada e as restaurações que estiveram presentes em alguns removidas com bisturi. Após, no microtubo, à 50 mg do tecido dentário foi acrescido uma mistura de ácidos nítrico 65% e perclórico (4:1, respectivamente) em volume de 0,9 mL, conforme descrito por Fitsanakis e colaboradores (2008), com algumas modificações. Em seguida, a solução foi armazenada em temperatura ambiente e protegida da luz por 24 horas e, então, aquecida em estufa a 70°C, com agitação moderada repentina por 3 horas.

Depois, as amostras foram dissolvidas em ácido perclórico 1%, obtendo-se volume final de 3 mL e, a seguir, filtradas individualmente em filtro 0,2 µm para obter uma amostra limpa e estéril. Essas amostras foram encaminhadas para o Laboratório dos Solos da UNOESC, em Campos Novos/SC, e submetidas à espectrometria de absorção atômica de chama para a quantificação da concentração de Mn e Fe, sendo os resultados expressos em µg/g de tecido.

2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada análise estatística e descritiva. Para as variáveis qualitativas (ex. características sociodemográficas e estilo de vida em relação ao sexo e à zona de habitação) foram realizadas análises do qui-quadrado ou teste exato de Fisher, dependendo da distribuição das frequências de cada variável. Para as quantitativas (ex. concentrações de Mn em relação ao sexo, zona de habitação e problemas de saúde dos escolares) foi utilizado o Teste t de Student para amostras independentes. Para a análise das concentrações do metal em relação à água utilizada para lavagem dos alimentos e os medicamentos usados pela mãe durante a gravidez, foi utilizada a análise de variância de uma via (ANOVA). As diferenças entre os grupos foram consideradas significativas quando $P < 0,05$. As análises foram realizadas utilizando-se o *software Statistica*[®] e *GraphPad Prism*[®] 8.2.0.

2.9 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto de pesquisa, respeitando a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UNOESC/Joaçaba por envolver seres humanos, recebendo aprovação sob o registro nº 3.174.264. Este estudo não ofereceu riscos aos voluntários.

Antes das coletas, houve a explanação aos participantes sobre o teor da pesquisa, sua relevância, como seria o processo de avaliação e sobre o sigilo dos resultados. Os participantes assinaram duas vias do TCLE, o TA quando necessário e, receberam, uma via da documentação.

3 RESULTADOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DOS INDIVÍDUOS ESTUDADOS

A média de idade dos participantes do estudo foi de 9,34 ± 1,69 anos (Mín.: 6; Máx.: 11) e participaram 24 (48%) do sexo masculino e 26 (52%) do sexo feminino. Habitavam a zona rural 14 (28%) e a zona urbana 36 (72%).

A fim de verificar o grau de contato com agrotóxicos e os fatores que poderiam influenciar na quantidade de metais presentes nos dentes decíduos, foram coletadas, por meio de questionário, as variáveis em relação ao sexo (Tabela 1) e em relação à zona em que habitam (Tabela 2).

Como pode ser observado na Tabela 1, não houve diferenças majoritárias em relação ao sexo nas variáveis coletadas.

Tabela 1 – Perfil socioeconômico, de exposição ambiental e de hábitos de vida indivíduos estudados em relação ao sexo de sete municípios do Oeste, Meio-Oeste e Serra catarinense, 2019

Características	Total % (n)	Feminino % (n)	Masculino % (n)	P
	100 (50)	52,0 (26)	48,0 (24)	
Faixa econômica familiar				
Até 1 salário	12,0 (6)	11,5 (3)	12,5 (3)	0,9312
De 1 a 3 salários	52,0 (26)	50,0 (13)	54,2 (13)	
Mais que 3 salários	36,0 (18)	38,5 (10)	33,3 (8)	
Ingestão de frutas, verduras, legumes e hortaliças				
Sim	92,0 (46)	88,5 (23)	95,8 (23)	0,3370
Não	8,0 (4)	11,5 (3)	4,2 (1)	

Características	Total % (n)	Feminino % (n)	Masculino % (n)	P
	100 (50)	52,0 (26)	48,0 (24)	
Origem dos alimentos				
Horta local	20 (10)	19,2 (5)	20,8 (5)	0,5824
Mercado	30,0 (15)	23,1 (6)	37,5 (9)	
Misto	42,0 (21)	46,2 (12)	37,5 (9)	
Não se aplica	8,0 (4)	11,5 (3)	4,2 (1)	
Utilização de agrotóxico na horta local				
Não	58,0 (29)	57,7 (15)	58,3 (14)	0,3659
Não sabe	4,0 (2)	7,7 (2)	0,0 (0)	
Não se aplica	38,0 (19)	34,6 (9)	41,7 (10)	
Utilização de agrotóxico nos alimentos do mercado				
Sim	42,0 (21)	38,5 (10)	45,8 (11)	0,7397
Não	2,0 (1)	3,9 (1)	0,0 (0)	
Não sabe	28,0 (14)	26,9 (7)	29,2 (7)	
Não se aplica	28,0 (14)	30,7 (8)	25,0 (6)	
Problema de saúde na criança até o momento				
Sim	48,0 (24)	53,9 (14)	41,7 (10)	0,3891
Não	52,0 (26)	46,1 (12)	58,3 (14)	
Origem da água usada no dia a dia para o preparo dos alimentos da criança				
Água tratada	74,0 (37)	73,1 (19)	75,0 (18)	0,8690
Poço artesiano	20,0 (10)	19,2 (5)	20,8 (5)	
Ambos	6,0 (3)	7,7 (2)	4,2 (1)	
Peso da criança ao nascer				
Entre 1000 e 2499g	12,0 (6)	7,7 (2)	16,7 (4)	0,406
2500g ou mais	86,0 (43)	88,4 (23)	83,3 (20)	
Não lembra	2,0 (1)	3,9 (1)	0,0 (0)	

Características	Total % (n)	Feminino % (n)	Masculino % (n)	P
	100 (50)	52,0 (26)	48,0 (24)	
Algum sinal e/ou sintoma diferente na criança				
Sim	6,0 (3)	7,7 (2)	4,2 (1)	0,7160
Não	80,0 (40)	80,8 (21)	79,1 (19)	
Não sabe	2,0 (1)	0,0 (0)	4,2 (1)	
Não se aplica	12,0 (6)	11,5 (3)	12,5 (3)	
Diagnóstico de doença cognitiva ou comportamental prévia				
Não	90,0 (45)	96,1 (25)	83,3 (20)	0,1311
Não sabe	10,0 (5)	3,9 (1)	16,7 (4)	
Uso de medicações pela mãe durante a gravidez				
Sim	34,0 (17)	38,5 (10)	29,2 (7)	0,4839
Não	64,0 (32)	61,5 (16)	66,6 (16)	
Não sabe	2,0 (1)	0,0 (0)	4,2 (1)	

Os valores apresentam as frequências relativa e absoluta para as variáveis qualitativas. Para as variáveis “Faixa econômica”, “Ingestão de frutas, verduras, legumes e hortaliças”, “Diagnóstico de doença cognitiva ou comportamental prévia”, “Uso de medicações pela mãe durante a gravidez”, “Origem da água usada no dia a dia para o preparo dos alimentos das crianças” e “Peso da criança ao nascer” foi utilizado o teste do qui-quadrado e, para as demais variáveis, foi utilizado o teste Exato de Fischer. Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à zona de habitação (Tabela 2), a variável correspondente à origem da água do domicílio para o preparo dos alimentos apresentou diferença significativa no teste de qui-quadrado de Pearson ($p < 0,001$), mostrando que há maior uso de água de poço artesiano na zona rural e maior uso de água tratada na zona urbana.

Com relação as outras variáveis, apesar de não terem revelado diferença significativa, houve, no entanto, algumas que apresentaram associação próxima à significância e que, com números amostrais maiores, poderiam ser relevantes. Como exemplo, podemos mencionar o uso de medicações pela mãe durante a gravidez, o qual foi menor nas que habitavam na zona urbana ($p = 0,0674$).

Tabela 2 – Perfil socioeconômico, de exposição ambiental e de hábitos de vida indivíduos estudados em relação ao local de residência (rural ou urbano) em sete municípios do Oeste, Meio-Oeste e Serra catarinense, 2019

Características	Total % (n)	Zona Rural % (n)	Zona Urbana % (n)	P
	100 (50)	28,0 (14)	72,0 (36)	
Faixa econômica familiar				
Até 1 salário	12,0 (6)	21,4 (3)	8,3 (3)	0,2610
De 1 a 3 salários	52,0 (26)	35,7 (5)	58,3 (21)	
Mais que 3 salários	36,0 (18)	42,9 (6)	33,3 (12)	
Ingestão de frutas, verduras, legumes e hortaliças				
Sim	92,0 (46)	92,9 (13)	91,7 (33)	0,8892
Não	8,0 (4)	7,1 (1)	8,3 (3)	
Origem dos alimentos				
Horta local	20,0 (10)	35,7 (5)	13,9 (5)	0,3797
Mercado	30,0 (15)	21,4 (3)	33,3 (12)	
Misto	42,0 (21)	35,7 (5)	44,4 (16)	
Não se aplica	8,0 (4)	7,1 (1)	8,3 (3)	
Utilização de agrotóxico na horta local				
Não	58,0 (29)	58,0 (29)	52,8 (19)	0,3990
Não sabe	4,0 (2)	4,0 (2)	5,6 (2)	
Não se aplica	38,0 (19)	38,0 (19)	41,7 (15)	
Utilização de agrotóxico nos alimentos do mercado				
Sim	42,0 (21)	21,4 (3)	50,0 (18)	0,1084
Não	2,0 (1)	7,1 (1)	0,0 (0)	
Não sabe	28,0 (14)	28,6 (4)	27,8 (10)	
Não se aplica	28,0 (14)	42,9 (6)	22,2 (8)	
Problema de saúde na criança até o momento				
Sim	48,0 (24)	57,1 (8)	44,4 (16)	0,4196
Não	52,0 (26)	42,9 (6)	55,6 (20)	

Características	Total % (n)	Zona Rural % (n)	Zona Urbana % (n)	<i>P</i>
	100 (50)	28,0 (14)	72,0 (36)	
Origem da água usada no dia a dia para o preparo dos alimentos da criança				
Água tratada	74,0 (37)	35,7 (5)	88,9 (32)	***
Poço artesiano	30,0 (10)	50,0 (7)	8,3 (3)	
Ambos	6,0 (3)	14,3 (2)	2,8 (1)	
Peso da criança ao nascer				
Entre 1000 e 2499g	12,0 (6)	14,3 (2)	11,1 (4)	0,2489
2500g ou mais	86,0 (43)	78,6 (11)	88,9 (32)	
Não lembra	2,0 (1)	7,1 (1)	0,0 (0)	
Algum sinal e/ou sintoma diferente na criança				
Sim	6,0 (3)	7,1 (1)	5,6 (2)	0,1397
Não	80,0 (40)	64,3 (9)	86,1 (31)	
Não sabe	2,0 (1)	0,0 (0)	2,8 (1)	
Não se aplica	12,0 (6)	28,6 (4)	5,6 (2)	
Diagnóstico de doença cognitiva ou comportamental prévia				
Não	90,0 (45)	85,7 (12)	91,7 (33)	0,5287
Não sabe	10,0 (5)	14,3 (2)	8,3 (3)	
Uso de medicações pela mãe durante a gravidez				
Sim	34,0 (17)	50,0 (7)	27,8 (10)	0,0674

Os valores apresentam as frequências relativa e absoluta para as variáveis qualitativas. Para as variáveis “Faixa econômica”, “Ingestão de frutas, verduras, legumes e hortaliças”, “Diagnóstico de doença cognitiva ou comportamental prévia”, “Uso de medicações pela mãe durante a gravidez”, “Origem da água usada no dia a dia para o preparo dos alimentos das crianças” e “Peso da criança ao nascer” foi utilizado o teste do qui-quadrado e, para as demais variáveis, foi utilizado o teste Exato de Fischer. A diferença estatística significativa foi considerada quando $P < 0,001$ (***).

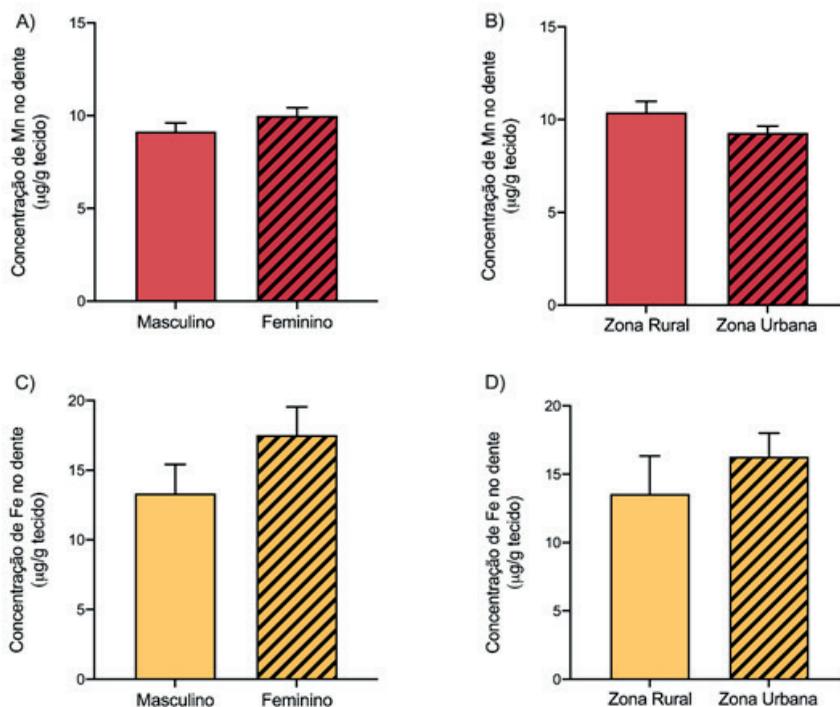
Fonte: Dados da pesquisa.

3.2 PRESENÇA DE METAIS NA DENTIÇÃO DECÍDUA

Foi mensurada a concentração dos metais Mn e Fe na dentição decídua das crianças, a fim de explorar diferenças entre as categorias da amostra.

A Figura 1 apresenta os resultados da concentração de Mn no dente dos escolares masculinos e femininos (Figura 1A) e em relação à zona de habitação (Figura 1B). Não houve diferenças significativas na concentração deste metal entre os grupamentos (entre os sexos: $t_{(48)} = -1,32$; $p=0,1912$; em relação à zona de habitação: $t_{(48)} = 1,58$; $p=0,1196$). Em relação as concentrações de Fe, pode ser observado que não houve diferença significativa ($t_{(48)} = -1,44$; $p=0,1536$) em relação ao sexo (Figura 1C). Da mesma forma, em relação à zona de habitação (Figura 1D), não houve diferenças no acúmulo do Fe nos dentes dos participantes ($t_{(48)} = -0,83$; $p=0,4100$).

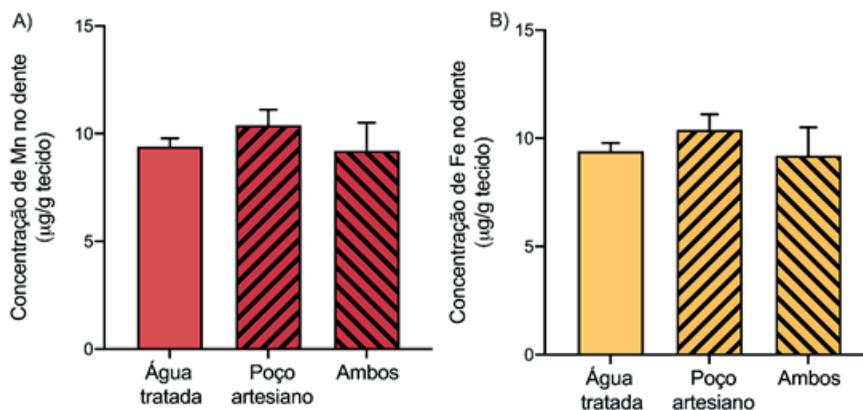
Figura 1 – Concentração de Manganês e Ferro nos dentes decíduos em relação ao sexo e local de residência em sete municípios do Oeste, Meio-Oeste e Serra catarinense, 2019



Fonte: Dados da pesquisa.

Foram avaliadas as concentrações dos metais nos dentes em relação à origem da água (Figura 2). A concentração de Mn (Figura 2A; $F(2,47) = 0,7956$; $p = 0,4572$) e de Fe (Figura 2B; $F(2,47) = 0,0274$; $p = 0,9729$) nos dentes não foram diferentes quando a água utilizada para o preparo dos alimentos era a partir da água tratada e/ou da água de poço artesiano.

Figura 2 – Concentração de Manganês e Ferro nos dentes decíduos em relação à origem da água utilizada no preparo dos alimentos em sete municípios do Oeste, Meio-Oeste e Serra catarinense, 2019

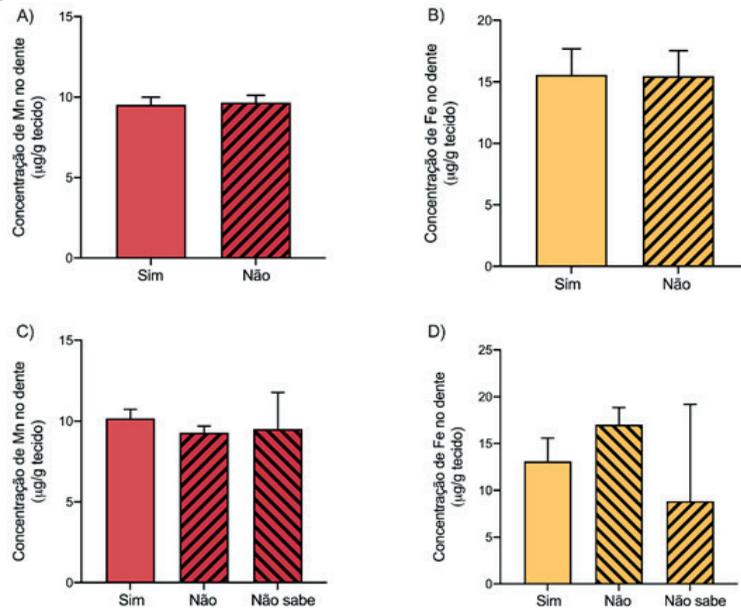


Fonte: Dados da pesquisa.

O próximo passo foi verificar a relação entre a concentração dos metais e o aparecimento de problemas de saúde na criança durante a infância. Para isto, as crianças foram agrupadas entre aquelas que apresentaram algum problema de saúde ($n=24$) e as que não apresentaram problemas de saúde até o momento ($n=26$). Os resultados do acúmulo de Mn (Figura 3A; $t_{(48)}=0,20$; $p=0,8301$) e Fe (Figura 3B; $t_{(48)}=0,03$; $p=0,9760$) apontam que não houve diferenças significativas na concentração desses metais em relação ao surgimento de problemas de saúde. É importante mencionar que dentre os problemas de saúde relatados encontram-se gripes, resfriados, otites médias virais e bacterianas, pneumonias bacterianas e anemia.

Não foi possível obter conclusões acerca da relação entre a concentração dos metais nos dentes avaliados com a presença de algum distúrbio cognitivo ou comportamental nos sujeitos avaliados, visto que 90% das respostas foram negativas para “Diagnóstico de doença cognitiva ou comportamental prévia” e 10% das respostas foram “não sabe”, no questionário.

Figura 3 – Concentração de Manganês e Ferro nos dentes decíduos em relação ao aparecimento de problemas de saúde na criança durante a infância e o uso de medicações pela mãe durante a gravidez em sete municípios do Oeste, Meio-Oeste e Serra catarinense, 2019



Fonte: Dados da pesquisa.

Além disso, também foram avaliadas as concentrações de metais nos dentes em relação aos medicamentos utilizados na gestação do filho, o que poderia influenciar no acúmulo de metais, visto que a falta do uso de medicações para anemia, por exemplo, poderia causar acúmulo de Mn no organismo. Sendo assim, a Figura 3 também demonstra que o uso dos medicamentos pela mãe durante a gravidez não influenciaram de maneira significativa na concentração de Mn (Figura 3C; $F_{(2,47)}=0,8516$; $p=0,4331$) e nem de Fe (Figura 3D; $F_{(2,47)}=1,02$; $p=0,3687$) nas amostras.

4 DISCUSSÃO

A concentração de Mn no organismo, bem como sua toxicidade no SNC com a exposição contínua ao longo do tempo, tem despertado o interesse por estudos nas últimas décadas. Isto se deve ao crescente relato de aumento da exposição ao metal na população como um todo, seja pela exposição ocupacional ou ambiental, esta última em evidência devido à utilização em larga escala de agrotóxicos em lavouras (ANDRADES; GANIMI, 2007). Apesar disso, ainda existem poucos estudos sobre o assunto, considerando a importância desta temática.

Costumeiramente, os agroquímicos são conhecidos pela sua função de prevenção e combate a pragas agrícolas. Por meio de inseticidas, fungicidas, herbicidas, rodenticidas e afins, produtores do campo são capazes de evitar a ação danosa dos seres vivos nocivos às plantações e flora nativa, propiciando uma colheita mais rápida e maior produtividade (MANIGLIA, 2009).

No Brasil, Santa Catarina é o 11º Estado que mais utiliza agrotóxicos, com aumento considerável no consumo desde 2005 (SINDAG, 2014). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), o município de Chapecó é o 2º maior produtor agrícola do Estado, sendo que cerca de 70% das plantações produtivas utilizam agroquímicos. Dentre estes pesticidas estão o Mancozeb e o Maneb (que contém 20% de Mn), amplamente consumidos para uso em plantações de soja. Da exposição crônica a estes agrotóxicos, podem surgir danos regulares em seres humanos, comprometendo a saúde de cultivadores e consumidores, principalmente relacionados com o SNC, podendo afetar memória e movimentos, além de câncer, alergias e problemas no sistema imunológico (ROWE *et al.*, 2016; COSTA-SILVA *et al.*, 2018).

Este estudo, portanto, os níveis (em µg/g) de Mn e Fe na amostra utilizada (dentes decíduos) não apresentaram diferenças significativas nas variáveis relacionadas ao sexo. Quanto aos aspectos analisados referentes ao domicílio, a variável relacionada à origem da água usada para o preparo dos alimentos da criança apresentou diferença significativa ($p < 0,001$) em relação à zona de residência.

De acordo com Gunier e colaboradores (2013), a origem da água no domicílio é fundamental em pesquisas deste tipo, pois sabe-se que a quantidade de Mn naturalmente presente no solo pode aumentar devido à utilização de pesticidas agrícolas contendo o metal.

Algumas outras variáveis relacionadas à zona de habitação tiveram valores próximos à significância. Foi o caso da variável “uso de medicações pela mãe durante a gravidez”, sendo menor este uso nas gestantes que habitavam a zona urbana, tendo valor de $p = 0,0674$, embora não tenha sido estatisticamente significativo.

Assim sendo, acredita-se que com um maior n amostral, esta variável poderia contribuir com maior impacto no resultado. No estudo, houve bastante dificuldade em conseguir as amostras, pois muitos dos responsáveis não se dispuseram em participar da pesquisa. Outro fator que também dificultou a coleta de amostras foi o apego do escolar pelo dente, pois muitas crianças guardam em casa seus dentes decíduos caídos.

Conforme Wang e colaboradores (2019), a variável citada anteriormente é importante, pois estes autores verificaram que o uso de suplementos na gestação, como o ácido fólico, influencia as concentrações urinárias de Mn. Outro estudo também indicou que mulheres grávidas que usavam suplementos de Fe durante a gestação eram um preditor significativo das concentrações de Mn no sangue, pois as gestantes que usavam tais medicações tinham níveis de Mn mais baixos (CALLAN *et al.*, 2013). Assim, os dois estudos sugerem que estes medicamentos diminuem os níveis de Mn no organismo, o que sugere importante dado para ser verificado em pesquisas futuras sobre intoxicação por este metal pesado.

Com relação à presença de doença cognitiva ou comportamental, foi questionado por meio do formulário aplicado no presente estudo se alguma destas comorbidades havia sido previamente apresentada ou diagnosticada no escolar sendo esta, naturalmente, de conhecimento do responsável. Ao final

da pesquisa, 90% dos entrevistados responderam não haver diagnóstico desta classe de doenças. Além disso, 10% disseram que não sabiam sobre diagnóstico prévio de comorbidades relacionadas ao comportamento da criança, o que dificultou uma análise ideal desta variável. Assim, não foi possível analisar neste estudo se as concentrações de Mn obtidas na dentição decídua apresentaram relação da utilização de agrotóxicos, contendo o metal com alterações cognitivas ou comportamentais nos escolares.

Ademais, este estudo caracterizou-se por uma análise de exposição ao Mn de longo prazo, pois avaliou-se questões sobre exposição pré-natal durante a gestação até a idade escolar. Contudo, não foi possível discriminar se houve exposição ambiental ao Mn no período intraútero ou durante a infância.

Por outro lado, é importante mencionar que, de acordo com os resultados obtidos, não houve relação da exposição ao Mn com alterações neurológicas na faixa etária estudada. Isto é um fato positivo, visto que não se verificou comprometimento da saúde destas crianças causada pelo metal.

Ademais, é bem descrito na literatura o potencial de toxicidade neurológica que o Mn possui em exposições prolongadas, o que não foi observado neste estudo. Sendo assim, sugere-se a importância de haver mais estudos na área para avaliar a concentração de Mn pré e pós-natal em populações expostas a agroquímicos contendo Mn.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se, tendo em vista a ausência de diferenças entre a concentração de Mn na dentição decídua dos escolares habitantes da zona rural e urbana, que a exposição ao metal é semelhante nas duas áreas. Outrossim, aparentemente, na população estudada, a concentração de Mn na dentição decídua não apresenta relação com a exposição ambiental avaliada e com os hábitos de vida da população estudada.

REFERÊNCIAS

ANDRADES, T. O.; GANIMI, R. N. Revolução Verde e a apropriação capitalista. **CES Rev**, v. 21, p. 43-56, 2007.

ASCHNER, M. *et al.* Manganese: Recent advances in understanding its transport and neurotoxicity. **Toxicol Appl Pharmacol**, v. 221, p. 131-147, 2007.

BAST-PETTERSEN, R. *et al.* Neuropsychological function in manganese alloy plant workers. **Int Arch Occup Environ Health**, v. 77, n. 4, p. 277-287, 2004.

BAUER, J. A. *et al.* Manganese in teeth and neurobehavior: Sex-specific windows of susceptibility. **Environ Int**, v. 108, p. 299-308, 2017.

CALLAN, A. C. *et al.* Maternal exposure to metals— concentrations and predictors of exposure. **Environ Res**, v. 126, n. 4, p. 111-117, 2013.

CHEN, P. *et al.* Manganese homeostasis in the nervous system. **J Neurochem**, v. 70, n. 4, p. 601-610, 2015.

CHEN, P. *et al.* Metals and Neurodegeneration. **F1000 Res**, v. 5, p. 1-12, 2016.

COSTA-SILVA, D. G. *et al.* Mancozeb exposure results in manganese accumulation and Nrf2-related antioxidant responses in the brain of common carp *Cyprinus carpio*. **Environ Sci Pollut Res**, v. 25, n.16, p. 15529-15540, 2018.

ERIKSON, K. M.; ASCHNER, M. Manganese neurotoxicity and glutamate–GABA interaction. **Neurochem Int**, v. 43, p. 475-480, 2003.

ERIKSON, K. M. *et al.* Interactions between excessive manganese exposures and dietary iron-deficiency in neurodegeneration. **Environ Toxicol Pharmacol**, v. 19, p. 415-442, 2005.

FITSANAKIS, V. A. *et al.* Measuring brain manganese and iron accumulation in rats following 14 weeks of low-dose manganese treatment using atomic absorption spectroscopy and magnetic resonance imaging. **Toxicol Sci**, v. 103, n. 1, p. 116-124, 2008.

GUNSHIN, H. Cloning and characterization of a mammalian proton-coupled metal-ion transporter, **Nature**, v. 388, p. 482-488, 1997.

GURNIER, R. B. *et al.* Determinants of manganese in prenatal dentin of shed teeth from chamacos children living in an agricultural community. **Environ Sci Technol**, v. 47, n. 19, p. 11249-11257, 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

KUMAGAI, A. *et al.* Concentrations of trace element in human dentin by sex and age. **Forensic Sci Int**, v. 219, n. 1-3, p. 29-32, 2012.

LANDRIGAN, P. J. Pediatric lead poisoning: Is there a threshold? **Pub Health Rep**, v. 115, n. 6, p. 530-531, 2000.

LJUNG, K.; VAHTER, M. Time to re-evaluate the guideline value for manganese in drinking water? **Environ Health Perspect**, v. 115, p. 1533-1538, 2007.

MANIGLIA, E. **As interfaces do direito agrário e dos direitos humanos e a segurança alimentar**. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

MELGAR, C. et al. Pollutants in drainage channels following long-term application of mancozeb to banana plantations in southeastern Mexico. **J Plant Nutr Soil Sci**, v. 171, p. 597-604, 2008.

MILATOVIC, D.; ASCHNER, M. Modulation of cholinergic systems by manganese. **Neurotoxicol**, v. 28, n. 5, p. 1003-1014, 2007.

PALMER, R. F. et al. Organic compounds detected in deciduous teeth: a replication study from children with autism in two samples. **J Environ Pub Health**, v. 2015, p. 1-9, 2015.

PARMALEE, N. L.; ASCHNER, M. Manganese and aging. **Neurotoxicol**, v. 56, p. 262-268, 2016.

PERES, T. V. et al. Manganese-induced neurotoxicity: a review of its behavioral consequences and neuroprotective strategies. **BMC Pharmacol Toxicol**, v. 17, n. 1, p. 57, 2016.

ROWE, C. et al. Residential proximity to organophosphate and carbamate pesticide use during pregnancy, poverty during childhood, and cognitive functioning in 10-year-old children. **Environ Res**, v. 150, p. 128-137, 2016.

SINDAG – Sindicato Nacional das Indústrias de Defensivos Agrícolas. **Vendas de defensivos agrícolas são recordes e vão a US\$ 8,5 bi em 2011**. 2014. Disponível em: http://www.sindag.com.br/noticia.php?News_ID=2256, Acesso em: 22 maio 2020.

SMARGIASSI, A. et al. A comparative study of manganese and lead levels in human umbilical cords and maternal blood from two urban centers exposed to different gasoline additives. **Sci Total Environ**, v. 290, p. 157-164, 2002.

WANG, X. et al. Urinary concentrations of environmental metals and associating factors in pregnant women. **Environ Sci Pollut Res**, v. 26, n. 13, p. 13464-13475, 2019.

WHO - World Health Organization. **Manganese in drinking water. background document for development of guidelines for drinking water quality**. WHO: Geneva, 2004.

YOON, M. et al. Physiologically based pharmacokinetic modeling of fetal and neonatal manganese exposure in humans: Describing manganese homeostasis during development. **Toxicol Sci**, v. 122, n. 2, p. 297-316, 2011.

Recebido em: 8 de Março de 2021

Avaliado em: 10 de Abril de 2021

Aceito em: 19 de Abril de 2021



A autenticidade desse artigo pode ser conferida no site <https://periodicos.set.edu.br>

2 Médico Pediatra, Hospital Materno-Infantil Presidente Vargas, Porto Alegre/RS; Programa de Pós-Graduação em Biociências e Saúde da Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus de Joaçaba/SC.
E-mail: leandro.fleury81@gmail.com

3 Doutora em Odontologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Professora do Programa de Pós-Graduação em Biociências e Saúde da Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus de Joaçaba/SC.
E-mail: grasieli.ramos@unoesc.edu.br

4 Doutora em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Laboratório dos Solos, Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus de Campos Novos/SC.
E-mail: analu.mantovani@unoesc.edu.br

5 Doutor em Fisiologia Geral pela Universidade de São Paulo; Professor do Programa de Pós-Graduação em Biociências e Saúde da Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus de Joaçaba/SC.
E-mail: diego.carvalho@unoesc.edu.br

6 Doutora em Neurociências pela Universidade Federal de Santa Catarina; Professora do Programa de Pós-Graduação em Biociências e Saúde da Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus de Joaçaba/SC.
E-mail: aline.remor@unoesc.edu.br



Este artigo é licenciado na modalidade acesso abertosob a Atribuição-Compartilha Igual CC BY-SA