

Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

Cecília Freitas da Silva Araújo

**Fatores nutricionais e efeitos no comportamento de escolares expostos ambientalmente
ao manganês em Simões Filho, Bahia.**

Rio de Janeiro

2019

Cecília Freitas da Silva Araújo

**Fatores nutricionais e efeitos no comportamento de escolares expostos ambientalmente
ao manganês em Simões Filho, Bahia.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente, da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências. Área de concentração: Gestão Socioambiental e Promoção da Saúde.

Orientadora: Prof^ª. Dr.^ª Sandra de Souza Hacon

Coorientador: Prof. Dr. José Antônio Menezes Filho

Rio de Janeiro

2019

Nutritional factors and effects on the behavior of schoolchildren environmentally exposed to manganese in Simões Filho, Bahia.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Catálogo na fonte
Fundação Oswaldo Cruz
Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde
Biblioteca de Saúde Pública

A663f Araújo, Cecília Freitas da Silva.
 Fatores nutricionais e efeitos no comportamento de escolares
 expostos ambientalmente ao manganês em Simões Filho, Bahia /
 Cecília Freitas da Silva Araújo. — 2019.
 187 f. : il. color. ; graf. ; mapas ; tab.

 Orientadora: Sandra de Souza Hacon.
 Coorientador: José Antônio Menezes Filho.
 Tese (doutorado) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de
 Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2019.

 1. Criança. 2. Comportamento. 3. Estado Nutricional. 4. Manganês.
 5. Exposição Ambiental. 6. Dieta. 7. Avaliação Nutricional.
 8. Biomarcadores. I. Título.

CDD – 23.ed. – 613.2

Cecília Freitas da Silva Araújo

**Fatores nutricionais e efeitos no comportamento de escolares expostos ambientalmente
ao manganês em Simões Filho, Bahia.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente, da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências. Área de concentração: Gestão Socioambiental e Promoção da Saúde.

Aprovada em: 22 de outubro de 2019

Banca Examinadora

Prof.^a Dr.^a Ludmilla da Silva Viana Jacobson
Universidade Federal Fluminense

Prof.^a Dr.^a Sílvia Maria Franciscato Cozzolino
Universidade de São Paulo

Prof.^a Dr.^a Beatriz Fátima Alves de Oliveira
Fundação Oswaldo Cruz - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

Prof.^a Dr.^a Karla Meneses Rodrigues
Fundação Oswaldo Cruz - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

Prof. Dr. José Antônio Menezes Filho
Universidade Federal da Bahia

Prof.^a Dr.^a Sandra de Souza Hacon
Fundação Oswaldo Cruz - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

Rio de Janeiro

2019

Dedico este trabalho à minha avó querida, minha xará, minha madrinha, exemplo de força e superação, **Cecília Francisca de Freitas** (*in memoriam*), que não pode esperar pela sua primeira neta doutora. Onde quer que esteja, meu amor e minha gratidão pela oportunidade de aprendizado ao seu lado, todos esses anos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, causa primeira de todas as coisas, pela oportunidade desse momento ímpar de crescimento, de evolução moral e intelectual.

Nessa caminhada do doutorado muitas foram as pessoas que contribuíram para que tudo tornar-se realidade. Muitos se transformaram em meus orientadores informais nessa jornada. Muitos se tornaram amigos.

Meus orientadores oficiais, Prof.^a Sandra Hacon, por aceitar me orientar, encarando todos os desafios de uma orientação à distância, mas sempre acreditando que nem a distância nem o tempo seriam capazes de destruir um projeto. O Prof. Antônio Menezes, meu grande mestre, que sempre acreditou em mim, sempre pensando nos seus pupilos, indicando o melhor caminho a seguir. Serei eternamente grata pela sua chegada na minha vida acadêmica e profissional. A vocês, agradeço imensamente pela confiança, carinho, disponibilidade e compreensão.

Meus agradecimentos à Prof.^a Mirian Vazquez, que esteve ao meu lado desde sempre, com sua alegria contagiante colaborando, orientando de forma firme, mas sutil, aprimorando o trabalho. E junto com ela, todas as estudantes do curso de nutrição da UNEB, que de forma voluntária aceitaram estar ao meu lado em todas as etapas, acompanhando as coletas, as análises, firmes até o final. Ádila, Carol, Fabiane, Glória, Ingrid, Jacqueline, Janiele, Samire e Tamires, a colaboração de vocês foi muito importante para chegarmos até aqui.

Diorlene, não tenho palavras para agradecer seu apoio na etapa mais importante da pesquisa. Seu conhecimento, sua expertise, sua orientação foram decisivas para entendimento e conclusão desse trabalho. Que sua jornada doutoral seja amparada por pessoas tão companheiras quanto você foi comigo.

Nessa longa e solitária jornada que é o doutorado, tive momentos de apoio humanitários que jamais esquecerei, minha ida aos EUA, foi um deles. A realização do doutorado-sanduíche na Universidade de Buffalo, foi fenomenal, tanto no acolhimento de todos do departamento de Epidemiologia, quanto na experiência profissional, principalmente pela Prof.^a. Katarzyna Kordas, exemplo de pessoa. Tê-la como orientadora no exterior fez tudo valer a pena. Gratidão eterna.

Aos amigos do laboratório de toxicologia da faculdade de farmácia da UFBA, Juliana, Nathália, Fabiana, Erival, Sérgio, Ana Laura, Ferréo, Rômula, Yná, Matheus... a muitos agradeço a colaboração no trabalho e a outros agradeço a companhia nos momentos do trabalho. Sinto-me honrada em fazer parte desse grupo.

Aos colegas do doutorado e do mestrado ENSP, que acabaram se tornando meus amigos, me acolheram e fizeram o ano de 2015 ser menos doloroso longe de casa. O apoio mútuo foi fundamental para não sucumbirmos a tantas tarefas e pressões. Quem sai de um doutorado sem histórias para contar não é um doutorando. Nós que o digamos, não é mesmo Hayra? Minha eterna gratidão a Priscila, que se não estivesse no lugar certo, na hora certa, me defendendo, eu não estaria agora escrevendo essas palavras. Você foi uma enviada de Deus para me proteger. Grata!

Aos amigos cariocas, especialmente Gabi e Roberto, que mesmo sem me conhecer, me receberam em seu lar e deram todo o apoio necessário, fazendo o início ser mais acolhedor. Grata!

Aos colaboradores da ENSP/FIOCRUZ, na secretaria, coordenação, docentes, dentre outros, cada um na sua excelência contribuíram de forma magistral em todo o percurso doutoral, tornando essa caminhada possível. Grata!

Aos gestores e professores das escolas de Simões Filho-Bahia, que abraçaram a pesquisa, e em muitos momentos se empenharam verdadeiramente para que os alunos participassem do estudo; meus sinceros agradecimentos.

As crianças, os adolescentes e seus responsáveis, que nos deram um voto de confiança e aceitaram nos doar seu tempo, informações pessoais, material biológico e a colaboração necessária para nosso estudo; minha eterna gratidão.

À minha família - pais, irmãos, avó, tios, primos, sobrinhos, sogros, cunhadas (os) - todos tão felizes e empolgados com a possibilidade de ter a primeira doutora na família, sou imensamente grata pelo apoio e incentivo em todos os momentos dessa trajetória tão inesperada e tão peculiar que foi esse doutorado.

Um agradecimento muitíssimo especial a Elson, meu marido, que suportou longas ausências, mas permaneceu firme, apoiando minhas escolhas. Creio que só o amor mesmo para superar todos os percalços que tivemos. Sem o seu apoio não chegaria até aqui. Te amo!

Não poderia deixar de agradecer a Omael, meu guia e anjo guardião, que desde que passei a lhe ouvir, a minha vida tem sido melhor, a sua presença constante tem sido uma benção. Muito obrigada pela proteção.

E finalmente a você, que não mencionei, que não disse o nome, mas que de alguma forma e em algum momento fez parte dessa trajetória e colaborou para que tudo desse certo, mesmo sem perceber... Muito obrigada!

“O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.”

FERNANDO SABINO (1923-2004).

RESUMO

A avaliação do estado nutricional (EN) de crianças e adolescentes é um procedimento diagnóstico que permite identificar a magnitude, o comportamento, os agravos nutricionais, assim como identificar os grupos de risco e definir intervenções adequadas que melhorem as condições de saúde da população infantil. Crianças e adolescentes são constantemente expostos a contaminantes ambientais que gradativamente deterioram a sua saúde. Um desses contaminantes é o manganês (Mn), elemento essencial ao ser humano, mas neurotóxico quando sob exposição excessiva. Avaliar o EN de crianças e adolescente expostos a contaminantes ambientais é ainda mais relevante, uma vez que esse tipo de exposição gradativamente deteriora a saúde delas, levando a consequências físicas, emocionais, sociais e comportamentais, que geram um ônus a elas, à família e à sociedade em geral. No município de Simões Filho-BA, escolares são expostos a material particulado contendo Mn emitido de uma fonte instalada na região desde a década de 1960. O objetivo desse trabalho foi avaliar se fatores nutricionais estão associados com os problemas de comportamento dos escolares expostos ao Mn no município baiano. A metodologia compreendeu um estudo descritivo e exploratório por meio de consulta à uma base de dados existente. O EN dos escolares foi avaliado por antropometria (z-scores), composição corporal, alterações clínicas e qualidade da dieta, sendo essa avaliada, por meio do índice qualidade da dieta revisado (IQD-R) para população brasileira. Os biomarcadores de exposição ao Mn analisados foram Mn no sangue, Mn no cabelo e Mn nas unhas dos pés. Os aspectos psicológicos incluíram problemas de comportamento internalizante e externalizante. Os resultados indicaram para o EN, o diagnóstico de eutrofia em 73% da população avaliada. A qualidade da dieta necessita de modificação para 79% dos escolares. A pontuação média do IQD-R foi 74,5 pontos. Foi identificada associação entre o componente alimentar frutas integrais e o comportamento internalizante ($p = 0,048$) e associação entre o IQD-R e o comportamento externalizante estratificado como 'agressividade' ($p = 0,047$). A conclusão foi de que o estado nutricional da maioria dos escolares é eutrófico, mas a qualidade da dieta necessita de modificação. Alguns escores dos fatores nutricionais analisados apresentaram associação com alguns biomarcadores de exposição, bem como com algumas subescalas dos problemas de comportamento dos escolares do município baiano.

Palavras-chave: Crianças; Comportamento; Estado nutricional; Manganês; Qualidade da dieta.

ABSTRACT

The evaluation of the nutritional status of children and adolescents is a diagnostic procedure that allows the identification of magnitude, behavior, nutritional disorders, as well as identifying risk groups and defining appropriate interventions that improve the health and life conditions of children population. Children and adolescents are constantly exposed to environmental contaminants that gradually deteriorate their health. One of these contaminants is manganese (Mn), an essential element for humans, but neurotoxic when under excessive exposure. Assessing the nutritional status of children and adolescents exposed to environmental contaminants is even more relevant, as this type of exposure gradually deteriorates their health, leading to physical, emotional, social and behavioral consequences, which place a burden on them, the family and society in general. In the municipality of Simões Filho-BA, schoolchildren are exposed to particulate material containing Mn emitted from a source installed in the region since the 1960s. The objective of this study was to evaluate whether nutritional factors are associated with the behavior problems of students exposed to Mn in the city of Bahia. The methodology comprised a descriptive and exploratory study by consulting an existing database. The students' nutritional status was assessed by anthropometry (z-scores), body composition, clinical changes and diet quality, which was assessed using the revised diet quality index (IQD-R) for the Brazilian population. The biomarkers of exposure to Mn analyzed were Mn in blood, Mn in hair and Mn in toenails. Psychological aspects included internalizing and externalizing behavior problems. The results indicated, for nutritional status, the diagnosis of eutrophy in 73% of the evaluated population. Diet quality needs modification for 79% of students. The mean score of the IQD-R was 74.5 points. An association was identified between the whole fruit food component and internalizing behavior ($p = 0.048$) and an association between the IQD-R and externalizing behavior stratified as 'aggressiveness' ($p = 0.047$). The conclusion was that the nutritional status of most students is eutrophic, but the quality of the diet needs to be modified. Some scores of the analyzed nutritional factors were associated with some exposure biomarkers, as well as with some subscales of behavioral problems of schoolchildren in the city of Bahia.

Keywords: School-aged children; Manganese; Malnutrition; Quality of diet; Behavior.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fotografia 1	Pátio interno da eletrossiderúrgica com a emissão do poluente no ar...	54
Fotografia 2	Entrada principal de eletrossiderúrgica.....	55
Fotografia 3	Reunião com os gestores do município de Simões Filho.....	139
Fotografia 4	Reunião com os responsáveis pelos escolares.....	140
Quadro 1	Métodos de avaliação nutricional de coletividades.....	28
Quadro 2	Número de porções diárias recomendadas por 1000 Kcal, valor energético médio das porções segundo os grupos de alimentos do Guia Alimentar para a População Brasileira e os componentes e número de porções diárias/1000 kcal do Índice de Qualidade da Dieta Revisado (IQD-R).....	60
Quadro 3	Distribuição da pontuação e das porções dos componentes do IQD-R	61
Quadro 4	Pontos de corte dos grupos de alimentos.....	63
Figura 1	Imagem da localização do município de Simões Filho-Bahia.....	53
Figura 2	Área de estudo mostrando parte do município de Simões Filho, a fonte de exposição de Mn e as 4 escolas de ensino fundamental selecionadas.....	56
Figura 3	Desenho esquemático mostrando a distribuição espacial das quatro escolas do estudo e a fonte de exposição de Mn em Simões Filho-BA	71
Figura 4	Estado nutricional de escolares de 7 a 12 anos de idade de acordo com os índices peso/idade (P/I), EstaturE/Idade (E/I) e índice de massa corporal/idade (IMC/I), Simões Filho, Bahia, 2015 – 2017.....	78
Figura 5	Curva de crescimento: indicador estatura por idade, escolares de 7 a 12 anos. Simões Filho-Ba, 2015-2017.....	78
Figura 6	Curva de crescimento: indicador peso por idade, escolares de 7 a 12 anos. Simões Filho-Ba, 2015-2017.....	79
Figura 7	Curva de crescimento: indicador IMC por idade, escolares de 7 a 12 anos. Simões Filho-Ba, 2015-2017.....	79
Figura 8	Etapas da coleta de dados.....	141
Gráfico 1	Gráfico radar representando uma pontuação ideal (100 pontos) e as duas pontuações da população com diferentes padrões de qualidade de acordo com a pontuação do componente IQD-R.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Manifestações clínicas das principais carências nutricionais.....	29
Tabela 2	Características sociodemográficas e domiciliares dos participantes do estudo (n=242), Simões Filho-Bahia, 2015-2017.....	70
Tabela 3	Informações ambientais e espaciais das escolas em Simões Filho-Ba, 2015-2017.....	72
Tabela 4	Níveis do biomarcador de manganês no sangue (MnS) em crianças em idade escolar segundo a localização das escolas (n=218). Simões Filho-Bahia, 2015-2017.....	73
Tabela 5	Níveis do biomarcador de manganês no cabelo (MnC) em crianças em idade escolar segundo a localização das escolas, Simões Filho-Bahia, 2015-2017.....	75
Tabela 6	Níveis do biomarcador de manganês na unha (MnUp) em crianças em idade escolar segundo a localização das escolas, Simões Filho-Bahia, 2015-2017.....	76
Tabela 7	Características do estado nutricional das crianças e adolescentes (n=242) de acordo com as escolas do estudo, Simões Filho-Bahia, 2015–2017.....	80
Tabela 8	Descrição do ferro sérico (FeS) encontrado no exame de sangue da população e o alcance da referência de normalidade. Simões Filho-Bahia, 2015-2017.....	83
Tabela 9	Característica da dieta por gênero (n=196), Simões Filho-Bahia, 2015–2017.....	84
Tabela 10	Característica da dieta por escola (n=196), Simões Filho-Bahia, 2015–2017.....	84
Tabela 11	Descrição das características sociodemográficas e domiciliares dos participantes do estudo segundo o IQD-R dos escolares (n=196), Simões Filho-Bahia, 2015 - 2017.....	86
Tabela 12	Relação entre o estado nutricional e qualidade da dieta dos escolares, Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.	87
Tabela 13	Descrição do manganês dietético (MnD) encontrado na dieta da população e o alcance da referência de consumo por escola. Simões Filho-Bahia, 2015 - 2017.	90
Tabela 14	Descrição do ferro dietético (FeD) encontrado na dieta da população e o alcance da referência de consumo por escola. Simões Filho-Bahia, 2015 - 2017.	91
Tabela 15	Distribuição dos níveis do biomarcador manganês no sangue (MnS) dos escolares segundo indicadores nutricionais, Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.....	93
Tabela 16	Distribuição dos níveis do biomarcador de manganês no cabelo (MnC) dos escolares segundo os fatores nutricionais, Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.....	95

Tabela 17	Distribuição dos níveis do biomarcador de manganês na unha dos pés (MnUp) dos escolares, segundo os fatores nutricionais. Simões Filho, 2015 – 2017.	99
Tabela 18	Matriz de correlação de Spearman entre os biomarcadores, a idade e os fatores nutricionais dos escolares.	100
Tabela 19	Matriz de correlações de Spearman entre os biomarcadores e os componentes alimentares consumidos pelos escolares.....	101
Tabela 20	Associação bruta entre os biomarcadores e o índice de qualidade da dieta revisado dos escolares. Simões Filho, 2015 – 2017.....	102
Tabela 21	Relação entre os fatores nutricionais e os comportamentos internalizante e externalizante dos escolares, Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.....	103
Tabela 22	Matriz de correlação de Spearman entre os fatores nutricionais e os escores que compõem comportamento internalizante dos escolares. Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.....	107
Tabela 23	Matriz de correlação de Spearman entre os fatores nutricionais e os escores do comportamento externalizante dos escolares. Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.....	108
Tabela 24	Matriz de correlação de Spearman entre os escores dos comportamentos internalizante, externalizante e os grupos de alimentos que compõem o IQD-R. Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.	109
Tabela 25	Medidas descritivas dos grupos de alimentos e o IQD-R por comportamento internalizante e externalizante dos escolares do estudo. Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.....	112
Tabela 26	Associação bruta entre os desfechos comportamentais e o índice da qualidade da dieta revisado em escolares. Simões Filho, 2015 – 2017..	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Adrenalina
AHV	Ácido Homovanílico
AHV	Ácido Homovanílico
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CA	Circunferência da Abdominal
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética
CBCL	Child Behavior Checklist
CDC	Centers for Disease Control
COMY	Catecol O-Metiltransferase
DA	Dopamina
DRI	Dietary Reference Intakes
E/I	Estatura por Idade
EAA-FG	Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite
EM	Estado Nutricional
ENSP	Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca
FAPESB	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia
Fe	Ferro
FeD	Ferro Dietético
FeS	Ferro sérico
FIOCRUZ	Fundação Osvaldo Cruz
GABA	Ácido γ -Aminobutírico
Hb	Hemoglobina
HEI	Healthy Eating Index
HEI-2005	Healthy Eating Index-2005
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDHM	Índice e Desenvolvimento Humano Municipal
IDLH	Immediately Dangerous to Life or Health Air Concentration
IDR	Ingestão Diária Recomendada
IMC	Índice de Massa Corporal
IMC/I	Índice de Massa Corporal por idade

IQD	Índice de Qualidade da Dieta
IQD-R	Índice de Qualidade da Dieta revisado
LABTOX-UFBA	Laboratório de Toxicologia da Universidade Federal da Bahia
LOAEL	Lowest Adverse Effects Level
MAO	Monoamina Oxidase
Mn	Manganês
MnC	Manganês no Cabelo
MnD	Manganês Dietético
MnS	Manganês no Sangue
MnUp	Manganês na Unha do Pé
MMT	Metilciclopentadienil Manganês Tricarbonila
MRL	Minimal Risk Levels
NA	Noradrenalina
NOAEL	No Observed Adverse Effects Level
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
P/E	Peso por estatura
P/I	Peso por idade
PIECES	Dispersão de Poluentes de Atividade Industrial e Efeitos no Comportamento de Escolares do Município de Simões Filho, Bahia
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
QFA	Questionário de Frequência Alimentar
QI	Quociente de Inteligência
RA24h	Recordatório Alimentar de 24h
RDM	Rio Doce Manganês
RfD	Fator Dose de Referência para exposição oral
RfC	Concentração de referência para exposição por inalação
Rho	letra grega ρ (do Coeficiente de correlação de Spearman)
SBC	Sociedade Brasileira de Cardiologia
SBP	Sociedade Brasileira de Pediatria
SEP	Sistema Extrapiramidal
SIBRA	Siderúrgica do Brasil

SISVAN	Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional
SNC	Sistema Nervoso Central
TA	Termo de Assentimento
TACO	Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TH	Tirosina L-Hidroxilase
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
US EPA	United States Environmental Protection Agency
VET	Valor Energético Total
WHO	World Health Organization

LISTA DE SÍMBOLOS

G	Gramma
Mg	Miligramma
L	Litro
dL	Decilitro
μ	Micro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	JUSTIFICATIVA	21
3	PERGUNTAS DE PESQUISA	24
4	MODELO TEÓRICO	25
5	OBJETIVOS	26
5.1	OBJETIVO GERAL.....	26
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
6	REVISÃO DE LITERATURA	27
6.1	ESTADO NUTRICIONAL.....	27
6.2	QUALIDADE DA DIETA.....	30
6.3	PROBLEMAS DE COMPORTAMENTO.....	31
6.4	NUTRIÇÃO E ASPECTOS COMPORTAMENTAIS.....	32
6.4.1	Importância da nutrição	34
6.4.2	Proteínas e aminoácidos	35
6.4.3	Manganês e importância na dieta	37
6.5	MANGANÊS.....	38
6.5.1	Ocorrência na natureza	39
6.5.2	Transporte, distribuição e transformação no ambiente	40
6.5.3	Principais usos	40
6.5.4	Fontes de exposição	41
6.5.4.1	<i>Exposição ambiental</i>	41
6.5.4.2	<i>Exposição alimentar</i>	41
6.5.4.3	<i>Exposição ocupacional</i>	42
6.5.5	Efeitos da exposição ao manganês	42
6.5.6	Manganês no corpo humano e no ar	43
6.5.7	Toxicocinética	43
6.5.7.1	<i>Vias de exposição</i>	43
6.5.7.2	<i>Distribuição e armazenamento</i>	44
6.5.7.3	<i>Biotransformação e eliminação</i>	45
6.5.8	Toxicodinâmica	46
6.5.8.1	<i>Alterações da atividade de enzimas envolvidas na síntese e no metabolismo da dopamina</i>	47

6.5.8.2	<i>Interferência com o sistema gabaérgico.....</i>	48
6.5.8.3	<i>Oxidação de catecolaminas no sistema nervoso central.....</i>	48
7	METODOLOGIA.....	50
7.1	ÁREA DE ESTUDO.....	50
7.2	ESCOLAS DO ESTUDO.....	54
7.3	DELINEAMENTO E POPULAÇÃO DO ESTUDO.....	55
7.4	DESCRIÇÃO DA COLETA DE DADOS.....	55
7.5	VARIÁVEIS DO ESTUDO.....	55
7.5.1	Sexo e idade.....	55
7.5.2	Socioeconômicas.....	55
7.5.3	Bioquímicas e toxicológicas.....	56
7.5.4	Qualidade da dieta.....	56
7.5.4.1	<i>Componentes alimentares.....</i>	57
7.5.4.2	<i>Nutrientes.....</i>	60
7.5.4.3	<i>Nutrientes e componentes dietéticos.....</i>	60
7.5.5	Antropométricas.....	61
7.5.6	Composição corporal.....	62
7.5.7	Alterações Clínicas.....	62
7.5.8	Aspectos psicológicos.....	62
7.6	DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	63
7.6.1	Dependente.....	63
7.6.1.1	<i>Variáveis de comportamento.....</i>	63
7.6.2	Independentes.....	63
7.6.2.1	<i>Variáveis socioeconômicas.....</i>	63
7.6.2.2	<i>Variáveis bioquímicas e toxicológicas.....</i>	63
7.6.2.3	<i>Variáveis antropométricas.....</i>	64
7.6.2.4	<i>Qualidade da dieta.....</i>	64
7.7	ANÁLISE DE DADOS.....	64
7.8	ASPECTOS ÉTICOS.....	65
8	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
8.1	CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DO ESTUDO.....	66
8.1.1	Características sociodemográficas dos escolares.....	66
8.1.2	Características do ambiente escolar.....	69

8.2	FATORES NUTRICIONAIS.....	74
8.2.1	Estado nutricional.....	74
8.2.1.1	<i>Antropometria.....</i>	74
8.2.1.2	<i>Exames bioquímicos.....</i>	80
8.2.1.3	<i>Exames físicos e clínicos.....</i>	81
8.2.2	Qualidade da dieta.....	82
8.2.2.1	<i>Índice de qualidade da dieta revisado – IQD-R.....</i>	82
8.2.2.2	<i>Componentes alimentares.....</i>	85
8.2.2.3	<i>Manganês e ferro dietético.....</i>	87
8.3	BIOMARCADORES DE EXPOSIÇÃO.....	90
8.3.1	Manganês no sangue.....	90
8.3.2	Manganês no cabelo.....	92
8.3.3	Manganês nas unhas dos pés.....	94
8.4	PROBLEMAS DE COMPORTAMENTO.....	100
9	CONCLUSÃO.....	111
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	113
	REFERÊNCIAS.....	115
	APÊNDICE – Fotos das escolas e da fonte de exposição.....	135
	ANEXO A – O projeto PIECES.....	141
	ANEXO B – Parecer CEP ENSP.....	149
	ANEXO C – Autorização de uso de dados.....	156
	ANEXO D – Recordatório de 24 horas.....	157
	ANEXO E – Classificação e pontos de corte dos indicadores nutricionais..	161
	ANEXO F – Distribuição em percentis da circunferência abdominal segundo sexo, idade e raça.....	163
	ANEXO G – Componentes do IQD-R.....	164
	ANEXO H – Parecer do CEP-BA.....	166
	ANEXO I – TCLE.....	170
	ANEXO J – Termo de assentimento.....	172
	ANEXO K – Questionário socioeconômico.....	174
	ANEXO L – CBCL.....	177
	ANEXO M – Exame antropométrico.....	182
	ANEXO N – Questionário de frequência alimentar.....	185

1 INTRODUÇÃO

A avaliação do estado nutricional (EN) de crianças e adolescentes é um procedimento diagnóstico que permite identificar a magnitude, o comportamento, os agravos nutricionais, assim como identificar os grupos de risco e definir intervenções adequadas que melhorem as condições de saúde e de vida da população infantil (RIBAS et al., 1999).

Embora a prevalência global da desnutrição infantil tenha diminuído de 40% em 1990 para 25% em 2013 (ONIS; BRANCA, 2016) e mesmo ocorrendo de forma contínua, esta permanece como um importante problema de saúde pública mundial, em função das graves consequências trazidas para o crescimento infantil. No Brasil essa redução é atribuída à melhoria das condições socioeconômicas da população, bem como a uma maior assistência em saúde (PEDRAZA; MENEZES, 2016).

Globalmente, embora tenha havido progresso, milhões de crianças ainda estão sofrendo as consequências funcionais da desnutrição (ONIS; BRANCA, 2016). No Brasil diversos estudos (BATISTA FILHO; RISSIN, 2003; IBGE, 2010; SOUZA, 2010; RAMIRES et al., 2014) constataram que o país tem passado por um processo de transição nutricional, em que se observa um aumento da prevalência de excesso de peso e obesidade nas diferentes fases da vida, sem que a desnutrição, entre outras deficiências de ordem nutricional, tenha sido superada, bem como, sem a redução da prevalência de carências de micronutrientes, como a deficiência de ferro (SBP, 2009).

Avaliar o estado nutricional de crianças e adolescente expostos a contaminantes ambientais é ainda mais relevante uma vez que esse tipo de exposição gradativamente deterioram a saúde delas, levando a consequências físicas, emocionais e sociais, que geram um ônus a elas, à família e à sociedade em geral (PERLROTH; BRANCO, 2017).

Uma das formas de exposição é o lançamento de metais para o ambiente, contribuindo para o desequilíbrio da biodisponibilidade natural destes metais, gerando impactos ao meio ambiente, devido aos seus potenciais toxicológicos, além de apresentarem risco à saúde humana (RAMOS, 2013).

Crianças e adolescentes requerem atenção especial, pois diferem dos adultos em relação a fisiologia, metabolismo, crescimento, desenvolvimento e comportamento. Desde a fase uterina até o fim da adolescência o crescimento físico e a maturação funcional do seu corpo estão em ritmo diferente e continuado. A ocorrência de ameaças ambientais nessas fases sensíveis da vida infantil pode interferir negativamente nesses processos dinâmicos e causar danos irreversíveis (PERLROTH; BRANCO, 2017).

Dois aspectos que se tornaram de extrema importância e que se caracterizaram como componentes de avaliação para a saúde infantil são o controle do crescimento e a identificação do estado nutricional de crianças e adolescentes (PETROSKI; SILVA; PELEGRINI, 2008). Esses aspectos são monitorados, na área clínica e de saúde pública, através de medidas antropométricas de peso corporal e estatura, sendo indicadores que apresentam aceitação internacional para detectar a qualidade social, econômica e política do ambiente (GLANER, 2005; PETROSKI; SILVA; PELEGRINI, 2008).

Os distúrbios nutricionais podem afetar os sistemas renal, o hepático, o endócrino e provocar desequilíbrios metabólicos mineral e energético, além de reduzir a atividade imune, provocar problemas na cicatrização, retardar o crescimento, o desenvolvimento sexual e alterar a composição e atividade cerebral, provocando danos irreversíveis para a função cognitiva (DOGAN et al., 2005; GOMILA et al., 2009; VILLARES; LEAL; GINER, 2005). Além de influenciar na capacidade de reação do organismo à toxicidade proveniente de exposições a substâncias químicas tóxicas (PERLROTH; BRANCO, 2017).

Ou seja, existem vários motivos para que a busca pelo conhecimento do estado nutricional seja considerada extremamente importante para o estabelecimento de atitudes de intervenção (SIGULEM et al., 2000; SILVA et al., 2015), especialmente em crianças e adolescente expostos a contaminantes ambientais.

Dentre esses contaminantes ambientais, o manganês (Mn) se destaca pela crescente utilização mundial (NASCIMENTO; GONZALES, 2018) e pela essencialidade na saúde humana (WHO, 1981). Atualmente, 70% do Mn usado na siderurgia é na forma de liga, sendo a maior parte empregada para obtenção de ferro-manganês, que contém cerca de 80% de Mn (CARDOSO, 2008). Por outro lado, o Mn é um oligoelemento essencial na saúde humana, sendo indispensável para todas as formas de vida, nas quais tem funções tanto estruturais como enzimáticas. Porém em excesso ou em exposições prolongadas, tanto na forma inalada ou oral, pode causar efeitos deletérios, como toxicidade em diferentes níveis, sendo mais prejudicial ao Sistema Nervoso Central (GUILARTE, 2011). Sendo que, crianças e adolescente estão entre os grupos mais vulneráveis a se expor a riscos ambientais (WHO, 2006).

Outro dado importante é que a exposição ao Mn tem sido associada a problemas de neurodesenvolvimento em crianças (IRIZAR et al., 2019), entre eles alteração de comportamento (CARVALHO et al., 2018; RODRIGUES et al., 2018). Haja visto que crianças têm hábitos peculiares de comportamento, que são influenciados também pela idade, sexo, região geográfica e status socioeconômico (PERLROTH; BRANCO, 2017).

2 JUSTIFICATIVA

O projeto de doutorado nasceu da necessidade de investigar com detalhes e obter informações consistentes quanto aos aspectos nutricionais de uma população oriunda da pesquisa intitulada “Dispersão de Poluentes de Atividade Industrial e Efeitos no Comportamento de Escolares do Município de Simões Filho, Bahia” (PIECES), coordenada pelo Prof. Dr. José Antônio Menezes Filho. Maiores detalhamentos dessa pesquisa encontram-se no ANEXO A.

Estudos realizados a partir de 2007 (MENEZES FILHO, 2009; MENEZES FILHO et al., 2011; CARVALHO et al., 2013; MENEZES FILHO et al., 2013; VIANA et al., 2014; MENEZES FILHO et al., 2016; CARVALHO et al., 2018; RODRIGUES et al., 2018) em comunidades de Simões Filho (município situado na região metropolitana de Salvador), vêm avaliando a exposição ambiental ao manganês (Mn) e seus efeitos na saúde da população. O Mn é o principal poluente emitido por uma eletrossiderúrgica¹ instalada na região na década de 1960. Este elemento, apesar de ser um micronutriente essencial, em altas doses é potencialmente um agente de efeito neurotóxico. Os últimos resultados destes estudos apontam para efeitos neuropsicológicos em crianças nas funções executivas, inteligência e memória (CARVALHO et al., 2013; 2014; 2018); também foi evidenciado efeitos no desenvolvimento intelectual de crianças e adultos da comunidade de Cotegipe (MENEZES FILHO et al., 2011); foi observada associação positiva entre os níveis de Mn mensurados no cabelo de crianças em idade escolar e comportamento agressivo, assim como, com problemas de atenção; foi explicada a relação da neurotoxicidade do Mn com o aumento de impulsividade, relacionado com a desregulação das catecolaminas, resultando na diminuição cerebral da dopamina e serotonina (MENEZES FILHO et al., 2014); e, mais recentemente, os últimos resultados sugerem que o Mn pode estar associado a distúrbios comportamentais em crianças (CARVALHO et al., 2013; RODRIGUES et al., 2018).

No período de 2007 a 2014, foi realizado nessas comunidades apenas estudos de avaliação antropométrica, medindo-se o peso e estatura das pessoas para estabelecimento do seu estado nutricional com base no cálculo do IMC e alguns outros índices nutricionais, a exemplo do escore z, estatura para idade (E/I) (MENEZES FILHO et al., 2011). Foram encontradas correlações negativas entre o estado nutricional (z-scores) e os níveis de Mn no cabelo, pelo cálculo do IMC (MENEZES FILHO et al., 2011; 2013). A questão que permanece é que não se conhece até que ponto, os fatores nutricionais, como o estado nutricional (que

¹ Quando o primeiro elemento terminar em vogal e o segundo iniciar pelas letras ‘r’ ou ‘s’, elas devem ser dobradas. (Fonte: <http://educarparacrescer.abril.com.br/regras-hifen/index.shtml>).

deveria ser avaliado a partir de métodos diretos e indiretos) e a qualidade da dieta da população investigada, poderiam interferir nos resultados encontrados, principalmente para o comportamento das crianças e adolescentes. Já que existe na literatura um estudo realizado por Liu et al. (2004), nas Ilhas Maurício, que identificou uma associação entre desnutrição até os 3 anos de idade e comportamento agressivo aos 8, 11 e 17 anos. Embora exista uma exposição ambiental ao manganês na região de Simões Filho (MENEZES FILHO et al., 2011; 2016) sabe-se que uma das principais fontes de absorção desse elemento é através da dieta, contudo o organismo mantém um forte controle da homeostase do Mn quando via dietética, exceto quando há insuficiência hepática. (FARINA et al., 2013; GOTHANKAR et al., 2009; RUZIK, 2012).

O estudo realizado por Bouchard, et al. (2011) sobre exposição ao Mn na água potável de poços artesianos e efeitos neuropsicológicos levou em consideração nas suas análises fatores nutricionais como a ingestão dietética de Mn. O estudo avaliou a relação entre exposição ao Mn da água potável e o QI de 362 crianças de 6 a 13 anos, bem como a relação entre a exposição ao Mn do consumo da água e da dieta com a concentração de Mn no cabelo das crianças. Embora a mediana da ingestão estimada de Mn dietético ($2,335 \mu\text{g kg m\text{ê}s}^{-1}$) tenha sido maior do que a da ingestão de Mn do consumo direto de água ($1,6 \mu\text{g kg m\text{ê}s}^{-1}$), só foram encontradas associações positivas entre Mn no cabelo e consumo de água, mas não com o Mn dietético. Isso sugere que pode haver diferenças na regulação do Mn presente nos alimentos e na água. A forma química do Mn, notadamente o estado de valência e a solubilidade, podem modificar sua toxicidade, talvez por mudanças nas propriedades toxicocinéticas (MICHALKE et al., 2007). Além disso, a absorção do Mn é diminuída no sistema digestivo com ingestão concomitante de fibra dietética, ácidos oxálicos, taninos e ácidos fítics (GIBSON, 1994).

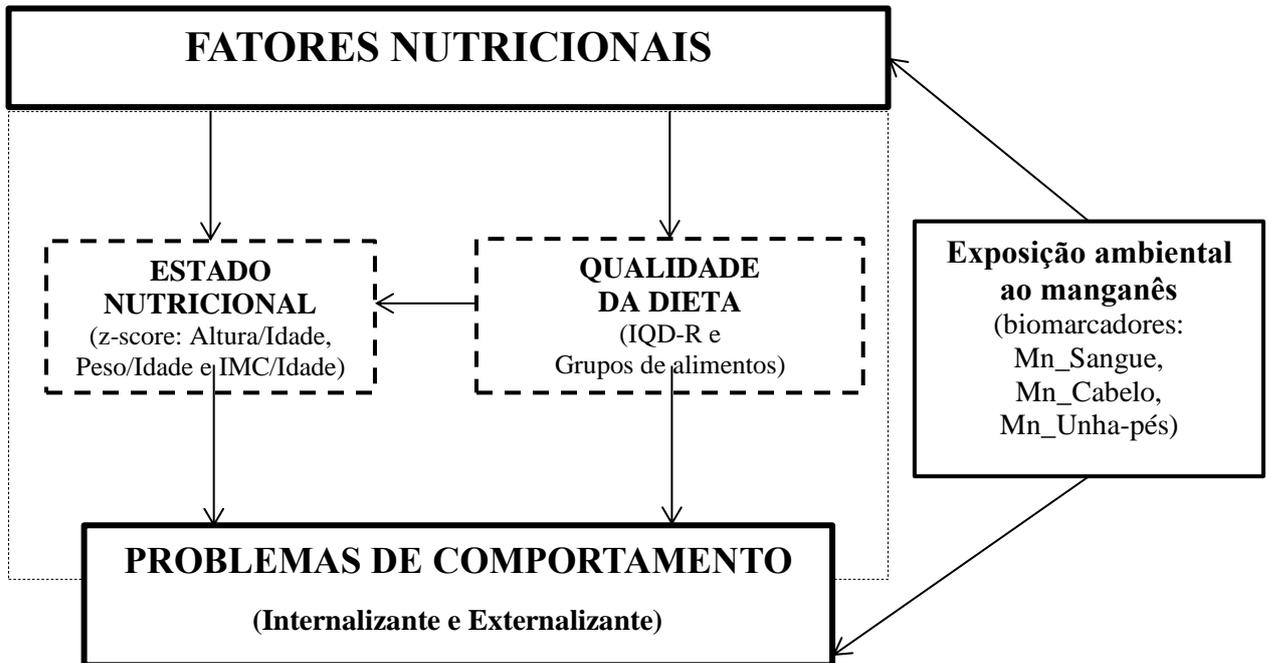
Em 2014 foi aprovado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) um Projeto de Pesquisa Ambiental em Redes (Pedido Nº 4620/2014, Edital Nº 2/2014), intitulado “Dispersão de Poluentes de Atividade Industrial e Efeitos no Comportamento de Escolares do Município de Simões Filho, Bahia” (PIECES). Este projeto resultou em um banco de dados com informações nutricionais, bioquímicas, dosagem de Mn em diversas matrizes biológicas e chumbo no sangue além de avaliação neuropsicológica com informações comportamentais desses estudantes. O detalhamento desse projeto encontra-se no ANEXO A.

O projeto de doutorado propôs para as crianças e adolescentes do PIECES uma avaliação mais específica sobre a qualidade da dieta e a determinação do estado nutricional desses escolares. Foram analisados aspectos nutricionais, através de avaliações físicas, antropométricas, bioquímicas e dietéticas. As deficiências ou excessos de nutrientes foram

obtidos de inquéritos dietéticos a partir de questionários validados e analisados em softwares nutricionais específicos. O objetivo do estudo foi avaliar a influência dos fatores nutricionais, como estado nutricional e a qualidade da dieta, em escolares sob exposição ambiental ao manganês e os efeitos na saúde, principalmente os desfechos comportamentais, internalizante e externalizante, já que estes foram os problemas de comportamento mais identificados nas pesquisas realizadas na região (CARVALHO, 2013; CARVALHO et al., 2018; MENEZES FILHO et al., 2014; RODRIGUES et al., 2018).

3 **PERGUNTAS DE PESQUISA**

1. Os escolares de Simões Filho, expostos ambientalmente ao Mn possuem um estado nutricional adequado?
2. A qualidade da dieta de escolares expostos ambientalmente ao Mn é saudável?
3. Existe associação entre os fatores nutricionais (estado nutricional e qualidade da dieta) e o comportamento de escolares de Simões Filho, Bahia, expostos ambientalmente ao Mn?

4 **MODELO TEÓRICO**

Fatores são elementos que contribuem ou influenciam na obtenção de um resultado, (MICHAELIS, 2019). Nesse estudo, os fatores nutricionais escolhidos para análise foram o estado nutricional e a qualidade da dieta. A hipótese estabelecida é a de que estes fatores nutricionais poderiam influenciar, alterar, contribuir ou estar associados aos problemas de comportamento identificados nos escolares da pesquisa (CARVALHO et al., 2018). A população de estudo é atingida por uma exposição ambiental ao manganês, identificada através de biomarcadores de exposição (RODRIGUES et al., 2018). Essa exposição também poderia influenciar ou estar associada aos problemas de comportamento dos escolares. A qualidade da dieta pode influenciar o estado nutricional dos escolares, já que o consumo adequado de alimentos pode proporcionar o aporte de nutrientes necessários para o desenvolvimento físico de crianças e adolescentes. O estado nutricional e a qualidade da dieta também podem estar associados a exposição ambiental, já que podem contribuir na maior ou menor absorção de manganês ao qual os escolares estão expostos, uma vez que deficiência de determinados nutrientes no organismo, como o ferro, favorecerem uma maior absorção orgânica de manganês (FARINA et al., 2013).

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar se fatores nutricionais como estado nutricional e qualidade da dieta estão associados com o comportamento de escolares sob exposição atmosférica ao manganês no município de Simões Filho, Bahia.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 5.2.1. Avaliar o estado nutricional e a qualidade da dieta de escolares de 7 a 12 anos expostos ambientalmente ao manganês.
- 5.2.2. Verificar se há associação entre os fatores nutricionais (estado nutricional e qualidade da dieta) e as concentrações dos biomarcadores de manganês (Mn no Sangue, Mn no Cabelo, Mn na Unha dos pés) dos escolares de 7 a 12 anos expostos ambientalmente ao manganês.
- 5.2.3. Investigar se há associação entre os fatores nutricionais (estado nutricional e qualidade da dieta) e os problemas de comportamento (internalizante e externalizante) dos escolares de 7 a 12 anos, expostos ambientalmente ao manganês.

6 REVISÃO DE LITERATURA

6.1 ESTADO NUTRICIONAL

Na avaliação individual do estado nutricional são levados em conta parâmetros como a anamnese clínica e nutricional (quantitativa e qualitativa); o exame físico detalhado (busca de sinais clínicos relacionados aos distúrbios nutricionais); a aferição dos parâmetros antropométricos; a avaliação da composição corporal (antropometria e exames subsidiários) e os exames bioquímicos (SBP, 2009). Já a avaliação nutricional de coletividades pode ser embasada por métodos diretos ou indiretos (Quadro 1) (FONTE; MELO; SAMPAIO, 2012).

Quadro 1 - Métodos de avaliação nutricional de coletividades

Métodos diretos			Métodos indiretos		
<i>Exames antropométricos</i>	<i>Exames laboratoriais</i>	<i>Exames clínicos</i>	<i>Inquéritos de consumo alimentar</i>	<i>Estudos demográficos</i>	<i>Inquéritos socioeconômico e culturais</i>
Peso; estatura; pregas cutâneas; perímetro branquial, cefálico e torácico; peso ao nascer; IMC; etc.	Hemograma, glicemia, perfil lipídico, etc.	Sinais clínicos e sintomas	Ingestão/gasto/necessidades nutricionais; inquéritos dietéticos, etc.	População por sexo, faixa etária, morbidade, etc.	Salário, renda familiar, ocupação, escolaridade, etc.

Fonte: Vasconcelos, 1995.

Na avaliação do estado nutricional, o exame físico é parte integrante e imprescindível para identificar sinais e sintomas clínicos que poderão direcionar a conduta nutricional individualizada. Por isso o exame físico deve ser o mais completo possível e deve-se procurar sinais que possam dar indícios sobre algum desequilíbrio nutricional, conforme detalhado na Tabela 1. Segundo a SBP (2009) o exame físico traz dados importantes relacionados direta ou indiretamente com a queixa principal anotada na anamnese e com possíveis distúrbios nutricionais a ela associados.

Tabela 1. Manifestações clínicas das principais carências nutricionais.

Local	Manifestações clínicas	Deficiências
Cabelo	Perda do brilho, seco, quebradiço, despigmentação, fácil de arrancar.	Proteína e zinco
Face	Seborreia nasolabial, edema de face.	B2, Fe e proteína
Olhos	Palidez conjuntival, xerose, blefarite angular.	Fe, Vit. A, B2 e B6
Lábios	Estomatite angular, queilite.	B2
Língua	Glossite, língua magenta, atrofia e hipertrofia das papilas.	B2, B3, B9 e B12
Gengivas	Esponjosas, sangramento.	Vitamina C
Pele	Xerose, hiperqueratose folicular, petéquias, equimoses excessivas.	Vitamina A, C e K
Unhas	Coiloníquia, quebradiças.	Ferro
Tecido subcutâneo	Edema, pouca gordura	Proteínas e calorias
Sistema músculo esquelético	Atrofia muscular, alargamento epifisário, perna em “X”, flacidez das panturrilhas, fraturas.	Vitamina D, B1 e Cálcio
Sistema cardiovascular	Cardiomegalia	B1
Sistema nervoso	Alterações psicomotoras e sensitivas, depressão, fraqueza motora, formigamento (mãos/pés).	B1, B6 e B12

Fonte: Duarte; Castellani, 2002.

Os métodos diretos são os mesmos usados na avaliação individual, pontuados anteriormente. Já entre os métodos indiretos, os inquéritos de consumo alimentar permitem avaliar e estabelecer relações entre os hábitos alimentares de um indivíduo ou de uma população com seu estado de saúde. Estas relações podem ser avaliadas através do tipo de alimento em si ou por grupos alimentares; por seus componentes (nutrientes) ou ainda por padrões alimentares (VOLP et al., 2010). Do ponto de vista da epidemiologia nutricional esta abordagem possibilita a investigação de determinadas patologias e suas possíveis relações com a ingestão de certos nutrientes (DAM, 2005). Existem diversos instrumentos dietéticos (recordatório de vinte e quatro horas, registro alimentar, questionário de frequência alimentar, história alimentar, diário de três dias, dentre outros), que permitem estimar a ingestão alimentar individual e populacional e identificar seus componentes dentro desse processo de nutrição e saúde (CERVATO;

VIEIRA, 2003). Especificamente em relação à avaliação da qualidade da dieta existem diferentes índices, incluindo o Índice de Nutrientes, Escore da Variedade da Dieta, Escore da Diversidade da Dieta, Índice de Qualidade da Dieta, Índice de Alimentação Saudável, Índice de Qualidade da Dieta Revisado, Índice de Alimentação Saudável Alternativo, Contagem de Alimentos Recomendados e Escore da Dieta Mediterrânea Alternativo, bem como suas derivações. Esses índices apresentam uma evolução do conceito de qualidade, enfatizando as propriedades funcionais dos fatores dietéticos relacionados à redução do risco das doenças mais prevalentes na atualidade (VOLP et al., 2010).

Estes índices possuem medidas combinadas de variáveis individuais (itens ou componentes) e, para cada um deles, expressa uma diferente dimensão dele. Normalmente, os índices possuem escores que são somados no sentido de obter-se um escore final que melhor descreva a condição de saúde, de ambiente e atitudes de uma pessoa ou população (KOURLABA et al., 2009), permitindo também avaliar e monitorar a aderência da dieta às recomendações nutricionais (ANDRADE et al., 2013).

Sua utilização requer adaptações específicas para cada país para espelhar a realidade local (GUENTHER; REEDY; KREBS-SMITH, 2008). Em 2004, o Healthy Eating Index (HEI), instrumento adequado para medir a qualidade global da alimentação na população americana foi adaptado e validado para a população brasileira por Fisberg et al. (2004), originando o Índice de Qualidade da Dieta (IQD). Com a edição do Guia Alimentar para a População Brasileira, elaborado pelo Ministério da Saúde em 2006 (BRASIL, 2006), constatou-se lacuna que originou a revisão do IQD. Previdelli et al. (2011) atualizaram o índice, desenvolvendo o IQD Revisado (IQD-R), formado por 12 componentes com base em densidade energética (porção/1.000 kcal) ou por percentual calórico de participação na dieta, de forma a refletir diferentes aspectos da qualidade da dieta. O instrumento vem sendo utilizado para avaliar a qualidade da dieta de grupos populacionais e mostrou-se confiável e estruturalmente válido quando utilizado para avaliar e monitorar a qualidade da dieta de brasileiros (ANDRADE et al., 2013).

Um outro aspecto que vem sendo relacionado a deficiências nutricionais e que é importante na determinação do estado nutricional, são as alterações comportamentais observadas em crianças e adolescentes nos últimos anos (LIU et al., 2004; MENDES et al., 2009; CORAPCI et al., 2010; GALLER et al., 2011; LIU et al., 2014; SU et al., 2016).

6.2 QUALIDADE DA DIETA

A avaliação do consumo alimentar de uma população pode ser necessária por diversos motivos. Quer seja para monitorar o estado nutricional e de saúde da população, em estudos epidemiológicos, quer seja para avaliar a adequação nutricional das dietas em programas de assistência e segurança alimentar (GUENTHER et al., 1997).

Para estimar a ingestão de alimentos e nutrientes de grupos populacionais são necessários métodos apropriados (BUZZARD, 1994), já que a complexidade da dieta requer o uso de meios adequados para avaliar qualitativamente e quantitativamente o consumo de alimentos, o dimensionamento da adequação de nutrientes bem como a relação entre dieta e saúde (MARGETTS; NELSON, 1997).

Segundo Fisberg (2005) estudar o consumo dietético de um indivíduo ou de uma população é importante uma vez que os alimentos não são consumidos isoladamente e refletem a escolha mediante determinado estilo de vida. Dessa forma é conveniente a utilização de índices que avaliem a ingestão global de alimentos, nutrientes e que incluam diversos aspectos da dieta, tudo de forma simultânea de modo a facilitar a avaliação da qualidade da dieta de indivíduos ou de populações.

Num passado não muito distante a utilização dos índices era com o intuito de prevenir doenças oriundas de deficiências nutricionais. Uma dieta era considerada de boa qualidade se alcançasse as recomendações de micro e macronutrientes selecionados de acordo com um nível de ingestão energética específico (KANT, 1996). Atualmente, a utilização dos índices para avaliar a qualidade da dieta, tem como base termos de proporcionalidade (de acordo com as porções estipuladas para grupos de alimentos), moderação (limitação da ingestão de alimentos e bebidas que contribuem para o consumo excessivo de nutrientes) e variedade (exposição a diversos componentes alimentares), tendo como preocupação principal a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (LEE; NIEMAN, 2003).

Diversos são os índices que atendem aos princípios mencionados acima e utilizam a estimativa quantitativa de ingestão. Dentre eles temos o *Healthy Eating Index* (HEI) ou Índice de Alimentação Saudável (IAS) ou Índice de Qualidade da Dieta (IQD), proposto por Kennedy et al. (1995), considerado pela *American Dietetic Association* adequado para medir a qualidade global da alimentação da população americana, pois utiliza a estimativa quantitativa da ingestão (BOWMAN et al., 1998).

O Índice de Alimentação Saudável (IAS) foi avaliado de acordo com suas propriedades psicométricas, incluindo validade de conteúdo, quatro tipos de validade de construto e um tipo de confiabilidade. Cada versão desde 2005 passou por uma análise para avaliar seu desempenho

sob essas construções (NIH, 2017). O IAS-2015 é a mais recente iteração do IAS. Desde 2005, pesquisadores do National Cancer Institute (NCI) e do US Department of Agriculture (USDA) colaboram para atualizar a IAS com base nas atualizações do Dietary Guidelines for Americans (DGAs).

No Brasil, Fisberg *et al* (2004) adaptaram o IAS à realidade da nossa população devido às diferenças entre as Pirâmides Alimentares Americana e Brasileira. Utilizou a Pirâmide proposta no guia alimentar por Philippi *et al.* (1999) como parâmetro para os componentes do IQD, com porcionamentos distintos da Pirâmide norte-americana. Pesquisadores da USP, mediante a publicação do Guia Alimentar 2006 para a população brasileira, desenvolveram o Índice de Qualidade de Dieta Revisado (IQD-R) utilizando a mesma metodologia do HEI-2005, porém com pontuações específicas para os componentes integrantes deste índice de acordo com as novas recomendações dietéticas propostas pelo Guia (PREVIDELLI *et al.* 2011).

Embora já exista atualização do HEI-2015 (KREBS-SMITH *et al.* 2018) e do Guia Alimentar da População Brasileira (BRASIL, 2014), no Brasil o IQD-R não foi atualizado até o momento e continua sendo calculado conforme descrito por Previdelli *et al.* (2011).

6.3 PROBLEMAS DE COMPORTAMENTO

Segundo Achenbach e Rescorla (2001), existe um conjunto de sintomas, envolvendo problemas comportamentais, que costumam ocorrer de forma concomitante nas crianças e adolescentes. Dentre oito das síndromes observadas, duas referem-se ao “comportamento agressivo” e “violação de regras”, que juntos compõem a escala de comportamentos do tipo externalizante, por serem problemas expressos diretamente no ambiente. O comportamento oposto apresenta sintomas mais interiorizados pela criança ou adolescente, e por isso mesmo denominado comportamento internalizante (PESCE, 2009).

A prevalência dos problemas emocionais e de comportamento varia de cultura para cultura, mas observa-se um maior nível de problemas externalizante no sexo masculino e de internalizante no sexo feminino (HESS; FALCHE, 2013). Os transtornos externalizantes são aqueles que se expressam em relação as outras pessoas. São comportamentos que expressam dificuldade em controlar impulsos, agressividade, raiva e delinquência. Os transtornos internalizantes são os que se expressam em relação ao próprio indivíduo. Caracterizam-se pela tristeza, retraimento, queixas somáticas e medo (ACHENBACH; HOWELL, 1993; APA, 2002).

Como existe um grande número de psicopatologias que surgem na infância, os principais estudiosos do tema distinguiram os problemas de comportamento em três grandes

categorias principais: *os problemas que se externalizam* (comportamentos disruptivos, agressivos e de atividade excessiva), *os problemas que se internalizam* (também chamados de problemas emocionais), tais como depressão, ansiedade ou transtorno de alimentação, em que o desvio é principalmente interiorizado no indivíduo; e *os problemas de atenção*, relacionados ao transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (MAJOR, 2011; PESCE, 2009).

Normalmente os problemas de comportamento são considerados como comportamentos socialmente inadequados, representando déficits ou excedentes comportamentais que prejudicam a interação social da criança (PESCE, 2009).

Segundo Mendes et al. (2009), as deficiências nutricionais também são fatores de risco para o desenvolvimento de alterações comportamentais. Alguns estudos relatam, que a deficiência de zinco e/ou ferro (a deficiência de ferro pode reduzir a transmissão dopaminérgica) está relacionada a um aumento no comportamento agressivo de crianças (WATTS, 1990; WERBACH, 1995; SU et al., 2016). O zinco e o ferro desempenham papéis importantes na saúde física e comportamental das crianças; contudo, existe uma relativa falta de atenção dada aos efeitos dessa deficiência específica de micronutrientes em problemas de comportamento, incluindo distúrbios de internalização e externalização (LIU et al., 2014).

Intoxicações por metais como chumbo, cobre e zinco predisõem ao aumento do comportamento agressivo e violento (MENDES et al., 2009). No entanto, há indícios de que um aumento na disponibilidade de cálcio na dieta de pacientes intoxicados por metais poderia exercer um efeito protetor (BODJEN et al., 1997). Um estudo mais recente sugere que adequada suplementação de cálcio poderia reduzir os efeitos adversos à saúde induzidos pela exposição ao chumbo (GOMES et al., 20017). Estudos revisados por Finley (2004) indicaram que a exposição excessiva ao Mn está relacionada com o aumento da agressividade em humanos e que níveis elevados de Mn no cabelo foram observados em criminosos violentos. Os estudos realizados por Menezes Filho et al., (2013) também indicaram associações positivas entre os níveis de Mn mensurados no cabelo de crianças em idade escolar e comportamento agressivo. Os sintomas iniciais da neurotoxicidade do Mn são semelhantes aos encontrados em pessoas com comportamento violento ou compulsivo (BJØRKLUNDA; CHARTRANDB; AASETH, 2017) que são comportamentos que podem ser caracterizados como externalizantes.

6.4 NUTRIÇÃO E ASPECTOS COMPORTAMENTAIS

A saúde pública se interessa pela saúde das populações como um todo. Seu objetivo é criar comunidades seguras e saudáveis em todo o mundo (DAHLBERG; KRUG, 2007). Segundo Mendes et al. (2009) o desenvolvimento do comportamento agressivo é multifatorial. Os

estudos disponíveis evidenciam que fatores biológicos, socioambientais e a interação entre eles podem estar implicados no desenvolvimento do comportamento agressivo, violento e antissocial. Os fatores de risco biológicos com maiores índices de evidência na literatura são: 1) genéticos (baixa expressão do genótipo MAOA e no gene transportador de serotonina, polimorfismo nos genes dos receptores de dopamina [DRD2 e DRD4] e no gene transportador de dopamina) (BEITCHMAN et al., 2006; GUO et al., 2007; HABERSTICK et al., 2006; JONES et al., 2001; WIDOM; BRZUSTOWICZ, 2006); 2) complicações no período pré-natal (hipóxia, desnutrição materna e exposição ao álcool e tabaco) (BRENNAN et al., 1999; DELANEY-BLACK et al., 2000; ORLEBEKE et al., 1997; ROEBUCK ET AL., 1999; SINGER et al., 2002); e 3) hipóxia pós-natal, desnutrição na infância e disfunções no córtex pré-frontal, relacionadas à hipoatividade serotoninérgica e à hiperatividade dopaminérgica, com prejuízo de funções executivas, da capacidade de autocontrole e da modulação inibitória do sistema límbico (KOTCH et al., 2008; LIU et al., 2004).

Mendes et al. (2009) relataram também e, implicitamente, os aspectos nutricionais como um dos fatores que podem contribuir para o desenvolvimento de comportamento agressivo, desde o pré-natal, com a desnutrição materna, culminando na desnutrição infantil, ou seja, desde o início da vida o indivíduo, que não tem uma dieta equilibrada, pode estar sujeito, junto com outras variáveis (doença mental, estresse prolongado, pobreza e abuso de drogas), a desenvolver comportamentos inadequados, do ponto de vista social.

Diversos estudos têm sido realizados avaliando os níveis biológicos de Mn, mensurados no cabelo de crianças expostas ambientalmente ao Mn (BOUCHARD et al., 2007; RIOJAS-RODRÍGUEZ et al., 2010; WRIGHT et al., 2006), alguns testando a associação com comportamentos hiperativos, agressivos (ERICSON et al., 2007; KHAN et al., 2011; EASTMAN et al., 2013, MENEZES FILHO et al., 2013) e foram observadas associações positivas com comportamento externalizante (ERICSON et al., 2007).

Esses autores relatam que uma possível explicação para a associação observada entre comportamentos agressivos e desafiantes e exposição Mn pode ser a diminuição da serotonina, que é responsável pelo controle de inibição.

Em um estudo com crianças chinesas em idade escolar expostas ao Mn na água potável, Zhang et al. (1995) relataram que os neurotransmissores do soro, especialmente a serotonina, foram correlacionados positivamente com a pontuação da escala média global ($r=0,635$) e seus níveis foram significativamente mais baixas em comparação com as crianças não expostas ($p<0,01$). Clarke et al. (1999) relataram uma relação inversa entre a pontuação externalizante aos 30 meses de idade e ácido 5-hydroxyindoleacetic (5-HIAA), um metabólito principal da

serotonina, medido em líquido cefalorraquidiano (LCR), logo após o nascimento. Baixos níveis de LCR e 5-HIAA também foram relatados em crianças e adolescentes com comportamento agressivo e disruptivo (KRUESI et al., 1992).

6.4.1 Importância da nutrição

A nutrição é considerada um dos principais fatores ambientais que influenciam a maturação e o desenvolvimento funcional do sistema nervoso (BALLABRIGA, 1990). Seus efeitos influenciam a proliferação e diferenciação do Sistema Nervoso Central (SNC), até a formação dos circuitos no período pós-natal (MORGANE et al., 1993). O desenvolvimento do cérebro inclui síntese de componentes celulares, tais como ácidos nucleicos e proteínas, e em paralelo, fenômenos de neurogênese e gliogênese. A migração de neurônios, de células gliais e a diferenciação celular, são mais tardios, acompanhados de um aumento de tamanho das células (PENEDO, 2008). Nos últimos anos, pesquisas no campo da neurociência nutricional têm destacado a influência que os nutrientes podem exercer sobre a atividade cerebral (GEROZISSIS, 2004; WURTMAN et al., 2003; CARVALHO-SANTOS et al., 2010).

Através do metabolismo dos alimentos ingeridos, é gerada energia para o desenvolvimento de inúmeras estruturas celulares e vários sistemas metabólicos essenciais. Os alimentos devem ser ingeridos em quantidades e qualidades variadas a fim de disponibilizar para o organismo os nutrientes em proporção adequada de carboidratos, lipídeos e proteínas, além dos micronutrientes – vitaminas e minerais (KRAUSE, 2005).

As vitaminas, principalmente as pertencentes ao complexo B, são reguladoras da atividade neuronal atuando em vias fundamentais como glicólise, ciclo de Krebs, a cadeia respiratória e o metabolismo de aminoácidos. A piridoxina (vitamina B6) é necessária na biossíntese de neurotransmissores, como o ácido gama-aminobutírico (GABA), associado ao desenvolvimento cerebral pela sua atuação na síntese proteica, lipídica e de ácidos nucleicos (GIBSON; BLASS, 1999; PENEDO, 2008).

O ácido fólico (vitamina B9) é importante na formação e manutenção das membranas neuronais e gliais. Acredita-se que por sua participação na regulação dos níveis de tetrahidrobiopterina, fator chave na síntese de serotonina, o ácido fólico atua indiretamente na produção deste neurotransmissor (FERSTROM, 1974; PENEDO, 2008).

Mais de 200 enzimas são dependentes de zinco, e sua deficiência durante o período crítico do desenvolvimento cerebral tem efeitos similares aos observados pela desnutrição protéico-calórica (GIBSON, 1999). A carência de ferro, durante os períodos pré-natais e de lactação, em roedores, diminui a atividade da enzima GAD (descarboxilase do ácido glutâmico)

que é responsável pela síntese de GABA, além de diminuir a atividade da triptofano hidroxilase, enzima que participa da primeira etapa da síntese de serotonina a partir do triptofano (YAGER; HARTFIELD, 2002; PENEDTG VO, 2008).

6.4.2 Proteínas e aminoácidos

A proteína foi o primeiro macronutriente a ser reconhecido como fundamental para o funcionamento do organismo (KRAUSE et al., 2005). No desenvolvimento das funções neurais, as proteínas fazem parte dos componentes mais importantes (MORGANE et al., 1993; PENEDO, 2008).

As proteínas parecem ser também, o componente mais importante para o desenvolvimento de funções nervosas, pois elas fornecem aminoácidos que são precursores de neurotransmissores ou, em muitos casos, atuam como o próprio neurotransmissor (MORGANE et al., 2002).

Até aqui podemos perceber o quanto uma dieta equilibrada é importante, através dos micro e macro nutrientes, na formação, desenvolvimento e manutenção das atividades cerebrais e possivelmente comportamentais.

A desnutrição proteica tem sido extensamente relacionada aos déficits de ganho ponderal e de estatura, com implicações gerais sobre desenvolvimento de órgãos e sistemas, em humanos (PERRY et al., 1986; PENEDO, 2008). Os efeitos da carência de proteínas incluem desde diminuição do número de células, por alterações nas taxas de proliferação neural e glial durante o período pré-natal, até atrasos nos processos de diferenciação celular, sinaptogênese e deficiência de mielinização, no período pós-natal (BALLABRIGA, 1990; ALMEIDA et al., 2002; PENEDO, 2008). Estes efeitos, que são diretamente proporcionais à velocidade com que a organização cerebral está acontecendo, podem ser permanentes, e dependem do período do desenvolvimento em que a desnutrição se estabelece; além do grau de severidade e abrangência, em termos nutricionais, do déficit alimentar. Estudos já demonstraram que em recém-nascidos, a má nutrição pode gerar diminuição da plasticidade no Sistema Nervoso Central (SNC), o que poderá ser prejudicial para toda vida (ALMEIDA et al., 2002; PENEDO, 2008).

As proteínas de origem animal são consideradas de alto valor biológico por conterem todos os aminoácidos essenciais – arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, valina e triptofano (MOORE et al., 2000; PENEDO, 2008). Estes aminoácidos não são sintetizados pelo organismo, portanto, seu requerimento nutricional deve ser preenchido pela dieta. As proteínas de origem vegetal, principalmente as oriundas de cereais leguminosas contêm aminoácidos essenciais; entretanto, nem todas as proteínas de origem

vegetal contém aminoácidos em proporções consideradas ideais comparadas à proteína *standart* – ovoalbumina (FAO/OMS, 1989).

No sistema nervoso, alguns aminoácidos atuam diretamente como neurotransmissores, como a glicina que age em respostas sinápticas inibitórias, na medula espinhal e também na modulação de respostas excitatórias mediadas pela ativação de receptores do tipo N-metil-aspartato NMDA. Além do glutamato e do aspartato, conhecidos como neurotransmissores excitatórios, outros aminoácidos são precursores de neurotransmissores como o GABA, derivado do glutamato; a norepinefrina e a dopamina, derivados da tirosina; e a serotonina sintetizada a partir do triptofano (TRP) (YOKOGOSHI; NOMURA, 1991; MORGANE et al., 1993; PENEDO, 2008).

O TRP é um aminoácido neutro, essencial, que contribui para o crescimento normal, síntese proteica e para a síntese do neurotransmissor serotonina (FERNSTROM, 2000; KAPEZINSKI et al., 1998; PENEDO, 2008). A serotonina ou 5-Hidroxitriptamina (5-HT) participa de uma ampla variedade de funções no SNC, tais como: sensibilidade à dor, controle do sono, humor, comportamento sexual, consumo alimentar, agressividade, percepção sensorial, aprendizagem, memória e estados psíquicos como na depressão (CARVALHO-SANTOS et al., 2010). Além disso, a 5-HT, enquanto fator neurotrófico, interfere no desenvolvimento somático e sensorio motor (BARROS et al., 2006; DEIRÓ et al., 2006; CARVALHO-SANTOS et al., 2010). O triptofano, por ser um aminoácido essencial, torna a síntese de serotonina dependente da sua ingestão dietética (VENERO et al., 1992; PENEDO, 2008).

Alguns nutrientes têm papel fundamental na química cerebral. Assim, deficiências nutricionais a depender do tipo, da severidade e da duração, principalmente, quando ocorridas durante o desenvolvimento do cérebro, poderão ocasionar alterações irreversíveis, mesmo após recuperação nutricional (MORGANE et al., 1992). O período de desenvolvimento do SNC varia entre as espécies e, no homem, inicia-se no terceiro trimestre de gestação, continuando por dois a quatro anos após o nascimento (MORGANE et al., 1978; PENEDO, 2008).

A manipulação dietética do TRP tem apoiado a hipótese do papel da serotonina na regulação da agressão. Quando indivíduos são submetidos a dietas pobres em TRP, fica evidenciada a existência de uma correlação entre conduta agressiva e as concentrações plasmáticas diminuídas deste aminoácido, ao passo que se observa alteração na conduta agressiva nos indivíduos que recebem dieta rica em triptofano (BJORK et al., 1999; GAUER, 2001).

Em ratos, a desnutrição proteica imposta no pré e pós-natal foi capaz de provocar alterações específicas no córtex cerebral, causando dano cerebral (FEOLI et al., 2008). Ademais, (BARRETO-MEDEIROS et al., 2002; BARRETO-MEDEIROS et al., 2004; CARVALHO-SANTOS et al., 2010) evidenciaram que desnutrição proteica neonatal alterou causando efeito sobre o comportamento agressivo e alimentar em ratos adultos, mesmo após recuperação nutricional.

Por outro lado, embora a prevalência de desnutrição em menores de quatro anos, no Brasil, apresente-se em declínio, existem regiões e áreas rurais onde a desnutrição apresenta natureza endêmica. Isso demonstra que, apesar dos esforços políticos e científicos, a desnutrição ainda se constitui um problema de saúde pública por afetar principalmente crianças em idade de pleno desenvolvimento cerebral. Nesse sentido, estudos da associação entre agressões nutricionais precoces e suas consequências tardias, como alterações comportamentais, representam um campo da nutrição a ser explorado (CARVALHO-SANTOS et al., 2010).

6.4.3 Manganês e importância na dieta

O Mn é um elemento traço essencial envolvido em muitas funções metabólicas, reações bioquímicas e celulares para todas as espécies vivas (KRANG; ROSENQVIST, 2006; GOTHANKAR et al., 2009; LIU et al., 2013). Ativa várias enzimas envolvidas nos processos metabólicos; é necessário para o metabolismo dos lipídios e das proteínas, para os sistemas nervoso e imunológico e para a regulação do açúcar no sangue. O Mn está envolvido na utilização de vitaminas B1 e E, e é necessário para o crescimento normal dos ossos e cartilagens (RUZIK, 2012).

O consumo diário de quantidades balanceadas de Mn é essencial para o crescimento e boa saúde nos seres humanos e animais (GOTHANKAR et al., 2009). Embora essencial em pequenas quantidades, exposição a altas concentrações de Mn é nocivo para os organismos vivos (LIU et al., 2013). Em excesso o Mn pode ser um agente neurotóxico, atuando como um inibidor competitivo de canais iônicos regulados por cálcio nas membranas nervosas e musculares e inibindo assim a transmissão sináptica e muscular e a excitação neuromuscular (KRANG; ROSENQVIST, 2006).

O cérebro é particularmente susceptível ao excesso desse metal, mas os mecanismos de toxicidade ainda não estão bem esclarecidos. Como foi demonstrado anteriormente, a exposição a doses elevadas pode sobrepujar o controle homeostático e acumular-se no cérebro causando lesões neurotóxicas já descritas.

Foi visto também, em estudos com animais e humanos, que a absorção intestinal de Mn aumenta quando há deficiência de ferro (Fe). Assim, a deficiência de Fe pode ser um fator de risco para a acumulação de Mn no corpo (FARINA et al., 2013; LEE; KIM, 2012).

O Fe é obtido pela dieta, seja sob a forma inorgânica (encontrada em vegetais e cereais), assim como orgânica (carnes, ovos e laticínios). Em uma dieta adequada são encontrados de 13 mg a 18 mg de Fe, entretanto, apenas 1 mg a 2 mg serão absorvidos pelo intestino (LIMA; CALDEIRA, 2013). A deficiência de Fe é um problema nutricional com elevada prevalência mundial (UMBELINO; ROSSI, 2006). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e a Organização das Nações Unidas (ONU) a prevalência média de anemia em crianças menores de quatro anos em países industrializados é de 20,1%, e de 39,0% em países em desenvolvimento.

Íons de Mn (Mn^{3+}) se ligam no mesmo local que os íons férricos (Fe^{3+}) na molécula de glicoproteína mucina, que é conhecida por estabilizar os íons que impedem a precipitação no lúmen do trato gastrointestinal. O Mn e o Fe são conhecidos por terem uma afinidade para a ligação da molécula intercelular mobilferrina, proteína ligante de ferro presente nas células da mucosa intestinal (CONRAD et al., 1993; 1994). A absorção de íons metálicos em enterócitos é conhecida por ocorrer através de transportadores transmembrana. Durante a deficiência de Fe o número de transportadores de membranas dos enterócitos é aumentado a fim de maximizar a absorção de Fe. Isto vai resultar inevitavelmente num aumento da absorção de Mn (FARINA et al., 2013), ou seja, uma dieta pobre em Fe pode levar a uma maior absorção de Mn.

Alguns estudos apresentam elementos consistentes da importância da nutrição no que tange a exacerbação comportamental. Nesse sentido é fundamental avaliar o papel desempenhado pela nutrição, pois ela pode estar associada tanto com a exposição quanto com o efeito e causar dúvidas quanto à sua real participação nesse contexto.

6.5 MANGANÊS

O manganês (Mn) é um elemento amplamente distribuído pela crosta terrestre e faz parte da constituição natural de diversos tipos de rochas. No entanto, não se apresenta no ambiente como um metal puro, e sim combinado com outras substâncias como oxigênio, enxofre e cloro, formando compostos sólidos. Esse metal pode ser modificado de um composto para outro, em consequência de processos naturais ou de atividades humanas (CHASIN; AZEVEDO, 2003; NADASKA; LESNY; MICHALIK, 2012; O'NEAL; ZHENG, 2015).

Rochas com alto teor do elemento Mn são usadas para a produção do manganês metálico, por sua vez, é usado para produção de diversos tipos de aço (CHASIN; AZEVEDO, 2003).

O Mn é um elemento essencial e os seres vivos necessitam, em condições normais, de pequenas quantidades deste micronutriente. As algas e o plâncton podem consumir e concentrar o manganês, e em função de atividades industriais e da decomposição de combustíveis fósseis, a concentração do Mn pode ser também aumentada no meio ambiente (ATSDR, 2000).

6.5.1 Ocorrência na natureza

O manganês está presente na crosta terrestre, água e atmosfera, na forma particulada. Apesar dos principais minérios serem levemente hidrossolúveis, a gradual conversão em sais solúveis contribui para sua ocorrência nos rios e mares (BARCELOUX, 1999; MENA, 1980). Pode ser oxidado e precipitado, primariamente, pela ação bacteriana e tende a ser transportado em águas subterrâneas e solos anaeróbicos (WHO, 1991).

No solo, suas concentrações dependem das características geotérmicas, das transformações ambientais dos compostos de manganês naturalmente presentes, da atividade de microrganismos e da incorporação pelas plantas (WHO, 1981). Ocorre em quase todos os tipos de solo, na forma divalente ou tetravalente, nos quais a concentração varia de 40 a 900mg Mn.kg⁻¹, sendo a erosão do solo uma das mais importantes fontes naturais de Mn. É abundante também nas rochas ígneas, sedimentárias e metamórficas (BARCELOUX, 1999).

No ar, as concentrações de Mn ocorrem naturalmente baixas, mas está presente na atmosfera sob diversas formas, carbonatos, hidróxidos ou óxidos de Mn. Tem sido encontrado em todas as amostras de material particulado atmosférico. A média anual em ambientes não poluídos e áreas rurais varia de 0,01 a 0,07 µg.m⁻³. Em áreas industriais, as médias anuais podem ser maiores que 0,5 µg.m⁻³. Aproximadamente 80% do Mn no material particulado estão associadas às partículas que têm diâmetro menor que 5 µm, favorecendo a ampla distribuição do metal (MARTINS; LIMA, 2001).

O Mn participa de vários processos fisiológicos, vegetais e animais. Nos vegetais participa daqueles relacionados à respiração, sendo essencial para a enzima oxidante lactase (MARTINS; LIMA, 2001). É também, um elemento essencial para a fisiologia animal em processos de formação dos ossos, função reprodutiva e metabolismo de carboidratos e lipídios (THORNTON, 1995).

6.5.2 Transporte, distribuição e transformação no ambiente

Não há muitas informações sobre as reações atmosféricas do manganês. Pode reagir com dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio, mas a ocorrência de tais reações na atmosfera ainda não está bem esclarecida (CHASIN; AZEVEDO, 2003).

Na água, sofre oxidação, dependendo do pH, do potencial de oxirredução e da atividade microbiana. O metabolismo microbiano do Mn é função do pH, da temperatura e de outros fatores (MARTINS; LIMA, 2001).

O estado de oxidação do Mn em solos e sedimentos pode ser alterado pela atividade microbiana. Os microrganismos também podem aumentar a mobilidade deste metal (ATSDR, 2000). Há um equilíbrio dinâmico entre as formas do Mn. A forma divalente é transformada, através da oxidação biológica, na forma trivalente que, posteriormente, é reduzida a Mn^{2+} em solos muito ácidos. A oxidação bacteriana é considerada baixa, por outro lado, em solos alcalinos, e a forma divalente praticamente desaparece. A velocidade de conversão nas diferentes formas sofre influência sazonal, provavelmente por depender da ação microbiológica, pois o potencial de oxidação e de redução está diretamente relacionado com a atividade dos microrganismos que podem alterar o pH (WHO, 1981; WHO, 1999).

6.5.3 Principais usos

O Mn tem uma variedade de usos. Aproximadamente 90% do Mn produzido no mundo são utilizados para fabricação de ligas ferromanganês e ferrosilíciomanganês. Tais ligas são amplamente utilizadas em metalúrgicas, preponderantemente para fabricação do aço, onde o Mn atua como agente dessulfurante e redutor, aumentando também a resistência, rigidez e durabilidade do produto, sendo, por isso, utilizado nos trilhos dos trens (WHO, 1981).

Tem sido usado também em outras situações na indústria, tais como: na produção de esmalte porcelanizado e fósforo de segurança, na forma de minério; em pilhas secas, como despolarizador, juntamente com o Mn eletrolítico; em cerâmica, suplementos alimentares, fertilizantes, fungicidas, rações e produtos farmacêuticos, sendo empregados sais de Mn, como cloreto e sulfato; em eletrodos para soda; em ligas de níquel e cobre empregadas na indústria elétrica, nas resistências elétricas de precisão; em produtos desinfetantes de limpeza de peças metálicas, clareadores e conservantes de flores e frutas e medicamentos na forma de permanganato de potássio (ATSDR, 2000).

6.5.4 Fontes de exposição

6.5.4.1 Exposição ambiental

A população que reside em áreas próximas a indústrias que utilizam o Mn ou de descartes de materiais industriais pode estar exposta a altos níveis de material particulado (WHO, 1999). Já as populações que residem em regiões de ocorrência natural de Mn, em depósitos minerais ou que utilizam o metal (fungicidas, baterias), podem estar expostas a altas concentrações através da água e do solo (WHO, 1999).

Exposição ao Mn atmosférico atinge algumas ordens de magnitude menores que aquelas atingidas pela dieta, aproximadamente 0,1-3,0 μg dependendo da distância da fonte (WHO, 1996).

A USEPA estabeleceu a dose de referência para exposição oral (RfD), para o Mn, baseada nos resultados dos testes neuropsicológicos. O menor limite de efeitos adversos observados (LOAEL - *lowest adverse effects level*) foi de 150 $\mu\text{g Mn.m}^{-3}$, e esta concentração é ajustada para uma exposição não ocupacional e um fator de incerteza de 1.000 para produzir uma concentração de referência para exposição por inalação (RfC) de 0,05 $\mu\text{g de Mn.m}^{-3}$ (BARCELOUX, 1999).

Foram feitas estimativas de níveis de exposição ao Mn que apresentam risco mínimo para humanos (Minimal Risk Levels – MRL). Um MRL é definido como uma estimativa da exposição diária humana a uma substância, que é provável que seja sem um risco apreciável de efeitos adversos (não carcinogênicos) durante um período de exposição específico. O MRL para os efeitos neurológicos da exposição ao Mn, em pó respirável, considerando uma exposição crônica (365 dias ou mais) por inalação, foi de 0,3 $\mu\text{g Mn.m}^{-3}$ (ATSDR, 2012).

6.5.4.2 Exposição alimentar

Apesar da absorção do Mn por via oral ser de apenas 3 a 5%, os alimentos são a fonte primária de absorção e se constituem as maiores fontes de Mn para a população em geral. A ingestão de Mn depende da dieta alimentar. As maiores concentrações de Mn são encontradas em alimentos de origem vegetal, como grãos (acima de 41 $\mu\text{g.g}^{-1}$), nozes (acima de 47 $\mu\text{g.g}^{-1}$) e cereais (acima de 41 $\mu\text{g.g}^{-1}$) (MARTINS; LIMA, 2001), especialmente em trigo e arroz, mas também em chás, soja e ovos (RUZIK, 2012).

Embora o Mn seja considerado um microelemento essencial, os dados não são suficientes para estabelecer um valor para a ingestão diária. Mas foi considerado como dose de referência (RfD) do Mn em alimentos o valor de 0,14 mg.kg.dia^{-1} (USEPA, 2016; ATSDR, 2012) ou 10 mg para um indivíduo adulto de 70 Kg (GREGER, 1998).

RfD é uma estimativa de uma exposição diária à população humana que provavelmente não terá um risco apreciável de efeitos deletérios durante toda a vida. O RfD é geralmente expresso em unidades de miligramas por quilograma de peso corporal por dia (mg.kg.dia^{-1}). O RfD é uma dose de referência derivada operacionalmente da NOAEL (*no observed adverse effects level*) (USEPA, 2016). O valor de NOAEL para o manganês é 11 mg.dia^{-1} e o de LOAEL (*lowest adverse effects level*), 15 mg.dia^{-1} (DAVIS, 1992; GREGER, 1998; COZZOLINO, 2015).

A Portaria N° 33 de 13/01/1998 da ANVISA estabelece uma Ingestão Diária Recomendada (IDR) de 0,3 a 5 mg, para a faixa etária de lactantes à adultos (MARTINS; LIMA, 2001).

Evidências indicam que o excesso de exposição ao Mn do ambiente é prejudicial à saúde, mas não está claro se a exposição a altos níveis de Mn da dieta pode resultar em toxicidade (RINK et al., 2014).

6.5.4.3 Exposição ocupacional

A exposição ocupacional ao Mn está ligada à maioria dos casos relatados de intoxicação por Mn (CROSSGROVE; ZHENG, 2004).

O Mn é usado na produção de aço, latas de alumínio, fungicidas, fertilizantes e eletrônicos. Os riscos para a saúde da exposição a Mn também têm sido associados a pesticidas orgânicos contendo Mn, tais como etileno bisditiocarbamato de Mn (Maneb) (FERRAZ et al., 1988).

A neurotoxicidade devido à exposição por inalação de Mn no ar tem sido relatada em mineiros em minas de dióxido de manganês, trabalhadores em fábricas de baterias de células secas, fundições e soldadores (CROSSGROVE; ZHENG, 2004).

6.5.5 Efeitos da exposição ao manganês

Segundo a organização mundial de saúde, em relação aos efeitos agudos, após exposição a altas concentrações de óxido de manganês – mais que $8 \mu\text{g.dL}^{-1}$ no sangue e mais que $0,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na urina (WHO, 1999) – podem ocorrer náusea, fadiga, dor de cabeça, tosse seca, dispnéia e pneumonia química (BARCELOUX, 1999). No que compete aos efeitos crônicos os principais órgãos atingidos são o pulmão e o cérebro. Bronquite e tosse são verificadas mediante exposição ao Mn acima dos padrões permitidos. Especificamente no sistema nervoso central, o excesso de Mn produz neurotoxicidade que pode se desenvolver em síndrome parkinsoniana (manganismo), no qual a função neurológica é prejudicada apresentando sintomas de apatia,

anorexia, astenia, fraqueza nas extremidades, irritabilidade, artralguas e dor de cabeça. Desordens de comunicação e tremores quando o gânglio basal é afetado também são verificados, assim como Parkinsonismo nos casos mais graves (BARCELOUX, 1999).

Foram observadas toxicidades cardiovasculares e hepáticas, bem como reprodutivas e de desenvolvimento. E em casos graves, os sinais físicos da neurotoxicidade Mn incluem o movimento distônico das extremidades com tremor e um andar particularmente característico chamado "caminhada de galo" no qual os pacientes andam em seus dedos do pé, inclinando-se para frente. (CROSSGROVE; ZHENG, 2004).

6.5.6 Manganês no corpo humano e no ar

Analisando as recomendações normativas sobre a presença de Mn no organismo humano encontrou-se a atribuição de valores para urina e sangue. Segundo a Organização Mundial de Saúde o nível de Mn considerado normal deve ser de 2-8 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no sangue e de 0,1-0,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na urina (WHO, 1999). Segundo o departamento de saúde e serviços humanos dos EUA, as faixas normais dos níveis de Mn no sangue são de 4 a 15 $\mu\text{g.L}^{-1}$, de 1 a 8 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na urina e de 0,4 a 0,85 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no soro (ATSDR, 2012).

Em relação ao ar o valor de referência é de 0,15 $\mu\text{g Mn.m}^{-3}$, segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2000). O limite imediatamente perigoso para a vida e a saúde (Immediately Dangerous to Life or Health Air Concentration - IDLH) é definido em 500 mg Mn.m^{-3} (OSHA, 2000; HSDB, 2000).

6.5.7 Toxicocinética

6.5.7.1 Vias de exposição

O aparelho respiratório é de importância primordial como via de exposição ao Mn. O mecanismo da absorção no nível do epitélio alveolar é pouco conhecido. Entretanto, a absorção, a retenção e a remoção dos aerodispersóides do metal apresentam características comuns às de qualquer outro material particulado introduzido por tal via. As partículas com diâmetro inferior a 1 μm podem atingir as regiões mais profundas e ser, parcialmente, absorvidas. Na região alveolar, parte do material depositado é removida, principalmente pelos macrófagos, para o epitélio ciliado dos bronquíolos de onde, pelo movimento mucociliar, atingem a faringe. A extensão da deposição pulmonar do Mn pode ser afetada por diferenças interindividuais na remoção mucociliar. A deposição de fumos de Mn parece depender da carga elétrica da partícula, sendo 33% superior para as positivamente carregadas com relação às de carga negativa (WHO, 1981).

Grande parte do Mn absorvido pela via respiratória pode atingir a mucosa gastrintestinal, como consequência da deglutição do material removido até a faringe, e ser absorvido. A absorção, neste local, é influenciada por diversos fatores, dentre eles: a presença ou não de ferro na dieta; o tipo de composto introduzido; a idade e a ingestão concomitante de bebidas alcoólicas.

No homem, cerca de $3,0\% \pm 0,5$ da quantidade ingerida é absorvida no epitélio intestinal. Estudos realizados com ratos mostram que a fração de Mn absorvida por estes é semelhante à absorvida pelo homem, ou seja, de 2,5 à 3,5% (SIQUEIRA, 1984).

A presença de ferro na dieta influencia a absorção do Mn. Estudos verificaram que em indivíduos com dieta deficiente em ferro, a absorção pode aumentar até 7%. Além disso, sugerem que o sistema de transporte por difusão facilitada do ferro e do Mn é o mesmo e na falta do Fe ocorre ativação do transporte (manutenção da homeostasia). O sistema de transporte é saturável e na presença de um dos metais ocorre uma diminuição da absorção do outro (SIQUEIRA, 1984; FARINA et al., 2013).

A idade parece influenciar na intensidade de absorção do Mn. Estudos mostram que ratos jovens podem absorver até 70% do Mn introduzido com a dieta, enquanto um animal adulto não absorve mais que 2%. A influência do etanol na absorção do Mn foi evidenciada em ratos, que mostraram absorver uma quantidade duas vezes maior quando expostos concomitantemente ao álcool (SIQUEIRA, 1984).

6.5.7.2 *Distribuição e armazenamento*

No sangue, o Mn se liga em grande extensão às proteínas plasmáticas e, nos eritrócitos, de 0,5 a 9% provavelmente à porfirina. A oxidação do Mn^{2+} para Mn^{3+} é favorecida no organismo, e parece ser mediada pela ceruloplasmina. Tal oxidação ocorreria já no intestino delgado. A β -globulina e a transmaganina transportam parte do Mn, na forma trivalente, para os tecidos. Em parte, o transporte da forma divalente ocorre também pela sua ligação à α -macroglobulina (BARCELOUX, 1999).

O Mn é um elemento essencial para o homem e para os animais, estando presente nas células dos organismos vivos. Estudos sobre a distribuição do Mn no organismo mostram que os locais que apresentaram as maiores concentrações do metal são os de maior atividade metabólica, como o fígado e o pâncreas, e os relacionados à eliminação, como os rins e o intestino delgado grosso. Em contraste, os tecidos de baixa metabólica como músculos esqueléticos, pele, bexiga, testículos, útero, ossos e tireoide, apresentam menores

concentrações. Esta distribuição provavelmente se correlaciona com a quantidade de mitocôndrias do órgão ou tecido, organela onde o Mn se acumula na célula (WHO, 1981).

A concentração do Mn presente nos tecidos permanece constante, não mostrando tendência a se alterar com a idade e seus valores podem ser considerados característicos do tecido ou órgão, independentemente da espécie animal. Os tecidos pigmentados, como o cabelo e a pele, se são escuros, tendem a acumular o Mn (WHO, 1981).

O Mn atravessa a barreira hematoencefálica, provavelmente ligado à transferrina. No cérebro humano, assim como nos animais, a distribuição é desigual, podendo ser o glânglio basal a região que apresenta os níveis mais elevados. Em ratos expostos por um longo tempo ao Mn, o hipotálamo mostrou ser o local de maior acumulação do metal. Nos tecidos, o Mn não se liga à metalotioneína à semelhança de vários metais pesados e parece apresentar maior afinidade por radicais N-imidazólicos como os da histidina, de maneira semelhante ao ferro (SIQUEIRA, 1984; MARTINS; LIMA, 2001).

A diminuição dos níveis do Mn do sangue é rápida: no homem, a meia-vida ($t_{1/2}$) plasmática varia de 0,5 a 5 minutos. Pesquisas demonstram que a curva de depuração do Mn apresenta dois componentes exponenciais: uma fase rápida ($t_{1/2}$ de quatro dias) e uma fase lenta ($t_{1/2}$ de três a nove dias), e 70% do Mn são eliminados na fase lenta, fato este constatado anteriormente em animais (SIQUEIRA, 1984, WHO, 1981).

Considerando o organismo total, a remoção do Mn apresenta meia-vida biológica de 37 dias, sendo ossos e cérebro os locais de eliminação mais lenta. Nos indivíduos carentes de ferro, a meia-vida é menor, cerca de 23 dias. Estudos demonstram que trabalhadores expostos ao Mn, que não apresentaram sinais e sintomas de intoxicação, apresentaram meia-vida menor (15 dias) com relação aos expostos em situação semelhante, porém com intoxicação evidente (34 dias) (SIQUEIRA, 1984).

O Mn penetra a barreira placentária em todas as espécies e pode ser secretado no leite. O feto não acumula o Mn e as fórmulas utilizadas para a nutrição infantil contém níveis até 200 vezes maior do metal do que o leite materno, mas a absorção é, aproximadamente, 10 vezes menor (BARCELOUX, 1999).

6.5.7.3 *Biotransformação e eliminação*

A eliminação é o principal fator da manutenção da homeostase do Mn no organismo. Experiências realizadas com humanos e animais mostram a importância da via gastrintestinal, e principalmente da secreção biliar, na eliminação deste metal (FARINA et al., 2013). As vias de eliminação parecem ser interdependentes e, juntas, constituem eficiente mecanismo de

homeostase que mantém constantes os teores do Mn nos tecidos. A concentração de Mn na bile é de 100 a 200 vezes maior que no plasma, e de 6 a 10 vezes maior que no fígado; a maior quantidade na bile ocorre, provavelmente, devido a um transporte contra gradiente de concentração. Na bile, o Mn se apresenta como cátions livres e na forma complexada, como resultado da reação do metal com compostos de baixo peso molecular. Na forma complexada, o Mn é mais bem reabsorvido pela mucosa intestinal do que na forma de cátion livre e, aproximadamente 11% do que é secretado com a bile sofre reabsorção. Este ciclo êntero-hepático foi descrito por vários autores. Quando ocorre obstrução da via biliar, ou sobrecarga de Mn, as vias auxiliares contribuem mais significativamente para sua eliminação, principalmente a secreção pancreática (SIQUEIRA, 1984).

No homem a excreção renal do Mn é baixa, correspondendo a 0,1 a 1,3% da quantidade diária ingerida. A exposição ao MMT resulta em eliminação significativa do metal pela urina. A administração de quelantes, como o EDTA, aumenta a excreção renal do Mn. A eliminação pode ser efetuada também através da secreção sudorípara ($\pm 100 \mu\text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$), unhas e cabelo ($\pm 2 \mu\text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$), e secreção láctea (10 e 20 $\mu\text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$) (SIQUEIRA, 1984; WHO, 1981).

6.5.8 Toxicodinâmica

O Mn funciona como um cofator para enzimas, como hexoquinase, superoxidodesmutase e xantinaoxidase. Está presente em metaloproteínas, tais como piruvato carboxilase e glutamina sintetase, uma enzima do citoplasma glial. Há referência de que em humanos a dieta deficiente em Mn, por 35 dias, foi responsável pelo desenvolvimento de erupção cutânea eritematosa no tronco e mudanças bioquímicas, como diminuição do colesterol plasmático, aumento de cálcio sérico, de fósforo e da fosfatase alcalina. Em mamíferos, a deficiência de Mn produz anormalidades esqueléticas e reprodutivas. Altas doses de Mn causam anormalidades, principalmente nos pulmões e no cérebro. Inalação de Mn pode levar à inflamação do trato respiratório superior e estudos em animais indicam o aparecimento de fibrose pulmonar (WHO, 1981).

Os mecanismos de ação do Mn são pouco conhecidos. A semelhança clínica com o parkinsonismo e a excelente resposta de pacientes intoxicados ao tratamento com L-dopa, utilizada no tratamento daquele mal, indicam que as anormalidades bioquímicas que precedem as alterações histológicas no sistema nervoso central podem ser comuns nos dois casos (SIQUEIRA, 1984). Tal semelhança permite associar as alterações no metabolismo de catecolaminas cerebrais com as manifestações extrapiramidais da intoxicação mangânica. O comprometimento do sistema extrapiramidal (SEP) no manganismo é corroborado pelo fato de

que as principais alterações histopatológicas identificadas no homem se localizam, principalmente, no gânglio basal, onde ocorre degeneração de neurônios, de células satélites e gliais (SIQUEIRA, 1984; WHO, 1999).

Outra anormalidade bioquímica típica do parkinsonismo é a diminuição significativa do conteúdo de melanina na substância negra. Somente os primatas e alguns mamíferos mais desenvolvidos apresentam pigmentação na substância negra e, coincidentemente, estas são as únicas espécies de animais susceptíveis às moléstias relacionadas ao SEP. Os animais de laboratório de pequeno porte, como ratos, cobaias, coelhos e camundongos, não desenvolvem alterações neurológicas extrapiramidais, o que torna difícil a investigação experimental da intoxicação crônica pelo Mn (SIQUEIRA, 1984).

No cérebro, as mais altas concentrações de dopamina (DA) estão no corpo estriado, substância negra e globo pálido, estruturas que participam do SEP. Provavelmente, a DA é o principal neurotransmissor neste local e mais de 80% da quantidade total de DA cerebral estão concentrados no sistema nigro-estriatal. Como consequência, fatores que alteram a DA podem provocar alterações extrapiramidais (CHASIN; AZEVEDO, 2003).

No parkinsonismo, ocorre diminuição de DA em diversas regiões do SEP, sobretudo no corpo estriado. Tal alteração fundamenta o tratamento da doença com a L-dopa, precursor da dopamina. A diminuição dos teores de DA no corpo estriado e na substância negra foi constatada em indivíduos com manganismo. Esta alteração também foi detectada em animais de laboratório expostos ao Mn por longo tempo. Entretanto, outras investigações com animais mostraram que, em determinadas condições, ocorre aumento da DA em algumas regiões do cérebro (SIQUEIRA, 1984; WHO, 1999).

O ácido homovanílico (AHV), principal metabólito da DA, acompanha as flutuações dos teores desta, sendo o melhor indicador do *turn-over* deste neurotransmissor. A lesão bioquímica inicial que acarreta a alteração dos teores de DA está sendo pesquisada e, até o momento, pouco se conhece sobre sua natureza (SIQUEIRA, 1984).

6.5.8.1 Alterações da atividade de enzimas envolvidas na síntese e no metabolismo da dopamina

A síntese da dopamina, noradrenalina e adrenalina e o metabolismo da dopamina tem velocidade regulada pela tirosina L-hidroxilase (TH), e o principal metabólito da dopamina é o ácido homovanílico (AHV). Os teores do AHV seguem de perto as flutuações dos teores da DA no cérebro de indivíduos com parkinsonismo ou com manganismo e, portanto, o Mn parece não afetar as enzimas do metabolismo, como a Monoamina oxidase (MAO), responsável por

metabolizar monoaminas como a noradrenalina, dopamina e serotonina e a Catecol O-Metiltransferase (COMT), *enzima* metabolizadora de catecolamina, como a dopamina. Também não parece ser provável que o Mn altere os níveis da DA por modificar os teores de tirosina, uma vez que, mesmo em estado de desnutrição, a concentração deste aminoácido cai abaixo da que seria o limite de saturação da TH. Se a inibição enzimática estiver envolvida no mecanismo de ação do Mn, a enzima afetada será, provavelmente, a tirosina hidroxilase. Esta enzima tem uma co-enzima, a pteridina reduzida, e requer o oxigênio e o Fe^{2+} para sua ativação. No início, poderia haver um estímulo da atividade da TH, talvez pela substituição do Fe^{2+} pelo Mn^{2+} (CHASIN; AZEVEDO, 2003; MARTINS; LIMA, 2001; STANDAERT; GALANTER, 2009).

6.5.8.2 Interferência com o sistema gabaérgico

Algumas evidências têm apontado a influência do sistema inibidor gabaérgico na transmissão dopaminérgica nigro-estriatal. Ratos tratados por longo período com Mn tem aumento do ácido γ -aminobutírico (GABA) no núcleo caudado, sugerindo que as alterações nos níveis de DA e AHV sejam consequência de alterações provocadas no sistema gabaminérgico. Permanece desconhecido se a alteração nos teores do GABA é consequência direta da administração do Mn ou se é secundária às alterações degenerativas produzidas pelo metal nos neurônios dopaminérgicos (CHASIN; AZEVEDO, 2003; BURTON; GUILART, 2009).

6.5.8.3 Oxidação de catecolaminas no sistema nervoso central

Como o Mn apresenta vários estados de oxidação, é provável que participe do controle homeostático de oxidorredução do cérebro. De acordo com o estado de oxidação, o Mn pode apresentar propriedade redutora ou oxidante. A facilidade do Mn em mudar de valência é a base de seu importante papel no cloroplasto, onde é responsável pela inativação do ânion superóxido: $\text{Mn}^{2+} + \text{O}_2^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + \text{Mn}^{3+}$. Pela redução do Mn^{3+} , o Mn^{2+} é reciclado (CHASIN, AZEVEDO, 2003).

A diminuição da peroxidação lipídica foi constatada em algumas regiões do cérebro de ratos expostos ao Mn, assim como em culturas de neuroblastomas, fatos que poderiam ser atribuídos à inativação do ânion superóxido. Algumas regiões do cérebro podem favorecer a oxidação do Mn, tais como a substância negra do homem e primatas e o hipotálamo de ratos. Nestes locais, ocorre elevada concentração de enzimas oxidativas e, provavelmente por isso, são alvos seletivos do Mn (SIQUEIRA, 1984; CHANG, LIU, 1999).

O Mn^{3+} ou em estado de oxidação superior, poderia potencializar a peroxidação lipídica e a autooxidação da dopamina, com produção de radicais livres e quinonas citotóxicas. Isto conduziria à degeneração de neurônios, principalmente na substância negra, onde a neuromelanina é formada pela oxidação da dopamina. Por sua vez, a psicose mangânica manifestada pelo trabalhador nos primeiros estágios da intoxicação poderia resultar do acúmulo de Mn^{2+} , com consequente alteração do mecanismo da neurotransmissão provocada pela inativação do ânion superóxido (MARTINS; LIMA, 2001).

Sendo a dopamina precursora da noradrenalina (NA) e da adrenalina (A) nos nervos adrenérgicos e tecidos cromafínicos, é provável que as alterações na concentração da DA tenham reflexos nos teores de NA e A. Alguns experimentos de exposição ao Mn não revelaram alterações na concentração destas duas catecolaminas, enquanto outros detectaram diminuição. As alterações nos teores de serotonina são discutíveis, tendo sido verificado diminuição ou nenhum efeito (SIQUEIRA, 1984).

A peroxidação lipídica é um dos mecanismos primários da toxicidade do Mn. Todavia, o exato mecanismo em humanos não é conhecido. A concentração de malondialdeído, um produto estável da peroxidação, em trabalhadores expostos se correlaciona fortemente com níveis plásticos de Mn (YIIN et al., 1996).

Quanto à essencialidade e deficiência do manganês, ele é um elemento essencial para muitas funções biológicas (JARVISALO et al., 1992). A deficiência de Mn só foi descrita uma vez, interligada com uma deficiência de vitamina K induzida experimentalmente e omissão acidental de Mn da dieta. Todos os estudos de dieta de ingestão diária de Mn indicam que os valores antes mencionados são encontrados. Parece que os mecanismos regulatórios de absorção e excreção funcionam e a deficiência de Mn é incomum em humanos (WHO, 1981).

7 METODOLOGIA

7.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Simões Filho está situado na região metropolitana de Salvador, com latitude 12°47'08'' ao sul e longitude 38°24'20'' ao oeste (Figura 1). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE), no último censo populacional (2010) a população era de 118.047 pessoas, com densidade demográfica de 586,65 hab km⁻² e área da unidade territorial de 201.222 km². Em 2018, a população estimada era de 132.906 pessoas. Em 2010, tinha um índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) de 0,675, ocupando a 18ª posição estadual (ATLAS BRASIL, 2013). Já em 2012, Simões Filho era considerado a 7ª economia do Estado da Bahia. Há apenas 22 km de Salvador, Simões Filho é considerada um dos mais fortes polos industriais da Bahia, possuindo hoje quase 200 indústrias nos mais diversos segmentos e um porto natural extremamente protegido, a baía de Aratu, importante fator para escoamento de produção das indústrias locais (PPMSF, 2012). Em 2016, o salário médio mensal era de 2,5 salários-mínimos. A proporção de pessoas ocupadas em relação a população total era de 24,8%. Considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha 43,2% da população nessas condições (2010). Em 2015, os alunos dos anos iniciais da rede pública da cidade tiveram nota média de 4,3, no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Para os alunos dos anos finais, essa nota foi de 3,2. A taxa de escolarização (para pessoas de 6 a 14 anos) foi de 95,9 em 2010. O PIB per capita do município, em 2016, foi de R\$ 37.043,88; já o percentual das receitas oriundas de fontes externas, em 2015, foi de 79,8%. A taxa de mortalidade infantil média (2014) na cidade é de 17,32 para 1.000 nascidos vivos. As internações devido a diarreias são de 0,4 para cada 1.000 habitantes (2016). Em 2010, o município apresentava 64,6% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 44,5% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 35,3% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio (IBGE, 2019).

No quilômetro 30, às margens da BR-324, está instalada, desde 1965, uma eletrossiderúrgica de ligas ferro-manganês, que emite sobre o município de Simões Filho, material particulado, contendo óxidos de ferro e manganês (Fotografia 1). A produção da eletrossiderúrgica é de ligas de ferro-manganês e ferro-silício produzidas pelo processo termodinâmico de redução de óxidos de manganês, silício e ferro (MENEZES FILHO, 2009).

Figura 1. Imagem da localização do município de Simões Filho-Bahia.



Fonte: www.paginasimoesfilho.com.br

A eletrossiderúrgica Vale Manganês S.A., pertencente ao grupo Vale S.A. (Fotografia 2), iniciou suas atividades na região em 1965. Inicialmente designada Siderúrgica do Brasil (SIBRA S.A) e, posteriormente, Rio Doce Manganês (RDM), causou impactos perceptíveis pela população circunvizinha primeiramente no meio ambiente, quando era visível nos domicílios uma persistente “fuligem” preta, depositada no interior dos seus imóveis. Este material particulado afetou a saúde de crianças e idosos, pois estes apresentavam quadros constantes de problemas respiratórios (MENEZES FILHO, 2009). Segundo estudos mais recentes (CARVALHO et al., 2018; RODRIGUES et al., 2018), os efeitos da exposição ao Mn têm sido associados ao aumento de comportamentos de impulsividade e externalização em crianças.

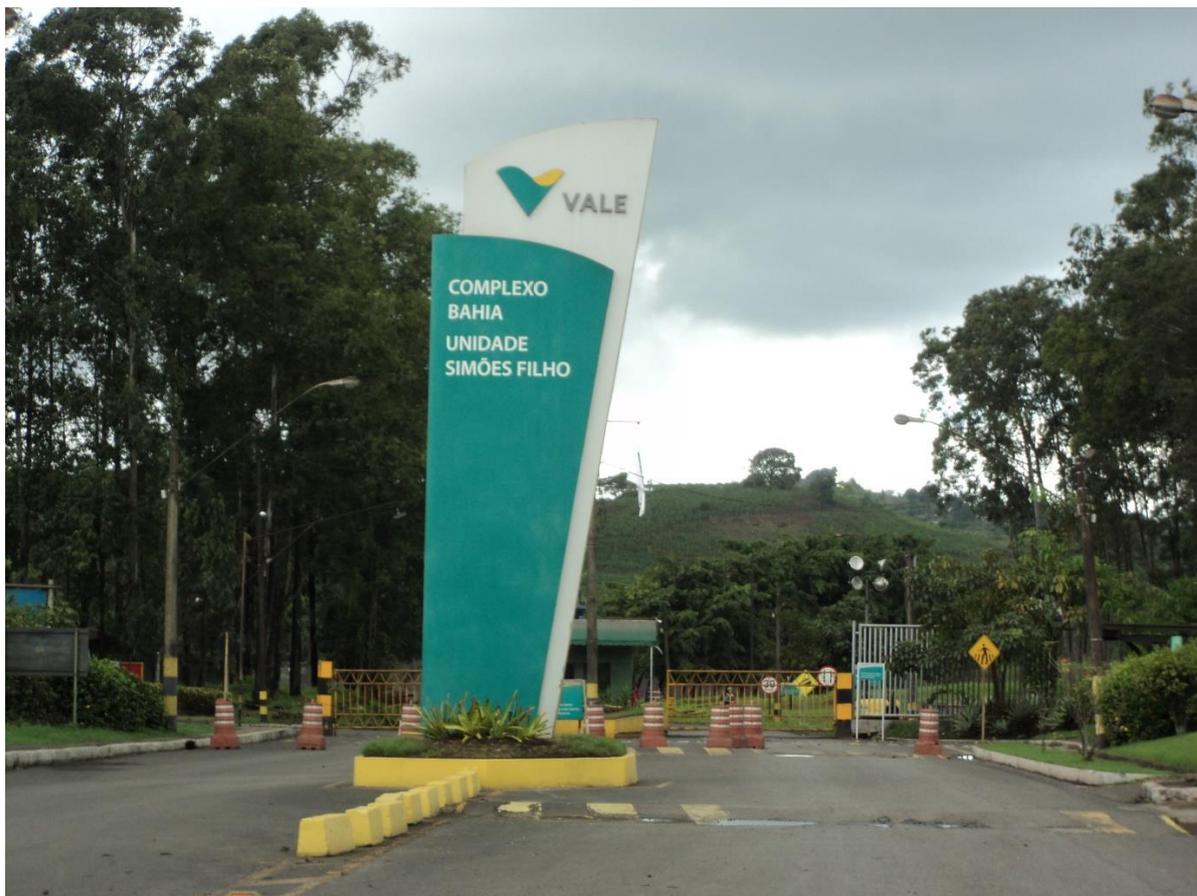
Fotografia 1. Pátio interno da eletrossiderúrgica Vale S.A. com a emissão visível do material particulado, poluente no ar do município de Simões Filho - BA.



Fonte: Fotografia do arquivo pessoal da autora, durante trabalho de campo, em 2019.

Numa pesquisa realizada na região, foi encontrado quantidades significativas de Mn em amostras biológicas da população (MENEZES FILHO et al., 2009). Foram avaliadas 109 crianças com idades entre 1 e 10 anos que viviam no entorno da eletrossiderúrgica. Um grupo não exposto de status socioeconômico similar também foi avaliado. A concentração de Mn no cabelo (MnC) foi medida e possíveis parâmetros hematológicos de confusão também foram avaliados. A concentração média de MnC foi de $15,20 \mu\text{g g}^{-1}$ ($1,10-95,50 \mu\text{g g}^{-1}$) para crianças expostas e $1,37 \mu\text{g g}^{-1}$ ($0,39-5,58 \mu\text{g g}^{-1}$) para as não expostas (MENEZES FILHO et al., 2009).

Fotografia 2. Entrada principal de eletrossiderúrgica Vale S.A. no município de Simões Filho - BA.



Fonte: Fotografia do arquivo pessoal da autora, durante trabalho de campo, em 2019.

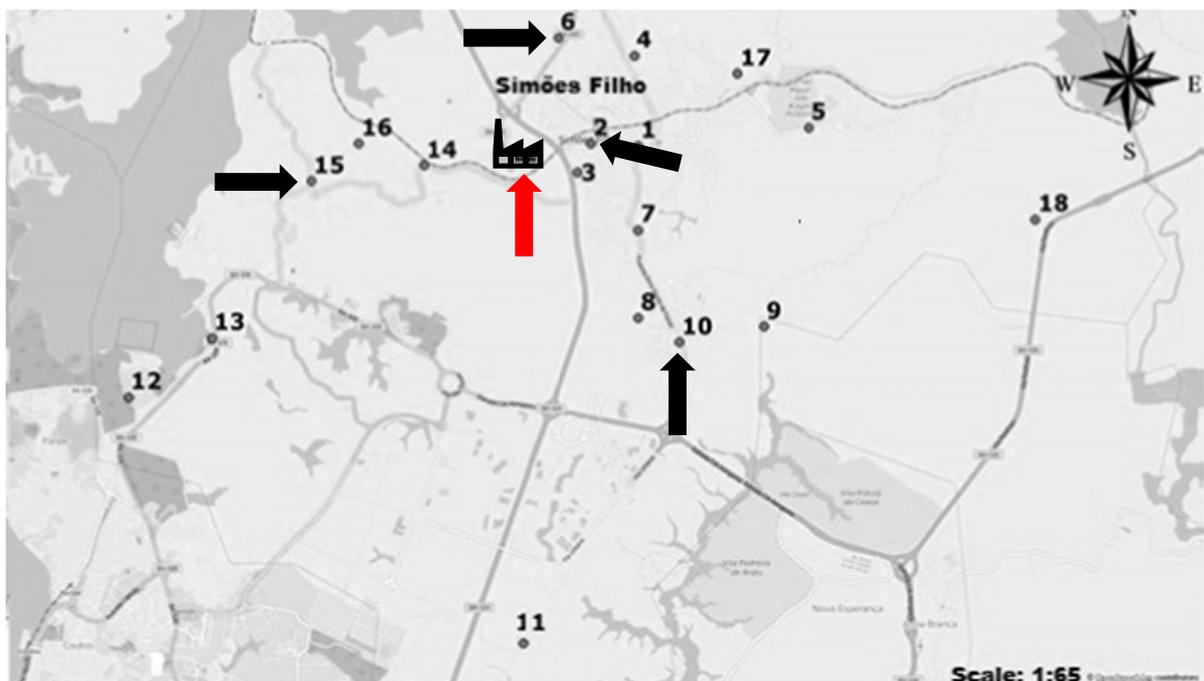
Na pesquisa realizada por Menezes Filho et al. (2016), foi analisado durante 30 dias, a taxa de deposição de Mn na poeira dos ambientes internos e externos de 15 escolas do município de Simões Filho-BA. A acumulação de Mn na poeira foi expressa em taxa de deposição e variou de 18.578 a 239 ($\mu\text{g Mn}/\text{m}^2/30$ dias). Um estudo realizado na cidade de Sidney, Austrália, por Gulson et al., (2006), em condições similares de metodologia, encontrou valores bem menores, variando de 0,2 a 196 ($\mu\text{g Mn}/\text{m}^2/30$ dias). Nesse estudo supracitado, a exposição foi em creches e a exposição ao Mn era proveniente de gasolina aditivada com metilciclopentadienil manganês tricarbonila (MMT), que contém Mn na sua estrutura. Mais dois estudos realizados em condições similares ao realizado em Simões Filho - BA, também, encontraram valores inferiores aos encontrados no município baiano (GUNIER et al., 2014; LUCAS et al., 2015). Recentemente, Rodrigues et al. (2018) encontraram, em estudo realizado com escolares, no mesmo município baiano, associações não lineares entre manganês coletado nas unhas dos pés das crianças e comportamento externalizante ($p=0,035$), bem como com as subescalas relacionadas: comportamento agressivo ($p=0,045$) e comportamento de quebrar regras ($p=0,024$). Esses resultados demonstram que

uma parcela dos escolares está exposta a material particulado contendo altos níveis de Mn e isso pode ser prejudicial à sua saúde.

7.2 ESCOLAS DO ESTUDO

No município de Simões Filho, localizado a 30 km de Salvador, o Departamento de Educação subdividiu a área administrativa em 11 sub-regiões, nas quais existem 67 escolas primárias, frequentadas por aproximadamente 15.000 crianças na faixa etária de 6 a 14 anos. Segundo o banco de dados, das 67 escolas existentes, 15 foram pré-selecionadas e identificadas inicialmente por números de 1 a 15, tendo como base a sua distribuição espacial em torno da fonte de emissão da eletrossiderúrgica e no número de crianças na faixa etária de 7 a 12 anos, matriculadas na escola. Foram realizadas medições da taxa de deposição de Mn no ambiente dessas 15 escolas (22,4% de todas as escolas), sendo pelo menos uma escola em cada sub-região. Dessas 15 escolas foram selecionadas 4 que estivessem dentro de um raio aproximado de 4 Km de distância da fonte exposição, sendo duas escolas na área urbana e duas na área rural e que apresentassem níveis diferenciados de exposição ao Mn. As escolas selecionadas foram previamente codificadas com os números 2, 6, 10 e 15 conforme mostra a Figura 2.

Figura 2. Área de estudo mostrando parte do município de Simões Filho - BA, a fonte de exposição de Mn e as 4 escolas de ensino fundamental selecionadas (2, 6 10 e 15).



Fonte: Menezes Filho et al., 2016.

7.3 DELINEAMENTO E POPULAÇÃO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo epidemiológico descritivo transversal, cujos dados foram obtidos por meio de consulta à base de dados do Projeto PIECES (ANEXO A). O banco de dados apresentou uma população total de 242 escolares com idade entre 7 e 12 anos, de ambos os sexos, estudantes de quatro escolas selecionadas. Para atender aos objetivos do doutorado, foram analisados os dados dos escolares que apresentaram informações sociodemográficas, bioquímicas, dietéticas, físicas, antropométricas, de exposição ao Mn e de avaliação neuropsicológica do comportamento.

7.4 DESCRIÇÃO DA COLETA DE DADOS

Todos os dados necessários para atingir os objetivos do doutorado foram coletados no âmbito do estudo PIECES, no período de outubro de 2015 a junho de 2017. Os dados que envolveram os fatores nutricionais, como estado nutricional e qualidade da dieta foram coletados pela doutoranda, uma vez que ela era membro regular e oficial do PIECES. Todos os dados aqui apresentados são dados secundários, e o uso do banco foi autorizado pelo coordenador da pesquisa conforme ANEXO C.

7.5 VARIÁVEIS DO ESTUDO

7.5.1 Sexo e idade

Os escolares foram classificados conforme sexo: masculino (n=114) e feminino (n=128). E quanto à idade, a faixa etária de 7 a 12, em anos completos.

7.5.2 Socioeconômicas

As variáveis socioeconômicas consideradas foram nível de escolaridade e renda. Os dados sobre a renda foram coletados em quantidade de salários-mínimos recebidos pela família e depois foram expressos em renda familiar per capita de acordo com o número de moradores da residência. Como limite de pobreza foram considerados os valores inferiores a 0,5 salário per capita, tendo em vista que, quando criado pela legislação brasileira, o salário mínimo pretendia atender as necessidades básicas de uma família padrão.

Os dados sobre a escolaridade foram separados por grau de escolaridade dos pais do escolar. Foram estabelecidos quatro níveis de escolaridade (0 – 4), iniciando em analfabeto e finalizando em superior incompleto.

7.5.3 Bioquímicas e toxicológicas

As variáveis bioquímicas (n=220) consideradas foram apenas ferro (Fe) e hemoglobina (Hb). As crianças foram classificadas em anêmicas e não anêmicas, baseando-se na classificação da Organização Mundial da Saúde, a qual considera anêmicas crianças de até 11 anos com $Hb < 11,5 \mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ e adolescentes de 12 a 14 anos com $Hb < 12 \mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ (WHO, 2011).

Os teores de ferro sérico foram avaliados pelo método colorimétrico com ferrozine (DE MAEYER et al., 1991), no Laboratório de Análises Clínicas da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia. O ferro sérico foi expresso em microgramas por decilitro ($\mu\text{g}/\text{dL}$) e foram considerados deficientes os valores inferiores a $50 \mu\text{g}/\text{dL}$ (MORAIS et al., 1992; RIBEIRO; TONE, 1996).

As variáveis toxicológicas analisadas foram os indicadores de exposição ao Mn medidos no sangue (MnS) (n=218), no cabelo (MnC) (n=209) e nas unhas dos pés (MnUp) (n=199). Os níveis de MnS considerados normais estão na faixa de 4 a $15 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (ATSDR, 2012). Os valores de referência de MnC na população brasileira são de 0,15 a $1,15 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (CARNEIRO et al, 2002). Não existem ainda parâmetros oficiais para os níveis de MnUp.

7.5.4 Qualidade da dieta

Para identificar a ingestão dietética diária de micro e macronutrientes e avaliar a qualidade da dieta das crianças, através do consumo de alimentos, foi utilizado o questionário do Recordatório de 24h (R24h) (n=196) (ANEXO D).

Para quantificar a ingestão dietética, os alimentos consumidos foram transformados em medidas caseiras, fazendo-se uso da Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO), edição 2011, com posterior interpretação dos dados nos softwares apropriados.

Os dados obtidos dos R24h foram digitados no *software Nutrilife*®, versão 9.9 SYNC, transformando as informações em energia e quantificando nutrientes como manganês e ferro. A inserção das informações da dieta no *Nutrilife*® permite quantificar todos os nutrientes presentes na dieta. As informações coletadas foram armazenadas em um banco de dados no *software Excel* 2007-2013, com dupla entrada, checando os recordatórios que somavam menos que 800 kcal ou mais que 3.500 kcal, visando identificar possíveis erros de digitação, melhorando assim a qualidade das informações. Após a digitação os dados dietéticos, obtidos no *Nutrilife*®, foram exportados para o STATA e posteriormente avaliados.

Para avaliar a qualidade da dieta foi usado o Índice de Qualidade da Dieta Revisado (IQD-R) que além de avaliar a qualidade da dieta, mensura variados fatores de riscos dietéticos para doenças crônicas, permitindo, simultaneamente, avaliar e monitorar a dieta em nível

individual ou populacional (PREVIDELLI et al., 2011). O IQD-R é uma adaptação do HEI-2005, elaborado com base nas recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira de 2006 (MS, 2006), bem como nas da Organização Mundial de Saúde (OMS), do *Institute of Medicine* e da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) (GUENTHER, P. M. et al. 2007; MS, 2006; PREVIDELLI et al., 2011).

Foi calculado o valor energético para 1000 kcal, dos componentes baseados nos grupos de alimentos do Guia Alimentar para População Brasileira, estes foram utilizados no IQD-R para cada indivíduo (Quadro 2). O escore do IQD-R foi obtido pelo somatório da pontuação de doze componentes originados do HEI-2005, sendo nove referentes aos grupos de alimentos (“Cereais totais”, “Cereais integrais”, “Frutas totais”, “Frutas integrais”, “Vegetais totais”, “Vegetais verdes-escuros e alaranjados e leguminosas”, “Leite e derivados”, “Carnes, ovos e leguminosas” e “Óleos”), dois referentes aos nutrientes (gordura saturada e sódio) e o último referente à composição do valor energético proveniente da ingestão de álcool, açúcar de adição e gordura sólida (que é o somatório da gordura saturada e gordura trans, codificado como Gord_AA) (PREVIDELLI et al., 2011).

7.5.4.1 Componentes alimentares

Aos componentes “Fruta Integral”, “Vegetais Verdes Escuros e Alaranjados e Leguminosas” e “Cereais Integrais”, que não possuem recomendações específicas no Guia Alimentar Brasileiro, foram atribuídos números de porções proporcionais aos componentes “Frutas e suco de frutas naturais”, “Vegetais” e “Cereais, Raízes e Tubérculos”, presentes no Guia (PREVIDELLI et al., 2011) (ANEXO G).

Para 1000 kcal o Guia recomenda o consumo de 3 porções de “Cereais, Raízes e Tubérculos”, porém, na composição do IQD-R, estas porções são distribuídas entre “Cereais, Raízes e Tubérculos” (2,0 porções) e “Cereais Integrais” (1,0 porção). Destaca-se que, segundo o mesmo, o grupo “Cereais, Raízes e Tubérculos” refere-se não apenas ao consumo de grãos, mas também de alimentos ricos em carboidratos tais como, biscoitos, massas, batata e outros, considerados a base energética do consumo alimentar da população brasileira. O porcionamento de frutas, sucos, legumes, verduras, leguminosas, leite e derivados do IQD-R segue o Guia Alimentar 2006 (Quadro 3).

Quadro 2. Número de porções diárias recomendadas por 1000 Kcal, valor energético médio das porções segundo os grupos de alimentos do Guia Alimentar para a População Brasileira e os componentes e número de porções diárias/1000 kcal do Índice de Qualidade da Dieta Revisado (IQD-R).

Guia Alimentar para a população Brasileira (2006)			Componentes do Índice Qualidade da Dieta – Revisado (IQD-R).	
Grupo de Alimentos	Nº de porções Diárias/1000kcal	Valor energético médio por porção (kcal)	Componentes baseados nos grupos de alimentos do Guia Alimentar para a população Brasileira (2006)	Nº de porções Diárias/1000 kcal
Cereais, tubérculos, raízes e derivados	3	150	Cereais totais Cereais integrais	2,0 1,0
Leguminosas	0,5	55	Carnes, Ovos e Leguminosas	1,0
Carnes e Ovos	0,5	190		
Frutas e Sucos de frutas naturais	1,5	70	Frutas totais Frutas integrais	1,0 0,5
Legumes e Verduras	1,5	15	Vegetais totais. Vegetais verdes-escuros e alaranjados e leguminosas	1,0 0,5
Leite e derivados	1,5	120	Leite e derivados	1,5
Óleos, gorduras e sementes oleaginosas	0,5	73	Óleos, oleaginosas e gordura de peixe	0,5
Açúcares e doces	0,5	110	-	-
			Componentes baseados em nutrientes^a	Límite superior
			Gordura saturada	7% do VET
			Sódio	0,75 g/1000 kcal
			Componentes baseados em nutrientes e itens dietéticos^b	Límite superior
			Gord_AA	10% do VET

^a Os componentes são obtidos em valor energético dos alimentos ou nutrientes. Sendo que no componente “Óleo, oleaginosas e gorduras de peixe” foram excluídas gorduras saturadas e trans e incluídas a gordura de peixe e as insaturadas (mono e poli) convertidas em energia.

^b Componentes baseados no consumo de nutrientes e que não apresentavam um grupo correspondente no Guia Alimentar-2006.

Nº = número
VET = Valor Energético Total
Gord_AA = Calorias provenientes de gordura sólida (saturada e trans); álcool e açúcar de adição

Fonte: MS, 2006; Previdelli, et al., 2011.

Como as leguminosas compõem significativamente o hábito alimentar do brasileiro, de acordo com a POF-2008/09 (IBGE, 2011) a prevalência de consumo desse grupo é de aproximadamente 75% da população brasileira, ao contrário do que ocorre na população dos Estados Unidos, fez-se necessário registrar uma peculiaridade no cômputo das porções desse grupo. Inicialmente a pontuação do componente “Carnes, Ovos e Leguminosas” (190 kcal = 1 porção = 10 pontos) foi estimada somando-se o valor energético proveniente de carnes e ovos. Em seguida, adicionou-se o valor energético proveniente dos alimentos que compõem o grupo

das “Leguminosas/Feijões” (feijões, soja, ervilha, lentilha). Ao completar a pontuação máxima do componente “Carnes, Ovos e Leguminosas”, o equivalente a 190kcal, o valor excedente foi convertido em porções de consumo do grupo de “Leguminosas/Feijões”, de acordo com a recomendação do Guia Alimentar 2006, ou seja, dividiu-se o valor energético restante por 55 kcal (equivalente a uma porção de “Leguminosas/Feijões”). Ao final, as porções excedentes foram atribuídas a porções nos grupos “Vegetais Verdes Escuros e Alaranjados e Leguminosas” e “Vegetais Totais” (PREVIDELLI et al., 2011).

Quadro 3: Distribuição da pontuação e das porções dos componentes do IQD-R.

Componentes	Pontuação (pontos)				
	0	5	8	10	20
Frutas totais ^a	0	1,0 porção/1000kcal			
Frutas integrais ^b	0	0,5 porção/1000kcal			
Vegetais totais ^c	0	1,0 porção/1000kcal			
VeveaL ^d	0	0,5 porção/1000kcal			
Cereais totais ^e	0	2,0 porções/1000kcal			
Cereais integrais ^f	0	1,0 porção/1000kcal			
Leite e derivados ^g	0	-	-	1,5porção/1000kcal	
Carnes/ovos/leguminosas ^h	0	-	-	1,0porção/1000kcal	
Óleos ⁱ	0	-	-	0,5porção/1000kcal	
Gordura Saturada ^j	≥ 15%	-	10%	≤ 7% do VET	
Sódio ^l	≥ 2,0g	-	1,0g	≤ 0,75g/1000 kcal	
Gord_AA ^m	≥ 35%	-	-	-	≤10% do VET

^aInclui frutas e sucos de frutas naturais.
^bExclui frutas de sucos.
^cInclui leguminosas apenas depois que a pontuação máxima de Carnes, ovos e leguminosas for atingida.
^dVeveaL = Vegetais verde-escuros e alaranjados e Leguminosas.
^eInclui leite e derivados e bebidas à base de soja.
^hInclui gorduras mono e poli-insaturadas, óleos das oleaginosas e gordura de peixe.
Gord_AA = Calorias provenientes da gordura sólida, álcool e açúcar de adição.
VET = Valor Energético Total

^a1 porção=70 kcal (a cada 14 kcal ganha 1 ponto); ^b1/2 porção=35 kcal (a cada 7 kcal ganha 1 ponto); ^c1 porção=15 kcal (a cada 3kcal ganha 1 ponto); ^d1/2 porção=7,5 kcal (a cada 1,5kcal ganha 1 ponto); ^e2 porções=300 kcal (a cada 60kcal ganha 1 ponto); ^f1 porção=150 kcal (a cada 30kcal ganha 1 ponto); ^g1,5 porção=180 kcal (a cada 18kcal ganha 1 ponto); ^h1 porção=190 kcal (a cada 19 kcal ganha 1 ponto); ⁱ1/2porção=36,5 kcal (a cada 3,65 kcal ganha 1 ponto); ^ja cada 0,625% de 10 a 15% perde 1 ponto e a cada 1,5% de 7% a 10% perde 1 ponto; ^la cada 125 mg de 1g a 2g e de 0,75 a 1g perde 1 ponto; ^ma cada 1,25% de 10% a 35% perde 1 ponto.

Fonte: Previdelli, et al., 2011.

7.5.4.2 Nutrientes

Utilizou-se uma abordagem semelhante à usada para definir a ingestão adequada diária nas DRIs para o componente “Sódio”, expresso no IQD-R em densidade energética, as quais são estabelecidas por estágios de vida e calculadas de acordo com a mediana do consumo energético de cada grupo-etário (IOM, 2004). Para população de jovens e adultos a ingestão adequada de sódio é 1,5 g e a mediana de consumo energético é 2150 kcal, ou seja, 0,7 g.1000.kcal⁻¹. Optou-se por calcular os pontos de corte de sódio com base no consumo energético de 2000 kcal, de acordo com o Guia Alimentar 2006 (MS,2006). Assim, a pontuação máxima é conferida para o consumo de 1,5 g.2000.kcal⁻¹, ou seja, 0,75 g.1000.kcal⁻¹. A pontuação intermediária foi baseada no valor máximo estipulado pelo Guia Alimentar 2006 (2,0 g.2000.kcal⁻¹), ou seja, 1,0 g.1000.kcal⁻¹. A pontuação mínima foi definida como sendo o dobro do recomendado pelo Guia Alimentar 2006, ou seja, 2,0 g.1000.kcal⁻¹ (Quadro 3).

Para a definição da pontuação mínima de “Gordura Saturada” utilizou a mesma metodologia do Healthy Eating Index – 2005 (HEI-2005). O ponto de corte mínimo correspondeu a 15% do valor energético total da dieta (VET). A pontuação máxima 7% do VET foi baseada nas diretrizes sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC, 2007), que limita a ingestão de gordura saturada em 7% do VET. O ponto de corte intermediário 10% do VET, seguiu as recomendações da OMS.

7.5.4.3 Nutrientes e componentes dietéticos

A pontuação máxima do componente “Óleo, Oleaginosas e Gordura de peixe” é baseada no grupo “Óleos, Gorduras e Sementes oleaginosas” do Guia Alimentar 2006, ou seja, 0,5 porção/1000 kcal (PREVIDELLI et al, 2011). No Brasil não há recomendações para a ingestão do componente Gord_AA (valor energético proveniente da ingestão de gordura sólida, saturada e trans, álcool e açúcar de adição). Dessa forma, o ponto mínimo e máximo (0 ou 20 pontos) correspondem, respectivamente, ao consumo de 35% e 10% do VET nos constituintes do componente Gord_AA. Estes pontos foram baseados na metodologia utilizada no HEI-2005. Os componentes do IDQ-R e os critérios definidos para a atribuição da pontuação máxima, mínima e intermediária estão resumidos no Quadro 3.

Ingestões iguais ou maiores às porções recomendadas receberam a pontuação total (cinco ou dez pontos), e ausência do consumo, zero. Valores intermediários foram calculados proporcionalmente à quantidade consumida, conforme Quadro 3.

Por último, a pontuação do IQD-R foi calculada somando-se os pontos obtidos em cada componente. Para se obter a pontuação dos componentes do índice, divide-se a energia

fornecida em cada grupo de alimentos ou nutrientes pelo total de energia consumida no período. Através da soma de todos os pontos dos componentes, obtêm-se a pontuação final do IQD-R. O valor máximo que o IQD-R pode atingir é 100. Enquanto escores elevados indicam ingestão próxima aos intervalos ou quantidades recomendadas, escores baixos indicam menor concordância com as recomendações. Foi determinado a pontuação dos componentes com base nos pontos de corte previamente estabelecidos (KENNEDY, 2008). O escore total do índice foi categorizado em: escores menores que 51, representaram uma dieta inadequada; entre 51 e 80, uma dieta que necessita de modificações; acima de 80, uma dieta saudável. O Quadro 4 sistematiza a distribuição dessa pontuação.

Quadro 4. Pontos de corte dos grupos de alimentos

Classificação da dieta	Pontos de corte
Inadequada	≤ 51 pontos
Com necessidade de modificação	> 51 e < 80 pontos
Saudável	≥ 80 pontos

Fonte: Kennedy (2008).

7.5.5 Antropométricas

O estado nutricional antropométrico foi determinado através dos indicadores nutricionais padronizados pela população mundial (Z-scores), calculados no software AnthroPlus (WHO, 2009). Estatisticamente um Z-escore (ou escore padrão) de uma observação é o número de desvios padrão acima ou abaixo da média da população. E pode ser colocado em uma curva de distribuição normal variando de $-\infty$ a $+\infty$. Para avaliação do estado nutricional os escores Z variam de -3 desvios padrão (que cairão para o extremo esquerdo da curva de distribuição normal) até +3 desvios padrão (que cairão na extrema direita da curva de distribuição normal). Para usar um escore z, é necessário conhecer a média μ e também o desvio padrão da população σ .

Foi utilizado o “índice de massa corporal para idade” (IMC/I) que expressa a relação entre o peso e estatura de crianças e adolescentes. Foi utilizado a “estatura para idade” (E/I), que expressa o crescimento linear da criança e corresponde ao dado que melhor representa o efeito cumulativo de situações adversas sobre o crescimento da criança. É considerado como o índice mais sensível para aferir a qualidade de vida da população infantil, pois permite indicar o efeito cumulativo de situações adversas sobre o crescimento da criança. Foi utilizado o “peso para idade” (P/I) que expressa a relação entre a massa corporal e a idade cronológica da criança.

É o índice utilizado para a avaliação do estado nutricional, principalmente para caracterização do baixo peso. Essa avaliação é muito adequada para o acompanhamento do crescimento infantil e reflete a situação global do indivíduo; porém, não diferencia o comprometimento nutricional atual ou agudo dos pregressos ou crônicos.

O SISVAN (Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional) recomenda a classificação dos indicadores nutricionais IMC/I, E/I e P/I proposta pela Organização Mundial da Saúde para crianças a partir dos 5 anos (WHO, 2009) (ANEXO E).

7.5.6 Composição corporal

Foi realizada também a aferição da circunferência da abdominal (CA), que foi medida, pela nutricionista/doutoranda, de acordo com a metodologia e os pontos de cortes sugeridos por Freedman et al (1999), por idade, gênero e raça (ANEXO F). A CA foi aferida com fita métrica não extensível, marca *Cescorf*®, 200cm de comprimento. A circunferência abdominal reflete de maneira indireta a adiposidade central em crianças e adolescentes. Existem várias formas de aferição, e a mais empregada é a que utiliza o ponto médio entre a última costela fixa e a crista ilíaca superior (cintura natural), aproximadamente dois dedos acima da cicatriz umbilical. Estudos mostram, inclusive, que a circunferência abdominal (quando acima do percentil 90) tem boa correlação com o desenvolvimento de dislipidemia, hipertensão arterial e resistência insulínica. O referencial sugerido para comparação é o proposto por Freedman (1999).

7.5.7 Alterações clínicas

Foi realizado exame físico e avaliação de sinais clínicos específicos nos escolares (n=217), através da verificação da aparência, textura e cor de pele, cabelo, unhas, olhos, língua e gengiva. O exame foi realizado pela nutricionista/doutoranda, de acordo com o protocolo estabelecido pela Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP, 2009). Essas avaliações permitiram relacionar sinais e sintomas à distúrbios nutricionais como deficiências de macro e micronutrientes e contribuíram na identificação do estado nutricional clínico.

7.5.8 Aspectos psicológicos

A avaliação do comportamento das crianças foi realizada através do Child Behavior Checklist (CBCL), para quantificar as respostas dos pais em relação ao comportamento dos filhos (n=197). O CBCL, aplicado por psicólogos e mestrandos de psicologia do serviço de neuropsicologia da UFBA, Neuroclíc, coordenado pelo Prof. Neander Abreu, estabelece pontuações para as respostas dadas onde 0=Não é verdadeira, 1= um pouco verdadeira ou

algumas vezes verdadeira, 2= muito verdadeira ou frequentemente verdadeira. A versão brasileira possui dados de validação preliminar e inclui ampla faixa etária de 6 a 18 anos (DUARTE; BORDIN, 2000). O CBCL é composto por nove subescalas, sendo elas: Isolamento (I), Queixas Somáticas (II), Ansiedade/Depressão (III), Problemas Sociais (IV), Problemas de Pensamento (V), Problemas de Atenção (VI), Violação de Regras (VII), Comportamento Agressivo (VIII) e Problemas Sexuais (IX). As escalas forneceram a composição de dois perfis Internalizante (escalas I, II e III) e Externalizante (VII e VIII) e a geração do funcionamento global composto por todos os 113 itens.

7.6 DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

7.6.1 Dependente

7.6.1.1 Variáveis de comportamento

Internalizante (escolares que apresentem escalas de comportamento com características de isolamento, queixas somáticas, ansiedade e depressão).

Externalizante (escolares que apresentem escalas de comportamento com características de violação de regras e comportamento agressivo).

São variáveis nominais.

7.6.2 Independentes

7.6.2.1 Variáveis socioeconômicas

Idade: em anos completos. É uma variável discreta.

Sexo: feminino ou masculino. É uma variável nominal.

Escolaridade: 1-analfabeto/fundamental incompleto, 2-ensino fundamental I completo/fundamental II incompleto, 3-ensino fundamental II/médio (colegial) incompleto, 4-ensino médio completo (regular ou técnico) / superior incompleto. É uma variável ordinal.

Renda mensal per capita: 1-até meio salário mínimo; 2-entre meio e um salário mínimo; 3-entre um e dois salários mínimos; 4 acima de dois salários mínimos. É uma variável ordinal.

7.6.2.2 Variáveis bioquímicas e toxicológicas

Ferro sérico ($\mu\text{g.dL}^{-1}$) e hemoglobina (g.dL^{-1}), manganês sanguíneo ($\mu\text{g.L}^{-1}$), Mn no cabelo ($\mu\text{g.g}^{-1}$) e Mn nas unhas dos pés ($\mu\text{g.g}^{-1}$). São variáveis contínuas.

7.6.2.3 Variáveis antropométricas

Índice de Massa Corporal para idade (IMC/I): Calculado a partir das informações sobre peso (kg), estatura (cm) e idade (anos completos) referidos conforme a equação: $IMC = \text{peso} \cdot (\text{estatura})^{-2}$. Categorizado de acordo com os pontos de corte propostos pela OMS para crianças e adolescentes (ANEXO E). Estatura para idade (E/I) e peso para idade (P/I): categorizado de acordo com os pontos de corte propostos pela OMS para crianças e adolescentes (ANEXO E). São variáveis nominais.

7.6.2.4 *Qualidade da dieta*: Índice de Qualidade da Dieta Revisado (IQD-R) em escores, calculada a partir dos dados do consumo alimentar. É uma variável contínua.

7.7 ANÁLISE DE DADOS

Foram analisados no banco de dados os escolares com o maior número de informações completas, ou seja, os que apresentaram dados sociodemográficos, bioquímicos, físicos, clínicos, antropométricos, dietéticos, de exposição ambiental e de avaliação de comportamento.

A análise exploratória inicial consistiu no uso de distribuições de frequências uni e bivariadas, medidas de tendência central e de dispersão utilizando valores médios, medianos e respectivas medidas de dispersão (desvio padrão e o intervalo interquartil). O gráfico radar foi gerado utilizando o software R (R CORE TEAM, 2015). Os gráficos das curvas de crescimento foram gerados no software AnthroPlus (WHO, 2009).

A hipótese de normalidade dos dados foi verificada mediante aplicação do teste de Shapiro-Wilk. Após confirmação de ruptura dos pressupostos paramétricos, foram aplicados testes não-paramétricos para verificação de diferenças entre valores os medianos utilizando o Teste de igualdade de medianas. O Teste de Correlação de Spearman (ρ) foi usado para verificar a existência de correlação linear entre as variáveis. Foram gerados intervalos de confiança a 95%.

A verificação das diferenças entre os grupos de variáveis categóricas nominais, foi realizada mediante aplicação dos testes de Qui-quadrado de Pearson. O teste Exato de Fischer foi usado quando as frequências esperadas foram menores que cinco (GLANTZ, 2014) e para as variáveis categóricas ordinais foi aplicado o Teste Qui-quadrado de Tendência.

Foi realizada regressão logística para avaliar possíveis associações dos fatores nutricionais com os biomarcadores de exposição e com os problemas de comportamento dos escolares.

O nível de significância adotado em todas as análises estatísticas foi de 5% ($p \leq 0,05$). A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o pacote estatístico STATA v.12.

7.8 ASPECTOS ÉTICOS

No presente estudo, foram analisados dados provenientes do PIECES. Esse estudo atendeu a todos os requisitos éticos necessários a uma pesquisa científica realizada com seres humanos, tais como a participação voluntária, a privacidade dos participantes e a confidencialidade das informações. Todos os participantes foram orientados por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO I) e do Termo de Assentimento (TA) (ANEXO J) e as assinaturas ocorreram anteriormente à coleta de dados.

O protocolo de pesquisa do estudo PIECES foi aprovado pelo Comitê de Ética da Escola de Enfermagem da Universidade Federal da Bahia (UFBA), com parecer favorável nº 874.463/CEP/UFBA/2014.

Entretanto, para realização deste estudo de doutorado, foi necessário submetê-lo à aprovação do CEP da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca da Fundação Oswaldo Cruz do Rio de Janeiro, sendo aprovado em 09 de dezembro de 2017, com parecer de número 2.425.992 (ANEXO B).

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e as discussões foram apresentados em 4 partes assim detalhadas:

8.1 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DO ESTUDO

8.1.1 Características sociodemográficas dos escolares

8.1.2 Características do ambiente escolar

8.2 FATORES NUTRICIONAIS

8.2.1 Estado nutricional

8.2.2 Qualidade da dieta

8.3 BIOMARCADORES DE EXPOSIÇÃO

8.3.1 Manganês no sangue

8.3.2 Manganês no cabelo

8.3.3 Manganês na unha do pé

8.4 PROBLEMAS DE COMPORTAMENTO

8.1 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DO ESTUDO

8.1.1 Características sociodemográficas dos escolares

A população do estudo foi constituída por 242 crianças, provenientes de quatro escolas do ensino fundamental da região. Observou-se o predomínio do sexo feminino (53%), média de idade de 9,2 (dp=1,5) anos, sendo que, 59% tinham entre 7 e 9 anos e 40,5% entre 10 e 12 anos. A cor dos escolares referida pelos pais foi predominantemente parda (55,3%), seguida por negros (29,2%) e brancos (10,6%) (Tabela 2).

A trajetória escolar familiar encontrada no banco, revelou pais menos escolarizados quando comparados as mães. A escolaridade paterna predominante foi o ensino fundamental I completo (37%), fundamental II (22,7%) e fundamental I incompleto (20,5%). A escolaridade materna predominante foi o ensino fundamental II (33,7%), fundamental I completo (26,0%) e fundamental I incompleto (16,4%) (Tabela 2). No Brasil, a partir da década de 1990, as mulheres passaram a predominar nos bancos escolares e no ensino superior. Este é um fenômeno mundial. De maneira geral, na grande maioria dos países, mesmo nos mais igualitários, as mulheres se adaptam melhor à escola e alcançam escolaridade mais alta que os homens (IBGE, 2010). Nessa pesquisa a escolaridade feminina parece seguir a mesma tendência.

Quanto a classificação socioeconômica dos domicílios dessa pesquisa, 97,6% se distribuíram entre as classes C (43,7%) e D/E (54,0%). O rendimento familiar predominante foi de até 1 salário mínimo (48,9%) e, entre 1 e 2 salários mínimos (31,8%). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no último censo populacional (2010), considerando os domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, Simões Filho tinha 43,2% da população nessas condições.

A densidade nos domicílios da pesquisa revelou que, 57,3% das famílias são constituídas por cinco ou mais pessoas, vivendo em 2 ou mais cômodos (81,9%) e de minoria fumantes (18,7%). Este resultado envolvendo os fumantes é interessante, tanto do ponto de vista da redução à exposição passiva dos escolares aos riscos que o cigarro trás, quanto à tendência nacional de redução do tabagismo, já que, segundo dados do inquérito telefônico VIGITEL, entre 2006-2014 a prevalência de fumantes no Brasil caiu 0,645p.p. por ano no período, variando de 15,6% (2006) a 10,8% (2014) (BRASIL, 2017). Houve uma queda por escolaridade e sexo, tanto nas grandes regiões quanto na maioria das faixas etárias. Isso indica que a meta global de redução de 30% do tabagismo até 2025 pode ser alcançada, o que pode refletir em significativas ações de controle desse fator de risco no país (MALTA et al., 2017). A identificação da minoria de fumantes nessa pesquisa de Simões Filho também pode vir a contribuir no alcance dessa meta de redução do tabagismo nacional.

Os dados apresentados na Tabela 2 tem o intuito apenas de informar e caracterizar a população do estudo, bem como contribuir na análise de avaliação do estado nutricional e da qualidade da dieta dos escolares, atendendo ao um dos objetivos da tese.

Tabela 2 Descrição das características sociodemográficas e domiciliares dos participantes do estudo (n=242), Simões Filho-Bahia, 2015 - 2017.

Variáveis	n (%)
Idade da criança (em anos)	
<i>Média</i> ($\pm dp$)	9,2 ($\pm 1,5$) anos
7 a 9	143 (59,3)
10	42 (17,4)
11	36 (14,9)
12	20 (8,3)
Sexo	
Masculino	114 (47,1)
Feminino	128 (52,9)
Cor (n=226)	
Branca	24 (10,6)
Parda	125 (55,3)
Negra	66 (29,2)
Outros	11 (4,9)
Escolaridade materna (n=208)	
Ensino fundamental I, incompleto	34 (16,4)
Ensino fundamental I, completo	54 (26,0)
Ensino fundamental II	70 (33,6)
Ensino médio	50 (24,0)
Ensino superior	...
Escolaridade paterna (n=176)	
Ensino fundamental I, incompleto	36 (20,4)
Ensino fundamental I, completo	65 (36,9)
Ensino fundamental II	40 (22,7)
Ensino médio	34 (19,3)
Ensino superior	1 (0,6)
Classe Social (n=213)	
B2	5 (2,3)
C1	18 (8,5)
C2	75 (35,2)
D/E	115 (54,0)
Renda familiar (n=217)	
Até meio salário	24 (11,0)
Entre meio e 1 salário	106 (48,9)
Entre 1 e 2 salários	69 (31,8)
Entre 2 e 5 salários	18 (8,3)
Densidade de moradores (n=218)	
< 5	93 (42,7)
5 ou mais	125 (57,3)
Densidade de quartos (n=215)	
< 2	39 (18,1)
2 ou mais	176 (81,9)
Fumantes no domicílio (n=220)	
Não	178 (81,3)
Sim	41 (18,7)

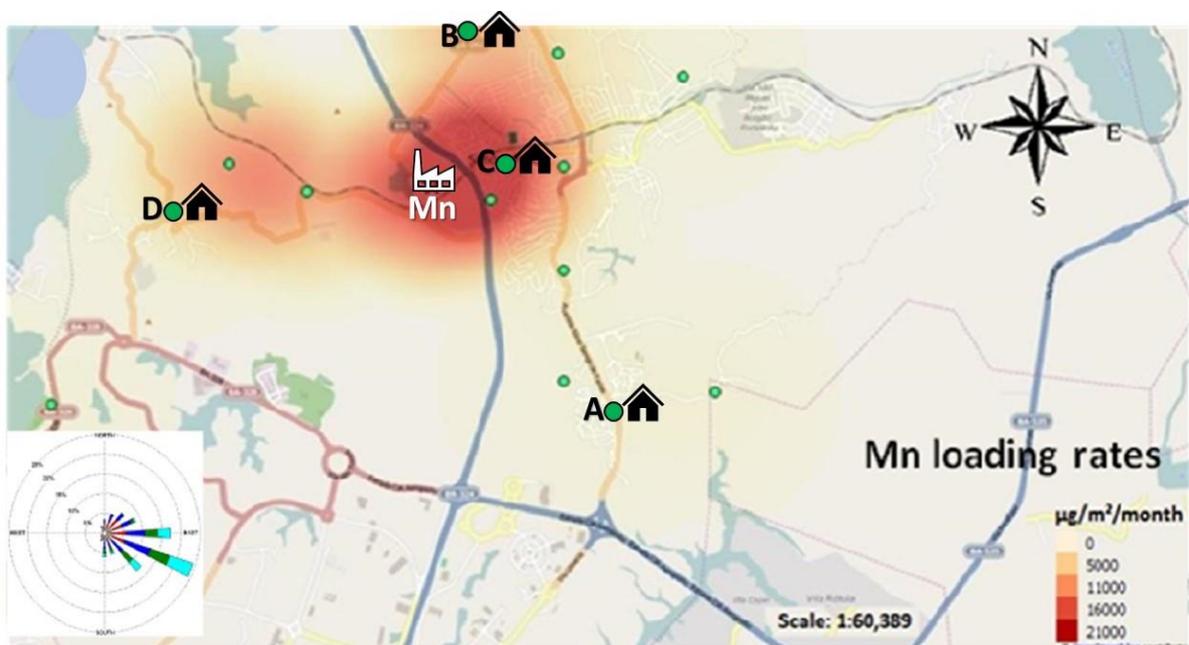
Fonte: Banco de dados PIECES.

8.1.2 Características do ambiente escolar

Visando uma melhor apresentação dos resultados, as quatro escolas existentes no banco de dados foram renomeadas. A escola nº 10 passou a ser denominada de “A”; a escola nº 6 de “B”; a escola nº 2 de “C” e a escola nº 15 passou a ser denominada de “D” (Figura 3). Como foi descrito na metodologia, das 67 escolas do município, 15 foram pré-selecionadas e apenas 4 escolas fizeram parte do banco de dados (APÊNDICE). Essa escolha se deu em função da distribuição espacial em torno da fonte de exposição de manganês, do número de crianças na faixa etária de 7 a 12 anos e da taxa de deposição de Mn na poeira em ambientes internos e externos dessas escolas.

No banco de dados não consta informação da avaliação de Mn no ar do município. São apresentados apenas dados deste indicador ambiental que foi coletado em placas de Petri de polipropileno durante 30 dias, no ambiente das áreas interna e externa das escolas. A Figura 3 apresenta o posicionamento das escolas em relação a fonte de exposição, bem como a interpolação das medições de Mn encontrado no ambiente das escolas usando o software QGIS v.2.10.1, que são mostrados na figura em tons de vermelho e foram denominados de “taxa de deposição de Mn” medidos em $\mu\text{g}\cdot\text{m}^2\cdot 30^{-1}$ dias. Os detalhes dessa análise estão descritos no artigo de Menezes Filho et al. (2016).

Figura 3. Desenho esquemático mostrando a distribuição espacial das quatro escolas do estudo e a fonte de exposição de Mn em Simões Filho - BA.



Fonte: Menezes Filho et al., 2016.

Na Tabela 3 são apresentadas a localização geográfica, características espaciais e ambientais das escolas. Metade das escolas estavam na zona rural e metade na zona urbana, assim como, 50% delas tem o posicionamento do vento em relação à principal fonte de emissão de Mn à jusante e 50% à montante; todas estão num raio menor que 4,0 km da fonte de exposição. A taxa de deposição de Mn no ambiente externo das escolas foi maior na escola mais próxima da fonte de emissão de óxidos de manganês.

Tabela 3. Informações ambientais e espaciais das escolas em Simões Filho - Ba, 2015-2017.

Escola	Coordenada Geográfica	Distância da fonte de exposição (km)	Posição do vento	Taxa de deposição de Mn no ambiente ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^2\cdot 30^{-1}$ dias)	Urbana ou Rural
A	-2,812222-38,391389	3,95	Montante	684,4	Urbana
B	-2,773889-38,406944	1,36	Jusante	8.835,4	Rural
C	-2,787222-38,402778	1,26	Montante	18.577,9	Urbana
D	-2,791944-38,438611	2,79	Jusante	2.909,9	Rural

Fonte: Menezes Filho et al (2016).

Outras informações apresentadas no banco de dados e não incluídas nas tabelas, referentes às escolas foram: na cobertura de telhado, 75% das escolas (B, C, D) possuíam telha cerâmica com vedação de madeira ou PVC e apenas uma escola (A) possuía cobertura de concreto. Todas as escolas possuíam pisos de cimento. Nenhuma das escolas tinha sistemas de ar condicionado nas salas de aula e mantinham as janelas abertas; a maioria delas tinha ventiladores nas salas de aula. As escolas A e C estavam localizadas na área urbana da cidade e a montante da fábrica de processamento de Mn, considerando a direção predominante do vento durante o período de coleta, as demais (B e D) estavam na área rural e a jusante. Todas estavam em ruas ou estradas pavimentadas com asfalto. Apenas a escola D não foi classificada como em área de alta intensidade de tráfego. O tempo máximo de permanência dos estudantes nas escolas, durante a pesquisa, foi de 4 horas diárias, de segunda a sexta-feira, totalizando uma exposição mínima anual de 800 horas, distribuídas em 200 dias eletivos. No banco de dados não há informações quanto a exposição ambiental no domicílio da população pesquisada.

A Tabela 4 apresenta as concentrações do biomarcador de manganês no sangue (MnS) das crianças segundo a localização das escolas. Os valores medianos de MnS não apresentaram

diferenças estatisticamente significantes ($p=0,073$). Observou-se que as escolas mais próximas da fonte de exposição, uma a montante e na zona urbana e a outra a jusante e na zona rural, apresentaram maiores taxas de deposição de Mn no ambiente, em comparação à escola mais distante (A=3,95 km; a montante e na zona urbana), que apresentou nas suas dependências uma menor taxa de deposição do Mn no ambiente ($684,4 \mu\text{g.m}^2.30^{-1}$ dias). Pode-se dizer que esses resultados eram esperados em função da proximidade das escolas à fonte de exposição, porém um dado interessante observado foi o encontrado na escola de distância intermediária (D=2,79 km; a jusante e na zona rural), pois a mesma apresentou uma taxa de carregamento de Mn ($2909,9 \mu\text{g.m}^2.30^{-1}$ dias) bem alta, em relação a sua distância. O que se pôde observar nessa escola, de diferente em relação às demais, é que ela não possuía nenhum elemento de “proteção” em relação à fonte de exposição. Nas outras escolas, independente da distância, da direção do vento ou da localização (urbana/rural), elas possuíam anteparos como construções, edifícios, sistemas viários e vegetações que de alguma forma as protegiam da incidência direta do material particulado emitido pela fonte de exposição. A escola D encontrava-se numa região que recebia diretamente a influência desse material particulado, o que leva a confirmar os resultados encontrados.

Tabela 4. Níveis do biomarcador manganês no sangue (MnS) em crianças em idade escolar segundo a localização das escolas (n=218). Simões Filho-Bahia, 2015 - 2017.

Escola	Distância da escola a fonte de exposição (km)	Taxa de deposição de Mn no ambiente ($\mu\text{g.m}^2.30^{-1}$ dias)	Alunos n (%)	MnS ($\mu\text{g.L}^{-1}$) (n=218)		
				Mediana (iqr)	Média (dp)	IC95% Min-Max
A	3,95	684,4	72 (33,0)	11,1 (7,1)	11,6 (6,7)	10,0 – 13,1
B	1,36	8.835,4	42 (19,3)	9,5 (6,6)	10,9 (6,4)	8,8 – 12,8
C	1,26	18.577,9	48 (22,0)	8,1 (7,4)	9,8 (7,6)	7,6 – 12,0
D	2,79	2.909,9	56 (25,7)	8,4 (5,0)	8,8 (4,7)	7,6 – 10,1

^ap-valor=0,073

Nota: ^aTeste da Mediana.

Em relação aos níveis de Mn no sangue dos escolares, de acordo com a Tabela 4, apesar de não ser esperado que MnS varie com a exposição dado ao controle da homeostase, observou-se que na escola C, mais próxima da fonte de exposição, o nível de MnS (média e desvio padrão) $9,8 \pm 7,6 \mu\text{g.L}^{-1}$, foi menor do que na escola A, mais distante, $11,6 \pm 6,7 \mu\text{g.L}^{-1}$. Esta ocorrência se deu mesmo com uma taxa de deposição de Mn menor na escola mais distante. Na pesquisa realizada por Viana (2013) em duas comunidades de Simões Filho, próximas da mesma fonte de exposição que estamos analisando, os resultados encontrados nos marcadores biológicos avaliados por ele, também foram maiores na população da comunidade mais distante da fonte de exposição. A ação dos ventos pode ter contribuído para levar a poeira respirável contendo Mn para as escolas mais distante. Como já vimos, o aparelho respiratório é a principal via de exposição do manganês, mas o mecanismo da absorção no nível do epitélio alveolar é pouco conhecido (WHO, 1981). A maior parte do Mn absorvido pela via respiratória pode atingir a mucosa gastrointestinal e ser absorvido neste local, sob influência de diversos fatores, dentre eles a presença ou não de ferro na dieta, o tipo de composto introduzido e a idade (FARINA et al., 2013).

Não foram coletadas informações do domicílio dos escolares em relação a distância da fonte de exposição, o que poderia explicar também os resultados apresentados. O que se sabe é que no sangue, o Mn se liga em grande extensão às proteínas plasmáticas e aos eritrócitos, e que o seu desaparecimento do sangue é rápido no homem, a meia-vida ($t_{1/2}$) plasmática varia de 0,5 a 5 minutos. No organismo de uma forma geral, a remoção do Mn apresenta meia-vida biológica de 37 dias, mas nos indivíduos carentes de ferro, a meia-vida é menor, cerca de 23 dias, já que o ferro e o manganês disputam o mesmo sistema de transporte por difusão, quando o sistema está saturado a presença de um metal diminui a absorção do outro (SIQUEIRA, 1984).

A Tabela 5 apresenta de informação diferente em relação a tabela anterior, apenas os níveis do biomarcador manganês no cabelo (MnC) das crianças segundo a localização das escolas e o percentual de alunos. Ao contrário dos resultados encontrados no MnS, observou-se que na escola (A), mais distante da fonte exposição, 35% dos escolares apresentaram níveis de MnC (média e desvio padrão) mais baixos $0,6 \pm 0,4 \mu\text{g.g}^{-1}$. Na escola (C), de menor distância da fonte exposição, 21% dos escolares apresentaram níveis de MnC, mais altos, $1,4 \pm 0,2 \mu\text{g.g}^{-1}$.

O Cabelo tem sido muito usado como amostra biológica para a determinação de várias substâncias, uma vez que tem capacidade de retenção e armazenamento mais prolongado, variando de meses a anos. O MnC tem sido muito utilizado, nos últimos anos, na avaliação dos efeitos neuropsicológicos. Ao contrário do sangue que tem uma meia vida pequena, na fibra capilar a janela de detecção é bem mais longa. Segundo Kempson e Lombi, (2011), apesar do

sangue ser usado como uma matriz que permite avaliar uma exposição recente, a sua janela de detecção é de apenas 36 horas, no caso do cabelo a janela de detecção é bem mais longa (meses a anos), permitindo uma investigação retrospectiva e a possibilidade de identificar se estar-se diante de uma exposição ocasional ou crônica. Diante dessas informações, os resultados apresentados indicaram que, exceto pelos alunos da escola mais distante, os demais alunos apresentaram um nível de MnC variando de 1,3 a 1,8 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, ou seja, acima de 0,15 a 1,15 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, que são valores de referência de MnC na população brasileira (CARNEIRO et al., 2002). A maioria dos alunos desse estudo está sob influência de uma exposição crônica de material particulado contendo manganês.

Tabela 5. Níveis do biomarcador manganês no cabelo (MnC) em crianças em idade escolar segundo a localização das escolas, Simões Filho-Bahia, 2015 - 2017.

Escola	Distância da escola a fonte de exposição (km)	Taxa de deposição de Mn na poeira ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^2\cdot 30^{-1}\text{dias}$)	Alunos n (%)	MnC ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) (n=209)		
				Mediana (iqr)	Média (dp)	IC95% Min-Max
A	3,95	684,4	73 (35,0)	0,5 (0,4)	0,6 (0,4)	0,5 – 0,7
B	1,36	8.835,4	42 (20,1)	1,2 (1,8)	1,8 (0,2)	1,2 – 2,2
C	1,26	18.577,9	44 (21,0)	0,9 (0,8)	1,4 (0,2)	0,9 – 1,8
D	2,79	2.909,9	50 (23,9)	0,9 (1,0)	1,3 (0,2)	1,0 – 1,6

^ap-valor<0,001

Nota: ^aTeste da Mediana.

A Tabela 6 apresenta, de informação diferente em relação as duas tabelas anteriores, apenas os níveis do biomarcador manganês nas unhas dos pés (MnUp) das crianças e o percentual de alunos, segundo a localização das escolas. Observou-se que apenas na escola A, mais distante da fonte exposição, 35,7% dos escolares apresentaram níveis de MnUp (média e desvio padrão) mais baixos $0,7\pm 0,6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Nas demais escolas, mais próximas da fonte exposição, os escolares apresentaram níveis de MnUp mais altos, variando de $1,1\pm 0,8$ a $2,1\pm 2,2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Os valores medianos de MnUp apresentaram diferenças estatisticamente significantes quanto as distâncias à fonte de exposição ($p<0,001$).

A determinação do manganês na unha dos pés também tem sido usada na avaliação da exposição a este metal de transição. Estudos realizados indicam que devido à baixa razão de crescimento das unhas (aproximadamente 3,47 e 1,62 milímetros por mês para as unhas das mãos e dos pés, respectivamente) essa matriz pode ser usada como biomarcador de exposição

pregressa a metais e que seria capaz de refletir uma exposição ocorrida entre 7 e 12 meses anteriores à coleta do material biológico (LAOHAUDOMCHOK et al., 2011; YAEMSIRI et al., 2010).

Não é do nosso conhecimento a existência de valores de referência quanto a análise de Mn nas unhas, apenas de estudos comparativos, mas é possível observar que nessa população os valores de MnC e MnUp são muito semelhantes quanto à sua indicação de exposição de longo prazo.

Tabela 6. Níveis do biomarcador manganês na unha (MnUp) em crianças em idade escolar segundo a localização das escolas, Simões Filho-Bahia, 2015 - 2017.

Escola	Distância da escola a fonte de exposição (km)	Taxa de deposição de Mn na poeira ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^2\cdot 30^{-1}$ dias)	Alunos n (%)	MnUp ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) (n=199)		
				Mediana (iqr)	Média (dp)	IC95% Min-Max
A	3,95	684,4	71 (35,7)	0,5 (0,4)	0,7 (0,6)	0,5 – 0,8
B	1,36	8.835,4	39 (19,6)	0,8 (0,9)	1,1 (0,8)	0,9 – 1,4
C	1,26	18.577,9	40 (20,1)	1,6 (1,2)	1,8 (1,6)	1,3 – 2,3
D	2,79	2.909,9	49 (24,6)	1,5 (1,8)	2,1 (2,2)	1,5 – 2,8

^ap-valor <0,001

Nota: ^aTeste da Mediana.

8.2 FATORES NUTRICIONAIS

Os resultados aqui apresentados são provenientes da avaliação do estado nutricional dos escolares, oriundos de dados antropométricos, exames físicos, clínicos e bioquímicos, bem como da avaliação da qualidade da dieta dos escolares, sendo essa, realizada através da ingestão de alimentos registrados no recordatório alimentar de 24 horas.

8.2.1 Estado nutricional

8.2.1.1 Antropometria

O diagnóstico geral do estado nutricional da população do estudo encontra-se representado na Figura 4, onde 217 escolares apresentaram dados antropométricos completos. Foram utilizados os indicadores estatura por idade, peso por idade e IMC por idade para caracterizar o estado nutricional das crianças e adolescentes.

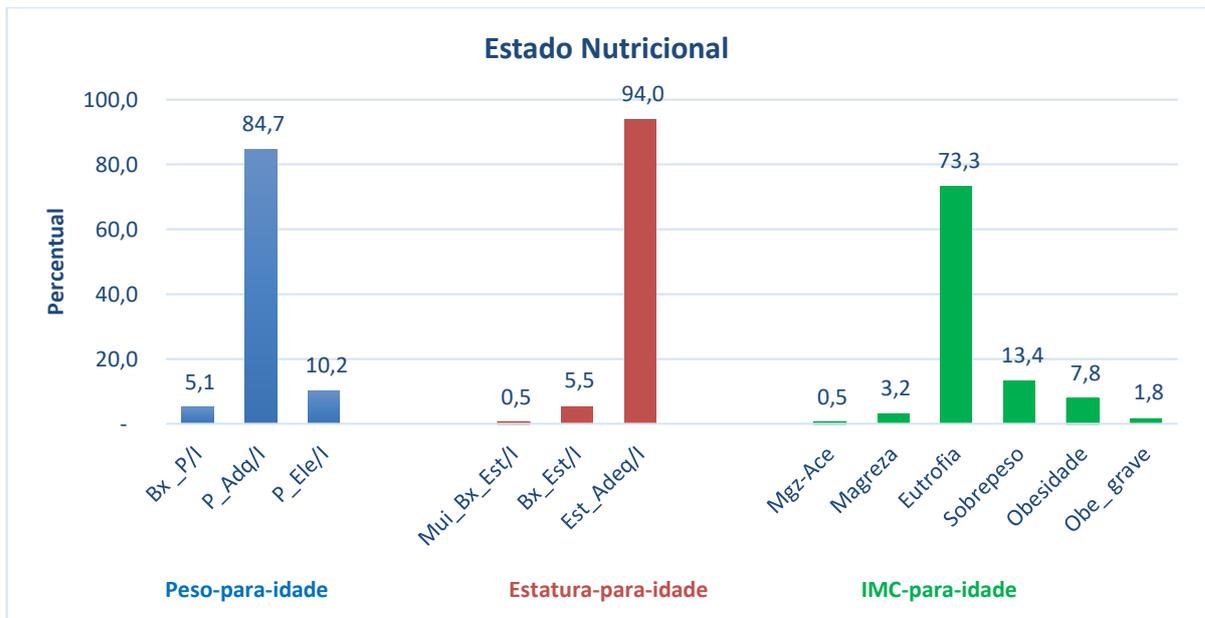
O indicador estatura por idade pode identificar a desnutrição de caráter crônico refletindo o grau e a duração da privação constante de alimentos, bem como os diversos

episódios de infecção passados pela criança, além das inadequações sanitárias e ambientais em que vivem (SBP, 2009). A caracterização do estado nutricional segundo o indicador estatura por idade pode identificar uma prevalência de desnutrição energético-proteica, detectada para as formas grave e moderada. Nessa população, o indicador estatura para idade, foi de 0,5% (z-score < -3) caracterizando uma prevalência considerada de baixa intensidade ($< 20\%$) segundo os critérios da WHO (1997). Considerando, no entanto, o *déficit* leve, o moderado e o severo, a prevalência de desnutrição, segundo este mesmo indicador, se eleva para 6%. De fato, ao se observar as curvas referentes ao índice estatura para idade, é notório um desvio maior da curva padrão OMS para a esquerda (z-score ≥ -3 e < -2) (Figura 5).

O estado nutricional segundo o indicador peso por idade pode caracterizar uma forma leve da desnutrição. De acordo com este indicador, a desnutrição foi diagnosticada em 5,1% dos escolares (z-score ≥ -3 e < -2) e o peso elevado para idade em 10,2% dos escolares, confirmado também através de um desvio maior (z-score $> +2$) para a direita identificado na curva da OMS (Figura 6).

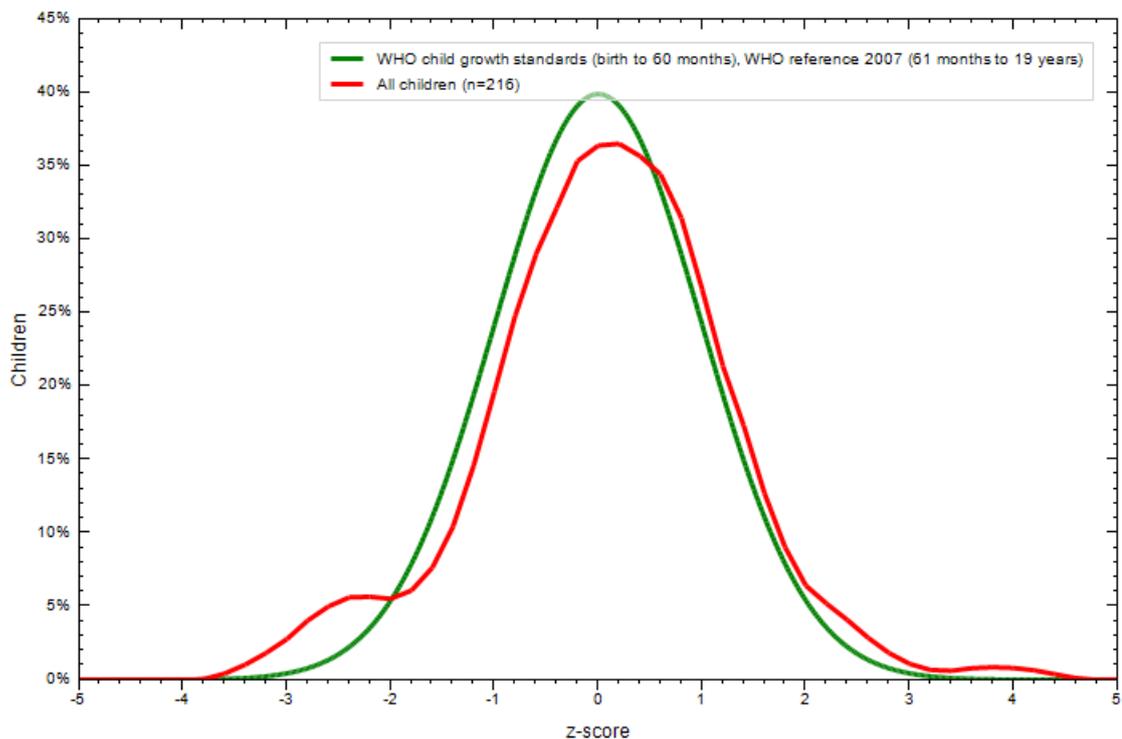
O excesso de peso, quando avaliado segundo o indicador IMC por idade, foi diagnosticado em 23,0% dos escolares, sendo 13,4% com sobrepeso (z-score $\geq +1$ e $< +2$), 7,8% com obesidade (z-score $\geq +2$ e $< +3$) e 1,8% com obesidade grave (z-score $> +3$). Essa informação é perceptível nas curvas referentes ao índice IMC/I, onde há um desvio maior do padrão OMS para a direita (Figura 7). Porém foi encontrado também um desvio à esquerda, o que indicou uma desnutrição de leve (3,2%) (z-score ≥ -3 e < -2) a moderada/grave (0,5%) (z-score < -3).

Figura 4. Estado nutricional de escolares de 7 a 12 anos de idade de acordo com os índices peso para idade, estatura para idade e IMC para idade, Simões Filho, Bahia, 2015 – 2017.



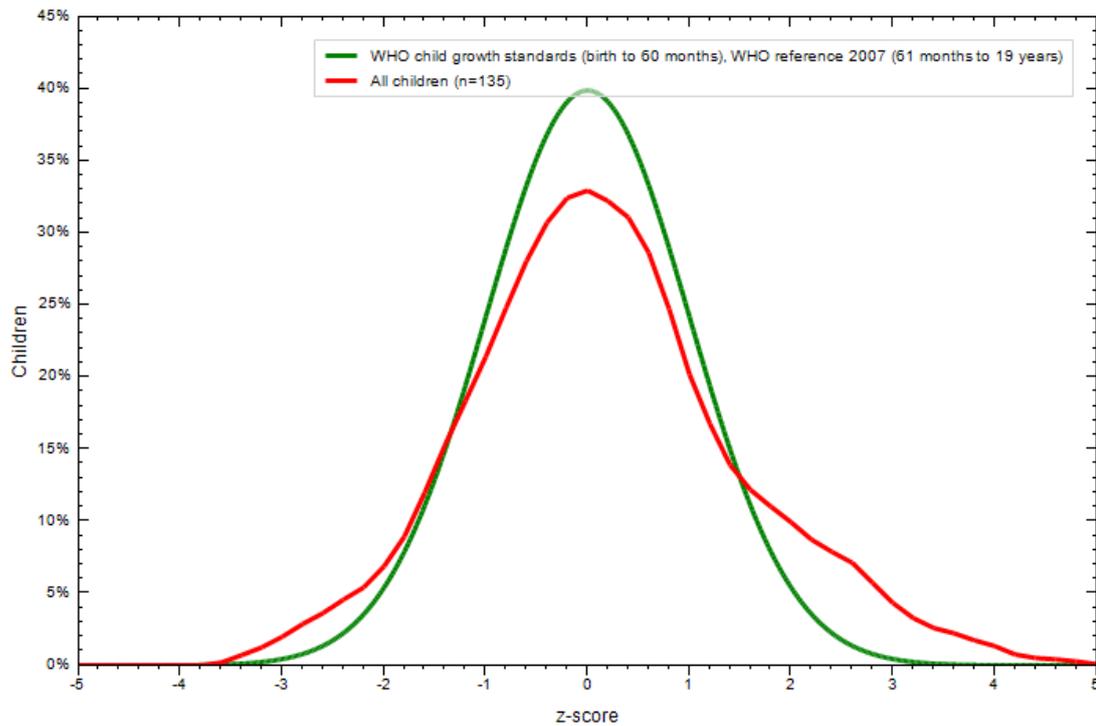
Nota: Bx_P/I = Baixo peso para idade; P_Adq/I = Peso adequado para idade; P_Ele/I = Peso elevado para idade; Mui_Bx_Est/I = Muito baixa estatura para idade; Bx_Est/I = Baixa estatura para idade; Est_Adeq/I = Estatura adequada para idade; Mgz-Ace = Magreza acentuada; Obe_grave = Obesidade grave.

Figura 5. Curva de crescimento: indicador estatura por idade, escolares de 7 a 12 anos. Simões Filho-Ba, 2015-2017.



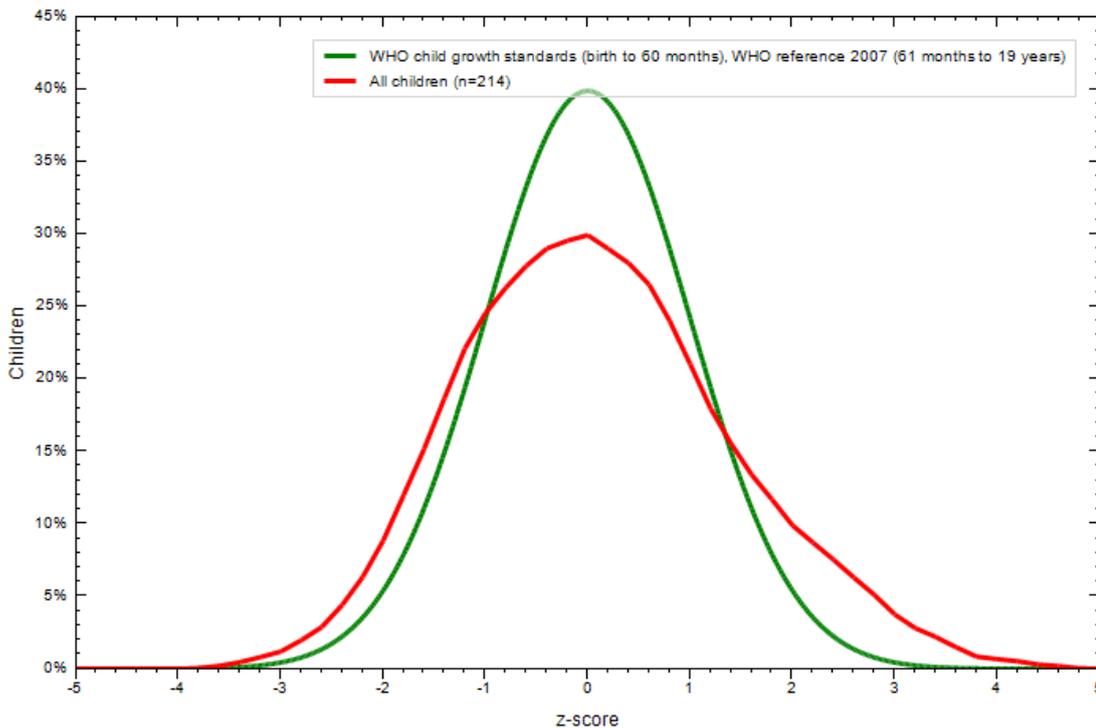
Fonte: AnthroPlus (WHO, 2009)

Figura 6. Curva de crescimento: indicador peso por idade, escolares de 7 a 12 anos. Simões Filho-Ba, 2015-2017.



Fonte: AnthroPlus (WHO, 2009)

Figura 7. Curva de crescimento: indicador IMC por idade, escolares de 7 a 12 anos. Simões Filho-Ba, 2015-2017



Fonte: AnthroPlus (WHO, 2009)

A Tabela 7 apresenta o diagnóstico do estado nutricional dos escolares de acordo com as escolas da pesquisa. Na análise do peso por idade a maioria dos escolares apresentaram peso adequado em todas as escolas (A=83,3%; B=85,2%; C=87,0% e D=84,8%). Foi observado na Escola C que nenhum escolar apresentou baixo peso para idade, mas foi nessa escola que o peso elevado para idade teve o maior percentual (13%). Em relação à estatura para idade, somente na Escola B um aluno (2,3%) foi diagnosticado com estatura muito baixa para idade. Na Escola C todos os alunos (100,0%) apresentaram estatura adequada para idade. No contexto geral, em todas as escolas o diagnóstico de estatura adequada para idade prevaleceu. Na avaliação do IMC por idade, somente na Escola A um escolar (1,3%) foi diagnosticado com magreza acentuada, assim como somente na Escola B nenhum escolar foi diagnosticado com obesidade grave e nenhum foi diagnosticado com magreza na Escola C. O excesso de peso foi diagnosticado em crianças e adolescentes de todas as escolas, com sobrepeso (13,4%), obesidade (7,8%) e obesidade grave (1,8%). No cômputo geral o estado nutricional da maioria da população estudada foi de eutrofia, diagnóstico que prevaleceu em todas as escolas.

Tabela 7. Características do estado nutricional das crianças e adolescentes (n=242) de acordo com as escolas do estudo, Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.

Estado Nutricional (z-score)	Escolas				
	n (%)	A (n=54)	B (n=27)	C (n=23)	D (n=33)
Peso para idade (n=137)					
Baixo peso para idade	7 (5,1)	4 (7,4)	2 (7,4)	0	1 (3,0)
Peso adequado para idade	116 (84,7)	45 (83,3)	23 (85,2)	20 (87,0)	28 (84,8)
Peso elevado para idade	14 (10,2)	5 (9,3)	2 (7,4)	3 (13,0)	4 (12,2)
Estatura para idade (n=217)					
Muito baixa estatura para idade	1 (0,5)	0	1 (2,3)	0	0
Baixa estatura para idade	12 (5,5)	5 (6,7)	2 (4,5)	0	5 (8,6)
Estatura adequada para idade	204 (94,0)	70 (93,3)	41 (93,2)	40 (100)	53 (91,4)
IMC para idade (n=217)					
Magreza acentuada	1 (0,5)	1 (1,3)	0	0	0
Magreza	7 (3,2)	4 (5,3)	2 (4,5)	0	1 (1,7)
Eutrofia	159 (73,3)	50 (66,7)	34 (77,3)	31 (77,5)	44 (75,9)
Sobrepeso	29 (13,4)	12 (16,0)	4 (9,1)	5 (12,5)	8 (13,8)
Obesidade	17 (7,8)	7 (9,4)	4 (9,1)	2 (5,0)	4 (6,9)
Obesidade grave	4 (1,8)	1 (1,3)	0	2 (5,0)	1 (1,7)

Nota: Padrão de referência para peso-idade, estatura-idade, IMC-idade, WHO, 2007.

No presente estudo, as prevalências de baixa estatura (6,0%), sobrepeso (13,4%) e obesidade (9,6%) apresentaram-se inferiores às médias nacionais encontradas na POF (6,8%, 33,5% e 14,3%, respectivamente) (IBGE, 2010a). Apesar deste estudo apontar médias de sobrepeso e obesidade menores às encontradas nacionalmente, as prevalências encontraram-se elevadas e superiores quando comparadas ao déficit de estatura. Esses resultados caracterizaram o processo de transição nutricional que, tem sido explicado como consequência das melhorias nas condições sociais, educativas e econômicas da população. Esse processo de transição vem acontecendo mundialmente, e principalmente nas grandes cidades (VIEIRA; SOUZA; CERVATO-MANCUSO, 2010). No Brasil, esse padrão vem sendo representado por prevalência de excesso de peso aproximadamente três vezes maior que a de desnutrição (CONDE; MONTEIRO, 2014). O estado nutricional dos escolares do PIECES foi semelhante ao dos escolares da rede pública em outras localidades do país, ou seja, baixa desnutrição e alto excesso de peso. Esse é um resultado preocupante, já que o sobrepeso e a obesidade são alguns dos principais problemas de saúde mundial, devido ao aumento da prevalência deles, que pode predispor ao desenvolvimento de doenças crônicas como diabetes e hipertensão (CAMARGOS et al., 2019), além de aumentar a chance de crianças com sobrepeso se tornarem adultos obesos (BRASIL.1, 2019).

Em Cruzeiro do Oeste-PR (OLIVEIRA et al., 2011) os escolares de 6 a 10 anos avaliados apresentaram o estado nutricional semelhante ao encontrado em nosso estudo. Foram encontrados 5,1% (55) de escolares com baixo peso e uma parcela significativa com sobrepeso e obesidade, 16,6% (178) e 9,8% (105), respectivamente, totalizando 26,4% (283) de escolares com excesso de peso.

Em Erechim-RS (MOZ; SANTOLIN, 2014) os escolares de 7 a 10 anos apresentaram o estado nutricional mais inadequado. Segundo avaliação peso para idade, 45% apresentaram sobrepeso e obesidade. Na verificação do IMC por idade, 53% dos alunos encontravam-se na classificação de eutrofia, enquanto 45% dos indivíduos avaliados classificaram-se em sobrepeso ou obesidade. Na avaliação peso por idade identificou-se que 24% dos alunos apresentavam peso elevado para idade e 71% classificavam-se como eutróficos. Foi possível observar que 89% das crianças obteve, como resultado da avaliação estatura por idade, estatura adequada.

Em Maribondo (AL) (RAMIRES et al., 2014) crianças e adolescentes de 5 a 19 anos foram avaliados nutricionalmente e os resultados encontrados, segundo o índice estatura para idade, foram uma prevalência de desnutrição em cerca de 9% dos escolares, para a população como um todo. Para o IMC por idade, a prevalência de sobrepeso e obesidade variaram entre

23,2% e 34,5%, respectivamente e as prevalências de desnutrição se apresentaram entre o intervalo de 6% a 21%. As maiores prevalências encontradas, para o agravo em questão, corresponderam ao grupo de estudantes maiores de 15 anos (20,7%), seguidas pela faixa etária entre 10 e 15 anos (11,1%).

Em Campina Grande, PB (PEDRAZA et al., 2017) escolares de 5 a 10 anos que frequentam a rede pública de ensino, foram avaliados quanto aos índices antropométricos estatura para idade e IMC para idade. Foram encontradas prevalências de déficit de estatura, sobrepeso e obesidade de 2,4%, 12,3% e 9,2%, respectivamente.

Em uma cidade do semiárido baiano (BORGES, et al., 2018) um estudo foi realizado em duas escolas públicas, para avaliar o perfil antropométrico de escolares com idades entre 7 a 14 anos. Em relação à escola A, segundo IMC/I, verificou-se que 56% dos escolares tinham baixo peso e 22% de sobrepeso e segundo E/I 61% apresentavam baixa estatura. Em relação à escola B, considerando o IMC/I, 49% dos alunos encontravam-se com baixo peso, 29% com eutrofia e 19% com sobrepeso. De acordo com E/I observou-se que 49% apresentam baixa estatura para a idade. Este foi o estudo que apresentou resultados mais diferentes em relação aos nossos e foi também o mais preocupante, pois revelou maiores níveis de desnutrição e excesso de peso nos escolares.

Assim, os resultados aqui apresentados mostram que, o excesso de peso dos escolares deve ser tratado, em termos de políticas públicas, com o mesmo cuidado e atenção que demanda a desnutrição, de forma a contribuir para a melhoria do estado nutricional dos escolares. Para tanto, se faz necessário o envolvimento não só dos responsáveis políticos pela saúde e educação da população, mas de todos os âmbitos políticos, civis e sociais, de forma a viabilizar a redução da obesidade em crianças e adolescentes, que por sinal é uma das metas propostas pelo Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT) no Brasil, elaborado pelo Ministério da Saúde, e que tem em um dos seus objetivos a redução da prevalência de obesidade em crianças e adolescentes até 2022 (BRASIL, 2011a).

8.2.1.2 Exames bioquímicos

A análise dos níveis de hemoglobina (Hb) e do ferro sérico (FeS) podem indicar quando há distúrbios no metabolismo do ferro. Os resultados dos exames laboratoriais bioquímicos, encontrados no banco de dados, permitiram identificar o quadro de anemia, através dos resultados de análise da hemoglobina ($Hb < 12,0 \text{ g.dL}^{-1}$) em 5,8% dos escolares, bem como através dos níveis séricos de ferro ($< 50\mu\text{g.dL}^{-1}$) em 21,2% dos escolares. Embora a dosagem de Hb seja muito utilizada no diagnóstico das anemias, é uma medida de baixas sensibilidade e

especificidade quando usada isoladamente. A baixa sensibilidade é decorrente do atraso da queda dos níveis de Hb em relação à redução dos estoques de ferro. O FeS também apresenta baixa especificidade e a sua determinação isoladamente é de valor limitado, devendo ser analisado em combinação com os outros parâmetros como a saturação da transferrina e ferritina sérica (GROTTO, 2010). No banco de dados não foi encontrado resultados para análise dos níveis de transferrina e ferritina nos escolares.

Na Tabela 8 são apresentados, por escola, os resultados das análises do FeS realizados nos escolares. Pode-se observar que a média do FeS, em todas as escolas, foi mais alta que o valor de referência estabelecido no exame ($< 50\mu\text{g.dL}^{-1}$). Em todas as escolas, a maioria das crianças e adolescentes apresentaram nível médio de FeS mais alto do que a referência, mas são necessárias análises de outros componentes do Fe para determinar se essas deficiências podem significar realmente algum distúrbio no metabolismo do ferro, já que, como vimos, tanto o FeS quanto a Hb possuem baixa especificidade.

Tabela 8. Descrição do ferro sérico (FeS) encontrado no exame de sangue da população, de acordo com as escolas e o alcance da referência de normalidade. Simões Filho-Bahia, 2015 - 2017.

Escola	Alunos n (%)	FeS ($\mu\text{g.dL}^{-1}$) (n=180)		Alunos n (%)	
		Média (dp)	Min-Max	< Referência	> Referência
A	70 (38,9)	73,0 (27,6)	24 – 138	14 (20)	56 (80)
B	37 (20,6)	93,9 (31,4)	46 – 162	2 (5,4)	35 (94,6)
C	32 (17,8)	82,0 (29,3)	35 – 155	4 (12,5)	28 (87,5)
D	41 (22,7)	58,8 (23,4)	19 – 106	17 (41,5)	24 (58,5)

Nota: Valor de referência do Ferro sérico: $< 50\mu\text{g.dL}^{-1}$.

8.2.1.3 Exames físicos e clínicos

Na avaliação do estado nutricional de coletividade, o exame clínico realizado através da identificação de sinais clínicos e sintomas - obtido por método direto - constatou que 81,3% dos escolares apresentaram diagnóstico de normalidade. Os sinais físicos de deficiência de algum nutriente, possivelmente ferro, zinco, proteínas ou vitamina B2, foi detectado em 18,7% dos escolares. Além dos exames antropométricos - peso, estatura e IMC - já apresentados, foi realizado também a aferição da circunferência abdominal, com diagnóstico de Risco para Doenças Cardiovasculares em 8,2% dos escolares.

8.2.2 Qualidade da dieta

8.3.2.1 Índice de Qualidade da Dieta Revisado – IQD-R

Dentre os 243 escolares do PIECES, 196 possuíam dados completos para as informações dietéticas. Na Tabela 9 são apresentadas as características da qualidade da dieta dos escolares de acordo com o sexo. A maioria dos escolares (79,1%) apresenta uma dieta que tem necessidade de modificação. Apenas 20,4% apresenta uma dieta saudável. A necessidade de modificação da dieta foi maior nos escolares do sexo feminino (41,3%).

Tabela 9. Característica da dieta por gênero (n=196), Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.

Descrição da dieta	n (%)	Feminino	Masculino	p-valor*
Inadequada	1 (0,5)	1 (0,5)	-	
Com necessidade de modificação	155 (79,1)	81 (41,3)	74 (37,8)	0,567
Saudável	40 (20,4)	19 (9,7)	21 (10,7)	
Total	196 (100)	101 (51,5)	95 (48,5)	

* Qui-quadrado Pearson

Na Tabela 10 são apresentadas as características da qualidade da dieta dos escolares de acordo com as escolas. Apenas um estudante da escola D apresentou dieta inadequada. Em todas as escolas a maioria dos alunos apresentou uma dieta com necessidade de modificação.

Tabela 10. Característica da dieta por escola (n=196), Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.

Descrição da dieta	n (%)	Escola				p-valor*
		A	B	C	D	
Inadequada	1 (0,5)	-	-	-	1 (1,8)	
Com necessidade de modificação	155 (79,1)	61 (83,5)	33 (84,6)	21 (72,4)	40 (72,7)	0,377
Saudável	40 (20,4)	12 (16,5)	6 (15,4)	8 (27,6)	14 (25,5)	
Total	196 (100)	73 (37,2)	39 (19,9)	29 (14,8)	55 (28,1)	

* Qui-quadrado Pearson

Na Tabela 11 foram apresentadas as médias do escore final do IQD-R segundo as características da população PIECES. A média do IQD-R em toda população foi de 74,5 pontos, variando de 50,1 a 93,2 pontos. O escore médio do IQD-R foi maior nos meninos; da faixa etária de 11 anos. Entre a cor de pele definida, o IQD-R, foi maior na parda; nos escolares do

6º ano e nos que não moravam com os pais. Em relação a escolaridade dos pais, o escore médio do IQD-R foi maior nas mães com ensino fundamental I completo e nos pais com ensino fundamental II. Foi maior na classe social C2 e com renda familiar entre meio e um salário. Não houve significância estatística entre as variáveis.

Tabela 11. Descrição das características sociodemográficas e domiciliares dos participantes do estudo segundo o IQD-R dos escolares (n=196), Simões Filho-Bahia, 2015 - 2017.

Variáveis	Média ($\pm dp$)	P50 (iqr)	Min - Max	p-valor*
Idade				
7	74,4 (8,0)	74,6 (12,0)	58,1 – 93,0	0,485
8	74,8 (8,5)	77,5 (9,9)	50,1 – 88,4	
9	73,8 (6,4)	72,9 (9,3)	61,6 – 93,3	
10	74,4 (7,6)	75,5 (11,4)	53,0 – 87,3	
11	75,7 (6,9)	74,9 (6,9)	64,6 – 90,4	
12	74,2 (6,3)	75,3 (9,7)	64,5 – 87,5	
Sexo				
Masculino	74,9 (7,0)	76,3 (9,8)	53,0 – 90,4	0,567
Feminino	74,1 (7,6)	74,4 (9,1)	50,1 – 93,3	
Cor				
Branca	74,4 (8,1)	73,2 (10,4)	58,6 – 88,6	0,855
Parda	75,1 (7,8)	75,4 (9,8)	50,1 – 93,0	
Negra	74,2 (6,9)	75,2 (9,1)	53,0 – 88,4	
Outros	75,9 (8,4)	74,4 (14,1)	66,6 – 93,3	
Nível escolar				
1º ano	74,6 (9,5)	71,0 (12,6)	66,3 – 93,0	0,807
2º ano	72,9 (8,8)	75,3 (10,4)	50,1 – 85,4	
3º ano	74,9 (6,7)	74,9 (8,5)	56,9 – 89,6	
4º ano	75,5 (7,3)	75,5 (10,7)	64,2 – 93,2	
5º ano	73,7 (7,3)	73,0 (8,1)	53,0 – 88,6	
6º ano	76,0 (4,0)	77,7 (7,5)	71,5 – 79,0	
Com quem mora				
Pais	73,9 (7,8)	74,7 (10,5)	50,1 – 90,35	0,093
Outro familiar	76,1 (6,6)	75,8 (8,7)	56,9 – 93,2	
Escolaridade materna				
Ensino fundamental I, incompleto	72,6 (7,6)	72,9 (10,1)	53 – 87,5	0,408
Ensino fundamental I, completo	76,5 (6,6)	77,8 (7,4)	56,9 – 89,3	
Ensino fundamental II	74,0 (8,0)	73,6 (8,9)	50,1 – 93,3	
Ensino médio	74,5 (6,6)	74,5 (9,0)	59,5 – 89,6	
Escolaridade paterna				
Ensino fundamental I, incompleto	73,1 (7,0)	73,7 (7,4)	50,1 – 84,0	0,675
Ensino fundamental I, completo	73,0 (8,0)	72,7 (11,4)	53,0 – 93,3	
Ensino fundamental II	76,0 (6,4)	75,5 (7,0)	61,9 – 93,0	
Ensino médio	75,2 (7,3)	75,5 (8,5)	59,5 – 89,7	
Classe Social				
B2	71,7 (8,7)	71,0 (12,2)	61,9 – 83,1	0,958
C1	70,7 (9,0)	70,0 (16,2)	58,6 – 87,1	
C2	75,6 (6,7)	76,2 (7,4)	50,1 – 90,4	
D/E	74,6 (7,3)	74,4 (9,8)	53,0 – 93,3	
Renda familiar				
Até meio salário	74,7 (7,4)	74,6 (4,9)	56,9 – 93,2	0,640
Entre meio e 1 salário	75,4 (5,9)	75,5 (8,8)	61,6 – 93,0	
Entre 1 e 2 salários	73,1 (8,8)	73,0 (12,3)	50,1 – 89,3	
Entre 2 e 5 salários	74,3 (8,0)	75,8 (9,7)	59,5 – 89,7	

* Qui-quadrado Pearson

Na Tabela 12 são apresentados os resultados da relação entre estado nutricional e qualidade da dieta. Dos escolares que apresentaram dieta com necessidade de modificação, 83,5% tem peso adequado para idade; 93,3% tem estatura adequada para idade e 70,7% são eutróficos. Não foram observadas diferenças significativas entre o estado nutricional, avaliado pelo z-score e a qualidade da dieta, avaliado pelo IQD-R.

Tabela 12. Relação entre o estado nutricional e qualidade da dieta dos escolares, Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.

Estado Nutricional	Qualidade da Dieta (IQD-R) (n=196)		p-valor ^b
	Saudável n (%)	Necessita modificar n (%)	
Peso por idade_Z_Score (n=118)			
Baixo peso para idade	1 (3,7)	4 (4,4)	1,000 ^b
Peso adequado para idade	23 (85,2)	76 (83,5)	
Peso elevado para idade	3 (11,1)	11 (12,1)	
Estatura por idade_Z_Score (n=188)			
Muito baixa estatura para idade	0 (0,0)	1 (0,7)	0,753 ^b
Baixa estatura para idade	1 (2,6)	9 (6,0)	
Estatura adequada para idade	37 (97,4)	140 (93,3)	
IMC_por idade_Z_Score (n=188)			
Magreza	2 (5,2)	4 (2,6)	0,952 ^b
Eutrofia	29 (76,3)	106 (70,7)	
Sobrepeso	2 (5,3)	25 (16,7)	
Obesidade	5 (13,2)	15 (10,0)	

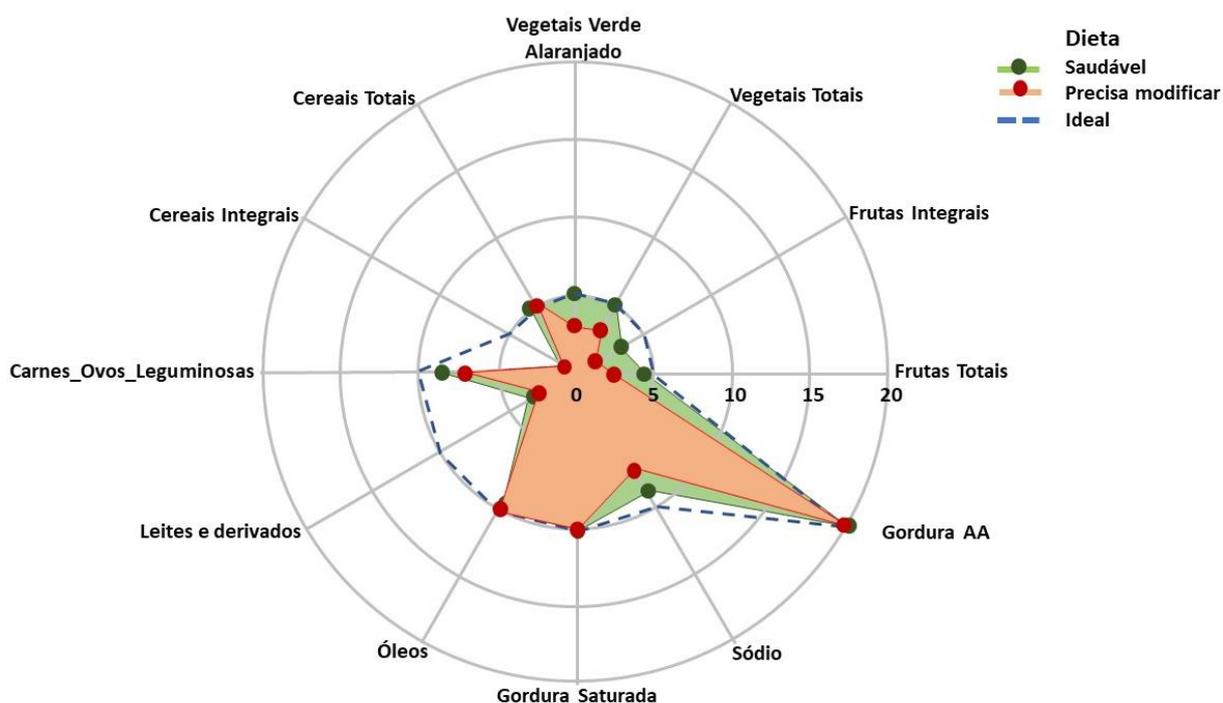
Nota: ^aQui-quadrado Pearson e ^bQui-quadrado Exato de Fisher.

8.3.2.2 Componentes alimentares

O Gráfico 1 apresenta os resultados da pontuação dos componentes alimentares que compõem a análise do IQD-R. Quando se observou as médias dos componentes em toda população, percebeu-se que para o componente frutas-integrais, a média da população não atingiu nem um terço da pontuação total deste item (1,5 em 5,0), assim como a média do componente leite-e-derivados só atingiu um terço da pontuação (3,3 em 10,0). O componente cereais-integrais, apresentou a menor média de todos, pois só atingiu a pontuação de 0,5 em 10,0. Todos os participantes apresentaram pontuação máxima para os componentes das gorduras (gordura saturada e gordura AA). Pode-se dizer que a média dos componentes óleo e cereais-totais também tiveram a pontuação máxima atingida em quase toda população (9,6 em 10 e 4,8 em 5,0 respectivamente).

Notou-se que os componentes frutas-totais, vegetais-totais, vegetais-verde-alaranjados, carnes-ovos-leguminosas e sódio apresentaram médias de pontuações elevadas, próximas a maior pontuação do componente em apenas 20% da população.

Gráfico 1. Gráfico radar representando uma pontuação ideal (100 pontos) e as duas pontuações da população com diferentes padrões de qualidade de acordo com a pontuação do componente IQD-R.



A avaliação da qualidade da dieta por meio do IQD-R permitiu a obtenção de uma visão multidimensional da dieta dos participantes do PIECES. Este estudo foi o primeiro a calcular um índice de qualidade da dieta adaptado para a população brasileira em uma população escolar exposta ambientalmente ao manganês. Existem alguns estudos do IQD-R em populações específicas cujo problemas de saúde são desfechos como HIV/AIDS, HPV, síndrome dos ovários policísticos e câncer de mama (CARLOS, 2001; CECCATTO, 2012; RODRIGUES, 2012; TANAKA, 2012), mas nenhum, até onde temos conhecimento, relacionados a problemas de comportamento.

O não consumo de alimentos saudáveis dos escolares do PIECES, evidenciada no presente estudo pelo baixo consumo de alimentos como frutas e cereais integrais, leite e derivados em detrimento de sucos e carboidratos simples, assemelhou-se aos resultados encontrados na Pesquisa de Orçamento Familiar (POF). De acordo com a POF, os brasileiros

estão cada vez mais substituindo o consumo de alimentos saudáveis, como cereais e hortaliças, por alimentos de alto teor energético, como refrigerantes e comidas prontas (IBGE, 2011). Esses resultados reforçam a importância da construção de hábitos alimentares saudáveis, por sua relevância tanto como fator de proteção em relação ao desenvolvimento de doenças, quanto pela melhoria das condições de saúde na vida adulta, quando medidas apropriadas são adotadas desde a infância (BERTIN et al. 2010; CONCEIÇÃO et al., 2010).

8.2.2.3 Manganês e ferro dietéticos

Na Tabela 13 são apresentados os resultados do manganês dietético (MnD) encontrados na alimentação das crianças e adolescentes, de acordo com as escolas. Foram encontrados níveis de MnD mais baixos dos que são estabelecidos pelas DRI's (IOM, 2002), nas crianças das escolas da zona rural (B e D). Nas escolas da zona urbana (A e C) os valores médios de MnD foram normais ou mais altos. Todas as crianças e adolescentes da escola B (100%), participantes do estudo, apresentaram uma ingestão de Mn através da dieta com níveis abaixo dos valores recomendáveis. Nas demais escolas (A, C e D) a maioria dos escolares também apresentou os valores de MnD abaixo do recomendável pelas *Dietary Reference Intakes* (DRI's).

As DRI's são valores de recomendação de nutrientes e energia adotados pelos Estados Unidos e Canadá, e vêm sendo publicadas e atualizadas desde 1997, na forma de relatórios parciais elaborados por comitês de especialistas organizados por uma parceria entre o *Institute of Medicine* norte-americano e a agência *Health Canada* (PADOVANI et al., 2006). No Brasil, devido à falta de dados que permitam o estabelecimento de recomendações de nutrientes para a população brasileira, vêm sendo utilizadas as DRI's dos Estados Unidos para avaliação e planejamento de dietas (COZZOLINO; COMINETTI, 2017). No presente estudo foi usado um software que utilizava as DRI's nas suas diretrizes de recomendação dietética.

O manganês é um mineral essencial ao ser humano para diversas atividades metabólicas envolvendo os sistemas imunológicos, reprodutivos, digestivo, dentre outras funções como a formação dos tecidos conjuntivo e esquelético e ao crescimento (KRAUSE, 2012). A sua deficiência não chega a ser um problema de saúde pública, haja vista a sua abundância em diversas fontes alimentares como nos cereais integrais, nozes, folhas verdes, chá, carnes e derivados de leite (COZZOLINO, 2015). Como vimos no Gráfico Radar, quase 80% dos escolares desse estudo possuíam uma qualidade da dieta com necessidade de modificação e os alimentos fonte de Mn fazem parte dos componentes alimentares (vegetais verde, cereais integrais e laticínios) que contribuíram para essa classificação da dieta. Esses resultados corroboram com o que vem sendo evidenciado em alguns estudos, de que os níveis elevados

Mn encontrados nas matrizes biológicas de alguns escolares podem não ser provenientes da dieta.

Tabela 13. Descrição do manganês dietético (MnD) encontrado na dieta da população e o alcance da referência de consumo por escola. Simões Filho-Bahia, 2015 - 2017.

Escola	Alunos n (%)	MnD (mg) (n=196)		Alunos n (%)		
		Média (dp)	Min-Max	DRI Normal	> DRI	< DRI
A	73 (37,2)	1,6 (1,6)	0 – 6,5	1 (1,4)	29 (39,7)	43 (58,9)
B	39 (19,9)	0,3 (0,3)	0 – 1,4	0	0	39 (100)
C	29 (14,8)	2,0 (2,1)	0 – 6,9	0	10 (34,5)	19 (65,5)
D	55 (28,1)	1,2 (1,3)	0 – 5,1	0	14 (25,5)	41 (74,5)

Nota: Dietary Reference Intakes (DRI): 7-8 anos Mn=1,5mg/dia; 9-12 anos Meninos Mn=1,9mg/dia, Meninas Mn=1,6mg/dia (IOM, 2002).

Até o momento poucos são os estudos que avaliaram o nível de Mn proveniente da dieta em populações expostas ao Mn ambientalmente. Em 2009 foi realizado um estudo que avaliou os níveis de Mn em alimentos produzidos em Simões Filho (acerola, banana e farinha de mandioca) e foram encontrados níveis elevados que poderiam ultrapassar a ingestão diária segura ($2 - 5 \text{ mg} \cdot \text{dia}^{-1}$) (SOARES, 2009).

Em 2011 foi realizado um estudo com crianças de 6 – 13 anos que avaliou a relação entre exposição ao Mn da água potável e da dieta com a concentração de MnC. Os resultados encontrados sugeriram associação de MnC com a ingestão de Mn da água, mas não Mn da dieta (BOUCHARD et al., 2011). Os autores sugeriram que a metabolização do Mn na dieta e Mn na água possa ser diferente em função da forma química, pois o manganês é complexado com moléculas maiores nos alimentos, enquanto sua forma química predominante na água é iônica (ou seja, Mn^{2+}).

Segundo Cozzolino et al., (2013) “diversos fatores afetam a absorção do manganês, sendo os principais: fonte de carboidratos da dieta, presença de fitato, proteína animal, conteúdo de manganês e de outros minerais da dieta como cálcio, cobalto e principalmente o ferro. Essa competição pela absorção dos dois minerais ocorre porque ambos possuem o mesmo estado de valência em condições fisiológicas (+2 e +3) e compartilham a mesma proteína de transporte, a DMT1 (transportador divalente de metais -1)” do inglês Divalent Metal Transporter.

O estudo mais recente envolvendo análise de manganês em alimentos, avaliou dentre outros elementos a presença de Mn na dieta de adultos. Os alimentos analisados foram

basicamente cereais matinais, arroz e massas e o resultado foi que os alimentos são boas fontes dos minerais pesquisados; que os cereais matinais contêm níveis altos de Mn mas em função da baixa absorção do nutriente essa não deve ser a principal fonte de Mn na dieta (WINIARSKA-MIECZAN, et al., 2019).

Na Tabela 14 são apresentados os resultados do ferro dietético (FeD) encontrados na alimentação das crianças e adolescentes, de acordo com as escolas. Foram encontrados níveis médios de FeD mais altos dos que são estabelecidos pelas DRI's (IOM, 2002), para crianças de todas as escolas. Somente na escola B a maioria das crianças e adolescentes (75%) apresentou uma ingestão de Fe na dieta, abaixo dos valores recomendáveis. Nas demais escolas (A, C e D) a maioria dos escolares apresentou os valores de FeD acima do recomendável pelas DRI's.

Tabela 14. Descrição do ferro dietético (FeD) encontrado na alimentação da população do estudo e o alcance da referência de consumo por escola. Simões Filho-Bahia, 2015 - 2017.

Escola	Alunos n (%)	Fe dietético (mg) (n=196)		Alunos n (%)		
		Média (dp)	Min-Max	DRI Normal	> DRI	< DRI
A	73 (37,2)	12,2 (6,4)	2,0 – 26,8	4 (5,5)	43 (58,9)	26 (35,6)
B	39 (19,9)	8,6 (5,4)	2,5 – 22,9	2 (5,6)	8 (20,5)	29 (74,4)
C	29 (14,8)	14,2 (5,8)	4,8 – 27,7	1 (3,4)	24 (82,8)	4 (13,8)
D	55 (28,1)	11,7 (6,1)	3,5 – 28,8	5 (9,1)	31 (56,4)	19 (34,5)

Nota: Dietary Reference Intakes (DRI): 7-8 anos Fe=10mg/dia; 9-12 anos Fe=8mg/dia (IOM, 2002).

O ferro utilizado pelo organismo é obtido de duas fontes principais: da dieta e da reciclagem de hemácias senescentes. O ferro da dieta é encontrado sob duas formas: orgânica (ferro heme) e inorgânica (ferro não heme). Uma dieta considerada normal contém em torno de 6 mg de ferro/1.000 kcal dos quais somente 8 a 15% serão absorvidos. A aquisição da forma heme corresponde a 1/3 do total e é proveniente da quebra da Hb e mioglobina contidas na carne vermelha. Ovos e laticínios fornecem menor quantidade de ferro heme, que é mais bem absorvido do que a forma inorgânica. O ferro inorgânico ou não heme é proveniente de vegetais e grãos e é encontrado principalmente na forma férrica (Fe⁺³) (KRAUSE, 2013). Como vimos na análise da qualidade da dieta dos escolares, os principais componentes alimentares que precisam melhorar a ingestão, são justamente os que são fonte de ferro, heme e não heme.

O estado nutricional do indivíduo em relação ao ferro é fator determinante para o grau de absorção tanto do ferro quanto do manganês. Como a maioria dos escolares possui um estado

nutricional adequado, essa informação poderia explicar a predominância dos valores encontrados de FeD serem maiores dos que as recomendações diárias das DRI's.

A regulação da absorção de ferro é muito importante, pois a deficiência resulta em anemia e na diminuição de enzimas dependentes deste mineral e o excesso de ferro pode causar danos aos tecidos, provavelmente pela geração de radicais livres derivados do possível excesso de ferro livre. A absorção de metais próximos ao ferro na tabela periódica, como cobalto, níquel, manganês, zinco e cádmio, é aumentada na deficiência em ferro. Isso significa que o ferro e outros metais podem compartilhar o mesmo sistema de absorção (COZZOLINO, 2015).

Mais especificamente em relação ao Mn, sabe-se que muitos mecanismos de absorção são compartilhados com o do ferro devido às semelhanças químicas existentes entre esses dois metais. A absorção do Mn está relacionada à do ferro, pois estes metais competem entre si por transportadores presentes no organismo, demonstrando uma relação inversa entre a quantidade de ferro e a absorção do Mn (DOBSON et al., 2004). Dessa forma, menores quantidades de ferro no organismo, como por exemplo, em casos de anemia, poderiam representar maior risco de absorção do Mn. Esses resultados são interessantes para a população do estudo, pois como vimos nos resultados do FeS, apresentados anteriormente, e agora com a confirmação da disponibilização do FeD, mesmo em uma dieta com necessidades de modificação, a maioria dos escolares parecem estar de certa forma “protegidos” de uma maior absorção do Mn pela via gastrointestinal, já que a maior parte deles apresenta um aporte de ferro sérico e dietético em quantidades suficientes para se protegerem de um diagnóstico de anemia.

8.3 BIOMARCADORES DE EXPOSIÇÃO

Atualmente, não existe um biomarcador universalmente reconhecido para a exposição ao Mn; no entanto, manganês nos cabelos e nas unhas dos pés tem se mostrados promissores.

Nessa seção são apresentados os resultados dos biomarcadores de exposição ao Mn dos escolares, bem como os resultados das análises para avaliação da relação entre os fatores nutricionais e os biomarcadores.

8.3.1 Manganês no sangue

A Tabela 15 apresenta os resultados de exposição ao manganês através do biomarcador no sangue, de acordo com os fatores nutricionais dos escolares, estratificado pelos escores Z do peso, altura e IMC, bem como pelo IQD-R.

Tabela 15. Distribuição dos níveis do biomarcador manganês no sangue (MnS) dos escolares segundo indicadores nutricionais, Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.

Indicadores Nutricionais (Z_Scores e IQD-R)	n (%)	MnS ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) (n=218)		
		Mediana (iqr)	Média (dp)	IC95%
Peso por idade (n=122)				
Baixo peso para idade	6 (4,9)	11,2 (4,8)	10,4 (2,8)	7,4 – 13,3
Peso adequado para idade	102 (83,6)	9,5 (5,8)	10,4 (5,9)	9,2 – 11,6
Peso elevado para idade	14 (11,5)	11,6 (9,8)	11,8 (6,1)	8,2 – 15,3
		^a p-valor=0,339		
Estatura por idade (n=196)				
Muito baixa estatura para idade	1 (0,5)	12,8 (0)	12,8 (0)	-
Baixa estatura para idade	11 (5,5)	9,2 (7,1)	10,5 (6,1)	6,4 – 14,6
Estatura adequada para idade	184 (94,0)	8,9 (6,1)	10,2 (6,3)	9,3 – 11,1
		^a p-valor=0,573		
IMC por idade (n=196)				
Magreza	6 (3,0)	10,4 (3,1)	10,1 (1,9)	8,1 – 12,1
Eutrofia	144 (73,5)	8,9 (6,5)	10,1 (6,5)	9,0 – 11,2
Sobrepeso	25(12,8)	7,2 (6,7)	10,7 (6,9)	7,8 – 13,5
Obesidade	21 (10,7)	9,2 (4,7)	10,6 (5,6)	8,1 -13,2
		^a p-valor=0,854		
Qualidade da Dieta (n=188)				
Saudável	38 (20,1)	9,4 (5,0)	9,3 (4,0)	8,0 – 10,6
Com necessidade de modificação	151 (79,9)	9,1 (7,0)	10,7 (6,8)	9,6 – 11,8
		^a p-valor=0,716		

Nota: ^aTeste da Mediana

O valor mediano do biomarcador MnS no escolares, foi um pouco mais elevado quando os indicadores do estado nutricional indicavam alteração, quer seja por excesso ou por deficiência, senão vejamos, quando o peso estava elevado ($11,6 \pm 9,8 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), quando a estatura estava muito baixa ($12,8 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e quando o IMC indicava magreza ($10,4 \pm 3,1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). Porém, diferente do estado nutricional, na avaliação da qualidade da dieta, o valor mediano do biomarcador MnS foi maior ($9,4 \pm 5,0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), no *status* de normalidade, ou seja, “Saudável” .

Os valores medianos de MnS não diferiram em relação aos indicadores nutricionais analisados. Não houve diferença significância entre os escores, de acordo o teste estatístico aplicado.

Como já vimos anteriormente, a meia vida ($t_{1/2}$) plasmática e biológica do MnS é muito rápida variando de 0,5 a 5 minutos e 37 dias, respectivamente. Nos resultados apresentados na Tabela 15 percebeu-se que, quando o estado nutricional dos escolares está adequado, os níveis de MnS tendem a ser menores, fazendo com que a homeostase do Mn no organismo seja plena. O que nos leva a pensar que qualquer distúrbio do estado nutricional pode vir a implicar no desequilíbrio dos níveis do MnS dos escolares.

8.3.2 Manganês no cabelo

A Tabela 16 apresenta os níveis de manganês no cabelo (MnC) dos escolares segundo indicadores nutricionais.

Assim como ocorreu com os resultados do MnS, o valor mediano do biomarcador MnC, dos escolares foi um pouco maior quando os escores do estado nutricional estavam alterados, ou seja, quando o peso estava elevado para idade ($0,8 \pm 0,3 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e quando a estatura estava baixa para idade ($0,8 \pm 0,5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Porém, foi observado que as medianas também estavam um pouco maiores quando os escolares apresentaram IMC para idade eutrófico ($0,8 \pm 0,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e quando a qualidade da dieta estava saudável. Foi observada diferença estatística entre as medianas do IMC para idade (p -valor = 0,035). Quando a análise da qualidade da dieta dos escolares apresentou o resultado de “saudável” o resultado do MnC nos escolares foi praticamente o mesmo ($0,8 \pm 1,0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) em relação ao resultado da dieta de “necessidade de modificação” ($0,7 \pm 0,6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Tabela 16. Distribuição dos níveis do biomarcador de manganês no cabelo (MnC) dos escolares segundo os fatores nutricionais, Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.

Indicadores Nutricionais (Z_Scores e IQD-R)	n (%)	MnC ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) (n=209)		
		Mediana (iqr)	Média (dp)	IC95%
Peso por idade (n=121)				
Baixo peso para idade	6 (5,0)	0,6 (0,4)	0,6 (0,3)	0,3 – 0,9
Peso adequado para idade	102 (84,3)	0,7 (0,8)	1,0 (0,9)	0,8 – 1,2
Peso elevado para idade	13 (10,7)	0,8 (0,3)	0,9 (0,5)	0,5 – 1,1
^a p-valor=0,657				
Estatura por idade (n=192)				
Muito baixa estatura para idade	1 (0,5)	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	-
Baixa estatura para idade	10 (5,2)	0,8 (0,5)	1,0 (0,9)	0,4 – 1,6
Estatura adequada para idade	181 (94,3)	0,7 (0,8)	1,1 (1,1)	0,9 – 1,3
^a p-valor=0,611				
IMC por idade (n=192)				
Magreza	6 (3,1)	0,4 (0,4)	0,4 (0,2)	0,2 – 0,6
Eutrofia	139 (72,4)	0,8 (0,9)	1,2 (1,2)	1,0 – 1,4
Sobrepeso	27 (14,1)	0,6 (0,6)	0,8 (0,5)	0,6 – 1,0
Obesidade	20 (10,4)	0,7 (0,7)	0,9 (0,7)	0,6 – 1,3
^a p-valor=0,035*				
Qualidade da Dieta (n=182)				
Saudável	38 (20,9)	0,8 (1,0)	1,1 (0,9)	0,8 – 1,4
Com necessidade de modificação	144 (79,1)	0,7 (0,6)	1,0 (1,0)	0,9 – 1,2
^a p-valor=0,420				

Nota: ^aTeste da Mediana

Como já sabemos, a análise de MnC indica uma exposição de mais longo prazo, ao contrário do MnS. Os resultados encontrados mostraram que os escolares expostos ambientalmente ao Mn, apresentaram níveis de MnC um pouco mais elevados, quando os fatores nutricionais estavam tanto adequados, quanto inadequados. Podemos pensar que a longa exposição fica registrada no cabelo mesmo quando há equilíbrio nutricional, como se o organismo se “acostumasse” com a constante exposição. Os valores do MnC reduzem quando

há uma mudança dos fatores nutricionais, mas voltam a aumentar quando o equilíbrio nutricional se restabelece.

8.3.3 Manganês nas unhas dos pés

A Tabela 17 apresenta os resultados da relação entre os fatores nutricionais e os níveis de MnUp dos escolares. Assim como nos resultados das duas tabelas anteriores, com exceção da qualidade da dieta, os demais fatores nutricionais apresentaram-se adequados de acordo com os padrões pré-estabelecidos pela OMS (2007).

Os resultados apresentados na Tabela 17 indicaram níveis medianos mais elevados de MnUp dos escolares quando eles apresentaram o baixo peso para idade ($0,9 \pm 0,6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), quando a estatura foi muito baixa para idade ($1,0 \pm 0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e quando o IMC para idade foi de magreza ($1,1 \pm 1,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). O único resultado do MnUp dos escolares que não seguiu essa mesma característica, de estar maior quando os fatores nutricionais estão inadequados, foi a qualidade da dieta, pois os níveis medianos se apresentaram maiores quando o IQD-R indicou uma qualidade da dieta saudável ($1,4 \pm 2,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Assim como ocorre com as análises de manganês no cabelo, o MnUp também pode refletir uma exposição de mais longo prazo. As hipóteses para apresentação desses resultados seriam semelhantes às apresentadas para o MnC, a exposição prolongada fica registrada nas unhas dos pés quando há, ou não, equilíbrio nutricional, como se o organismo se “habitua-se” com a constante exposição. Os valores do MnUp reduzem quando há uma mudança dos fatores nutricionais, mas voltam a aumentar no equilíbrio nutricional. Uma outra possibilidade seria o uso de medicamentos e/ou suplementos alimentares contendo Mn, potencializando a sua presença nas matrizes biológicas dos escolares. Mas não há informações no banco de dados quanto ao uso dessas substâncias. Também não encontramos na literatura estudos que avaliassem a relação entre fatores nutricionais e exposição ao manganês para comparar os resultados encontrados.

A Tabela 18 apresenta a matriz de correlação de Spearman entre os biomarcadores de exposição dos escolares, a idade e os fatores nutricionais (estado nutricional e a qualidade da dieta). Verificou-se que apenas o biomarcador MnUp apresentou uma correlação positiva fraca com a idade ($\rho=0,161$, $p=0,011$). Essa correlação indica uma direção positiva e uma força pequena entre a idade e o biomarcador MnUp dos escolares. Indica também que à medida que a idade aumenta o valor do biomarcador MnUp aumenta também. Autores como Cohen (1988) e Dancey; Reidy, (2006), classificam a magnitude dos valores do coeficiente de correlação de

Spearman, variando entre 0,1 a 0,30, como pequenos, ou seja, consideram essas correlações de muito fracas à fracas. Não foram observadas correlações significativas entre as demais variáveis.

A Tabela 19 apresenta uma matriz de correlação de Spearman que verificou a relação entre os biomarcadores de exposição e os componentes alimentares. Observou-se que o biomarcador MnC apresentou correlação positiva fraca (COHEN, 1988; DANCEY; REIDY, 2006) com os seguintes grupos de alimentos: Frutas Integrais ($\rho=0,146$, $p=0,024$); Cereais Totais ($\rho=0,145$, $p=0,026$) e Sódio ($\rho=0,181$, $p=0,007$). Ou seja, à medida que os valores do biomarcador MnC das crianças aumenta, a pontuação desses grupos de alimentos também aumenta. Foi observado correlação inversa e fraca (COHEN, 1988; DANCEY; REIDY, 2006) entre o biomarcador MnS e os grupos de alimentos Frutas Totais ($\rho= -0,123$, $p=0,046$) e Vegetais Totais ($\rho= -0,128$, $p=0,040$). Ou seja, à medida que os valores do biomarcador MnS das crianças aumenta, a pontuação desses grupos de alimentos diminui, e vice-versa. O biomarcador MnS foi correlacionado fracamente também com Leite e derivados ($\rho=0,139$, $p=0,028$). Isso significa que, à medida que os valores do biomarcador MnS das crianças aumenta, a pontuação do grupo de alimentos Leite e derivados também aumenta. Observou-se que o biomarcador MnUp apresentou correlação positiva fraca (COHEN, 1988; DANCEY; REIDY, 2006) com os grupos de alimentos Frutas Totais ($\rho=0,172$, $p=0,011$) e Sódio ($\rho=0,216$, $p=0,002$), ou seja, à medida que os valores do biomarcador MnUp das crianças aumenta, a pontuação desses grupos de alimentos também aumenta. MnUp apresentou também uma correlação inversa fraca com os grupos de alimentos Cereais Totais ($\rho= -0,184$, $p=0,007$) e Carne_Ovos_Legumes ($\rho= -0,222$, $p=0,002$), ou seja, à medida que os valores do biomarcador MnUp das crianças aumenta, a pontuação desses grupos de alimentos diminui, e vice-versa. Praticamente todos os grupos de alimentos apresentaram correlações significativas entre eles, quer sejam positivas ou negativas, indicando a existência de colinearidade entre eles, como esperado. Não foram observadas correlações significativas entre as demais variáveis.

Como já vimos a qualidade da dieta dos escolares precisa melhorar. Em muitos componentes alimentares, como nas Frutas Integrais, Cereais Integrais e Laticínios a pontuação foi muito baixa, sendo realizada por poucos escolares. Esses resultados indicaram que o desequilíbrio nutricional, nesse caso mais especificamente em relação à dieta, pode estar associado à exposição ambiental por Mn. Muito alimentos que fazem parte dos componentes alimentares identificados nessa matriz são fontes de ferro que como já vimos, tem um papel importante na maior ou menor absorção de Mn. Mas, estatisticamente, as correlações foram fracas e não sustentam essa possibilidade de associação. Na literatura, até o momento, não

existem estudos que avaliem a relação entre fatores nutricionais, como o estado nutricional e a qualidade da dieta com biomarcadores de exposição ao manganês. Por isso novas abordagens estatísticas foram realizadas para tentar explicar essas relações.

Na Tabela 20 são apresentados os resultados da regressão logística univariada realizada entre o índice da qualidade da dieta revisado e os biomarcadores. Observou-se que os escolares com dieta necessitando de modificação apresentaram uma chance 1,30 vezes (IC 95%, 1,03 – 1,63) maior de apresentar manganês nas unhas dos pés ($p=0,027$). Nessa análise específica, consideramos como MnUp tolerável os valores encontrados abaixo do valor médio dessa população ($M=1,35 \mu\text{g.g}^{-1}$). Não temos conhecimento, até o momento, da existência na literatura, de valores de referência quanto aos limites considerados toleráveis para manganês nas unhas dos pés (ATSDR, 2012). Não houve associação significativa entre o índice da qualidade da dieta revisado e os demais biomarcadores. Manganês nas unhas dos pés tem sido considerado um potencial biomarcador para estudos de exposição ao manganês, quer seja no útero e na primeira infância (CIGAN et al., 2018), como na água (SIGNES-PASTOR et al., 2018), mas, não foi encontrado, até então, estudos relacionando este biomarcador à avaliação de qualidade da dieta.

Em estudo sobre biodisponibilidade de ferro de dietas mistas, verificou-se que os fatores relacionados com a dieta explicariam uma variação na absorção da ordem de 16%, e que, nessa medida, os que têm maior influência são tecidos animais (carnes em geral), ácido fólico e vitamina C, bem como que a quantificação desses componentes na dieta poderia dar uma estimativa da biodisponibilidade de ferro não heme de dietas ocidentais (REDDY, et al, 2000). Mas esses estudos não fazem alusão a associação com nenhum tipo de exposição a metais pesados, nem com o manganês.

Tabela 17. Distribuição dos níveis do biomarcador de manganês na unha dos pés (MnUp) dos escolares, segundo os fatores nutricionais. Simões Filho, 2015 – 2017.

Fatores Nutricionais	n (%)	MnUp ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) (n=218)		
		Mediana (iqr)	Média (dp)	IC 95%
Peso por idade (Z_Score) (n=114)				
Baixo peso para idade	6 (4,9)	0,9 (0,6)	0,8 (0,4)	0,3 – 1,2
Peso adequado para idade	94 (83,6)	0,7 (1,0)	1,3 (1,7)	0,9 – 1,6
Peso elevado para idade	14 (11,5)	0,8 (1,2)	1,2 (1,1)	0,6 – 1,9
^a p-valor	0,570			
Estatura por idade (Z_Score) (n=184)				
Muito baixa estatura para idade	1 (0,5)	1,0 (0)	1 (0)	-
Baixa estatura para idade	10 (5,5)	0,8 (0,4)	0,7 (0,3)	0,5 – 1,0
Estatura adequada para idade	173 (94,0)	0,8 (1,2)	1,4 (1,6)	1,1 – 1,6
^a p-valor	0,570			
IMC por idade (Z_Score) (n=184)				
Magreza	5 (2,7)	1,1 (1,4)	1,4 (1,2)	-0,2 – 3,0
Eutrofia	133 (72,3)	0,7 (0,4)	0,9 (0,7)	1,1 – 1,7
Sobrepeso	26 (14,1)	0,9 (1,2)	1,4 (1,7)	0,8 – 1,5
Obesidade	20 (10,9)	0,8 (1,0)	1,1 (0,9)	0,6 – 1,2
^a p-valor	0,166			
Qualidade da Dieta (IQD-R) (n=175)				
Saudável	33 (18,9)	1,4 (2,4)	2,1 (2,4)	1,2 – 2,9
Com necessidade de modificação	142 (81,1)	0,8 (1,0)	1,2 (1,3)	1,0 – 1,4
^a p-valor	0,144			

Nota: ^aTeste da Mediana

Tabela 18. Matriz de correlação de Spearman entre os biomarcadores, a idade e os fatores nutricionais dos escolares. Simões Filho, 2015 – 2017.

		Idade	MnS ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	MnC ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	MnUp ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	Peso/Idade	Estatura/Idade	IMC/Idade	IQD-r
Idade	rho	1,0	-0,0722	0,0880	0,161	-0,0022	-0,0604	-0,042	-0,0236
	p-valor		0,2886	0,2054	0,011*	0,9796	0,3763	0,279	0,7423
MnS ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)			1,0	-0,1005	-0,113	0,0318	0,0705	-0,0204	0,0254
				0,1518	0,059	0,7237	0,3177	0,7730	0,7292
MnC ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)				1,0	0,379	0,0110	-0,0467	0,0753	0,0798
					0,000	0,9039	0,5169	0,2951	0,2843
MnUp ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)					1,0	0,034	0,112	-0,014	0,120
						0,358	0,063	0,423	0,057
Peso/Idade						1,0	0,6872	0,8722	-0,1496
							0,0000	0,0000	0,0987
Estatura/Idade							1,0	0,2886	0,0484
								0,0000	0,5005
IMC/Idade								1,0	-0,0802
									0,2641
IQD-r									1,0

Nota: Coeficiente de correlação de Spearman (rho) e p-valor. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,001$.

Tabela 19. Matriz de correlação de Spearman entre os biomarcadores e os componentes alimentares consumidos pelos escolares. Simões Filho, 2015 – 2017.

		MnC ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	MnS ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	MnUp ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	Frutas Totais	Frutas Integrais	Vegetais Totais	Veg. Verde Alaranjado	Cereais Totais	Cereais Integrais	Laticínios	Carnes.Ovos. Legumes	Óleos	Sódio
MnC ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	rho	1,0	-0,050	-0,408	0,044	0,146	-0,047	-0,037	0,145	-0,006	-0,090	-0,100	-0,013	0,181
	p-valor		0,254	0,000	0,277	0,024*	0,265	0,309	0,026*	0,468	0,114	0,089	0,433	0,007*
MnS ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)			1,0	-0,124	-0,123	0,030	-0,128	-0,108	-0,017	-0,026	0,139	0,117	0,073	0,050
				0,053	0,046*	0,341	0,040*	0,070	0,409	0,364	0,028*	0,055	0,160	0,249
MnUp ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)				1,0	0,172	-0,318	-0,042	0,004	-0,184	-0,086	-0,076	-0,222	-0,067	0,216
					0,011*	0,000	0,289	0,481	0,007*	0,128	0,159	0,002*	0,189	0,002*
Frutas Totais					1,0	0,458	-0,052	-0,058	-0,011	-0,044	-0,080	-0,144	-0,088	0,150
						0,000	0,236	0,210	0,440	0,269	0,132	0,022*	0,110	0,018*
Frutas Integrais						1,0	-0,044	-0,057	-0,001	-0,031	0,041	-0,144	-0,128	0,119
							0,272	0,214	0,497	0,331	0,286	0,022*	0,037*	0,048*
Vegetais Totais							1,0	0,934	-0,173	-0,009	-0,245	0,257	-0,099	-0,024
								0,000	0,008*	0,451	0,000	0,000	0,083	0,367
Veg. Verde Alaranjado								1,0	-0,174	-0,050	-0,186	0,270	-0,155	-0,022
									0,007*	0,242	0,004*	0,000	0,015*	0,380
Cereais Totais									1,0	-0,166	0,019	-0,264	-0,043	0,139
										0,010*	0,395	0,000	0,274	0,026*
Cereais Integrais										1,0	0,063	-0,057	-0,032	-0,153
											0,191	0,214	0,327	0,016*
Laticínios											1,0	-0,085	0,19	0,050
												0,119	0,049*	0,243
Carnes_Ovos Legumes												1,0	0,228	-0,147
													0,001*	0,020*
Óleos													1,0	-0,089
														0,109
Sódio														1,0

Nota: Correlação de Spearman (rho) e p-valor. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,001$.

Tabela 20. Associação bruta entre os biomarcadores e o índice de qualidade da dieta revisado dos escolares. Simões Filho, 2015 – 2017.

Variável	IQD-R		^a OR (IC 95%)	p-valor
	Saudável n (%)	Necessidade de modificação n (%)		
Biomarcadores				
Manganês no cabelo (n=182)				0,671
Tolerável	24 (13,2)	109 (59,9)	1	
Anormal	14 (7,7)	35 (19,2)	1,08 (0,75 – 1,56)	
Manganês nas unhas dos pés (n=175)				0,027*
Tolerável	17 (9,7)	103 (58,9)	1	
Anormal	16 (9,1)	39 (22,3)	1,30 (1,03 – 1,63)	
Manganês no sangue (n=188)				0,309
Tolerável	36 (19,1)	30 (16,0)		
Anormal	3 (1,6)	119 (63,3)	0,97 (0,90 – 1,03)	

Nota: ^aRegressão logística. *Associação estatisticamente significativa. Grupo de referência = 1

8.4 PROBLEMAS DE COMPORTAMENTO

Nessa seção são apresentados os resultados das análises para avaliação da relação entre os fatores nutricionais, estado nutricional e qualidade da dieta, e os problemas de comportamento, internalizante e externalizante, dos escolares.

A Tabela 21 apresenta os resultados da relação entre os fatores nutricionais (estado nutricional e qualidade da dieta) e os problemas de comportamento internalizante e externalizante estratificados em normal, limítrofe e clínico. Observa-se que os escolares que apresentaram os fatores nutricionais adequados, dentre eles peso para idade, estatura para idade, IMC para idade apresentaram, na maioria, um comportamento diagnosticado como normal. Os escolares que apresentaram uma qualidade da dieta com necessidade de modificação também apresentaram comportamentos internalizante e externalizante normais. Não foram encontradas associações significativas entre os fatores nutricionais e os problemas de comportamento nessa primeira análise exploratória.

Tabela 21. Relação entre os fatores nutricionais e os problemas de comportamento internalizante e externalizante dos escolares, Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.

FATORES NUTRICIONAIS	PROBLEMAS DE COMPORTAMENTO							
	Internalizante (n=196)			P-valor	Externalizante (n=196)			P-valor
	Normal n (%)	Limítrofe n (%)	Clínico n (%)		Normal n (%)	Limítrofe n (%)	Clínico n (%)	
ESTADO NUTRICIONAL								
Peso/idade (n=122)	67 (54,9)	19 (15,6)	36 (29,5)	0,506 ^b	80 (65,6)	14 (11,5)	28 (22,9)	0,457 ^b
Baixo peso/idade	3 (4,5)	0 (0,0)	3 (8,3)		3 (3,8)	1 (7,2)	2 (7,1)	
Peso adequado/idade	57 (85,0)	15 (79,0)	30 (83,4)		68 (85,0)	10 (71,4)	24 (85,8)	
Peso elevado/idade	7 (10,5)	4 (21,0)	3 (8,3)		9 (11,2)	3 (21,4)	2 (7,1)	
Estatura/idade (n=193)	101 (52,3)	34 (17,6)	58 (30,1)	0,246 ^b	120 (62,2)	23 (11,9)	50 (25,9)	0,615 ^b
Muito baixa estatura/Idade	1 (1,0)	0 (0,0)	0 (0,0)		1 (0,8)	0 (0,0)	0 (0,0)	
Baixa estatura/idade	3 (3,0)	2 (5,9)	6 (10,3)		5 (4,2)	2 (8,7)	4 (8,0)	
Estatura adequada/idade	97 (96,0)	32 (94,1)	52 (89,7)		114 (95,0)	21 (91,3)	46 (92,0)	
IMC/idade (n=193)	101 (52,3)	34 (17,6)	58 (30,1)	0,084 ^b	120 (62,2)	23 (11,9)	50 (25,9)	0,731 ^b
Magreza	2 (2,0)	2 (5,9)	2 (3,4)		3 (2,5)	2 (8,7)	1 (2,0)	
Eutrofia	73 (72,3)	22 (64,7)	45 (77,6)		88 (73,4)	15 (65,2)	37 (74,0)	
Sobrepeso	17 (16,8)	2 (5,9)	8 (13,8)		16 (13,3)	3 (13,0)	8 (16,0)	
Obesidade	9 (8,9)	8 (23,5)	3 (5,2)		13 (10,8)	3 (13,0)	4 (8,0)	
QUALIDADE DA DIETA								
IQD-R (n=185)	96 (51,9)	33 (17,8)	56 (30,3)	0,401 ^a	116 (62,7)	23 (12,4)	46 (24,9)	0,795 ^a
Saudável	16 (16,7)	9 (27,3)	12 (21,4)		22 (19,0)	4 (17,4)	11 (23,9)	
Com necessidade de modificação	80 (83,3)	24 (72,7)	44 (78,6)		94 (81,0)	19 (82,6)	35 (76,1)	

Nota: ^aQui-quadrado Pearson e ^bQui-quadrado Exato de Fisher.

Novas análises estatísticas foram realizadas, de modo mais detalhado, com a intenção de observar melhor as possíveis relações entre os fatores nutricionais e os problemas de comportamento dos escolares.

Na Tabela 22 é apresentada a matriz de correlação de Spearman que verificou a relação entre a idade, os indicadores nutricionais (estado nutricional e a qualidade da dieta) e o comportamento internalizante (ansiedade/depressão, retraimento/depressão e queixa somática).

Observou-se que o escore de comportamento de retraimento/depressão das crianças apresentou correlação positiva fraca com a idade ($\rho = 0,1810$, $p = 0,0109$). Essa correlação indica uma direção positiva e uma força pequena entre a idade e o comportamento de retraimento/depressão dos escolares. Indica também que à medida que a idade aumenta, o comportamento de retraimento/depressão aumenta também. Não foram observadas correlações significativas entre as demais variáveis.

Na Tabela 23 foi verificada, agora, a relação entre a idade, os fatores nutricionais (estado nutricional e a qualidade da dieta) e o comportamento externalizante estratificados em suas sub escalas, quebra de regras e agressivo. Observou-se, na matriz de correlação de Spearman, que o escore de comportamento de quebra de regras das crianças apresentou correlação negativa fraca com o z-score estatura para idade ($\rho = -0,1463$, $p = 0,0418$). Não foram observadas correlações significativas entre as demais variáveis. Essa correlação indica uma direção negativa e uma força pequena entre o escore nutricional estatura para idade e o comportamento de retraimento/depressão dos escolares. Indica também que, à medida que o indicador estatura para idade aumenta, o comportamento de quebra de regras diminui. O escore nutricional ‘estatura para idade’ é um índice antropométrico que melhor informa as condições de crescimento linear das crianças. Relacionado ao peso pode indicar desnutrição aguda e sobrepeso. Já o déficit, especificamente, pode estar associado a dieta deficiente e infecções pregressas, refletindo o passado das crianças, bem como as condições de alimentação e morbidades (BRASIL, 2002). Nessa população específica não foram encontrados muitos escolares com deficiência em relação à estatura, o que significa que, mesmo tendo os escolares apresentado uma dieta necessitando melhorar, esta situação da qualidade da dieta pode ter sido apenas momentânea, pois os escolares mantiveram um crescimento normal ao longo do tempo, conforme o índice ‘estatura para idade’. Pode-se observar também que, à medida que os escolares foram crescendo o comportamento externalizante de quebra de regras foi diminuindo. Essa correlação encontrada, mesmo descrita como fraca (COHEN, 1988; DANCEY; REIDY, 2006), é importante pois corrobora com estudos semelhantes. Foram encontrados alguns estudos que analisaram a relação entre desnutrição e comportamento, abordando apenas o efeito externalizante (LIU et al. 2004; GALLER et al. 2011; SU et al. 2016). Esses estudos verificaram se a desnutrição precoce predispõe a problemas de externalização. As análises envolveram mais de um momento na vida das crianças, sendo realizado inicialmente na primeira infância, no intuito avaliar o efeito da desnutrição no momento do diagnóstico, e em vários momentos da infância e da adolescência para verificar qual o efeito da desnutrição a longo prazo. Em todos os estudos foi constatado que um episódio de desnutrição precoce, analisada por deficiência de micro e macronutrientes, estava associado a aumento dos

problemas de comportamento do tipo externalização. Há na literatura evidências de estudos realizados com animais de que déficits de micro e macronutrientes prejudicam o desenvolvimento do cérebro (ALAMY; BENGELLOUN, 2012; ABREU, 2012) e predispõe à agressão (HALAS et al. 1977; CORAPCI et al., 2010). Em humanos há evidências também de que os déficits nutricionais predispõem a comportamentos antissociais e agressivos (LIU; RAINE, 2006; BENTON, 2008).

A Tabela 24 é uma matriz de correlação de Spearman que apresenta a relação entre os escores de comportamento internalizante (ansiedade/depressão, retraimento/depressão, queixa somática), externalizante (quebra de regras e agressividade) e os grupos de alimentos que compõem o IQD-R (frutas totais, frutas integrais, vegetais totais, vegetais verde alaranjado, cereais totais, cereais integrais, leite e derivados, carnes ovos e legumes e óleos). Os componentes alimentares do IQD-R indicam o consumo de alimentos que tornam uma dieta com qualidade adequada ou não. O escore do comportamento de retraimento/depressão dos escolares apresentou correlação positiva fraca com carnes_ovos_legumes ($\rho=0,125$, $p=0,045$). Ou seja, à medida que aumenta a ingestão de alimentos do grupo carnes_ovos_legumes, aumenta também o comportamento internalizante de retraimento/depressão. O escore de comportamento internalizante de queixa somática dos escolares apresentou correlação positiva fraca com frutas integrais ($\rho=0,148$, $p=0,022$) e correlação negativa fraca com vegetais totais ($\rho=-0,133$, $p=0,035$). Ou seja, à medida que há um maior consumo de frutas integrais há uma alteração maior no comportamento de queixa somática, bem como, à medida que há uma redução no consumo de vegetais totais há um aumento no comportamento de queixa somática. O escore de comportamento quebra de regras apresentou uma correlação negativa fraca com frutas integrais ($\rho=-0,153$, $p=0,019$) e correlações positivas, e também fracas, com vegetais totais ($\rho=0,142$, $p=0,027$), com vegetais verde alaranjado ($\rho=0,169$, $p=0,011$) e com leite e derivados ($\rho=0,176$, $p=0,008$). Não foram observadas correlações significativas entre as demais variáveis. Embora as análises de correlação tenham indicado relações entre alguns grupos de alimentos e alguns escores de comportamento, essas relações são consideradas fracas para justificar uma associação entre elas. Não existe na literatura estudos avaliando correlações semelhantes, em relação aos grupos de alimentos e comportamento, mas vimos que existem estudos com nutrientes específicos e efeitos no comportamento externalizante (ALAMY; BENGELLOUN, 2012; ABREU, 2012; BENTON, 2008; CORAPCI et al., 2010; HALAS et al. 1977; LIU; RAINE, 2006), portanto esses resultados são importantes para avaliações futuras, no que tange à formação de plausibilidade biológica.

Tabela 22. Matriz de correlação de Spearman entre os fatores nutricionais e os escores que compõem comportamento internalizante dos escolares. Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.

		Idade	Peso/Idade	Estatura/Idade	IMC/Idade	IQD-R	Ansiedade/ depressão	Retraimento/ depressão	Queixa Somática
Idade	rho	1,0	0,0022	-0,0604	-0,042	-0,0236	-0,0398	0,1810*	-0,0019
	p-valor		0,9796	0,3763	0,279	0,7423	0,5785	0,0109	0,9783
Peso/Idade			1,0	0,6872	0,8722	-0,1496	-0,0218	-0,1039	0,0054
				0,0000	0,0000	0,0987	0,8108	0,2526	0,9528
Estatura/Idade				1,0	0,2886	0,0484	0,0506	-0,0055	0,0016
					0,0000	0,5005	0,4835	0,9398	0,9825
IMC/Idade					1,0	-0,0802	-0,0395	0,0166	-0,0246
						0,2641	0,5848	0,8186	0,7336
IQD-R						1,0	-0,0186	0,0996	-0,0164
							0,8020	0,1774	0,8241
Ansiedade/ depressão							1,0	0,428	0,449
								0,000	0,000
Retraimento/ depressão								1,0	0,271
									0,000
Queixa Somática									1,0

Nota: Coeficiente de correlação de Spearman (rho) e p-valor. *p ≤ 0,05.

Tabela 23. Matriz de correlação de Spearman entre os fatores nutricionais e os escores do comportamento externalizante dos escolares. Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.

		Idade	Peso/Idade	Estatura/Idade	IMC/Idade	IQD-R	Quebra de regras	Agressivo
Idade	rho	1,0	-0,0022	-0,0604	-0,042	-0,0236	0,1306	-0,0011
	p-valor		0,9796	0,3763	0,279	0,7423	0,0674	0,9881
Peso/Idade			1,0	0,6872	0,8722	-0,1496	-0,1227	-0,0909
				0,0000	0,0000	0,0987	0,1762	0,3176
Estatura/Idade				1,0	0,2886	0,0484	-0,1463	-0,0263
					0,0000	0,5005	0,0418*	0,7163
IMC/Idade					1,0	-0,0802	0,0297	0,0054
						0,2641	0,6813	0,9407
IQD-R						1,0	0,0175	0,0486
							0,8127	0,5114
Quebra de regras							1,0	0,502
								0,000
Agressivo								1,0

Nota: Coeficiente de correlação de Spearman (rho) e p-valor. *p ≤ 0,05.

Tabela 24. Matriz de correlação de Spearman entre os escores dos comportamentos internalizante, externalizante e os grupos de alimentos que compõem o IQD-R. Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.

	Ansiedade/ Depressão	Retraimento/ Depressão	Queixa somática	Quebra de regras	Agressivo	Frutas Totais	Frutas Integrais	Vegetais Totais	Vegetais Verde Alaranjado	Cereais Totais	Cereais Integrais	Leite e derivado	Carnes. Ovos. Legumes	Óleos
Ansiedade/ Depressão	rho 1,000 p-valor	0,402	0,404	0,234	0,420	-0,027	0,046	-0,04	0,013	0,032	-0,055	0,004	0,024	0,061
Retraimento/ Depressão		1,000	0,246	0,184	0,296	0,083	0,077	-0,019	0,017	0,032	-0,038	-0,041	0,125	0,056
Queixa somática			1,000	0,178	0,347	0,004	0,148	-0,133	-0,119	0,057	0,015	0,077	-0,029	-0,031
Quebra de regras				1,000	0,484	-0,115	-0,153	0,142	0,169	0,013	0,064	0,176	0,020	-0,003
Agressivo					1,000	0,027	0,016	-0,064	-0,033	0,049	0,040	0,051	-0,091	0,090
Frutas Totais						1,000	0,458	-0,052	-0,058	-0,011	0,044	-0,080	-0,144	-0,088
Frutas Integrais							1,000	0,236	0,210	0,440	0,269	0,132	0,022*	0,110
Vegetais Totais								1,000	0,272	0,497	0,331	0,286	0,022*	0,037*
Vegetais Verde Alaranjado									1,000	-0,173	-0,009	-0,245	-0,257	0,099
Cereais Totais										1,000	-0,166	0,019	-0,264	-0,043
Cereais Integrais											1,000	0,063	-0,057	-0,032
Leite e derivados												1,000	-0,085	0,119
Carnes.Ovos. Legumes													1,000	0,228
Óleos														1,000

Nota: Coeficiente de correlação de Spearman (rho) e p-valor. *p ≤ 0,05; **p ≤ 0,001.

Novas análises com o fator nutricional (qualidade da dieta, através do IQD-R) e os problemas de comportamento (internalizante e externalizante e suas sub-escalas) foram realizadas para melhor entender essas possíveis correlações. Na Tabela 25 foi apresentado o resultado da avaliação da diferença entre os problemas de comportamento internalizante e externalizante sob influência dos grupos de alimentos. Foi encontrada uma associação estatisticamente significativa no comportamento internalizante quando avaliado sob influência do grupo de alimentos Frutas Integrais ($p = 0,0487$). Não houve diferença estatisticamente significativa nos problemas de comportamento sob influência de nenhum outro grupo de alimentos. Na Tabela 26 foi apresentado o resultado da regressão logística univariada que verificou a associação entre o IQD-R e os problemas de comportamento internalizante e externalizante, estratificados nas suas sub escalas. Foi encontrada uma associação estatisticamente significativa entre o escore de comportamento externalizante ‘agressividade’ e o IQD-R. Os escolares com qualidade da dieta com necessidade de modificação apresentaram uma razão de chance 2,64 vezes (IC95%, (1,01 – 6,88) maior de ter comportamento externalizante agressivo, classificado como clínico. Não houve associações significativas entre os demais problemas de comportamento e o IQD-R. Embora não tenha sido objetivo dessa tese avaliar fatores sociodemográficos, eles foram testados e não foram encontradas associações significativas em nenhuma análise realizada.

Os alimentos que fazem parte dos componentes alimentares são fontes de nutrientes importantes para o desenvolvimento infantil, chegando a refletir no comportamento das crianças e adolescentes. Foram encontrados dois estudos que avaliaram a relação entre desnutrição e os problemas de comportamento, externalizante e internalizante (CORAPCI et al., 2010; LIU et al., 2014). Ambos levaram em conta a deficiência de micronutrientes como Fe e Zn, para diagnóstico de desnutrição. O Zn e o Fe, presentes em grande parte dos grupos de alimentos estudados, são importantes para a saúde física e comportamental das crianças, porém existem poucos estudos sobre a relação entre micronutrientes e problemas de comportamento, incluindo distúrbios de internalização e externalização. O zinco tem papel importante no crescimento infantil, maturação sexual, desenvolvimento neuromotor e imunidade (BRAGA, 2008; BRAGA; VITALLE, 2010). O ferro, da mesma forma, aumenta o funcionamento mental, servindo como cofator da tirosina hidroxilase (TH), uma enzima envolvida na produção e liberação de neurotransmissores (SINGH, 2004), e que exerce influência na função cognitiva (GRANTHAM-MCGREGOR; ANI, 2001; LIU et al., 2003) e nos transtornos comportamentais (KONOFAL et al., 2008). As funções desses micronutrientes demonstram a importância de disponibilizá-los na dieta de crianças, durante o período do desenvolvimento em que ocorre a maturação neurofisiológica, essencial à

manutenção e desenvolvimento do sistema nervoso central. O zinco, o ferro e o manganês dietéticos também foram testados, nos escolares de Simões Filho, para verificar possíveis correlações e/ou associações entre eles e os problemas de comportamento. Foi encontrada uma associação estatisticamente significativa entre o escore de comportamento internalizante ‘ansiedade/depressão’ e o ferro dietético. Os escolares com ingestão de ferro adequada apresentaram uma razão de chance 1,09 vezes (IC95%, (1,02 – 1,17) maior de ter comportamento internalizante de ansiedade/depressão, classificado como não-clínico. Com o zinco e o manganês dietéticos não foram encontradas associações significativas em nenhuma análise realizada.

Tabela 25. Medidas descritivas dos grupos de alimentos e o IQD-R por comportamento internalizante e externalizante dos escolares do estudo. Simões Filho-Bahia, 2015 – 2017.

Exposição	Comportamento internalizante		p-valor ^a	Comportamento externalizante		p-valor ^a
	Normal/Limítrofe (Média ± DP)	Clínico (Média ± DP)		Normal/Limítrofe (Média ± DP)	Clínico (Média ± DP)	
Frutas totais	3,0 ± 2,2	2,9 ± 2,2	0,9673	3,0 ± 2,2	3,0 ± 2,1	0,8094
Frutas Integrais	1,2 ± 2,0	1,9 ± 2,3	0,0487*	1,4 ± 2,1	1,5 ± 2,3	0,8489
Vegetais totais	3,7 ± 2,1	3,3 ± 2,3	0,3341	3,5 ± 2,2	3,8 ± 2,0	0,4683
Vegetais verde alaranjado	3,7 ± 2,2	3,5 ± 2,2	0,5977	3,5 ± 2,2	4,0 ± 2,0	0,2696
Cereais totais	4,8 ± 1,0	4,8 ± 0,5	0,8488	4,8 ± 0,9	4,9 ± 0,5	0,4106
Cereais Integrais	0,6 ± 1,3	0,3 ± 0,8	0,1431	0,5 ± 1,2	0,5 ± 1,0	0,8342
Leite e derivados	3,0 ± 2,8	4,0 ± 3,5	0,1184	3,3 ± 3,0	3,3 ± 3,2	0,8209
Carnes, ovos, leguminosas	7,6 ± 2,4	7,3 ± 2,7	0,5291	7,7 ± 2,4	6,9 ± 2,8	0,0944
Óleos	9,7 ± 1,4	9,7 ± 1,3	0,8006	9,6 ± 1,4	9,7 ± 1,1	0,6847
Sódio	7,3 ± 2,9	7,4 ± 2,9	0,4453	7,0 ± 3,2	8,2 ± 1,5	0,0683
IQD-R	74,4 ± 6,6	75,0 ± 8,5	0,4171	74,3 ± 7,0	75,6 ± 7,8	0,2225

Nota: ^a Teste de Mann-Whitney. *Associação estatisticamente significativa.

Tabela 26. Associação bruta entre os desfechos comportamentais e o índice da qualidade da dieta revisado em escolares. Simões Filho, 2015 - 2017.

Variável	IQD-R		^a OR _{bruta} (IC 95%)	p-valor
	Saudável n (%)	Necessidade de modificação n (%)		
Comportamento Internalizante				
Normal/Limítrofe	25 (67,6)	104 (70,3)	1	0,749
Clínico	12 (32,4)	44 (29,7)	0,88 (0,40 – 1,90)	
Ansiedade/depressão				
Normal/Limítrofe	31 (83,8)	136 (91,9)	1	0,144
Clínico	6 (16,2)	12 (8,1)	0,45 (0,16 – 1,31)	
Retraimento/depressão				
Normal/Limítrofe	33 (89,2)	135 (91,2)	1	0,703
Clínico	4 (10,8)	13 (8,8)	0,79 (0,24 – 2,60)	
Queixas somáticas				
Normal/Limítrofe	35 (94,6)	141 (95,3)	1	0,864
Clínico	2 (5,4)	7 (4,7)	0,87 (0,17 – 4,36)	
Comportamento Externalizante				
Normal/Limítrofe	26 (70,3)	113 (76,3)	1	0,445
Clínico	11 (29,7)	35 (23,7)	0,73 (0,32 – 1,63)	
Quebras de regras				
Normal/Limítrofe	35 (94,6)	140 (94,6)	1	1,000
Clínico	2 (5,4)	8 (5,4)	1,00 (0,20 – 4,92)	
Agressividade				
Normal/Limítrofe	29 (78,4)	134 (90,5)	1	0,047*
Clínico	8 (21,6)	14 (9,5)	2,64 (1,01 – 6,88)	

Nota: ^a Teste estatístico: Regressão logística. *Associação estatisticamente significativa. Grupo de referência = 1

9 CONCLUSÃO

Os resultados indicam que há associação entre algumas variáveis dos fatores nutricionais e alguns escores de comportamento de escolares expostos ambientalmente ao manganês no município estudado. Os principais resultados do presente estudo são apresentados a seguir:

1. A avaliação do estado nutricional dos escolares investigados apontou para a existência de poucas crianças com baixo peso e baixa estatura, porém foi encontrada uma parcela preocupante de escolares com sobrepeso e obesidade, embora a maioria tenha apresentado eutrofia, ou seja, um estado nutricional adequado. A qualidade da dieta dos escolares foi na maioria, “com necessidade de modificação”. Os meninos apresentaram uma dieta de melhor qualidade do que as meninas. De acordo com a média do índice de qualidade da dieta revisado (IQD-R) desse estudo, foi possível observar que, entre os seus componentes os que apresentaram piores resultados foram os cereais integrais, as frutas totais e os laticínios.
2. Na avaliação da associação entre os fatores nutricionais e os biomarcadores de exposição dos escolares, foi encontrada relação entre o indicador de estado nutricional ‘IMC-por-idade’ e o biomarcador ‘manganês no cabelo’. Em relação a qualidade da dieta, foi encontrada associação entre o IQD-R e o biomarcador ‘manganês nas unhas dos pés’ dos escolares estudados. Os resultados indicaram também a existência de correlação entre os biomarcadores de exposição e alguns componentes alimentares do IQD-R. As correlações observadas foram entre MnS e frutas totais, vegetais totais e laticínios; entre MnC e frutas integrais, cereais totais e sódio; entre MnUp e frutas totais, cereais totais, carnes-ovos-leguminosas e sódio. A ocorrência de distúrbios dos fatores nutricionais pode implicar no desequilíbrio dos níveis de Mn plasmático e biológico.
3. Em relação a existência de associação entre os fatores nutricionais e os problemas de comportamento dos escolares, foi encontrada associação entre o componente alimentar ‘frutas integrais’ e o comportamento internalizante; bem como, foi encontrada associação entre o comportamento externalizante estratificado como ‘agressividade’ e o IQD-R. Foram encontradas correlações entre alguns escores de comportamento e alguns grupos de alimentos. Em relação ao comportamento externalizante foi encontrada correlação entre o escore ‘quebra de regras’ e os componentes alimentares frutas integrais, vegetais totais, vegetais-verde-alaranjado, leite e derivados. As correlações observadas no comportamento internalizantes ocorreram em dois escores:

‘retraimento/depressão’ foi correlacionado com o componente alimentar ‘carne-ovos-legumes’ e ‘queixa somática’ foi correlacionado com os componentes alimentares ‘frutas integrais’ e ‘vegetais totais’.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou a associação entre fatores nutricionais e o comportamento de escolares expostos ambientalmente ao manganês em um município baiano. A investigação foi realizada de uma forma sistemática obedecendo aos passos necessários para a realização de uma pesquisa científica e contou com a colaboração extensiva das escolas envolvidas.

Na realidade brasileira o presente estudo foi o primeiro a avaliar sistematicamente o estado nutricional e a qualidade da dieta em crianças expostas ao Mn. Diante dos fatos apresentados podemos considerar este trabalho um avanço para um melhor entendimento das relações existentes no campo da saúde pública, meio ambiente, nutrição e toxicologia. Os temas abordados são de interesse público, no que tange a saúde das crianças e adolescentes, bem como os aspectos toxicológicos envolvendo o meio ambiente. O estudo mostrou que mister se faz a busca constante pelo estado nutricional de boa qualidade, que a ingestão adequada de nutrientes é fundamental para manutenção da saúde, no seu contexto mais amplo de bem-estar físico e mental, e principalmente em situações adversas de exposições ambientais persistentes. Que apesar da melhoria das condições socioeconômicas, com reflexo no estado nutricional, a desnutrição foi reduzida por escassez de alimentos, mais continua a crescer por excesso no consumo de alimentos inadequados, confirmando a transição nutricional que vem acontecendo mundialmente.

Apesar de avançar um pouco mais no entendimento das relações existentes em populações expostas ao Mn e os efeitos comportamentais apresentados, observamos limites a considerar e que poderiam elucidar algumas lacunas. O estudo do PIECES previa avaliação das medidas de material particulado na atmosfera do município e ao redor das escolas, mas até o momento de acesso ao banco de dados as análises realizadas não tinham sido incorporadas ao banco, nem disponibilizadas pelo grupo responsável. Além disso, nem todas as crianças possuíam dados completos para realização das análises. Foram utilizados dois “n” diferentes, um envolvendo todas os escolares e possibilitou as análises sociodemográficas e de exposição e outro menor envolvendo os escolares que possuíam informações completas no que tange os dados nutricionais. Isso significa, que esses dados podem não representar especificamente o resultado esperado destes escolares quando comparadas aos escolares de outro contexto brasileiro.

Foi muito importante para o desenvolvimento do projeto ter obtido apoio de uma agência de financiamento do governo (CAPES), que através da bolsa disponibilizada proporcionou a manutenção e permanência da pesquisadora no projeto. E que possibilitou

também a experiência do estágio sanduíche em outro país. O convívio com pessoas estrangeiras, de vivências parecidas e diversas dos nossos temas de estudo foi providencial para a pesquisa. O doutorado sanduiche permitiu trabalhar com expertises na área de epidemiologia, nutrição, toxicologia e estatística, o que possibilitou aprimorar o entendimento dos dados coletados. Esperamos que novos projetos possam receber financiamento, novas bolsas sejam disponibilizadas e que este projeto possa ser ampliado. Apesar dos avanços apreciados neste estudo, consideramos que estudos posteriores são necessários em comunidades com crianças e adolescentes expostas ao Mn ou outros metais com potencial de risco à saúde. É importante que futuramente seja investigado o déficit nutricional e dietético dessa população avaliada, bem como a comparação com um grupo controle não exposto e com características sociodemográficas semelhantes.

Além dos pontos sugeridos, é de extrema relevância a condução de um estudo longitudinal com essa comunidade para a confirmação dos resultados encontrados e análise do comportamento até o final da adolescência. É de extrema importância também a verificação das crianças com níveis de Mn no corpo, das crianças com distúrbios nutricionais e comportamentais e que medidas de orientação, correção e ajustes sejam tomadas, pelos órgãos competentes, em prol delas e para que outras não sejam acometidas pelos mesmos infortúnios.

Por último, os limites descritos anteriormente não invalidam os dados do presente estudo, uma vez que foi possível identificar associações entre alguns escores dos fatores nutricionais com algumas subescalas de comportamento dos escolares. Bem como foi identificado déficits nutricionais e dietéticos na população escolar exposta ao Mn. Ressaltamos a importância da necessidade de investigações futuras. É importante, inclusive, que pesquisas futuras sejam vinculadas a estabelecimentos de políticas públicas e educacionais dirigidas a questões de saúde e melhoramento do estado nutricional e da dieta em comunidades expostas a metais neurotóxicos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, B. A. J. **Aspectos metabólicos e comportamentais de ratos desnutridos e em recuperação nutricional**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Ciências da Saúde. Programa de pós-graduação em Fisioterapia, Piracicaba, 2012. 76 p.
- ACHENBACH, T. M. **Manual for the Child Behavior Checklist 6 and 18, profile**. Burling, VT: University of Vermont, 2001.
- ACHENBACH, T.; HOWELL, C. Are American children's problems getting worse? A 13-year comparison. **Journal of American Academy on Child and Adolescent Psychiatry**, 32, 1145-1154. 1993.
- ACHENBACH, T.M.; RESCORLA, L. A. **Manual for the ASEBA School-age forms & profiles**. Burlington: University of Vermont, Research Center for Children, Youth & Families; 2001.
- ALAMY, M.; BENGELLOUN, W. A. Malnutrition and brain development: An analysis of the effects of inadequate diet during different stages of life in rat. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews** 36 (2012) 1463–1480.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.03.009>
- ALMEIDA, S. S.; DUNTAS, L. H.; DYE, L., NUNES, M. L.; PRASAD, C.; ROCHA, J. B.; WAINWRIGHT, P.; ZAIA, C. T.; GUEDES, R. C. Nutrition and brain function: a multidisciplinary virtual symposium. **Nutritional Neuroscience**, 2002, n.5, 311-320.
- ANDRADE, S. C.; PREVIDELLI, A. N.; MARCHIONI, D. M. L.; FISBERG, R. M. Avaliação da confiabilidade e validade do Índice de Qualidade da Dieta Revisado. **Revista de Saúde Pública**. 2013;47(4):675-83. DOI: 10.1590/S0034-8910.2013047004267
- APA - Associação Americana de Psiquiatria. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais - IV**. Porto Alegre: ArtMed. 2002.
- ATLAS BRASIL, 2013. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponível em:
<http://cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&coduf=29&idtema=118&codv=v01&search=bahia|simoes-filho|sintese-das-informacoes-> Acesso em 21/07/2017.
- ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological profile for manganese**. Atlanta: ATSDR, 2000. 504 p.
- ATSDR. Agency for Toxic Substance and Disease Registry. **Toxicological Profile for Manganese**. U.S. Department of Health and Human Services, 2012. Disponível em:
<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp151.pdf>. Acesso em 09/03/2017.
- BALLABRIGA, A. Life style, environment and childhood diseases. **Asociación Española de Pediatría**, 1990, n.33, s.42, 1-19.

BARCELOUX, D. G. Manganese. **Clinical Toxicology**. New York, v.37, n.2, p.293-307, 1999.

BARRETO-MEDEIROS, J. M.; CABRAL-FILHO, J. E.; DE SOUZA, S. L.; FREITAS SILVA, S. R.; MENDES DA SILVA, C.; DEIRÓ, T. C. B. J. et al. Early malnourished rats are not affected by anorexia induced by a selective serotonin reuptake inhibitor in adult life. **Nutritional Neuroscience** 2002; 5(3): 211-4.

BARRETO-MEDEIROS, J. M.; FEITOZA, E. G.; MAGALHÃES, K.; CABRAL-FILHO, J. E.; MANHÃES-DE-CASTRO, F. M.; DE-CASTRO, C. M. M. B. et al. Malnutrition during brain growth spurt alters the effect of fluoxetine on aggressive behavior in adult rats. **Nutritional Neuroscience** 2004; 7(1): 49-52.

BARROS, K. M.; MANHÃES-DE-CASTRO, R.; LOPES-DE-SOUZA, S.; MATOS, R. J.; DEIRÓ, T. C.; CABRAL-FILHO, J. E. et al. A regional model (Northeastern Brazil) of induced mal-nutrition delays ontogeny of reflexes and locomotor activity in rats. **Nutritional Neuroscience**, 2006; 9 (1-2): 99-104.

BATISTA FILHO, M.; RISSIN, A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 19 (Sup. 1): S181-S191, 2003.

BEITCHMAN, J. H.; BALDASSARRA, L.; MIK, H.; DE LUCA, V.; KING, N.; BENDER, D.; EHTESHAM, S.; KENNEDY, J. L. Serotonin transporter polymorphisms and persistent, pervasive childhood aggression. **American Journal of Psychiatry**. 2006;163(6):1103-5.

BENTON, D. Micronutrient status, cognition and behavioral problems in childhood. **European Journal of Nutrition** (2008) 47[Suppl 3]:38–50. DOI 10.1007/s00394-008-3004-9.

BERMAN, M. E., TRACY, J. I., & COCCARO, E. F. The serotonin hypothesis of aggression revisited. **Clinical Psychology Review**, 17. 1997, 651–666.

BERTIN, R. L.; MALKOWSKI, J.; ZUTTER, L. C. I; ULBRICH, A. Z. Estado nutricional, hábitos alimentares e conhecimento de nutrição em escolares. **Revista Paulista de Pediatria**, 2010; 28(3):303-308.

BJORK, M., DOUGHERTY, D. M., MOELLER, F. G., CHEREK, D. R., SWANN, A. C. The effects of tryptophan depletion and loading on laboratory aggression in men: time course and a food-restricted control. **Psychopharmacology**. 1999;142(1):24-30.

BJØRKLUNDA, G.; CHARTRANDB, M. S.; AASETH, J. Manganese exposure and neurotoxic effects in children. **Environmental Research**. 155 (2017) 380–384.

BODJEN, J. D.; OLESKE, J. M.; LOURIA, D.B. Lead poisoning-one approach to a problem that won't go away. **Environ Health Perspective** 1997;105(12):1284-7.

BOER, S. F.; KOOLHAAS, J. M. 5-HT1A and 5-HT1B receptor agonists and aggression: A pharmacological challenge of the serotonin deficiency hypothesis. **European Journal of Pharmacology**, 526, 2005. 125–139.

BORGES, C. Q.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, K. S. O. et al., Anthropometric profile and food intake of school students in A semi-arid city in Bahia. *Revista Ciência (In) Cena*. On-line ISSN 2317-0816. v. 1, n. 7 Salvador. Bahia. 2018.

BOUCHARD M., LAFOREST F., VANDELAC L., BELLINGER D., DONNA M. Hair manganese and hyperactive behaviors: pilot study of school-age children exposed through tap water. *Environmental Health Perspectives* 2007; v. 15, n.1, 122–7.

BOUCHARD, M. F.; SAUVÉ, S.; BARBEAU, B.; LEGRAND, M.; BRODEUR, M. E. et al. Intellectual Impairment in School-Age Children Exposed to Manganese from Drinking Water *Environmental Health Perspectives*, v. 119, n. 1, 2011, p.138-146.

BRAGA, J. A. P. **O papel do ferro no crescimento e desenvolvimento infantil**. In: Fisberg M.; Barros M. J. L.; editores. *O papel dos nutrientes no crescimento e desenvolvimento infantil*. São Paulo: Sarvier; 2008. p. 48-64.

BRAGA J. A. P.; VITALLE. M. S. Deficiência de ferro na criança. *Revista Brasileira de Hematologia Hemoterapia*. 2010; 32 (Supl. 2):38-44.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Saúde da criança: acompanhamento do crescimento e desenvolvimento infantil**. 2002. 100 p.: il. Série Cadernos de Atenção Básica; n. 11. Série A. Normas e Manuais Técnicos.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília (DF); 2006. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Vigilância alimentar e nutricional: orientações para coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde: norma técnica do sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN)**. Brasília; 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde - departamento de análise de situação de saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT)**. Brasília: Ministério da Saúde; 2011(a).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed., 1. reimpr. – Brasília, 2014. 156p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. **Vigitel Brasil 2017: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2017** – Brasília: Ministério da Saúde, 2018. 130p. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2017_vigilancia_fatores_riscos.pdf. Acesso em 04/2019.

BRASIL (1), Ministério da Saúde. **Obesidade infantil traz riscos para a saúde adulta.** 2019. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45494-obesidade-infantil-traz-riscos-para-a-saude-adulta>. Acesso em 19/11/2019.

BRENNAN, P. A.; GREKIN, E. R.; MEDNICK, S. A. Maternal smoking during pregnancy and adult male criminal outcomes. **Archives of General Psychiatry.** 1999;56(3):215-9.

BROWN, G. L.; EBERT, M. H.; GOYER, P. F.; JIMERSON, D. C.; KLEIN, W. J.; BUNNEY, W. E., et al. Aggression, suicide, and serotonin: Relationships to CSF amine metabolites. **The American Journal of Psychiatry,** 139, (1982) 741–746.

BURTON, N. C.; GUILARTE, T. R. Manganese neurotoxicity: lessons learned from longitudinal studies in nonhuman primates. **Environmental Health Perspectives.** 2009; v.117, n.3, p.325-32. doi: 10.1289/ehp.0800035

BUZZARD, I. M. Rationale for an international conferences series on dietary assessment methods. **American Journal of Clinical Nutrition.** 1994, 59(1 Suppl): 143-5. Doi: 10.1093/ajcn/59.1.143S.

CAMARGOS, A. C. R.; AZEVEDO, B. N. S.; SILVA, D.; MENDONÇA, V. A.; LACERDA, A. C. R. Prevalência de sobrepeso e de obesidade no primeiro ano de vida nas Estratégias Saúde da Família. **Caderno de Saúde Coletiva,** 2019, Rio de Janeiro, 27 (1): 32-38. DOI: 10.1590/1414-462X201900010010.

CARDOSO, M. L. **Metais pesados.** 2008. Disponível em <http://www.infoescola.com/quimica/metais-pesados/>. Acesso em 10/09/2019.

CARLOS, J. V. **Investigação da dieta habitual em estudo longitudinal sobre a infecção por HPV em homens.** 2011. Dissertação (Mestrado em Nutrição em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6138/tde-18062012-103851/>>. Acesso em: 10/05/2019.

CARNEIRO, M.T.W.D., SILVEIRA, C.L.P., MIEKELEY N. E FORTES, L.M.C. Intervalos de Referência para Elementos Menores e Traço em Cabelo Humano para a População da Cidade do Rio De Janeiro – Brasil. **Quim. Nova** 2002;25(1):37-45.

CARVALHO-SANTOS, et al. Efeito do tratamento com triptofano sobre parâmetros do comportamento alimentar em ratos adultos submetidos à desnutrição neonatal. **Revista de Nutrição,** Campinas, 2010, n.23, v.4, 503-511.

CARVALHO, C.F. **Efeitos neuropsicológicos da exposição ao manganês em crianças.** Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-graduação em Psicologia. Salvador, 2013, 127 f.

CARVALHO, C. F.; MENEZES FILHO, J. A.; DE MATOS, V. P.; BESSA, J. R.; COELHO-SANTOS, J.; VIANA, G. F.; ARGOLLO, N.; ABREU, N. Elevated airborne manganese and low executive function in school-aged children in Brazil. **Neurotoxicology,** n.45, p.301–308, 2014.

CARVALHO, C. F.; OULHOTE, Y.; MARTORELLI, M.; CARVALHO, C. O.; MENEZES FILHO, J. A.; et al. Environmental manganese exposure and associations with memory, executive functions, and hyperactivity in Brazilian children. **NeuroToxicology**. v.69, 2018, 253-259.
<https://doi.org/10.1016/j.neuro.2018.02.002>

CECCATTO, Vanessa. **Índice de qualidade da dieta de mulheres antes e durante o tratamento adjuvante para o câncer de mama**. 2012. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em:
<<http://comportamentoalimentar.paginas.ufsc.br/files/2012/09/Vanessa-Ceccatto-%C3%8Dndice-de-qualidade-da-dieta-de-mulheres-antes-e-durante-o-tratamentoadjuvante-para-o-c%C3%A2ncer-de-mama.pdf/>>. Acesso em: 10/05/2019.

CERVATO, A. M.; VIEIRA, V. L. Índices dietéticos na avaliação da qualidade global da dieta. **Revista de Nutrição**. 2003; 16(3):347-355.

CHASIN, A. A. M.; AZEVEDO, F. A. **Metals Gerenciamento da Toxicidade**. In: Manganês. MARTINS, I. Ed: Atheneu. 2003.

CHANG, J. Y.; LIU, L. Z. Manganese potentiates nitric oxide production by microglia. **Molecular Brain Research** Amsterdam, v. 68, p.22-28, 1999.

CIGAN, S. S.; MCGOVERN, P. M.; CHOUDHARY, K.; MILLER, N. C.; GEORGIEFF, M.; RAGHAVENDRA RAO; IRINA STEPANOV. Toenail manganese as a potential biomarker for in utero and early childhood exposure studies. **Scientific Reports**, 8, 17034, 2018. doi:10.1038/s41598-018-35112-0.

CLARKE, R. A.; MURPHY, D. L.; CONSTANTINO, J. N. Serotonin and externalizing behavior in young children. **Psychiatric Research**, 1999, n.86, v.1, 29-40.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ, Erlbaum. 1988.

CONCEIÇÃO, S. I. O.; SANTOS, C. J. N.; SILVA, A. A. M.; SILVA, J. S.; OLIVEIRA, T. C. Consumo alimentar de escolares das redes pública e privada de ensino em São Luís, Maranhão. **Revista de Nutrição**, 2010; 23(6):993-1004.

CONDE, W.L.; MONTEIRO, C. A. Nutrition transition and double burden of undernutrition and excess of weight in Brazil. **American Journal of Clinical Nutrition**, 2014; 100(Supl. 6):1617-1622.

CONRAD, M. E.; UMBREIDT, J. N.; PETERSON, R. D. A.; MOORE, E. G.; HARPOR, K. P. Function of integrin in duodenal mucosal uptake of iron. **Blood**, New York, v. 81, p. 517-521, 1993.

CONRAD, M. E.; UMBREIDT, J. N.; MOORE, E. G.; UZEL, C.; BERRY, M. R. Alternate iron transport pathway: Mobilferrin and integrin in K562 cell. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v. 269, n. 10, p. 7169-7173, 1994.

- CORAPCI, F.; CALATRONI, A.; KACIROTI, N.; JIMENEZ, E. LOZOFF, B. Longitudinal Evaluation of Externalizing and Internalizing Behavior Problems Following Iron Deficiency in Infancy. **Journal of Pediatric Psychology** 35(3) pp. 296–305, 2010. doi:10.1093/jpepsy/jsp065.
- COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. Editora Monele, 1ª edição digital. 2015. 910p.
- COZZOLINO, S. M. F. COMINETTI, C. **Recomendações de Nutrientes**. 2. ed.- São Paulo: ILSI Brasil-International Life Sciences Institute do Brasil, 2017. 40p. Disponível em: <<https://ilsibrasil.org/wp-content/uploads/sites/9/2017/07/Fasc%C3%ADculo-RECOMENDACOES-DE-NUTRIENTES.pdf>>. Acesso em 29/06/2019.
- CROSSGROVE, J.; ZHENG, W. Manganese toxicity upon overexposure. **NMR in Biomedicine**. 2004; 17(8): 544–553. doi:10.1002/nbm.931.
- DAHLBERG, L. L.; KRUG, E. G. Violência: um problema global de saúde pública. **Ciência & Saúde Coletiva**, 11(Sup): 1163-1178, 2007.
- DAM, R. M. New approaches to the study of dietary patterns. **British Journal of Nutrition**. 2005; 93(5):573-574.
- DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. Porto Alegre, Artmed. 2006.
- DE MAEYER, E. M. et al. **Prévenir et combattre l’anémie ferriprive dans le cadre des soins de santé primaires**. Geneve: OMS, 1991.
- DELANEY-BLACK, V.; COVINGTON, C.; TEMPLIN, T.; AGER, J. et al. Teacher-assessed behavior of children prenatally exposed to cocaine. **Pediatrics**. 2000;106(4):782-91.
- DOBSON, W. A., ERIKSON, K. M., & ASCHNER, M. Manganese neurotoxicity. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 2004, 1012, 115–128.
- DOGAN Y, ERKAN T, YALVAÇ S, ALTAY S, COKUĞRAŞ FC, AYDIN A, et al. Nutritional status of patients hospitalized in pediatric clinic. **Turk J Gastroenterol**. 2005; 16(4):212-6.
- DUARTE, A. C.; CASTELLANI, F. R. **Semiologia nutricional**. Rio de Janeiro: Axcel, 2002, 115p.
- DUARTE, C. S., & BORDIN, I. A. (2000). Instrumentos de avaliação. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, 22(Supl II), 55–58. doi:10.1590/S1516-44462000000600015
- EASTMAN, R.; JURSA, T. P.; BENEDETTI, C.; LUCCHINI, R. G.; SMITH, D. R. Hair as a biomarker of environmental manganese exposure. **Environmental Science & Technology**, 2013, n. 47, v.3, 1629–37.

ERICSON, J. E.; CRINELLA, F. M.; CLARKE-STEWART, K. A.; ALLHUSEN, V. D.; CHAN, T.; ROBERTSON, R. T. Prenatal manganese levels linked to childhood behavioral disinhibition. **Neurotoxicology and Teratology**, 2007; 29:181–7.

FAO/OMS. FAO/WHO. **Expert Consultation Committee on Protein Quality Evaluation**. 1989. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/38133/1/9251030979_eng.pdf. Acesso em 06/2015.

FARINA, M.; AVILA, D. S.; ROCHA, J. B. T.; ASCHNER, M. Metals, oxidative stress and neurodegeneration: A focus on iron, manganese and Mercury. **Neurochemistry International**. 62 (2013) 575–594.

FEOLI, A. M.; LEITE, M. C.; TRAMONTINA, A. C.; TRAMONTINA, F. et al. Developmental changes in content of glial marker proteins in rats exposed to protein malnutrition. **Brain Research** 1187 (2), 2008, 33–41.

FERRAZ, H.B.; BERTOLUCCI, P. H.; PEREIRA, J. S.; LIMA, J. G.; ANDRADE, L. A. Chronic exposure to the fungicide maneb may produce symptoms and signs of CNS manganese intoxication. **Neurology**. 1988; 38(4):550–553.

FERSTROM, J. D. Modification of brain serotonin by the diet. **Annual Review of Medicine**, 25, 1-8, 1974.

FERNSTROM, J. D. Can nutrient supplements modify brain function? **American Journal of Clinical Nutrition** 2000; 71(6): 1669S-73S.

FISBERG, R. M.; SLATER, B.; BARROS, R. R.; LIMA, F. D.; CESAR, C. L. G.; CARANDINA, L.; et al. Índice de Qualidade da Dieta: avaliação da adaptação e aplicabilidade. **Revista de Nutrição**. 2004;17(3):301-18. DOI:10.1590/S1415-52732004000300003

FISBERG, R. M. **A qualidade da dieta e seus fatores associados em adultos residentes no Estado de São Paulo** (tese de livre-docência). São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2005.

FINLEY, J. W. Does Environmental Exposure to Manganese Pose a Health Risk to Healthy Adults? **Nutrition Reviews**, 62(4):148153, 2004.

FONTE, G. A. V.; MELLO, A. L.; SAMPAIO, L. R. **Manual de avaliação nutricional e necessidade energética de crianças e adolescentes: uma aplicação prática**. Adriana Lima Mello (org.). - Salvador: EDUFBA, 2012. 88 p.

FREEDMAN, D.S.; SERDULA, M. K.; SRINIVASAN, S. R. et al. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. **American Journal of Clinical Nutrition**. 1999; 69:308-17.

GALLER, J. R.; BRYCE, C. P.; WABER, D. P. et al. Early malnutrition predicts parent reports of externalizing behaviors at ages 9–17. **Nutritional Neuroscience**. 2011 July; 14(4): 138–144. doi:10.1179/147683011X13009738172521.

GAUER, G. C. Personalidade e conduta violenta **Civitas - Revista de Ciências Sociais**. v.1, n.2, 2001.

GEROZISSIS, K. Brain insulin and feeding: a bi-directional communication. **European Journal of Pharmacology**, 2004; n.490, v.1-3, 59-70.

GIBSON, R. S. Content and bioavailability of trace elements in vegetarian diets. **American Journal of Clinical Nutrition**, 1994, n.59, p.1223S–1232S.

GIBSON, G. E.; BLASS, J. P. Nutrition and Brain Function. **Basic Neurochemistry**, 1999, n.6, 691 - 709.

GLANER, M. F. Physical growth in adolescents of the north gaúcho and west catarinense. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento** 2005; 13:15-20.

GLANTZ, S. A. **Princípios de Bioestatística**. 7ª edição. AMGH Editora, Porto Alegre – RS, 314p, 2014.

GOMES, W. R.; DEVÓZ, P. P.; ARAÚJO, M. L. et al. Milk and Dairy Products Intake Is Associated with Low Levels of Lead (Pb) in Workers highly Exposed to the Metal. **Biological Trace Element Research**, 2017, v.178, Issue 1, pp 29–35.

GOMILA, A. A.; DE GRANDIS, E. S.; VISCONTI, G. B.; MONTERO, S. B.; BERTERO, M. I.; MARIETTI, G. et al. Nutritional status in children hospitalized in minimum care wards. Hospital de Niños de la Santísima Trinidad. Córdoba. **Archivos argentinos de pediatría**. 2009; 107(1):37-42.

GOTHANKAR, S. S.; JHA, S. K.; LENKA, P.; TRIPATHI, R. M.; PURANIK, V. D. Daily intake of manganese by local population around Kylleng Pyndengsohiong Mawthabah (Domiasiat), Meghalaya in India. **Science of the Total Environment**. 407 2009, 2868–2871.

GOWIN, J. L., SWANN, A. C., MOELLER, F. G., & LANE, S. D. Zolmitriptan and human aggression: Interaction with alcohol. **Psychopharmacology**, 210, (2010) 521–531.

GRANTHAM-MCGREGOR, S. M, ANI, C. C. **Undernutrition and mental development**. In: Fernstrom J. D., Uauy R., Arroyo P., eds. Nutrition and brain. Nestlé Nutrition Workshop Series – Clinical & Performance Program, v. 5, p. 1-18, 2001.

GREGER, J. L. Dietary standards for manganese: overlap between nutritional and toxicological studies. **Journal of Nutrition**. Philadelphia, v.128, ISS2 Suppl, p. 368-371, 1998.

GROTTO, H. Z. W. Laboratory diagnosis of iron deficiency anemia. **Revista Brasileira Hematologia e Hemoterapia**, 2010;32(Supl. 2):22-28.

GUENTHER, P. M. et al. **Development and Evaluation of the Healthy Eating Index-2005: Technical Report**. Center for Nutrition Policy and Promotion, U.S. Department of Agriculture. 2007.

GUENTHER, P. M.; REEDY, J.; KREBS-SMITH, S. M. Development of the Healthy Eating Index-2005. **Journal of the American Dietetic Association**. 2008;108(11):1896-901.

doi:10.1016/j.jada.2008.08.016

GUENTHER, P. M.; KOTT, P. S.; CARRIQUIRY, A. L. Development of an approach for estimating usual nutrient intake distributions at the population level. **Journal Nutrition**, 1997, 127: 1106-12. doi: 10.1093/jn/127.6.1106

GUILARTE R. T. Manganese and Parkinson's disease: a critical review and new findings, **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v.16, n.11, 2011.

GULSON, B.; MIZON, K.; TAYLOR, A.; KORSCH, M.; STAUBER, J.; DAVIS, J. M.; LOUIE, H.; WU, M.; SWAN, H. Changes in manganese and lead in the environment and young children associated with the introduction of methyl cyclopentadienyl manganese tricarbonyl in gasoline preliminary results. **Environmental Research**. n. 100, p.100–114, 2006. doi:10.1016/j.envres.2005.03.013.

GUNIER, R. B.; JERRETT, M.; SMITH, D. R.; JURSA, T.; YOUSEFI, P.; CAMACHO, J.; HUBBARD, A.; ESKENAZI, B.; BRADMAN, A. Determinants of manganese levels in house dust samples from the CHAMACOS cohort. **Science of the Total Environment**. 2014. 497498s, 360–368, doi:10.1016/j.scitotenv.2014.08.005.

GUO, G.; ROETTGER, M. E.; SHIH, J. C. Contributions of the DAT1 and DRD2 genes to serious and violence delinquency among adolescents and young adults. **Human Genetics**, 2007;121(1):125-36.

HABERSTICK, B. C.; SMOLEN, A.; HEWITT, J. K. Family-based association test of the 5HTTLPR and aggressive behavior in a general population sample of children. **Biological Psychiatry**. 2006;59(9):836-43.

HALAS, E. S.; REYNOLDS, G. M.; SANDSTEAD, H. H. Intra-uterine nutrition and its effects on aggression. **Physiology & Behavior** 1977; 19:653–661.

HESS, A. R. B.; FALCKE, D. Sintomas internalizantes na adolescência e as relações familiares: Uma revisão sistemática da literatura. **Psico-USF**, Bragança Paulista, v. 18, n. 2, p. 263-276, 2013.

HSDB – Hazardous Substances Data Bank. **Manganese**. National Library Medicine. Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2000.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08/03/2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: **Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE; 2010(a). Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45419.pdf>> Acesso em: 04/06/2019.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares-POF, 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**.

Coordenação de Trabalho e Rendimento. IBGE: Rio de Janeiro 2011. Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>> Acesso em: 21/07/2017.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2017. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=293070>> Acesso em: 21/07/2017.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2019. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/simoes-filho/panorama>> Acesso em: 18/04/2019.

IOM. (Institute of Medicine). **Food and Nutrition Board Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate**. Washington, DC. The National Academic Press; 2004. Disponível em: <<http://www.nap.edu>>. Acesso em 21/07/2017.

IOM (Institute of Medicine). **Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc**. Washington (DC): National Academy Press; 2002. Disponível em: <<http://www.nap.edu>>. Acesso em 29/06/2019.

IRIZAR, A.; GIL, F.; LERTXUNDI, A.; MARTÍN-DOMINGO, M. C.; URBIETA, N. et al. Manganese levels in newborns' hair by maternal sociodemographic, dietary and environmental factors. **Environmental Research**. v.170. p. 92-100. 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.11.038>.

KANT, A. K. Indexes of overall diet quality: a review. **Journal of the American Dietetic Association**. 1996, 96, 785-91.

KAPEZINSKI, F.; BUSNELLO, J.; ABREU, M. R.; CARRÃO, A. D. Aspectos da fisiologia do triptofano. **Revista de Psiquiatria Clínica**. 1998; 25(4):158-65.

KENNEDY, E. T.; OHLS, J.; CARLON, S.; FLEMING, K. The Healthy Eating Index: design and applications, **Journal of the American Dietetic Association**. 1995; 95(10):1103-8.

KENNEDY, E. Putting the pyramid into action: the Healthy Eating Index and Food Quality Score. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition** 2008;17 (S1):70-74.

KEMPSON, I., LOMBI, E. Hair analysis as biomotor for toxicology, disease and health status. **The Royal Society of Chemistry**, 2011, 40, 3915-3940.

KOTCH, J. B.; LEWIS, T.; HUSSEY, J. M.; ENGLISH, D. et al. Importance of early neglect for childhood aggression. **Pediatrics**. 2008;121(4):725-31.

KOURLABA, G.; KONDAKI, K.; GRAMMATIKAKI, E. et al. Diet quality of preschool children and maternal perceptions/misperceptions: The GENESIS study. **Public Health** 2009; 123(11):738-742

KRANG, A. S.; ROSENQVIST, G. Effects of manganese on chemically induced food search behavior of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) **Aquatic Toxicology**. 2006, 78, 284-291.

KRAUSE: MAHAN, K. L.; ESCOTT-STUMP, S. **Princípios Nutricionais, Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 2005.

KRAUSE: MAHAM, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 13ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 1227 p.

KREBS-SMITH, S. M.; PANNUCCI, T. E.; SUBAR, A. F.; KIRKPATRICK, S. I.; LERMAN, J. L. et al. Update of the Healthy Eating Index: HEI-2015. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**. 2018;118(9):1591-1602. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2018.05.021>

KRUESI, M. J.; HIBBS, E. D.; ZAHN, T. P.; KEYSOR, C. S.; HAMBURGER, S. D.; BARTKO, J. J. et al. A 2-year prospective follow-up study of children and adolescents with disruptive behavior disorders. Prediction by cerebrospinal fluid 5-hydroxyindoleacetic acid, homovanillic acid, and autonomic measures? **Archives of General Psychiatry**, 1992, n.49, v.6, 429–35.

KONOFAL, E.; LECENDREUX, M.; DERON, J.; MARCHAND, M.; CORTESE, S.; ZAIM, M.; MOUREN, M. C.; ARNULF, I. Effects of iron supplementation on attention deficit hyperactivity disorder in children. **Pediatric Neurology** 2008, 38, 20–26.

YAGER, J. Y.; HARTFIELD, D. S. Neurologic manifestations of iron deficiency in childhood. **Pediatric Neurology**, 2002. 27, 85-92.

YIIN, S-J.; LIN, T-H.;SHIH, T-S. Lipid peroxidation in workers exposed to manganese. **Scandinavian Journal of Work, Environment & Health**, Helsinki, v.22, 1996.

YOKOGOSHI, H.; NOMURA, M. Effect of amino acid supplementation to a lowprotein diet on brain neurotransmitters and memory-learning ability of rats. **Physiology & Behavior**, 1991, n.50, 1227-1232.

JARVISALO, J.; OLKINUORAL, M.; KIILUNEN, M. et al. Urinary and blood manganese in occupationally non exposed populations and in manual metal arc welders of mild steel. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, Berlin, v. 63, p. 495-501, 1992.

JONES, G.; ZAMMIT, S.; NORTON, N.; HAMSHERE, M. I. et al. Aggressive behaviour in patients with schizophrenia is associated with catechol-O-methyltransferase genotype. **British Journal of Psychiatry** 2001; 179:351-5.

LAOHAUDOMCHOK, W. et al. Toenail, blood and urine as biomarkers of manganese exposure. *J. Occup. Environ. Med.*, [S.I.], v.53, n.5, p.506-510, 2011.

LEE, R. D.; NIEMAN, D. C. **Standards for nutrient intake. In: Nutritional Assessment**. 3.ed. Mc Graw Hill; 2003, p.12-72.

LEE, B-K.; KIM, Y. Effects of menopause on blood manganese levels in women: Analysis of 2008–2009 Korean National Health and Nutrition Examination Survey data. **NeuroToxicology**. 33 (2012) 401–405.

LIMA, S. O.; CALDEIRA, T. R. Anemia por deficiência de ferro. **Saúde & Economia**. a. v, n. 9, junho, 2013.

LIMOGES, E.; BELLINGER, D. C.; MERGLER, D., Intellectual impairment in school-age children exposed to manganese from drinking water. **Environ Health Perspect** 2011, 119 (1), 138-43.

LIU, J.; RAINE, A.; VENABLES, P. H.; DALAIS, C.; MEDNICK, S. A. Malnutrition at age 3 years and lower cognitive ability at age 11 years: Independence from psychosocial adversity. **Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine**. 2003, 157, 593–600.

LIU, J.; RAINE, A. The effect of childhood malnutrition on externalizing behavior. **Current Opinion in Pediatrics**. 2006, 18, 565–570.

LIU, J.; RAINE, A.; VENABLES, P.; MEDNICK, S.A. Malnutrition at age 3 years predisposes to externalizing behavior problems at ages 8, 11 and 17 years. **The American Journal of Psychiatry** 2004, 161, 2005–2013.

LIU, X.; ZHANG, L.; GUAN, H.; ZHANG, Z.; XU, S. Effects of oxidative stress on apoptosis in manganese-induced testicular toxicity in cocks. **Food and Chemical Toxicology**. 60 (2013) 168–176.

LIU, J.; HANLON, A.; MA, C. et al. Low Blood Zinc, Iron, and Other Sociodemographic Factors Associated with Behavior Problems in Preschoolers. **Nutrients** 2014, 6, 530-545; doi:10.3390/nu6020530

LUCAS, E. L.; BERTRAND, P.; GUAZZETTI, S.; DONNA, F.; PELI, M.; JURSA, T. P.; LUCCHINI, R.; SMITH, D. R. Impact of ferromanganese alloy plants on house hold dust manganese levels: implications for child hood exposure. **Environmental Research**. 2015. 138, 279–290, doi:10.1016/j.envres.2015.01.019.

MAJOR, S. O. **Avaliação de aptidões sociais e problemas de comportamento em idade escolar: retrato das crianças portuguesas**. Tese (doutorado) – Universidade de Coimbra. Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação. Coimbra, Portugal, 2011, 547f.

MALTA, D. C.; STOPA, S. R.; SANTOS, M. A. S.; ANDRADE, S. S. C. A. Evolução de indicadores do tabagismo segundo inquéritos de telefone, 2006-2014. **Cadernos de Saúde Pública**, 2017; 33 Sup3. Doi: 10.1590/0102-311X00134915.

MARGETTS, B. M.; NELSON, M. **Design concepts in nutritional epidemiology**. 2ed. New York: Oxford University Press, 1997.

MARTINS, I.; LIMA, I. **Ecotoxicologia do manganês e seus compostos**. Salvador: CRA, 2001.

MEDEIROS, J. M.; SOUZA, S. L.; MARINHO, S. M. et al. Sertraline delays somatic growth and reflex ontogeny in neonate rats. **Physiology & Behavior**, 2006; 87(2):338-44.

MENA, I. **Manganese**. In: WALDRON HA, eds. *Metals in the environment*. 1st London: Academic Press, p. 199- 220, 1980.

MENDES, D. D.; MARI, J. J.; SINGER, M.; BARROS, G. M.; MELLO, A. F. Estudo de revisão dos fatores biológicos, sociais e ambientais associados com o comportamento agressivo. **Revista Brasileira de Psiquiatria**. 2009; 31 (Supl II): S77-85.

MENEZES FILHO, J. A. **Níveis elevados de manganês e déficit cognitivo em crianças residentes nas proximidades de uma metalúrgica ferro-manganês na Região Metropolitana de Salvador, Bahia**. Tese (doutorado em saúde pública e meio ambiente) – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro: S.N., 2009, 158p.

MENEZES FILHO, J. A.; NOVAES, C. O.; SARCINELLI, P.; MOREIRA, J. C.; MERGLER, D. Elevated manganese and cognitive performance in school-aged children and their mothers. **Environmental Research**. v. 111, p. 156-163, 2011.

MENEZES FILHO, J. A.; CARVALHO, C. F.; VIANA, G. F. S.; DUTRA, J.; NUNES, L. S.; MERGLER, D.; ABREU, N. Elevated manganese exposure and school-aged children's behavior: a gender-stratified analysis. **Neurotoxicology**. v.45, p.293-300, 2014.

MENEZES FILHO, J. A.; SOUZA, K. O. F.; RODRIGUES, J. L. G.; SANTOS, N. R.; BANDEIRA, M. J.; KOIN, N. L.; GODOY, A. L. P. C.; OLIVEIRA, S. S. P. ; MERGLER, D. Manganese and lead in dust fall accumulation in elementary schools near a ferromanganese alloy plant. **Environmental Research** (New York, N.Y. Print), v. 148, p. 322-329, 2016.

MICHAELIS. Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>>. Acesso em: 10/12/2019.

MICHALKE, B.; HALBACH, S.; NISCHWITZ, V. Speciation and toxicological relevance of manganese in humans. **Journal of Environmental Monitoring**, 2007, n.9, p.650–656.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. COORDENAÇÃO-GERAL DA POLÍTICA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília: Ministério da Saúde 2006. 210p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

MOORE, P.; LANDOLT, H. P.; SEIFRITZ, E.; CLARK, C.; BHATTI, T.; KELSOE, J.; RAPAPORT, M.; GILLIN, J. C. Clinical and physiological consequences of rapid tryptophan depletion. **Neuropsychopharmacology**, 2000, n.23, 601-622.

MORAIS, M. B. et al., Avaliação de um teste simples de absorção intestinal de ferro na deficiência de ferro. **Jornal de Pediatria**, v.68, n.1/2, p.48-53, 1992.

MORGANE, P. J.; MILLER, M.; KEMPER, T.; STERN, W.; FORBES, W.; HALL, R. et al. The effects of protein malnutrition on the developing central nervous system in the rat. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews** 1978; 2(3):137-230.

MORGANE, P. J.; AUSTIN, L.A.; FRANCE, R. J.; BRONZINO, J.; TONKISS, J.; GALLER, J. R. Malnutrition and developing central nervous system. *In*: Isaacson RL, Jensen KF, editors. The vulnerable brain and environmental risks. **New York: Plenum Press**; 1992. Chapter 1:2-42.

MORGANE, P. J.; AUSTIN-LAFRANCE, R.; BRONZINO, J.; TONKISS, J.; DIAZ-CINTRA, S.; CINTRA, L.; KEMPER, T.; GALLER, J. R. Prenatal malnutrition and development of the brain. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, 1993, n.17, 91-128.

MORGANE, P.J.; MOKLER, D.J.; GALLER, J.R. Effects of prenatal protein malnutrition on the hippocampal formation. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**. v. 26, n. 4, p. 471-83, 2002.

MOZ, J. A.; SANTOLIN, M. B. Assesment of the nutricional status of children from 7 to 10 years from a public scholl in the city of Erechim-RS. **Perspectiva**, Erechim. v. 38, n.141, p. 151-157, março/2014.

NADASKA, G.; LESNY, J.; MICHALIK, I. **Aspectos ambientais da química do manganês**. 2012: 1-16. Disponível em <http://heja.szif.hu/ENV/ENV_100702A/env100702a.pdf . Acesso em 08/03/2017.

NASCIMENTO, T. F. V. O.; GONZALEZ, F. G. Impactos do manganês na saúde pública. **Revinter**. v. 11, n. 03, p. 32-53, out. 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol11ed3.367>

NIH. National Cancer Institute. **The Healthy Eating Index – Population Ratio Method**. <https://epi.grants.cancer.gov/hei/population-ratio-method.html>. Updated August 29, 2017. Accessed (17/09/2019).

OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, A. A. B.; NETTO-OLIVEIRA, E. R.; et al. Nutritional status of schoolchildren aged 6 to 10 years in the city of Cruzeiro do Oeste – PR. **Revista Brasileira de Promoção da Saúde**, Fortaleza, 24(4): 289-295, out./dez., 2011.

O'NEAL, S. L.; ZHENG, W. Manganese Toxicity Upon Overexposure: a Decade in Review. **Current Environmental Health Reports**, 2015, 2:315–328. DOI 10.1007/s40572-015-0056-x

ONIS, M.; BRANCA, F. Childhood stunting: a global perspective. **Maternal & Child Nutrition**. 2016, v. 12, s. 1, pp. 12–26.

ORLEBEKE, J. F.; KNOL, D. L.; VERHULST, F.C. Increase in child behavior problems resulting from maternal smoking during pregnancy. **Archives of Environmental & Occupational Health**. 1997;52(4):317-21.

OSHA – Occupational Safety & Health Administration. 2000. Disponível em: <https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_250190.html>. Acesso em Junho de 2015.

PADOVANI, R. M.; AMAYA-FARFÁN, J.; COLUGNATI, F. A. B.; DOMENE, S. M. A. Dietary reference intakes: application of tables in nutritional studies. **Revista de Nutrição**, Campinas, 19(6):741-760, nov./dez., 2006.

PANDELOVA, M.; LOPEZ, W. L.; MICHALKE, B; SCHRAMM, K. Ca, Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, and Zn contents in baby foods from the EU market: Comparison of assessed

infant intakes with the present safety limits for minerals and trace elements. **Journal of Food Composition and Analysis**. 27 (2012) 120–127.

PEDRAZA, D. F.; MENEZES, T. N. Caracterização dos estudos de avaliação antropométrica de crianças brasileiras assistidas em creches. **Revista Paulista de Pediatria**. 2016; 34(2):216-224. DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rppede.2016.01.002>

PEDRAZA, D. F.; SILVA, F. A.; MELO, N. L. S. Nutritional status and eating habits of schoolchildren in Campina Grande in the State of Paraíba, Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, 22(2):469-477, 2017. DOI: 10.1590/1413-1232017222.26252015

PENEDO, L. A. **Impacto da restrição nutricional de triptofano na modulação do sistema serotoninérgico e na plasticidade de projeções retinotectais**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Fluminense. Niteroi, 2008, 107p.

PERLROTH, N. H.; BRANCO, C. W. C. Current knowledge of environmental exposure in children during the sensitive developmental periods. **Jornal de Pediatria**. 2017; 93 (1): 17-27.

PERRY, V. H.; HENDERSON, Z.; LINDEN, R. Postnatal changes in retinal ganglion cell and optic axon populations in the pigmented rat. **Journal of Comparative Neurology**, 1986, 219, 356-368.

PESCE, R. P. **Problemas de comportamento externalizantes na infância. A violência em foco**. Tese (doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2009, 150p.

PETROSKI, E. L.; SILVA, R. J. S.; PELEGRINI, A. Crescimento físico e estado nutricional de crianças e adolescentes da região de Cotuiuba, Sergipe. **Revista Paulista de Pediatria** 2008;26(3):206-11.

PHILIPPI, S. T.; LATTERZA, A. R.; CRUZ, A. T. R.; RIBEIRO, L. C. Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos. **Revista de Nutrição**. 1999;12(1):65-80.

PORTAL DA PREFEITURA MUNICIPAL DE SIMÕES FILHO (PPMSF). **Economia**. Disponível em: <<http://www.simoefilho.ba.io.org.br/economia>> Acesso em 21/07/2017.

PREVIDELLI, A. N. ANDRADE, S. C. PIRES, M. M. et al. Índice de Qualidade da Dieta Revisado para a população brasileira. **Revista de Saúde Pública**. 2011, n.45, 794-798.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. <https://www.R-project.org/>.

RAMIRES, E. K. N. M.; MENEZES, R. C. E.; OLIVEIRA, J. S. et al. Estado nutricional de crianças e adolescentes de um município do semiárido do Nordeste brasileiro. **Revista Paulista de Pediatria**. 2014;32(3):200–207. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-0582201432309>.

RAMOS, T. D. **Avaliação da exposição ambiental ao manganês na população residente no entorno de um estaleiro no município de Angra dos Reis, RJ**. Dissertação (Mestrado) – Fundação Wosvaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca. Programa de Saúde Pública, Rio de Janeiro. 2013, 107p.

REDDY, M. B. et al. Estimation of nonheme-iron bioavailability from meal composition. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.71, p.937-43, 2000.

RIBAS, D. L. B.; PHILIPPI, S. T.; TANAKA, A. C. D. A.; ZORZATTO, J. R. Saúde e estado nutricional infantil de uma população da região Centro-Oeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**. 1999, n.3, 358-365.

RIBEIRO, E. R. O.; TONE, L. G. Anemias carenciais na infância. **Pediatria Moderna**, v.32, n.1, 1996.

RINK, S. M.; ARDOINO, G.; KORDAS, K. et al. Associations Between Hair Manganese Levels and Cognitive, Language, and Motor Development in Preschool Children from Montevideo, Uruguay. **Archives of Environmental & Occupational Health**, v. 69, n. 1, 2014, 46-54p. DOI: [10.1080/19338244.2012.725229](https://doi.org/10.1080/19338244.2012.725229)

RIOJAS-RODRÍGUEZ, H.; SOLÍS-VIVANCO, R.; SCHILMANN, A.; MONTES, S.; RODRÍGUEZ, S.; RÍOS, C. et al. Intellectual function in Mexican children living in a mining area and environmen-tally exposed to manganese. **Environmental Health Perspectives**, 2010;118:1465–70.

RODRIGUES, A. M. D. S. **Efetividade da intervenção nutricional em curto e longo prazo de pacientes com síndrome dos ovários policísticos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Saúde e Enfermagem). Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: <<http://www.enf.ufmg.br/pos/defesas/709M.PDF>>. Acesso em: 10/05/2019.
<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6132/tde-07052012-123928/>>. Acesso em: 10/05/2019.

RODRIGUES, J. L. G.; ARAÚJO, C. F. S.; SANTOS, N. R. et al. Airborne manganese exposure and neurobehavior in school-aged children living near a ferro-manganese alloy plant. **Environmental Research**, 167, 2018, 66-77.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.07.007>

ROEBUCK, T. M.; MATTSON, S. N.; RILEY, E. P. Behavioral and psychosocial profiles of alcohol-exposed children. **Alcoholism: Clinical and Experimental Research** 1999;23(6):1070-6.

RUZIK, L. Speciation of challenging elements in food by atomic spectrometry. **Talanta**. 93, 2012, 18– 31.

SBC. Sociedade Brasileira de Cardiologia. IV Diretriz Brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. 2007; 88: 2-19.

SBP. Sociedade Brasileira de Pediatria. **Avaliação nutricional da criança e do adolescente – Manual de Orientação** / Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento de Nutrologia. – São Paulo: Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento de Nutrologia, 2009. 112 p.

SIGNES-PASTOR, A. J.; BOUCHARD, M. F.; BAKER, E. et al. Toenail manganese as biomarker of drinking water exposure: a reliability study from a US pregnancy cohort. **J Expo Sci Environ Epidemiol**, 29, 648–654, 2019. doi:10.1038/s41370-018-0108-z.

SIGULEM, D. M.; DEVINCENZI, M. U.; LESSA, A. C. Diagnosis of child and adolescent nutritional status. **Jornal de Pediatria**. 2000, Nov;76 Suppl 3: S275-84.

SILVA, C. S.; CABRAL, P. C.; GALVÃO, S. F.; DINIZ, A. S.; ARRUDA, I. K. G.; SANTOS, C. M. Estado nutricional de crianças e adolescentes admitidos para internação em um hospital universitário. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, Vitória, 17(2): 36-44, abr-jun, 2015.

SINGER, L. T.; ARENDT, R.; MINNES, S.; FARKAS, K. et al. Cognitive and motor outcomes of cocaine-exposed infants. **Journal of the American Medical Association**. 2002;287(15):1952-60.

SIQUEIRA, M. **Avaliação do ácido homovanílico urinário e da adenosina desaminase plasmática como índice de exposição ocupacional ao manganês**. Tese (doutorado em toxicologia). Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP. São Paulo, 1984. 78p.

SOARES, C. P. P. S. **Avaliação do teor de manganês em alimentos procedentes do município de Simões Filho – BA**. Dissertação - (mestrado) - Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Farmácia, Salvador, 2009. 51f.

SOUZA, E. B. Transição nutricional no Brasil: análise dos principais fatores. **Cadernos UniFOA**. Volta Redonda. a.5 n. 13, agosto/2010. Disponível em: <<http://web.unifoa.edu.br/cadernos/edicao/13/49.pdf>> Acesso em 12/03/2017.

STANDAERT, D. G.; GALANTER, J. M. **Farmacologia da neurotransmissão dopaminérgica**. In: (Ed.). **Princípios da Farmacologia: A Base Fisiopatológica da Farmacoterapia**. 2th: Editora Guanabara Koogan S.A., 2009. cap. 166-185, ISBN 8527715201.

SU, J.; CUI, N.; ZHOU, G. et al. Hemoglobin Status and Externalizing Behavioral Problems in Children. **International Journal Environmental Research and Public Health** 2016, 13, 758; doi:10.3390/ijerph13080758.

SU, J.; CUI, N.; ZHOU, G.; AI, Y.; SUN, G.; ZHAO, S. R.; LIU, J. Hemoglobin Status and Externalizing Behavioral Problems in Children. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. 2016, 13, 758; doi:10.3390/ijerph13080758

TANAKA, L.F. **Avaliação da qualidade da dieta de adolescentes com HIV/Aids e seus fatores associados**. 2012. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: THORNTON, I. **Metals in the global environment**. 1st ed. Ottawa: Int. Council on Metal and the Environment, 1995.

UMBELINO, D. C.; ROSSI, E. A. Deficiência de ferro: conseqüências biológicas e propostas de prevenção. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**. v. 27, n.2, p.103-112, 2006.

UMUKORO, S.; ALADEOKIN, A. C.; EDUVIERE, A. T. Aggressive behavior: A comprehensive review of its neurochemical mechanisms and management. **Aggression and Violent Behavior** 18, 2013, 195–203.

United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2015. Office of Research and Development National Center for Environmental Assessment – RTP Division. **Integrated Science Assessment for Lead**. EPA/600/R-10/075F. Research Triangle Park, NC.

USEPA, 2016. **Reference Dose (RfD): Description and Use in Health Risk Assessments. Background Document 1A**. March 15, 1993. Disponível em <https://www.epa.gov/iris/reference-dose-rfd-description-and-use-health-risk-assessments>. Acesso em 19/07/2017.

VIEIRA, V.L.; SOUZA, J. M.P.; CERVATO-MANCUSO, A. M. Insegurança alimentar, vínculo mãe-filho e desnutrição infantil em área de alta vulnerabilidade social. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, 2010; 10(2):199-207.

VASCONCELOS, F. A. G. **Avaliação nutricional de coletividades**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1995.

VENERO, J. L.; HERRERA, A. J.; MACHADO, A.; CANO, J. Changes in neurotransmitter levels associated with the deficiency of some essential amino acids in the diet. **British Journal of Nutrition** 1992, 68, 409-420.

VIANA, G. F. S. **Avaliação da exposição ambiental ao manganês por marcadores não invasivos e efeitos neuropsicológicos em adultos**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. 95f.

VILLARES, J. M. M.; LEAL, L.O.; GINER, C. P. Desnutrición hospitalaria en niños. **Acta pediátrica española** 2005; 63:63-9.

VOLP, A. C. P.; ALFENAS, R. C. G.; COSTA, N. M. et al. Índices dietéticos para avaliação da qualidade de dietas. **Revista de Nutrição**, Campinas, 23(2):281-295, mar./abr., 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v23n2/v23n2a11.pdf>> Acesso em 31/07/2017.

ZHANG, G.; LIU, D.; HE, P. A preliminary study of the effect of manganese on learning abilities of primary school pupils. **Zhong Hua Yu Fang I Xue Za Zhi**, 1995; 29, 156–8.

ZIPKIN, F. B.; FALCIGLIA, G. A.; KUHNELL, P.; HAYNES, E. N. Development and Evaluation of a Manganese and 3 Iron Food Frequency Questionnaire for Pediatrics. **International Journal of Environmental Research and Public Health** 2017, 14(9):1060. DOI: 10.3390/ijerph14091060.

WATTS, D. L. Trace elements and neuropsychological problems as reflected in tissue mineral analysis (TMA) patterns. **Journal of Orthomolecular Medicine** 1990; 5:159-66.

WERBACH, M. Nutritional influences on aggressive behavior. **Journal of Orthomolecular Medicine** 1995; 7:45-51.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Manganese**. Geneva: WHO, 1981. (Environmental Health Criteria 17).

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Manganese**. Geneva: WHO, 1991. (Environmental Health Criteria 200).

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Prevention of violence: a public health priority**. Forty-ninth Assembly May 20-25. Geneva: World Health Association; 1996.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Concise International Chemical Assessment Document n°12, Manganese and its compounds**. Geneva, 1999.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000. Air quality guidelines for Europe. 2nd ed. <http://www.euro.who.int/document/e71922.pdf>.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemical. Environmental Health Criteria N° 237. Geneva. 2006. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43604/1/924157237X_eng.pdf. Acesso em 16/12/2019.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **AnthroPlus** for personal computers manual: software for assessing growth of the world's children and adolescents [Internet]. Geneva: WHO, 2009. Disponível em: <<http://www.who.int/growthref/tools/em>>. Acesso em 23/03/2016.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity**. 2011. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85839/3/WHO_NMH_NHD_MNM_11.1_eng.pdf?ua=1>. Acesso em 22/07/2017

WIDOM, C. S.; BRZUSTOWICZ, L. M. MAOA and the “cycle of violence:” childhood abuse and neglect, MAOA genotype, and risk for violent and antisocial behavior. **Biological Psychiatry**. 2006;60(7):684-9.

WINIARSKA-MIECZAN, A.; KOWALCZUK-VASILEV, E.; KWIATKOWSKA, K. et al. Dietary Intake and Content of Cu, Mn, Fe, and Zn in Selected Cereal Products Marketed in Poland. **Biological Trace Element Research**, 2019, 187:568–578. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1384-0>

WRIGHT, R. O.; AMARASIRIWARDENA, C.; WOOLF, A. D.; JIM, R.; BELLINGER, D. C. Neuropsychological correlates of hair arsenic, manganese, and cadmium levels in school-age children residing near a hazardous waste site. **Neurotoxicology** 2006; 27:210–6.

WURTMAN, R. J.; WURTMAN, J. J.; REGAN, M. M.; MCDERMOTT, J. M.; TSAY, R. H.; BREU, J. J. Effects of normal meals rich in carbohydrates or proteins on plasma tryptophan and tyrosine ratios. **American Journal of Clinical Nutrition**. 2003; n.77, v.1, 128-32.

YAEMSIRI, S. et al. Growth rate of human fingernails and toenails in healthy American young adults. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology**, [S.I.], v.24, n.4, p.210-216, 2006.

APÊNDICE – Fotos das escolas e da fonte de exposição

ESCOLA A



ESCOLA B



Fonte: Arquivos da autora



Fonte: Arquivos da autora

ESCOLA C



ESCOLA D



Fonte: Arquivos da autora



Fonte: Arquivos da autora

Fonte de exposição



Foto: Frederico Peiró, outubro/2017



Foto: Frederico Peiró, out/2017



Fotos: Cecília Araujo, janeiro/2019

ANEXO A – O projeto PIECES

Com base nos resultados encontrados por MENEZES FILHO et al., (2013) em Simões Filho, um grande projeto (Dispersão de Poluentes de Atividade Industrial e Efeitos no Comportamento de Escolares do Município de Simões Filho, Bahia - PIECES) foi realizado na mesma região e deu origem ao banco de dados foi utilizado nessa tese de doutorado.

O projeto contou com a participação de três instituições públicas: a Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto Federal Baiano (IF Baiano) e a Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Os participantes da UFBA ficaram responsáveis pela coleta e análise dos dados socioeconômicos, bioquímicos, comportamentais e toxicológicos. Os participantes da UNEB ficaram responsáveis pela coleta e análise dos dados nutricionais. Os participantes do IF Baiano ficaram responsáveis pela coleta e análise dos dados ambientais.

O PIECES teve como objetivo avaliar a dispersão da pluma de material particulado fino emitido por uma eletrossiderúrgica de ligas ferro-manganês em todo município de Simões Filho, Bahia e investigar a associação entre a exposição ao Mn contido na fração respirável do material particulado e efeitos comportamentais em crianças em idade escolar do município.

O PIECES foi submetido à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e aprovado no final de 2014. Teve aprovação do Comitê de Ética da Escola de Enfermagem da Universidade Federal da Bahia (UFBA) com parecer favorável nº 874.463/CEP/UFBA/2014 (ANEXO H).

A pesquisa se constituiu de um estudo transversal que avaliou o ambiente interno e externo de 9 escolas urbanas e 6 escolas rurais. Dessas 15 escolas foram escolhidas para o trabalho apenas 4 escolas, sendo 2 urbanas e 2 rurais. Essa redução na quantidade das escolas pretendeu atender a expectativa de diminuir a variabilidade e dispersão dos dados. As escolas foram escolhidas em função da análise inicial do material particulado encontrado nas edificações. Essas escolas apresentaram níveis médios de Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^2/30\text{dias}$) nas seguintes quantidades: urbanas ($684,4 \pm 166,6$ e $18.577,9 \pm 5.101,8$) e rurais ($2.909,9 \pm 1.046,2$ e $8.835,4 \pm 1.124,9$) (MENEZES FILHO et al, 2016).

A população alvo foi crianças e adolescentes de ambos os sexos. Estudantes voluntários das 4 escolas escolhidas que se enquadraram nos seguintes critérios de inclusão: estarem na faixa etária de 7 a 12 anos, terem nascido ou estar vivendo no município a pelo menos 1 ano. Foram excluídos os escolares com diagnóstico de qualquer distúrbio neurológico (convulsão,

autismo, etc.) ou psiquiátrico ou que apresentassem deficiência física (movimento, audição ou visão), e que tivessem recebido tratamento hormonal relacionado com o crescimento.

Os responsáveis pelas crianças assinaram autorização para participação, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e as crianças assinaram Termo de Assentimento (TA) (ANEXO I e ANEXO J).

Com base em informações da Secretaria de Educação do município, estimou-se que o total de estudantes de 7 a 12 anos, para o ano de 2014, seria de aproximadamente 12.000 alunos. Uma amostra representativa foi baseada no intervalo de confiança 95% do coeficiente angular (IC 95% 1,5 - 6,56) do efeito dos níveis de Mn na associação com o comportamento externalizante de escolares de Santa Luzia e Cotegipe ajustada pela idade e sexo (MENEZES FILHO et al., 2013). Com um poder 0,80 para erro tipo I, seria necessária uma amostra com $n = 364$ crianças. Planejou-se avaliar cerca de 91 crianças em cada uma das 4 escolas selecionadas do município. A dimensão inicial da amostra foi de 245 escolares, sendo 114 do sexo masculino e 128 do sexo feminino. Dessa amostra inicial 3 escolares faziam uso de medicamentos para problemas neurológicos com diagnósticos definidos, foram caracterizados como perda e excluídos das análises. A amostra final do PIECES foi de 242 escolares, sendo 128 do sexo feminino e 114 do sexo masculino, com informações e dados incompletos. As informações completas se caracterizaram por escolares com dados socioeconômicos, bioquímicos, toxicológicos, nutricionais e psicológicos. No caso do PIECES nem todos os escolares possuíam essas informações na totalidade.

A coleta de dados ocorreu em três etapas distintas (Figura 5), compreendendo o período de janeiro de 2015 a junho de 2017. Todas as coletas de dados, com exceção dos dados ambientais, foram obtidas através de questionários e/ou exames específicos com os escolares e seus responsáveis.

A primeira fase da coleta de dados ocorreu depois das reuniões agendadas com os gestores do município, representantes da prefeitura, secretaria de saúde, secretaria de educação e secretaria do meio ambiente, quando eles foram apresentados ao projeto e manifestaram total apoio a pesquisa (Fotografia 3). A coleta de dados da primeira fase consistiu na busca por informações ambientais. Pretendia-se modelar a dispersão de material particulado fino (PM_{2,5}) e estimar a exposição aos óxidos de manganês contidos nesta fração respirável e na poeira sedimentada. O Mn presente no ar como matéria particulada suspensa em áreas urbanas e rurais na fração PM_{2,5} pode ser absorvida pelos pulmões (USEPA, 2015). Como os equipamentos que seriam instalados em locais estratégicos do município para realização dessas análises não tinham sido instalados, foram realizadas análises ambientais preliminares quanto ao nível de

material particulado depositado em placas de petri colocadas nas áreas internas e externas das escolas. Essas informações são detalhadas em Menezes Filho et al (2016).

A segunda fase da coleta de dados constituiu-se em reuniões marcadas nas escolas com os responsáveis pelas crianças e adolescentes (Fotografia 4), em turnos específicos, para explicação sobre a pesquisa. Se os responsáveis pelos escolares aceitassem participar voluntariamente da pesquisa eles assinavam o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (ANEXO I) e eram aplicados os questionários contendo informações sociodemográficas, alimentares e comportamentais.

A terceira fase da coleta de dados compreendeu da assinatura do termo de assentimento pelos escolares; da coleta de amostras de sangue para análise dos parâmetros bioquímicos; da coleta de cabelo e unha dos pés para análise dos parâmetros toxicológicos e da avaliação física e antropométrica dos escolares para identificação do estado nutricional delas. Para essa fase foram convocados somente os escolares que se enquadravam nos critérios de inclusão.

Fotografia 3. Reunião com os gestores do município de Simões Filho.



Fonte: Autoria própria.

A segunda e terceira fases da coleta de dados foram realizadas várias vezes em cada escola. A 2ª fase só era finalizada quando nenhum responsável atendia mais às convocações das reuniões. Essas duas fases da coleta foram realizadas em cada escola separadamente. Só iniciava a 2ª fase da coleta em uma nova escola quando a 3ª fase na escola anterior tivesse sido finalizada.

Fotografia 4. Reunião com os responsáveis pelos escolares.

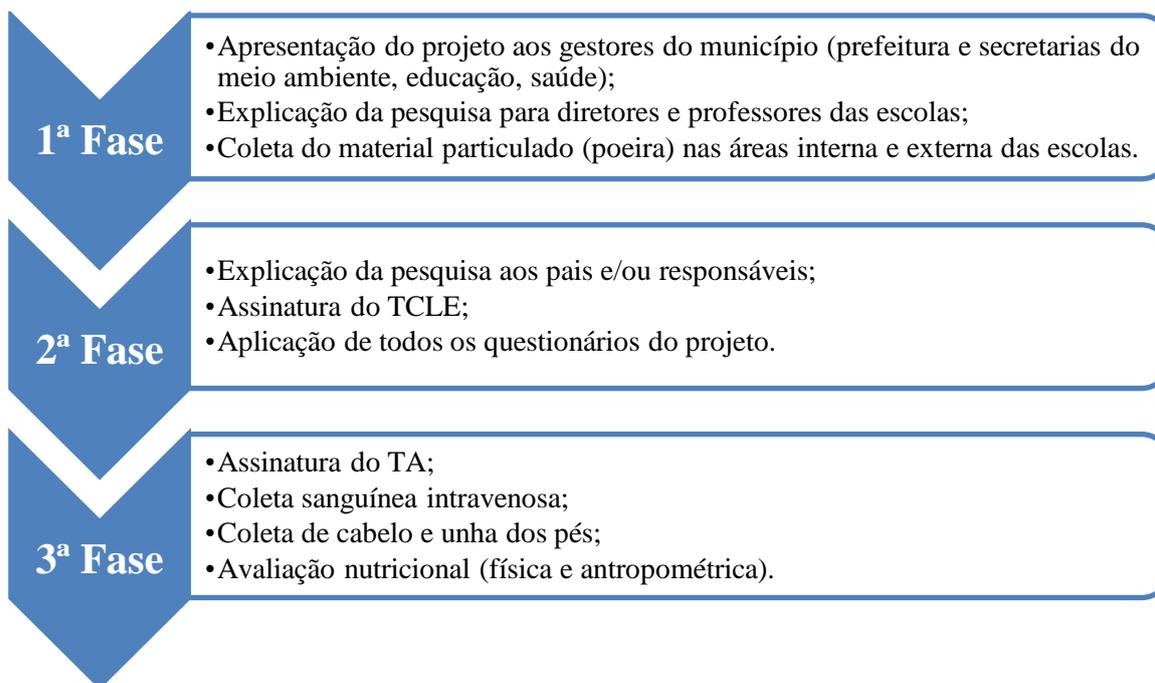


Fonte: Arquivo do PIECES.

A coleta de dados da 2ª fase que não podiam ser realizadas completamente na 1ª reunião, por indisponibilidade de tempo dos responsáveis, eram reagendadas, mas o TCLE era assinado nesse primeiro momento, possibilitando o acesso para avaliação e coleta de dados da 3ª fase.

Todos os dados da pesquisa PIECES foram coletados, processados e analisados, com exceção dos dados clínicos nutricionais e dos dados dietéticos. Estes foram apenas coletados e só foram analisados no doutorado.

Figura 8. Etapas da coleta de dados.



Dados ambientais

Foi realizada uma avaliação preliminar da deposição seca do material particulado acumulado no período de julho a agosto de 2015 em 15 escolas do município de Simões Filho. As partículas de poeira contendo Mn foram depositadas em várias placas de Petri, colocadas nas áreas interna e externa das escolas. As partículas foram analisadas por espectrometria de absorção atômica com forno de grafite (EAA-FG) no equipamento VARIAN AA240Z, GTA 120 para determinação do Mn na poeira. Os detalhes do método de amostragem são apresentados no artigo de Menezes Filho et al., (2016).

Dados socioeconômicos

Foram obtidos através de questionários (ANEXO K) formulados e aplicados por membros, previamente treinados, do PIECES e respondido pelos pais dos escolares participantes da pesquisa. Esses dados continham informações pertinentes à escolaridade, renda mensal e situação ocupacional dos pais ou responsáveis. Os dados demográficos foram: sexo, idade, raça/cor, estado civil, local de residência, composição familiar e situação da propriedade em que vive.

Dados bioquímicos

Coleta de sangue: O sangue foi coletado por veno-punção na porção cubital em tubos a vácuo próprios para metais (Vacutainer® de tampa azul turquesa BD), assim como em tubo à vácuo contendo EDTA como anticoagulante (tampa roxa) para hemograma automatizado e tubo seco de tampa vermelha para separação do soro. O soro, após a retração do coágulo e centrifugação, foi aliqotado para tubos de 3 mL e armazenados em freezer (-22°C) até o momento das análises bioquímicas. A coleta foi realizada sob responsabilidade do técnico de análise clínicas do Laboratório de Toxicologia da Universidade Federal da Bahia (LABTOX-UFBA).

Amostras de sangue foram analisadas por espectrometria de absorção atômica com forno de grafite (EAA-FG) seguindo a metodologia descrita por MENEZES FILHO et al. (2012) para determinação de Mn no sangue.

Dessa coleta de sangue foram realizados também os seguintes exames: hemograma, glicose, colesterol total e frações, triglicérides, proteínas totais e frações, cálcio sérico, fósforo sérico, sódio sérico, potássio sérico, magnésio sérico e ferro sérico. Através desses exames foi possível identificar a existência ou não de anemia entre os escolares. Os exames foram realizados pelo Laboratório de Análises Clínicas da UFBA.

Dados Toxicológicos

Coleta de cabelo e unhas dos pés: Uma mecha de aproximadamente 0,5 cm de diâmetro foi coletada da região occipital com uma tesoura de aço inoxidável cirúrgico de ponta arredondada. A mecha foi previamente amarrada com um fio de Teflon® nas proximidades do couro cabeludo para indicar a região de crescimento recente, de modo que o primeiro centímetro do cabelo foi utilizado para a determinação do manganês. A mecha foi acondicionada em saco plástico de amostragem e identificada por códigos. As amostras foram mantidas à temperatura ambiente até o momento da análise. Nas crianças que possuíam cabelo de comprimento inferior a 2 cm, uma quantidade suficiente da amostra foi cortada e aparada diretamente para os sacos de amostragem (MENEZES FILHO et al., 2009).

Todas as unhas de ambos os pés foram aparadas com cortador de unhas (tipo clipper) com reservatório para as arestas. Todo o material coletado foi armazenado em sacos plásticos de amostragem previamente identificados e mantidos à temperatura ambiente até o momento da análise.

As amostras foram analisadas por espectrometria de absorção atômica com forno de grafite (EAA-FG) no equipamento VARIAN AA240Z, GTA 120 para determinação do Mn no cabelo e Mn na unha dos pés.

Dados psicológicos

Foram obtidos através de entrevistas, questionários e testes específicos com as crianças e seus respectivos responsáveis. Para avaliar o comportamento das crianças foi usado o Inventário de Comportamentos da Infância e Adolescência (Child Behavior Checklist - CBCL) (ANEXO L). É um instrumento facilitador da análise funcional de comportamentos apresentados por crianças e adolescentes. O instrumento foi utilizado como indicativo de comportamentos-alvo (internalizante e externalizante), pois as escalas que foram apresentadas por maior pontuação (queixas somáticas, problemas de pensamento, ansiedade/depressão, comportamento agressivo, e problemas sociais) serviram como pistas para investigação nas análises funcionais.

O CBCL é um questionário composto de 123 itens que foi respondido pelos pais de crianças, e forneceu respostas referentes aos aspectos sociais e comportamentais de seus filhos (ACHENBACH, 2001). Do total de itens, 10 deles destinaram-se à avaliação da competência social da criança, enquanto 113 foram relativos à avaliação de seus problemas de comportamento. A coleta dos dados psicológicos, a análise dos dados, a avaliação dos resultados e a emissão dos diagnósticos sobre os tipos de comportamentos, foram realizados única e exclusivamente por psicólogos e mestrandos de psicologia membros do PIECES.

Dados antropométricos

Foram registrados o peso e estatura das crianças em formulário específico (ANEXO M) que, junto com a idade, foram utilizados para geração dos seguintes índices antropométricos: peso por idade (P/I), estatura por idade (E/I) e índice de massa corporal por idade (IMC/I). Esses dados foram convertidos em escore Z e analisados pelo programa WHO AnthroPlus, que fornece as curvas de crescimento usadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para determinação do estado nutricional de crianças e adolescentes.

A antropometria foi realizada segundo as técnicas estabelecidas pelo Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional – SISVAN e preconizadas pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

As aferições do peso foram realizadas com auxílio de uma balança digital ultra portátil de vidro transparente Bioshape e WISO W600® com capacidade para 150 kg. A estatura foi

aferida com a criança descalça usando estadiômetro vertical portátil Welmy, com campo de uso de até 2,00 m; resolução em milímetros (intervalos 5 mm); tolerância de + / - 5 mm; sendo o tubo e a escala em alumínio anodizado e a escala antropométrica litografada.

O IMC foi calculado após medição das crianças, em relação ao seu peso e estatura. Todos os índices antropométricos (P/I, E/I e IMC/I) foram coletados por nutricionistas e estudantes de nutrição, membros do PIECES.

A medida da circunferência abdominal, embora seja mais usada em adultos, nesse estudo foi usada para avaliar o risco de doenças cardiovasculares nos escolares, usando os pontos de corte propostos por Freedman *et al.* (1999) (ANEXO F).

Dados clínicos nutricionais

Foi realizado exame físico detalhado nas crianças, pelos nutricionistas do projeto, com o intuito de identificar sinais clínicos relacionados a possíveis distúrbios nutricionais. Foi verificado a aparência, textura e cor de pele, o cabelo, as unhas das mãos, olhos, língua e gengiva e registrado em questionário específico (ANEXO M).

Os dados clínicos foram apenas coletados. Não foi realizada nenhuma análise desses dados no PIECES. As análises e interpretações dos dados foram realizadas no doutorado.

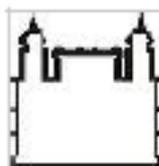
Dados dietéticos

As informações sobre os hábitos alimentares das crianças foram obtidas com os dados indiretos através de dois questionários, o Recordatório Alimentar de 24h (RA24h) (ANEXO D) e o Questionário de Frequência Alimentar (QFA) (ANEXO N). Esses questionários foram aplicados por nutricionistas membros do projeto PIECES e por estudantes voluntários do curso de nutrição da Universidade do Estado da Bahia, sendo estes previamente treinados. Realizou-se um recordatório de alimentação (RA24h), no qual os responsáveis pelos escolares responderam sobre os alimentos e bebidas que eles haviam ingerido nas 24 horas anteriores a entrevista. Foi autorizada a utilização de um QFA validado para a população em questão, na faixa etária similar e da região de Salvador. O QFA fornece informações quanto aos hábitos alimentares dos escolares. Identifica num primeiro momento quantidade, frequência e tipo de alimentos preferidos e ingeridos tanto no período escolar quanto em suas residências. Esses dados também foram apenas registrados no projeto PIECES.

ANEXO B – Parecer CEP ENSP

Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca
da Fundação Oswaldo Cruz (CEP / ENSP / FIOCRUZ)

Nº 2.425.992 em 09/12/2017



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE
PÚBLICA SERGIO AROUCA -
ENSP/ FIOCRUZ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Nutrição, exposição ambiental e efeitos na saúde de escolares do município de Simões Filho, Bahia

Pesquisador: Cecilia Freitas da Silva Araujo

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 79927517.7.0000.5240

Instituição Proponente: FUNDACAO OSWALDO CRUZ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.425.992

Apresentação do Projeto:

Trata-se de Projeto de tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente, da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, orientado por Sandra de Souza Hacon, coorientado por José Antônio Menezes Filho, com Financiamento Próprio.

Importante destacar que o protocolo de pesquisa submetido pela aluna Cecilia Freitas da Silva Araujo está assentado em outro projeto de pesquisa intitulado "Dispersão de Poluentes de Atividade Industrial e Efeitos no Comportamento de Escolares do Município de Simões Filho, Bahia" (PIECES), que teve como objetivo primário "avaliar a dispersão da pluma de material particulado fino emitido pela eletrometalúrgica de ligas ferro-manganeés em todo município de Simões Filho, Bahia e investigar a associação entre a exposição ao manganês (Mn) contido na fração respirável do material particulado e efeitos comportamentais em crianças em idade escolar de todo o município". Sua metodologia envolveu "Estudo transversal de 226 crianças e adolescentes vinculados ao PIECES no período de outubro de 2015 a junho de 2017. Foram coletadas informações sobre as variáveis sócio-demográficas, bioquímicas, toxicológicas, nutricionais e psicológicas. Estimou-se a ingestão alimentar aplicando recordatório de 24h e questionário de frequência alimentar e para avaliação desta, utilizou-se o Índice de Qualidade da Dieta Revisado, de acordo com as recomendações preconizadas no Guia Alimentar para a População Brasileira de 2006. O estado nutricional antropométrico foi determinado através dos indicadores nutricionais padronizados pela população mundial (Z-scores). Será usada estatística descritiva, análise fatorial

Endereço: Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

Bairro: Manguinhos

CEP: 21.041-210

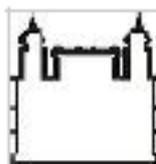
UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2598-2863

Fax: (21)2598-2863

E-mail: cep@ensp.fiocruz.br



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE
PÚBLICA SERGIO AROUCA -
ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2.425.992

exploratória por componentes principais, modelos de regressão linear simples, múltipla e logística múltipla para a análise dos dados. Estes serão tratados e analisados utilizando o software estatístico SPSS versão 20". Esse projeto original obteve aprovação do CEP da Universidade Federal da Bahia (CAAE: 37684814.3.0000.5531 e número de parecer 874.463 e parecer de Emenda 1.812.304). Esse projeto mãe levantou informações da população exposta, gerando um banco dados, que será utilizado no presente projeto, tendo assim Termo de Autorização assinado pelo coordenador da pesquisa original.

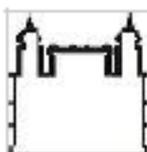
Segundo a autora, aspectos relacionados a deficiências nutricionais são as alterações comportamentais observadas em crianças e adolescentes nos últimos anos, sendo relevante a determinação do estado nutricional e da qualidade da dieta. Normalmente os problemas de comportamento são considerados como socialmente inadequados, representando déficits ou excedentes comportamentais que prejudicam a interação social de criança. Intoxicações por alguns metais também podem predispor a alterações do comportamento, haja vista que a exposição excessiva ao manganês tem sido relacionada com o aumento da agressividade em humanos.

Quanto à metodologia do projeto, trata-se de um estudo de corte transversal, de natureza quantitativa e exploratória. A pesquisadora doutoranda fez parte do projeto PIECES. Na coleta de dados estes envolveram os fatores nutricionais, como estado nutricional e qualidade da dieta foram coletados pela doutoranda, uma vez que a mesma era membro regular e oficial do PIECES. Os dados antropométricos, clínicos e dietéticos constituíram dados primários e como tal estão isentos de análise de qualidade. Como membro do PIECES, a pesquisadora participou da coleta dos dados socioeconômicos e de alguns dados psicológicos, quando estes se referiram ao questionário CBCL (Child Behavior Checklist - CBCL). Ainda segundo o PB apresentado, informa que os dados psicológicos que serão usados no doutorado são dados comportamentais e foram coletados pelo CBCL. Os demais dados do PIECES, como os ambientais, bioquímicos e toxicológicos, constituem dados secundários para o doutorado, mas foram avaliados quanto à sua qualidade, validade confiabilidade, por membros do PIECES.

A amostra desse estudo será constituída de 228 crianças e adolescentes com idade entre 7 e 12 anos, oriundas do banco de dados do projeto PIECES. Todos os dados da pesquisa PIECES foram coletados, processados e analisados, com exceção dos dados clínicos nutricionais e os dados dietéticos. Estes foram apenas coletados e serão analisados na pesquisa de doutorado.

Sua hipótese é que fatores nutricionais podem ser variáveis confundidoras na possível associação

Endereço: Rua Leopoldo Buiões, 1480 - Térreo
Bairro: Manguinhos CEP: 21.041-210
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2598-2863 Fax: (21)2598-2863 E-mail: cep@ensp.fiocruz.br



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE
PÚBLICA SERGIO AROUCA -
ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2.425.002

entre exposição atmosférica ao manganês e efeitos no comportamento de escolares de um município baiano.

Objetivo da Pesquisa:

Segundo a autora:

Objetivo Primário:

"Avaliar se os fatores nutricionais (estado nutricional e qualidade da dieta) podem confundir a possível associação entre exposição atmosférica ao Mn e os efeitos comportamentais em escolares de Simões Filho, Bahia".

Objetivo Secundário:

"- Revisar e discutir o escopo das pesquisas publicadas entre 1996 e 2016 que investigaram a relação entre desnutrição e os efeitos neuropsicológicos em crianças e adolescentes.

- Avaliar o estado nutricional e a qualidade da dieta de escolares de 7 a 12 anos expostos ambientalmente ao manganês.

- Verificar se há relação entre os fatores nutricionais e as concentrações dos biomarcadores de manganês em escolares de 7 a 12 anos.

- Investigar se há relação entre os fatores nutricionais e os possíveis problemas de comportamentos dos escolares de 7 a 12 anos, expostos ambientalmente ao manganês".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo a autora:

"Riscos:

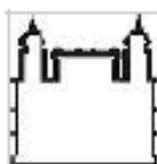
Não há risco porque o projeto é de análise de dados."

"Benefícios:

-Dirimir dúvidas a muito tempo existente quanto ao papel da nutrição – no que tange a deficiência ou excesso de nutrientes – numa possível relação entre exposição a contaminantes ambientais e efeitos na saúde de crianças e adolescentes.

-Contribuir para melhorar a qualidade de vida, inicialmente, de uma determinada população e possivelmente de populações em situações semelhantes."

Endereço: Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo
Bairro: Manguinhos CEP: 21.041-210
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2598-2863 Fax: (21)2598-2863 E-mail: cep@ensp.fiocruz.br



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE
PÚBLICA SERGIO AROUCA -
ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2.425.902

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto muito interessante, fundamentado em pesquisa já realizada em campo entre outubro de 2015 a junho de 2017, em município baiano e aprovado por CEP da UFBA. Apresentou Termo de Compromisso de Uso de Dados adequado e Termo de Autorização expedido pelo coordenador e pesquisador da pesquisa mãe. Além disso, o projeto de qualificação (projeto na íntegra) possui farto detalhamento sobre a realização do doutoramento a ser desenvolvido.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Pesquisa apresentou todos os documentos obrigatórios para apreciação ética.

- Informações Básicas do Projeto - Arquivo PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_952787.pdf postado em 13/11/2017
- Arquivo FormulárioEncaminhamento_Cecilia.pdf - postado em 13/11/2017
- Folha de Rosto - Arquivo folhaDeRostoAss13_11.pdf - postado 13/11/2017
- Cronograma - Arquivo CRONOGRAMA.docx - postado em 13/11/2017
- ArquivoFormulario_Cecilia.pdf postado em 30/10/2017
- Parecer Anterior - Arquivo PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_1812304_E1.pdf - postado em 30/10/2017
- Parecer Anterior - Arquivo PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_874463.pdf - postado em 30/10/2017
- Orçamento - Arquivo ORCAMENTO_FINANCEIRO.pdf - postado em 30/10/2017
- Arquivo Autorizacao_uso_banco_de_dados.pdf - postado em 30/10/2017
- Declaração de Pesquisadores - Arquivo TCUD_CECILIA_ASS.pdf - postado em 30/10/2017
- Projeto Detalhado nomeado Projeto.pdf - postado em 30/10/2017.

Recomendações:

Não há.

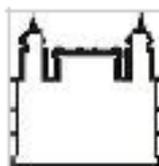
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto utilizar-se-á do banco de dados, fruto de pesquisa de campo já realizada em município da Bahia. Apesar da autora declarar que não existe risco por tratar-se de uma pesquisa de base de dados já coletados, os potenciais riscos de identificação dos participantes são preservados, uma vez que a pesquisadora apresenta os meios de minimização no TCUD.

Considerações Finais a critério do CEP:

ATENÇÃO: *CASO OCORRA ALGUMA ALTERAÇÃO NO FINANCIAMENTO DO PROJETO ORA APRESENTADO (ALTERAÇÃO DE PATROCINADOR, COPATROCÍNIO, MODIFICAÇÃO NO**

Endereço: Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo
Bairro: Manginhos CEP: 21.041-210
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2598-2863 Fax: (21)2598-2863 E-mail: cep@ensp.fiocruz.br



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE
PÚBLICA SERGIO AROUCA -
ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2.425.992

ORÇAMENTO), O PESQUISADOR TEM A RESPONSABILIDADE DE SUBMETER UMA EMENDA AO CEP SOLICITANDO AS ALTERAÇÕES NECESSÁRIAS. A NOVA FOLHA DE ROSTO A SER GERADA DEVERÁ SER ASSINADA NOS CAMPOS PERTINENTES E A VIA ORIGINAL DEVERÁ SER ENTREGUE NO CEP. ATENTAR PARA A NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO DO CRONOGRAMA DA PESQUISA. CASO O PROJETO SEJA CONCORRENTE DE EDITAL, SOLICITA-SE ENCAMINHAR AO CEP, PELA PLATAFORMA BRASIL, COMO NOTIFICAÇÃO, O COMPROVANTE DE APROVAÇÃO. PARA ESTES CASOS, A LIBERAÇÃO PARA O INÍCIO DO TRABALHO DE CAMPO (COLETA DE DADOS, ABORDAGEM DE POSSÍVEIS PARTICIPANTES ETC.) ESTÁ CONDICIONADA À APRESENTAÇÃO DA FOLHA DE ROSTO, ASSINADA PELO PATROCINADOR, EM ATÉ 15 (QUINZE) DIAS APÓS A DIVULGAÇÃO DO RESULTADO DO EDITAL AO QUAL O PROJETO FOI SUBMETIDO.***

Verifique o cumprimento das observações a seguir:

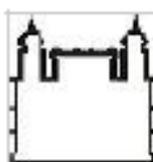
1ª Em atendimento a Resolução CNS nº 466/2012, cabe ao pesquisador responsável pelo presente estudo elaborar e apresentar ao CEP RELATÓRIOS PARCIAIS (semestrais) e FINAL. Os relatórios compreendem meio de acompanhamento pelos CEP, assim como outras estratégias de monitoramento, de acordo com o risco inerente à pesquisa. O relatório deve ser enviado pela Plataforma Brasil em forma de "notificação". Os modelos de relatórios (parciais e final) que devem ser utilizados encontram-se disponíveis na homepage do CEP/ENSP (www.ensp.fiocruz.br/etica).

2ª Qualquer necessidade de modificação no curso do projeto deverá ser submetida à apreciação do CEP, como EMENDA. Deve-se aguardar parecer favorável do CEP antes de efetuar a/s modificação/ões.

3ª Justificar fundamentadamente, caso haja necessidade de interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

4ª O Comitê de Ética em Pesquisa não analisa aspectos referentes a direitos de propriedade intelectual e ao uso de criações protegidas por esses direitos. Recomenda-se que qualquer consulta que envolva matéria de propriedade intelectual seja encaminhada diretamente pelo pesquisador ao Núcleo de Inovação Tecnológica da Unidade.

Endereço: Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo
Bairro: Manguinhos CEP: 21.041-210
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2598-2863 Fax: (21)2598-2863 E-mail: cep@ensp.fiocruz.br



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE
PÚBLICA SERGIO AROUCA -
ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2.425.902

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	Folhaderosto_CeciliaFreitas_06122017.pdf	09/12/2017 15:34:59	Jennifer Braathen Salgueiro	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_952787.pdf	13/11/2017 14:47:06		Aceito
Outros	FormularioEncaminhamento_Cecilia.pdf	13/11/2017 14:46:14	Cecilia Freitas da Silva Araujo	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRostoAss13_11.pdf	13/11/2017 14:42:31	Cecilia Freitas da Silva Araujo	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	13/11/2017 14:29:48	Cecilia Freitas da Silva Araujo	Aceito
Outros	Formulario_Cecilia.pdf	30/10/2017 12:33:36	Cecilia Freitas da Silva Araujo	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_1812304_E1.pdf	30/10/2017 12:32:30	Cecilia Freitas da Silva Araujo	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_874463.pdf	30/10/2017 12:32:10	Cecilia Freitas da Silva Araujo	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO_FINANCEIRO.pdf	30/10/2017 12:29:35	Cecilia Freitas da Silva Araujo	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Autorizacao_uso_banco_de_dados.pdf	30/10/2017 12:29:11	Cecilia Freitas da Silva Araujo	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TCUD_CECILIA_ASS.pdf	30/10/2017 12:22:01	Cecilia Freitas da Silva Araujo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	30/10/2017 12:20:27	Cecilia Freitas da Silva Araujo	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 09 de Dezembro de 2017

Assinado por:
Jennifer Braathen Salgueiro
(Coordenador)

Endereço: Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo
Bairro: Manguinhos CEP: 21.041-210
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2598-2863 Fax: (21)2598-2863 E-mail: cep@ensp.fiocruz.br

ANEXO C – Autorização de uso de dados

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
LABORATÓRIO DE TOXICOLOGIA**

**AUTORIZAÇÃO DE USO DE DADOS**

Declaro para os devidos fins, que cederei à pesquisadora **Cecília Freitas da Silva Araújo**, o acesso ao banco de dados da pesquisa "Dispersão de Poluentes de Atividade Industrial e Efeitos no Comportamento de Escolares do Município de Simões Filho, Bahia" (PIECES) para serem utilizados pesquisa de doutorado: **Nutrição, exposição ambiental e efeitos na saúde de escolares do município de Simões Filho, Bahia.**, que está sob a orientação da Profa. Dra. **Sandra de Souza Hacon**.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento da pesquisadora aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se a mesma a utilizar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Salvador, 19 de junho de 2017.

Prof. Dr. José Antonio Menezes Filho

ANEXO D – Recordat6rio de 24 horas



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – FACULDADE DE FARMÁCIA
LABORAT6RIO DE TOXICOLOGIA
Projeto PIECES: Poluiç6o Industrial e Efeito no Comportamento de Escolares de Sim6es Filho



RECORDAT6RIO DE 24 HORAS – R24h

Data da entrevista: / /	Nome do entrevistador:	Registro:
Nome do escolar:	C6digo	
Data de Nascimento: / /	Idade:	Sexo: () Masculino () Feminino
Escola:	S6rie:	
Nome do respons6vel:	C6digo	
Tel p/contato:	Celular: ()	
Grau de parentesco:	Mora c/o escolar? () Sim () N6o	

1. Que dia da semana foi ontem? (Atenç6o: o entrevistador deve responder esta quest6o, n6o solicite a resposta ao entrevistado).

1. Segunda-feira
2. Terça-feira
3. Quarta-feira
4. Quinta-feira
5. Sexta-feira
6. S6bado
7. Domingo

Primeira EtapaDESJEIUM

2. Ontem ele (a) comeu ou bebeu alguma coisa logo que acordou?

1. Sim
2. N6o

3. Ontem ele (a) comeu ou bebeu alguma coisa entre essa primeira refeiç6o e o almoço?

1. Sim
2. N6o

ALMOÇO

4. Ontem ele (a) almoçou?

1. Sim
2. N6o

5. Ontem ele (a) comeu ou bebeu alguma coisa entre o almoço e o jantar?

1. Sim
2. N6o

JANTAR

6. Ontem ele (a) jantou?

1. Sim
2. N6o

CEIA

7. Ontem ele (a) comeu ou bebeu alguma coisa depois do jantar (ou antes de dormir)?

1. Sim
2. N6o

Segunda Etapa

DESJEJUM (se fez o desjejum)

8. A que horas ele tomou o desjejum? _____

9. Onde ele (a) estava?

1. Em casa.
2. Na escola: merenda ou qualquer outro alimento oferecido de graça pela escola.
3. Na escola: alimentos trazidos de casa.
4. Na escola: alimentos comprados na lanchonete da escola ou de vendedores de rua.
5. Outro local. Qual? _____

PERÍODO DA MANHÃ (se comeu ou bebeu entre o desjejum e o almoço)

10. Onde ele (a) comeu ou bebeu esses alimentos?

1. Em casa.
2. Na escola: merenda ou qualquer outro alimento oferecido de graça pela escola.
3. Na escola: alimentos trazidos de casa.
4. Na escola: alimentos comprados na lanchonete da escola ou de vendedores de rua.
5. Outro local. Qual? _____

ALMOÇO (se almoçou)

11. A que horas ele (a) almoçou? _____

12. Onde ele (a) almoçou?

1. Em casa.
2. Na escola: merenda ou qualquer outro alimento oferecido de graça pela escola.
3. Na escola: alimentos trazidos de casa.
4. Na escola: alimentos comprados na lanchonete da escola ou de vendedores de rua.
5. Outro local. Qual? _____

PERÍODO DA TARDE (se comeu ou bebeu entre o almoço e o jantar)

13. Onde ele (a) comeu ou bebeu esses alimentos?

1. Em casa.
2. Na escola: merenda ou qualquer outro alimento oferecido de graça pela escola.
3. Na escola: alimentos trazidos de casa.
4. Na escola: alimentos comprados na lanchonete da escola ou de vendedores de rua.
5. Outro local. Qual? _____

(i) JANTAR (se jantou)

14. A que horas ele (a) jantou? _____

15. Onde ele (a) jantou?

1. Em casa.
2. Na escola: merenda ou qualquer outro alimento oferecido de graça pela escola.
3. Na escola: alimentos trazidos de casa.
4. Na escola: alimentos comprados na lanchonete da escola ou de vendedores de rua.
5. Outro local. Qual? _____

(ii) CEIA (se comeu ou bebeu após o jantar)

16. Onde ele (a) comeu esses alimentos?

1. Em casa.
2. Outro local. Qual? _____

Terceira Etapa

DESJEJUM (se fez o desjejum)

17. O que ele (a) comeu ou bebeu logo que acordou?

Desjejum	
ALIMENTO/BEBIDA	QUANTIDADE (em medidas caseiras)

PERÍODO DA MANHÃ (se comeu ou bebeu entre o desjejum e o almoço)

18. O que ele (a) comeu ou bebeu entre o desjejum e o almoço?

Período da manhã	
ALIMENTO/BEBIDA	QUANTIDADE (em medidas caseiras)

ALMOÇO (se almoçou)

19. O que ele (a) comeu ou bebeu no almoço?

Almoço	
ALIMENTO/BEBIDA	QUANTIDADE (em medidas caseiras)

PERÍODO DA TARDE (se comeu ou bebeu entre o almoço e o jantar)

20. O que ele (a) comeu ou bebeu entre o almoço e o jantar?

Período da tarde	
ALIMENTO/BEBIDA	QUANTIDADE (em medidas caseiras)

JANTAR (se jantou)

21. O que ele (a) comeu ou bebeu no jantar?

Jantar	
ALIMENTO/BEBIDA	QUANTIDADE (em medidas caseiras)

CEIA (se comeu ou bebeu após o jantar)

22. O que ele (a) comeu ou bebeu após o jantar?

Ceia	
ALIMENTO/BEBIDA	QUANTIDADE (em medidas caseiras)

HÁBITOS ALIMENTARES (PERGUNTAR SÓ NO PRIMEIRO R24h)

23. Quais refeições ele (a) realiza normalmente (4 vezes por semana ou mais)?

24. Desjejum: 1. Sim. Local? _____
2. Não.25. Lanche da manhã: 1. Sim. Local? _____
2. Não.26. Almoço: 1. Sim. Local? _____
2. Não.27. Lanche da tarde: 1. Sim. Local? _____
2. Não.28. Jantar: 1. Sim. Local? _____
2. Não.29. Ceia: 1. Sim. Local? _____
2. Não.

ANEXO E – Classificação e pontos de corte dos indicadores nutricionais

PARA CRIANÇAS DE 5 A 10 ANOS (REFERÊNCIA: OMS 2007)

Estatura-para-idade:

VALORES CRÍTICOS		DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL
< Percentil 0,1	< Escore-z -3	Muito baixa estatura para a idade
≥ Percentil 0,1 e < Percentil 3	≥ Escore-z -3 e < Escore-z -2	Baixa estatura para a idade
≥ Percentil 3	≥ Escore-z -2	Estatura adequada para a idade

Peso-para-idade:

VALORES CRÍTICOS		DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL
< Percentil 0,1	< Escore-z -3	Muito baixo peso para a idade
≥ Percentil 0,1 e < Percentil 3	≥ Escore-z -3 e < Escore-z -2	Baixo peso para a idade
≥ Percentil 3 e ≤ Percentil 97	≥ Escore-z -2 e ≤ Escore-z +2	Peso adequado para a idade
> Percentil 97	> Escore-z +2	Peso elevado para a idade*

* Observação para relatório: Este não é o índice antropométrico mais recomendado para a avaliação do excesso de peso entre crianças. Avalie esta situação pela interpretação do IMC-para-idade.

IMC-para-idade:

VALORES CRÍTICOS		DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL
< Percentil 0,1	< Escore-z -3	Magreza acentuada
≥ Percentil 0,1 e < Percentil 3	≥ Escore-z -3 e < Escore-z -2	Magreza
≥ Percentil 3 e ≤ Percentil 85	≥ Escore-z -2 e ≤ Escore-z +1	Eutrofia
> Percentil 85 e ≤ Percentil 97	≥ Escore-z +1 e ≤ Escore-z +2	Sobrepeso
> Percentil 97 e ≤ Percentil 99,9	≥ Escore-z +2 e ≤ Escore-z +3	Obesidade
> Percentil 99,9	> Escore-z +3	Obesidade grave

OBS: Não tem os parâmetros de peso-para-estatura na referência da OMS (2007)

PARA ADOLESCENTES DE 10 A 19 ANOS (REFERÊNCIA: OMS 2007)**Estatura-para-idade:**

VALORES CRÍTICOS		DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL
< Percentil 0,1	< Escore-z -3	Muito baixa estatura para a idade
≥ Percentil 0,1 e < Percentil 3	≥ Escore-z -3 e < Escore-z -2	Baixa estatura para a idade
≥ Percentil 3	≥ Escore-z -2	Estatura adequada para a idade

IMC-para-idade:

VALORES CRÍTICOS		DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL
< Percentil 0,1	< Escore-z -3	Magreza acentuada
≥ Percentil 0,1 e < Percentil 3	≥ Escore-z -3 e < Escore-z -2	Magreza
≥ Percentil 3 e ≤ Percentil 85	≥ Escore-z -2 e ≤ Escore-z +1	Eutrofia
> Percentil 85 e ≤ Percentil 97	≥ Escore-z +1 e ≤ Escore-z +2	Sobrepeso
> Percentil 97 e ≤ Percentil 99,9	≥ Escore-z +2 e ≤ Escore-z +3	Obesidade
> Percentil 99,9	> Escore-z +3	Obesidade grave

ANEXO F – Distribuição em percentis da circunferência abdominal segundo sexo, idade e raça.

Idade (anos)	BRANCOS						NEGROS					
	Meninos			Meninas			Meninos			Meninas		
	Percentil			Percentil			Percentil			Percentil		
	n	50	90	n	50	90	n	50	90	n	50	90
5	28	52	59	34	51	57	36	52	56	34	52	56
6	44	54	61	60	53	60	42	54	60	52	53	59
7	54	55	61	55	54	64	53	56	61	52	56	67
8	95	59	75	75	58	73	54	58	67	54	58	65
9	53	62	77	84	60	73	53	60	74	56	61	78
10	72	64	88	67	63	75	53	64	79	49	62	79
11	97	68	90	95	66	83	58	64	79	67	67	87
12	102	70	89	89	67	83	60	68	87	73	67	84
13	82	77	95	78	69	94	49	68	87	64	67	81
14	88	73	99	54	69	96	62	72	85	51	68	92
15	58	73	99	58	69	88	44	72	81	54	72	85
16	41	77	97	58	68	93	41	75	91	34	75	90
17	22	79	90	42	66	86	31	78	101	35	71	105

Fonte: Freedman et al (1999)

ANEXO G – Componentes do IQD-R

FRUTAS TOTAIS: pertencem a este grupo todas as frutas, com ou sem casca e sucos de frutas.

FRUTAS INTEIRAS: Excluem-se os sucos das frutas. Quando o alimento tiver suco de fruta e fruta inteira deve ser considerada a maior porção. Este componente está presente no HEI 2005 e foi adicionado em razão do guia alimentar para os norte-americanos de 2005 sugerir que menos da metade da ingestão de frutas seja na forma de sucos.

VEGETAIS TOTAIS E LEGUMINOSAS: Pertencem a este grupo todas as verduras e legumes além das leguminosas. As leguminosas entram neste grupo apenas quando o grupo “carnes e leguminosas” atingir a recomendação.

VEGETAIS VERDES ESCUROS, ALARANJADOS E LEGUMINOSAS: Este componente também está presente no HEI 2005 e foi adicionado por ser composto por 3 subgrupos de vegetais em que o consumo é mais evidenciado nos guias alimentares. Entram nos Verdes escuros vegetais como a rúcula, beterraba, brócolis, agrião, e nos alaranjados a abóbora, cenoura, e nas leguminosas: todos os tipos de feijões, ervilhas, grão de bico, fava e lentilhas. As leguminosas entram neste grupo apenas quando o grupo “carnes e leguminosas” atingir a recomendação.

CEREAIS, RAÍZES E TUBÉRCULOS: Este grupo Inclui as preparações feitas com farinha como os pães, massas, bolos, panquecas, biscoitos, tapioca e roscas. As principais fontes de carboidrato na alimentação do brasileiro são os grãos, como o arroz, o trigo e o milho; os tubérculos, como as batatas; e as raízes, principalmente a mandioca. Por esta razão, este componente se diferencia do HEI 2005, incluindo as raízes e tubérculos no grupo dos cereais.

CEREAIS INTEGRAIS: Contam apenas aqueles que contêm o grão inteiro (farelo, gérmen e endosperma). Exemplos incluem a farinha de trigo integral, fubá, arroz integral, aveia, linhaça. Pães e bolos com farinha integral também são considerados. Este componente foi mantido, como no HEI 2005, pelo guia alimentar norte-americano especificar que mais da metade dos grãos ingeridos devem ser integrais e pela justificativa do Guia alimentar para População Brasileira dar preferência as formas integrais dos alimentos pela justificativa de que a manutenção do teor de vitaminas e minerais do produto original depende do grau de processamento a que o alimento é submetido.

LEITE E DERIVADOS: Inclui todos os produtos derivados de leite, cabra ou búfala e bebidas à base de soja (tais como sucos). São excluídos deste grupo as fórmulas infantis e todos os produtos derivados de leite com alto teor de lipídios, tais como creme de leite e manteiga.

CARNES E LEGUMINOSAS: Inclui todos os tipos de carne bovina, suína, de ovino, de caça, aves, peixes, ovos, sementes e produtos à base de soja como tofu. As leguminosas fazem parte deste grupo até que seja atingido o número de porções para pontuação máxima. Quando atingido, as leguminosas passam para o grupo de vegetais totais e vegetais verde-escuros e laranjas. A soja é uma leguminosa que, diferentemente das demais, é composta por proteínas de alto valor biológico, ou seja, se assemelha às proteínas de origem animal.

ÓLEOS: são incluídas as gorduras líquidas à temperatura ambiente, como os óleos vegetais usados na culinária. Alimentos que são essencialmente óleo como maionese, alguns molhos de salada, e alguns tipos de margarina, incluindo a margarina líquida. Se não houver o tipo de margarina ela deverá entrar neste grupo apenas se o componente “gordura” for menor que 80% do total de calorias. Molhos para salada entram no componente do óleo se tiverem origem vegetal e não forem descritos como "hidrogenados". Coberturas e molhos à base de creme de leite ou similares não entram neste grupo. Da mesma forma, são incluídos neste grupo os óleos de peixes, de nozes e sementes, como as gorduras do salmão e da sardinha, de amêndoas e nozes ou linhaça, entre outros.

GORDURA_AA (gorduras sólidas, álcool e açúcar de adição): este grupo foi adicionado para capturar uma parcela de alimentos consumidos com baixo valor nutricional, portanto, entram todas as gorduras sólidas (tais como manteiga, banha, gorduras vegetais hidrogenadas, molhos tipo “hidrogenado”); o álcool (calorias oriundas do álcool e do açúcar em bebidas alcoólicas) e o açúcar adicionado em sucos, cafés, chás, etc, em refrigerantes, sucos prontos, geleias, gelatina, alimentos prontos e processados.

ANEXO H – Parecer do CEP-BA

ESCOLA DE ENFERMAGEM DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA
BAHIA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DISPERSÃO DE POLUENTES DE ATIVIDADE INDUSTRIAL E EFEITOS NO COMPORTAMENTO DE ESCOLARES DO MUNICÍPIO DE SIMÕES FILHO, BAHIA.

Pesquisador: José Antonio Menezes Filho

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 37684814.3.0000.5531

Instituição Proponente: Faculdade de Farmácia

Patrocinador Principal: Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB
Conselho Nacional de Desenvolvimento e Tecnologia

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 874.463

Data da Relatório: 04/11/2014

Apresentação do Projeto:

Projeto originário do Prof. José Antonio Menezes Filho, da Faculdade de Farmácia, cuja Equipe é formada por Ana Leonor Pardo Campos Godoy; Cedilla Freitas da Silva Araújo; Chrissie Ferreira de Carvalho; Édler Lins de Albuquerque; JOSÉ NEANDER SILVA ABREU; Mirian Rocha Vázquez, que estuda "o Impacto das emissões atmosféricas da eletrometalúrgica nas comunidades circunvizinhas, situada às margens da BR-324 no município de Simões Filho". Trata-se de Pesquisa Financiada pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento e Tecnologia. Parte das seguintes Hipóteses: 1 - A primeira é que as emissões atmosféricas da eletrometalúrgica, ricas em óxidos de manganês, as quais são partículas nanométricas, impactam não somente as comunidades localizadas na direção dos ventos predominantes, mas também grande parte do município de Simões Filho, Bahia, que possui aproximadamente 130 mil habitantes, devido às inversões dos ventos e o carreamento dessas partículas muito finas por grandes distâncias. 2 - A segunda hipótese é que esta exposição excessiva pela via respiratória ao manganês, que é um agente reconhecido neurotóxico, esteja contribuindo para o aumento do comportamento impulsivo e agressivo da população deste município que fora classificado como o mais violento do Brasil. Será efetuado junto a professores, pais e crianças de 7 a 13 anos. Devem atender aos seguintes critérios de inclusão: nascidas no

Endereço: Rua Augusto Viana S/N 3º Andar
Bairro: Canela CEP: 41.110-060
UF: BA Município: SALVADOR
Telefone: (71)3283-7615 Fax: (71)3283-7615 E-mail: cepes.ufba@ufba.br

ESCOLA DE ENFERMAGEM DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA
BAHIA



Continuação do Parecer: 874.463

município e ter vivido todo o tempo nele. Devem estar matriculadas regularmente em uma das escolas de ensino fundamental do município de Simões Filho. Os responsáveis devem dar autorização para participação.

Critério de Exclusão:

Possuir diagnóstico médico de qualquer distúrbio neurológico (convulsão, autismo, etc.), estar em tratamento psiquiátrico ou ter deficiência física (movimento, audição ou visão), receber tratamento hormonal relacionado ao crescimento.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Este trabalho tem por objetivo avaliar a dispersão da pluma de material particulado fino emitido pela eletrometalúrgica de ligas ferro-manganês em todo município de Simões Filho, Bahia e investigar a associação entre a exposição ao manganês (Mn) contido na fração respirável do material particulado e efeitos comportamentais em crianças em idade escolar de todo o município.

Objetivo Secundário:

- Modelar a dispersão de material particulado fino (PM_{2,5}) e estimar a exposição aos óxidos de manganês contidos nesta fração respirável e na poeira sedimentada.
- Avaliar o grau de exposição ao Mn em uma amostra de crianças de todas as escolas do município de Simões Filho, medindo os níveis de Mn no cabelo do couro cabeludo e unhas das mãos.
- Aplicar instrumentos neuropsicológicos para avaliar o comportamento externalizante, que envolve escalas de agressividade e impulsividade, e medir a inteligência fluida das crianças.
- Investigar possível interferência da exposição excessiva ao Mn e efeito neuro-endócrino, antecipando a puberdade em crianças.
- Estudar a correlação entre os níveis biológicos de Mn em crianças e metabólitos de catecolaminas (dopamina e serotonina), envolvidos no aumento da impulsividade e baixo desenvolvimento intelectual.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O único de risco a saúde do voluntário, é que pode haver um acidente de punção da veia cubital no momento da coleta de sangue, o que pode provocar um pequeno hematoma. No entanto, todas as medidas serão tomadas para evitar que isso ocorra, empregando para tal flebotomistas com larga

Endereço: Rua Augusto Viana S/N 3º Andar
Bairro: Castelo CEP: 41.110-060
UF: BA Município: SALVADOR
Telefone: (71)3283-7815 Fax: (71)3283-7815 E-mail: cepes.ufba@ufba.br

ESCOLA DE ENFERMAGEM DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA
BAHIA



Continuação do Parecer: 074.463

experiência em coleta de sangue infantil. Existe também um aspecto estético decorrente da coleta da amostra de cabelo em meninos, que pode deixar áreas com buracos no cabelo da região occipital. Para tal, teremos a disposição uma máquina de cortar cabelo para melhorar o aspecto estético. Mas a nossa experiência tem mostrado que isso não grande problema, os pais são conscientizados e logo em seguida um corte de cabelo com profissional habilitado. Em meninas isso não ocorre, pois o cabelo longo esconde a área amostrada, que fica em torno de um centímetro quadrado.

Benefícios:

Imediatos: As crianças terão resultados de exames de sangue (hemograma completo e dosagem de ferro), com recomendação de buscar atenção médica se observado qualquer desvio da normalidade. Participarão de atividades educativas quanto a meio ambiente e preservação ambiental. **A médio prazo:** os resultados do estudo poderão contribuir para a mudança nos indicadores ambientais e modificação tecnológica que cause menos impactos ambientais. Além disso, em decorrência das avaliações neuropsicológica, diversas estratégias psicopedagógicas e psicossociais poderão ser implementadas a partir deste diagnóstico, promovendo um ambiente mais harmônico e favorável ao aprendizado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo tipo transversal, aleatorizado a ser desenvolvido nas escolas de Simões Filho junto a 364 participantes divididos em três grupos. Serão incluídas estudantes de 7 a 13 anos de ambos os sexos. Critérios de inclusão são: a criança deve ser nascida no município e ter vivido todo o tempo nele, responsável deve dar autorização para participação e assinar TCLE. Critérios de exclusão são: ter diagnóstico de qualquer distúrbio neurológico (convulsão, autismo, etc.), estar em psiquiátrico ou ter deficiência física (movimento, audição ou visão), receber tratamento hormonal relacionado com o crescimento*

A estatística descritiva será usada para examinar a distribuição de informações sócio-demográficas, bioindicadores de exposição ao Mn e ao Pb (chumbo) e das variáveis de desfecho comportamental e cognitivo. Para variáveis distribuídas normalmente a média aritmética (AM) será usada; caso contrário, as médias geométricas (MG) serão apresentadas. Amostra de soro para determinação de biomarcadores como ferro sérico, ferritina e metabólitos de catecolaminas. Amostras de cabelo e unha para determinação dos níveis de manganês e outros metais de interesse toxicológico. Testes de correlação de Pearson ou Spearman serão aplicados para avaliar correlações bivariadas entre co-variáveis e bioindicadores de exposição. As distribuições dos

Endereço: Rua Augusto Viana S/N 3ª Andar
Bairro: Canalia CEP: 41.110-060
UF: BA Município: SALVADOR
Telefone: (71)3283-7815 Fax: (71)3283-7815 E-mail: coper.ufba@ufba.br

ESCOLA DE ENFERMAGEM DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA
BAHIA



Continuação do Parecer: 874.463

níveis de metais em cabelo e unha, assim como no sangue se forem enviesadas, os dados serão transformados em logaritmo na base 10. Os dados serão estratificados em quartis dos indicadores de exposição ao Mn. Modelos de regressão linear ou não serão utilizados para identificar as variáveis que sejam potencialmente associadas com escores nas escalas de comportamento internalizantes e externalizantes, assim como com o quociente Intelectual-Cl (0,100 para entrar; 0,05 para excluir). O nível de significância de $p < 0,05$ será utilizado e análise de resíduos será realizada para verificar os parâmetros dos modelos. Serão examinadas o papel como variáveis de confusão ou modificadoras de efeito na relação exposição excessiva ao Mn e comportamento agressivo, de variáveis como: sexo, idade, tempo de residência da mãe, estado civil, idade do cuidador, renda familiar, chumbo das crianças de sangue, os níveis de ferro sérico, hemoglobina, índice de crescimento e estado nutricional). Todas as análises estatísticas serão realizadas utilizando software estatístico SPSS versão 17.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentou todos os termos obrigatórios. Com redação adequada os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, de Assentimento para as crianças de 7 a 13 anos e de confidencialidade.

Recomendações:

NSA

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Em condições de aprovação.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O Colegiado homologa o PARECER DE APROVAÇÃO emitido pelo relator.

Endereço: Rua Augusto Viana S/N 3º Andar
Bairro: Canela CEP: 41.110-060
UF: BA Município: SALVADOR
Telefone: (71)3283-7815 Fax: (71)3283-7815 E-mail: cepes.ufba@ufba.br

ANEXO I – TCLE



Universidade Federal da Bahia
Faculdade Farmácia
Laboratório de Toxicologia

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

De acordo com as Normas da Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde de 12 de dezembro de 1996.

Título da Pesquisa: "Dispersão de poluentes de atividade Industrial e efeitos no comportamento de escolares do município de Simões Filho, Bahia"

Coordenador da Pesquisa: Prof. Dr. José Antonio Menezes Filho

Instituições participantes da pesquisa

- Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto Federal de Educação, Ciência da Bahia (IFBA) e Universidade do Estado da Bahia (UNEB).

Estamos convidando seu filho e/ou filha como voluntários, o(a) Sr(a.) está sendo solicitado(a) a participar também, pois vai nos fornecer informações muito importantes para o sucesso desta investigação, que é patrocinada com recursos públicos, disponibilizados pela Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB). O objetivo é avaliar como a fumaça das indústrias se espalham sobre a cidade de Simões Filho e investigar se existe correlação entre os níveis de poluentes e os efeitos no comportamento de estudantes das escolas municipais. O estudo prevê a participação de crianças de 7 a 13 anos de idade regularmente matriculadas em escolas deste município.

O (A) Sr.(a.) não é obrigado(a) a participar da pesquisa, e poderá se afastar dela a qualquer tempo, sem qualquer prejuízo de sua relação com o pesquisador ou com a Instituição. Todas as informações pessoais serão sigilosas, os resultados de suas análises serão fornecidos unicamente ao Sr.(a), e sua identidade não será revelada em qualquer publicação resultante deste estudo. Os exames e procedimentos aplicados serão gratuitos, não havendo qualquer custo. Também, a sua participação será de forma voluntária, portanto não irá receber dinheiro por isso. Antes de assinar este termo, o(a) Sr(a.) deve entender as informações sobre a pesquisa e fazer todas as perguntas que achar necessário.

O problema investigado é a possível exposição a poluentes industriais, chamado material particulado fino. Este compõe a poeira que pode ser respirada e chegar aos pulmões. Este material fino pode conter metais e outros compostos que podem afetar o sistema nervoso. Vamos estudar se existe uma possível correlação com efeitos no desenvolvimento intelectual e no comportamento de crianças de 7 a 13 anos.

Pretendemos medir os níveis de metais no ar e na poeira depositada nas escolas. Assim como medir os níveis de alguns metais no organismo das crianças. Para isso, será necessário coletar sangue, uma mecha de cabelo na região da nuca e aparar as unhas dos pés. Nesta oportunidade, serão realizados exames detalhados para detectar a presença de anemia nas crianças: hemograma completo, dosagem de ferro e ferritina séricos. Os casos detectados de anemia, ou outro desvio da normalidade, serão imediatamente informados e os pais recomendados ao Programa de Saúde da Família do Município de Simões Filho com todos os



Universidade Federal da Bahia
Faculdade Farmácia
Laboratório de Toxicologia

resultados dos exames para serem devidamente acompanhados. A coleta de sangue será feita com material descartável, a vácuo na veia cubital no braço.

No momento da picada a criança sentirá dor passageira, pode ocorrer em alguns casos hematoma. No local será colocado curativo adesivo. As amostras receberão um código que estará relacionado à identificação de cada criança, sendo de conhecimento somente da coordenação do projeto. As amostras serão armazenadas devidamente no Laboratório de Toxicologia (FF/UFBA) e poderão ser utilizadas na pesquisa para avaliar a co-exposição a outros metais.

O senhor ou senhora responderá a questionários por entrevistas sobre dados sócio-demográficos gerais. Psicólogos ou estudantes de psicologia aplicará um questionário específico sobre o comportamento do seu filho e/ou sua filha, assim como questionário específico sobre violência na sua região. Estas informações são muito importantes como diagnóstico e para o sucesso desta pesquisa. Tais resultados ajudarão o Município a desenvolver medidas psicopedagógicas para que os estudantes tenham melhor desempenho escolar, melhor controle da poluição ambiental e definir políticas públicas que visem o bem estar da população.

Você receberá uma cópia deste termo, onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Em caso de dúvida, procurar o pesquisador ou CEP nos endereços:

- Laboratório de Toxicologia – Faculdade de Farmácia-UFBA Av. Barão de Jeremoabo s/n Campus de Ondina, 40115-179, Salvador, Bahia. Tel.: 3283-6960
- Comitê de Ética em Pesquisa: Escola de Enfermagem-UFBA Campus Universitário do Canela, Salvador, Bahia. Tel. 3283-7615

Prof. José Antonio Menezes Filho – Pesquisador Responsável

Declaro que fui devidamente explicado dos objetivos, riscos e benefícios da minha participação na pesquisa. Fui informado(a) que não receberei dinheiro por participar como voluntário(a), que será mantido o sigilo das minhas informações e que poderei a qualquer momento me retirar, juntamente com meu filho e/ou filha da pesquisa sem qualquer constrangimento.

Responsável

ANEXO J – Termo de Assentimento



Universidade Federal da Bahia
Faculdade Farmácia
Laboratório de Toxicologia

Termo de Assentimento

De acordo com as Normas da Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde de 12 de dezembro de 1996.

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa "Dispersão de poluentes de atividade Industrial e efeitos no comportamento de escolares do município de Simões Filho, Bahia". Neste estudo pretendemos avaliar a quantidade de fumaça e poeira lançadas pelas fábricas próximas a sua cidade e testar se esta poluição está interferindo com sua capacidade de se concentrar, estudar e aprender as lições da escola.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é que observamos que as crianças de Cotegipe e Santa Luzia, por estarem muito próximas a uma fábrica, têm níveis elevados de alguns metais que foram medidos no cabelo e no sangue. Podemos perceber também que aqueles meninos e meninas que tinham níveis mais altos, tinham menor capacidade de se concentrar e de prestar atenção nas tarefas escolares, e assim tinham notas mais baixas nos testes. Queremos saber agora, quais os níveis desses poluentes em uma amostra de crianças de 7 a 12 anos nos diversos bairros de Simões Filho, os níveis de metais na poeira de suas escolas e se os níveis desses metais também podem estar interferindo com a capacidade de raciocínio de vocês.

Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): primeiro os seus pais ou responsáveis darão autorização, depois vamos fazer entrevista com eles sobre os hábitos gerais, condições de moradia, sobre problemas na sua comunidade e sobre seu comportamento. Vamos fazer exames de sangue, uma única vez, coletar um pouco de cabelo atrás de sua cabeça e vamos cortar as unhas dos pés, quando elas estiverem com bom tamanho. Uma equipe vai aplicar diversos testes para avaliar a sua capacidade de raciocínio, atenção e memória; como se fosse jogos de quebra-cabeça.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá dinheiro para participar. Você será esclarecido(a) de qualquer coisa que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo, ou seja, na hora da coleta de sangue, você não pode puxar o braço, pois pode formar um hematoma, a dor de uma picada de agulha passa rápido; nos meninos com cabelo curto, vai ficar aparecendo que o cabelo foi cortado, pois é bem junto do couro cabeludo. Medidas serão tomadas para que o espaço onde o cabelo será cortado não fique muito visível. Este estudo também não apresenta risco algum quando formos medir sua altura, conferir seu peso e a medida da sua cintura ou quando você for avaliado fisicamente.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizado. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos



Universidade Federal da Bahia
Faculdade Farmácia
Laboratório de Toxicologia

utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Em caso de dúvida, procurar o pesquisador ou CEP nos endereços:

- Laboratório de Toxicologia – Faculdade de Farmácia-UFBA, Av. Barão de Jeremoabo s/n Campus de Ondina, 40115-179, Salvador, Bahia. Tel.: 3283-6960
- Comitê de Ética em Pesquisa: Escola de Enfermagem-UFBA, Campus Universitário do Canela, Salvador, Bahia. Tel. 3283-7515

José Antonio Menezes Filho
CRF 4 N. 1782

Prof. José Antonio Menezes Filho – Pesquisador Responsável

Declaro que fui devidamente explicado dos objetivos, riscos e benefícios da minha participação na pesquisa. Fui informado(a) que não receberei dinheiro por participar como voluntário(a), que será mantido o sigilo das minhas informações e que poderei a qualquer momento me retirar da pesquisa sem qualquer constrangimento.

Estudante voluntário

Nome do responsável: _____

Telefone: _____

ANEXO K – Questionário socioeconômico



Universidade Federal
Faculdade de Farmácia
Laboratório de Toxicologia



Questionário Socioeconômico

Entrevistador:	Data da Entrevista: __/__/__	Horário de início:
Nome completo do responsável:		
Código do responsável:		
Nome da(s) criança(s):		
Código(s) da(s) criança(s):		
Endereço completo (com CEP):		
Telefone para contato:		

IDENTIFICAÇÃO				
1. Sexo	<input type="checkbox"/> masculino	<input type="checkbox"/> feminino		
2. Data de nascimento	__/__/__	Idade: ____ anos.		
3. Etnia	<input type="checkbox"/> branca	<input type="checkbox"/> negra	<input type="checkbox"/> amarela	<input type="checkbox"/> outras

4. Quem preenche este questionário? Mãe Pai Outro: _____
5. Você é o principal cuidador ou responsável pela criança? Sim Não
6. A criança mora com quem? Pais Só com a Mãe Só com o Pai Outro: _____
7. A criança frequentou a pré-escola? Não Por 1 ano Por 2 anos Por 3 anos Por 4 anos
8. Qual a série atual da criança? 1ª 2ª 3ª 4ª 5ª 6ª
9. A criança já repetiu o ano? Sim Não
10. Quantas pessoas moram na sua casa (incluindo você mesmo)? ____ adulto(s) ____ criança(s)
11. Quantos cômodos têm na sua casa? ____ quarto(s) ____ sala(s) ____ cozinha(s)

12. Quais e quantos destes itens a sua família possui?				
TV	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 ou mais
Rádio	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 ou mais
Banheiro	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 ou mais
Carro/automóvel	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 ou mais
Empregado mensalista	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 ou mais
Máquina de lavar	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 ou mais
Videocassete e/ou DVD	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 ou mais
Geladeira	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 ou mais
Freezer (Independente ou parte da geladeira duplex)	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 ou mais
Microondas	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 ou mais



Universidade Federal
Faculdade de Farmácia
Laboratório de Toxicologia



13. Grau de escolaridade da MÃE ou responsável <input type="checkbox"/> Analfabeto/Fundamental I incompleto (1ª a 4ª série) <input type="checkbox"/> Ensino Fundamental I completo/Fundamental II incompleto <input type="checkbox"/> Ensino Fundamental II/Médio (colegial) incompleto <input type="checkbox"/> Ensino Médio completo (regular ou técnico)/ Superior incompleto <input type="checkbox"/> Ensino superior completo (faculdade)	15. Grau de escolaridade do PAI ou responsável <input type="checkbox"/> Analfabeto/Fundamental I incompleto (1ª a 4ª série) <input type="checkbox"/> Ensino Fundamental I completo/Fundamental II incompleto <input type="checkbox"/> Ensino Fundamental II/Médio (colegial) incompleto <input type="checkbox"/> Ensino Médio completo (regular ou técnico)/ Superior incompleto <input type="checkbox"/> Ensino superior completo (faculdade)
14. Profissão da MÃE (atual ou passada) _____ (Título do cargo)	16. Profissão Do PAI (atual ou passada) _____ (Título do cargo)

17. Quantas pessoas colaboram na renda familiar total? _____

18. Renda mensal total da família em salário mínimo (valor aproximado)

<input type="checkbox"/> Até meio	<input type="checkbox"/> Entre meio e 1	<input type="checkbox"/> Entre 1 e 2	<input type="checkbox"/> Entre 2 e 5	<input type="checkbox"/> Acima de 5
-----------------------------------	---	--------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------

19. A água utilizada neste domicílio é proveniente de

<input type="checkbox"/> Encanada	<input type="checkbox"/> Outro meio Qual? _____
-----------------------------------	---

20. Considerando o trecho da rua do seu domicílio, você diria que a rua é:

<input type="checkbox"/> Asfaltada/Pavimentada	<input type="checkbox"/> Terra/Cascalho
--	---

21. Há quantos anos a criança mora nesta localidade? ____ anos.

22. A mãe morava nesta localidade durante a gravidez? () Sim () Não Onde? _____

23. Houve algum problema durante a gravidez? () Sim _____ () Não

24. Houve complicações no parto? () Sim _____ () Não

25. A criança nasceu com quantas semanas (tempo de gestação)? ____ semanas

26. Qual o peso da criança ao nascimento? _____ gramas

27. A criança foi hospitalizada devido a diarreias ou outras infecções? () Sim ____ vezes. () Não

28. A criança teve/tem algum problema de saúde? () Sim Qual? _____ () Não

29. A criança toma algum medicamento? () Sim Qual? _____ () Não

30. Comentários que ache válido sobre a gestação ou desenvolvimento da criança

31. A mãe fumava no período da gravidez? (cigarro e/ou maconha)

<input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Às vezes	<input type="checkbox"/> Frequentemente	<input type="checkbox"/> Sempre
Número de cigarros/semana: _____			

34. A mãe consumia bebida alcoólica no período da gravidez?

<input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Às vezes	<input type="checkbox"/> Frequentemente	<input type="checkbox"/> Sempre
Número de latas (350 mL) ou doses/semana: _____			



Universidade Federal
Faculdade de Farmácia
Laboratório de Toxicologia



35. A mãe consumia outros tipos de drogas durante a gravidez (cocaína, cola de sapateiro, crack...)?

<input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Às vezes	<input type="checkbox"/> Frequentemente	<input type="checkbox"/> Sempre
Qual:			

Tabagismo no domicílio					
36. Quem fuma em casa:	<input type="checkbox"/> Ninguém (se NINGUÉM, ENCERRE O QUESTIONÁRIO)	<input type="checkbox"/> Mãe	<input type="checkbox"/> Pai	<input type="checkbox"/> Mãe e Pai	<input type="checkbox"/> Outras
37. Quantos cigarros a MÃE fuma/dia	___ cigarros	<input type="checkbox"/> NS/NR			
38. Quantas horas por dia a Mãe costuma ficar em casa com o filho	___ horas	<input type="checkbox"/> NS/NR			
39. O PAI da criança fuma quantos cigarros/dia	___ cigarros	<input type="checkbox"/> NS/NR			
40. Quantas horas por dia o Pai costuma ficar em casa com o filho	___ horas	<input type="checkbox"/> NS/NR			

Data final da entrevista: ___/___/___	Horário de Término: _____ hs
---------------------------------------	------------------------------

Encerre o questionário e agradeça a participação.

Existe alguma observação a ser feita por parte do entrevistador?

ANEXO L – CBCL

**INVENTÁRIO DE COMPORTAMENTOS PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES DE 6 A 18 ANOS
VERSÃO BRASILEIRA DO "CHILD BEHAVIOR CHECKLIST FOR AGES 6-18"
(CBCL/6-18)**

Número de identificação:

 DATA DE HOJE: ____/____/____
 dia mês ano

NOME DA CRIANÇA/ADOLESCENTE (completo):

SEXO: Masculino Feminino

GRUPO ÉTNICO OU RAÇA: _____

IDADE : _____

DATA DE NASCIMENTO: ____/____/____
 dia mês ano

ESCOLARIDADE (série atual): _____

NÃO FREQUENTA ESCOLA:
 TRABALHO DOS PAIS: OCUPAÇÃO HABITUAL
 mesmo que não estejam trabalhando no momento
 Favor especificar o tipo de ocupação – por
 exemplo: mecânico de automóveis, professor de
 segundo grau, dona de casa, pedreiro, torneiro
 mecânico, vendedor de sapatos, sargento de
 exército.

Tipo de trabalho do pai:

Tipo de trabalho da mãe:

ESTÁ FICHA ESTÁ SENDO PREENCHIDA POR (informante):

Nome completo: _____

Sexo: Masculino Feminino

Grau de parentesco ou tipo de relacionamento com a criança ou adolescente:

 Pai/Mãe biológico(a) Padrasto/Madrasta Avô/Avó
 Pai/Mãe adotivo(a) Outro (especificar): _____

 Favor preencher este questionário de acordo com seu ponto de vista sobre o comportamento de seu filho, mesmo que outras pessoas não concordem. Comentários adicionais são bem-vindos e podem ser anotados ao lado de cada item e no final do questionário. FAVOR RESPONDER TODOS OS ITENS.

A lista abaixo contém itens que descrevem comportamentos de crianças e adolescentes. Considere seu filho ATUALMENTE e NOS ÚLTIMOS 6 MESES e classifique os itens da lista abaixo conforme três possibilidades:

Marque 0 se item FALSO ou comportamento ausente.

Marque 1 se tem MAIS OU MENOS VERDADEIRO ou comportamento às vezes presente.

Marque 2 se item BASTANTE VERDADEIRO ou comportamento freqüentemente presente.

Para cada item, faça um círculo ao redor do número 0, 1 ou 2.

Favor responder todos os itens, mesmo aqueles que parecem não ter nenhuma relação com o comportamento de seu filho.

- | | | | |
|-----------------|---|-------|--|
| 0 1 2 | 1. Comporta-se de modo infantil, como se tivesse menos idade | 0 1 2 | 10. É agitado, não para quieto |
| 0 1 2 | 2. Toma bebida alcoólica sem a permissão dos pais | 0 1 2 | 11. Fica grudado nos adultos, é muito dependente |
| Descreva: _____ | | 0 1 2 | 12. Queixa-se de solidão |
| _____ | | 0 1 2 | 13. Parece estar confuso, atordoado |
| _____ | | 0 1 2 | 14. Chora muito |
| 0 1 2 | 3. Argumenta muito (apresenta argumentos para não fazer o que se espera que ele faça) | 0 1 2 | 15. É cruel com os animais |
| 0 1 2 | 4. Não consegue terminar as coisas que começa | 0 1 2 | 16. É cruel, maltrata as pessoas |
| 0 1 2 | 5. Há poucas coisas que lhe dão prazer | 0 1 2 | 17. Fica no "mundo da lua", perdido nos próprios pensamentos (devaneios) |
| 0 1 2 | 6. Faz cocô na calça ou fora do vaso sanitário/ penico | 0 1 2 | 18. Machuca-se de propósito ou já tentou suicidar-se |
| 0 1 2 | 7. É convencido, conta vantagem | 0 1 2 | 19. Exige que prestem atenção nele |
| 0 1 2 | 8. Não se concentra, não consegue prestar atenção por muito tempo | 0 1 2 | 20. Destroí as próprias coisas |
| 0 1 2 | 9. Não consegue tirar certos pensamentos da cabeça (obsessões) | 0 1 2 | 21. Destroí as coisas de sua família ou de outras pessoas |
| Descreva: _____ | | 0 1 2 | 22. É desobediente em casa |
| _____ | | 0 1 2 | 23. É desobediente na escola |
| _____ | | 0 1 2 | 24. É difícil para comer (não quer se alimentar direito) |
| | | 0 1 2 | 25. Não se dá bem com outras crianças ou (adolescentes) |

0 1 2 26. Falta de arrependimento, não se sente culpado após ter se comportado mal

Descreva: _____

0 1 2 27. Fica com ciúmes facilmente

0 1 2 28. Desrespeita regras em casa, na escola ou em outros lugares

0 1 2 29. Tem medo de certos animais, situações ou lugares (não incluir a escola)

Descreva: _____

0 1 2 30. Tem medo da escola

Descreva: _____

0 1 2 31. Tem medo de pensar ou de fazer algo destrutivo (contra si ou contra outros)

0 1 2 32. Tem "mania de perfeição", acha que tem que fazer tudo certinho

0 1 2 33. Acha que ninguém gosta dele

0 1 2 34. Acha que os outros o perseguem

0 1 2 35. Sente-se desvalorizado, inferior

0 1 2 36. Machuca-se com frequência, tem tendência a sofrer acidentes

0 1 2 37. Entra em muitas brigas

0 1 2 38. É alvo de gozações freqüentemente

0 1 2 39. Anda em más companhias

0 1 2 40. Escuta sons ou vozes que não existem

Descreva: _____

0 1 2 41. É impulsivo, age sem pensar

0 1 2 42. Prefere ficar sozinho que na companhia de outros

0 1 2 43. Mentira ou engana os outros

0 1 2 44. Rói unhas

0 1 2 45. É nervoso ou tenso

0 1 2 46. Tem "tique nervoso", cacoete

Descreva: _____

0 1 2 47. Tem pesadelos

0 1 2 48. As outras crianças (ou adolescentes) não gostam dele

0 1 2 49. Tem prisão de ventre, intestino preso

0 1 2 50. É apreensivo, aflito ou ansioso demais

0 1 2 51. Tem tonturas

0 1 2 52. Sente-se excessivamente culpado

0 1 2 53. Come exageradamente

0 1 2 54. Sente-se cansado demais sem motivo

0 1 2 55. Está gordo demais

56. Na sua opinião, apresenta problemas físicos por "nervoso" (sem causa médica):

0 1 2 a. Dores (diferentes das citadas abaixo)

0 1 2 b. Dores de cabeça

0 1 2 c. Náuseas, enjôos

0 1 2 d. Problemas com os olhos (que não desaparecem com o uso de óculos)

Descreva: _____

0 1 2 e. Problemas de pele

0 1 2 f. Dores de estômago ou de barriga

0 1 2 g. Vômitos

0 1 2 h. Outras queixas

Descreva: _____

0 1 2 57. Ataca fisicamente as pessoas

0 1 2 58. Fica cutucando o nariz, a pele ou outras partes do corpo

Descreva: _____

0 1 2 59. Mexe nas partes íntimas em público

0 1 2 60. Mexe demais nas partes íntimas

0 1 2 61. Não vai bem na escola

0 1 2 62. É desastrado, desajeitado (tem má coordenação motora)

0 1 2 63. Prefere conviver com crianças (ou adolescentes) mais velhas

0 1 2 64. Prefere conviver com crianças (ou adolescentes) mais novas

0 1 2 65. Recusa-se a falar

0 1 2 66. Repete certos atos várias vezes seguidas (compulsões)

Descreva: _____

0 1 2 67. Foge de casa

0 1 2 68. Grita muito

0 1 2 69. É reservado, fechado, não conta suas coisas para ninguém

0 1 2 70. Vê coisas que não existem

Descreva: _____

0 1 2 71. Fica sem jeito na frente dos outros com facilidade, preocupado com o que as pessoas possam achar dele

0 1 2 72. Põe fogo nas coisas

0 1 2 73. Tem problemas sexuais

Descreva: _____

0 1 2 74. Fica se mostrando ou fazendo palhaçadas

0 1 2 75. É muito tímido

0 1 2 76. Dorme menos que a maioria das crianças (ou adolescentes)

0 1 2 77. Dorme mais que a maioria das crianças (ou adolescentes) durante o dia e/ou à noite

Descreva: _____

0 1 2 78. É desatento, distrai-se com facilidade

0 1 2 79. Tem problemas de fala

Descreva: _____

0 1 2 80. Fica com o olhar parado, "olhando o vazio"

0 1 2 81. Rouba em casa

0 1 2 82. Rouba fora de casa

0 1 2 83. Junta coisas das quais não precisa e que não servem para nada.

Descreva: _____

0 1 2 84. Tem comportamento estranho

Descreva: _____

0 1 2 85. Tem idéias estranhas

Descreva: _____

0 1 2 86. É mal humorado, irrita-se com facilidade

0 1 2 87. Tem mudanças repentinas de humor ou de sentimentos

0 1 2 88. Fica emburrado facilmente

0 1 2 89. É desconfiado

0 1 2 90. Xinga ou fala palavrões

0 1 2 91. Fala que vai se matar

0 1 2 92. Fala ou anda dormindo

Descreva: _____

0 1 2 93. Fala demais

0 1 2 94. Gosta de "gozar da cara" dos outros

0 1 2 95. É esquentado, tem acessos de raiva

0 1 2 96. Pensa demais em sexo

0 1 2 97. Ameaça as pessoas

0 1 2 98. Chupa dedo

0 1 2 99. Fuma cigarro, masca fumo ou cheira tabaco

0 1 2 100. Tem problemas com o sono

Descreva: _____

0 1 2 101. Mata aula (cabula aula, gazea)

0 1 2 102. É pouco ativo, movimentada-se vagarosamente ou falta-lhe energia

0 1 2 103. É infeliz, triste ou deprimido

0 1 2 104. É barulhento demais

0 1 2 105. Usa drogas (excluir álcool e tabaco)

Descreva: _____

0 1 2 106. Estraga ou destrói coisas públicas (vandalismo)

0 1 2 107. Faz xixi na roupa durante o dia

0 1 2 108. Faz xixi na cama

0 1 2 109. Fica choramingando, fazendo manha

0 1 2 110. Gostaria de ser do sexo oposto

0 1 2 111. É retraído, não se relaciona com os outros

0 1 2 112. É muito preocupado

113. Favor anotar abaixo outros problemas de seu filho que não foram abordados nos itens acima:

0 1 2 _____

0 1 2 _____

0 1 2 _____

Confira suas respostas para certificar-se de ter respondido todos os itens.

ANEXO M – Exame Antropométrico



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – FACULDADE DE FARMÁCIA
 LABORATÓRIO DE TOXICOLOGIA
 Projeto PIECES: Poluição Industrial e Efeito no Comportamento de Escolares de Simões Filho



Exame Antropométrico

Entrevistador:	Registro Nº
Data do Início do Exame: / /	Horário de início:
Nome completo do responsável:	
Código do responsável:	
Nome da criança/adolescente	
Código da criança/adolescente:	
Endereço completo (com CEP):	
Telefone para contato:	

IDENTIFICAÇÃO			
1. Sexo	() masculino	() feminino	
2. Data de nascimento	/ /	Idade: anos.	
3. Etnia	() branca	() negra	() amarela () outras
4. Idade da Menarca	anos.	5. Desenvolvimento Puberal	

Peso 1(Kg):	Altura 1(cm):
Peso 2(Kg):	Altura 2(cm):
Peso 3(Kg):	Altura 3(cm):
PESO MÉDIO (Kg):	ALTURA MÉDIA (cm):
IMC (Kg/m ²):	

CC1 - Circunferência da cintura (cm):
CC2 - Circunferência da cintura (cm):
CC3 - Circunferência da cintura (cm):
CIRCUNFERÊNCIA MÉDIA DA CINTURA (CM)

Exame Físico

6. Cabelo	
<input type="checkbox"/> Perda do brilho natural, seco <input type="checkbox"/> Fino e esparso <input type="checkbox"/> Despigmentado <input type="checkbox"/> Sinal de bandeira <input type="checkbox"/> Fácil de arrancar sem dor	<input type="checkbox"/> Não examinado <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal <input type="checkbox"/> Observações
7. Olhos	
<input type="checkbox"/> Cegueira noturna <input type="checkbox"/> Manchas de Bitot <input type="checkbox"/> Xerose conjuntival e de córnea <input type="checkbox"/> Ceratomalacia <input type="checkbox"/> Inflamação conjuntival <input type="checkbox"/> Vermelhidão e fissuras nos epicantos <input type="checkbox"/> Defeito no campo da retina	<input type="checkbox"/> Não examinado <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal <input type="checkbox"/> Observações
8. Boca	
<input type="checkbox"/> Estomatite angular, queilose <input type="checkbox"/> Língua inflamada <input type="checkbox"/> Língua magenta (púrpura) <input type="checkbox"/> Fissura na língua <input type="checkbox"/> Atrofia das papilas <input type="checkbox"/> Redução da sensibilidade ao sabor <input type="checkbox"/> Hemorragia gengival <input type="checkbox"/> Perda do esmalte do dente	<input type="checkbox"/> Não examinado <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal <input type="checkbox"/> Observações
9. Glândulas	
<input type="checkbox"/> Aumento da tireoide <input type="checkbox"/> Aumento da paratireoide	<input type="checkbox"/> Não examinado <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal <input type="checkbox"/> Observações
10. Pele	
<input type="checkbox"/> Xerose, hiperqueratose folicular <input type="checkbox"/> Petéquias (pequenas hemorragias) <input type="checkbox"/> Hiperpigmentação <input type="checkbox"/> Palidez <input type="checkbox"/> Seborréia nasolabial <input type="checkbox"/> Dermatose vulvar e escrotal <input type="checkbox"/> Pelagra <input type="checkbox"/> Machuca facilmente <input type="checkbox"/> Dermatose cosmética descamativa	<input type="checkbox"/> Não examinado <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal <input type="checkbox"/> Observações
11. Unhas	
<input type="checkbox"/> Quebradiças <input type="checkbox"/> Rugosas coiloníquias	<input type="checkbox"/> Não examinado <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal <input type="checkbox"/> Observações
12. Tecido subcutâneo	
<input type="checkbox"/> Edema <input type="checkbox"/> Gordura abaixo do normal	<input type="checkbox"/> Não examinado <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal <input type="checkbox"/> Observações

13. Tórax	
<input type="checkbox"/> Fraqueza do músculo respiratório	<input type="checkbox"/> Não examinado <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal <input type="checkbox"/> Observações
14. Sistema gastrintestinal	
<input type="checkbox"/> Hepatoesplenomegalia	<input type="checkbox"/> Não examinado <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal <input type="checkbox"/> Observações
15. Sistema músculo-esquelético	
<input type="checkbox"/> Desgaste muscular <input type="checkbox"/> Ossos do crânio frágeis, fossa frontoparietal <input type="checkbox"/> Alargamento epifisário, persistência da abertura da fontanela anterior e perna em X <input type="checkbox"/> Rosário raquítico <input type="checkbox"/> Frouxidão das panturrilhas	<input type="checkbox"/> Não examinado <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal <input type="checkbox"/> Observações
16. Sistema nervoso	
<input type="checkbox"/> Alteração psicomotora <input type="checkbox"/> Perda do senso vibratório e de posição <input type="checkbox"/> Perda da capacidade de contração do punho, fraqueza motora, parestesia <input type="checkbox"/> Demência <input type="checkbox"/> Neuropatia periférica <input type="checkbox"/> Tetania <input type="checkbox"/> Desorientação aguda	<input type="checkbox"/> Não examinado <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal <input type="checkbox"/> Observações
17. Sistema cardiovascular	
<input type="checkbox"/> Aumento do coração <input type="checkbox"/> Taquicardia	<input type="checkbox"/> Não examinado <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal <input type="checkbox"/> Observações
Data final do exame: / /	Horário de Término: hs

Encerre o exame e agradeça a participação.

Existe alguma observação a ser feita por parte do entrevistador?

ANEXO N – Questionário de frequência alimentar



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – FACULDADE DE FARMÁCIA
LABORATÓRIO DE TOXICOLOGIA
Projeto PIECES: Poluição Industrial e Efeito no Comportamento de Escolas de Simões Filho



Questionário de Frequência Alimentar para Crianças e Adolescentes

Entrevistador _____ Horário do início _____ : _____ Data da entrevista ____/____/____ Registro Nº _____

Nome do Escolar _____ Código _____

Responsável _____ Parentesco _____ Código _____

ALIMENTO	Medida Caseira		Gramas	Nº vezes/ Dia	Consumo				
	Quant	Porção/ Tamanho			Semanal			Mensal	Nunca
					5-7	3-4	1-2	1-3	
I. MASSAS, PÃES E SIMILARES									
Pão francês					<input type="checkbox"/>				
Pão de leite					<input type="checkbox"/>				
Pão integral					<input type="checkbox"/>				
Pão de milho					<input type="checkbox"/>				
Farinha de milho					<input type="checkbox"/>				
Preparação: _____					<input type="checkbox"/>				
Milho branco (mungunzá)					<input type="checkbox"/>				
Sucrilhos tradicional					<input type="checkbox"/>				
Sucrilhos sabor: _____					<input type="checkbox"/>				
Pipoca doce industrializada					<input type="checkbox"/>				
Pipoca doce caramelizada					<input type="checkbox"/>				
Farinha cremogema					<input type="checkbox"/>				
Sabor: _____					<input type="checkbox"/>				
Aveia					<input type="checkbox"/>				
Preparação: _____					<input type="checkbox"/>				
Biscoito sem recheio					<input type="checkbox"/>				
Tipo: _____					<input type="checkbox"/>				
Biscoito com recheio					<input type="checkbox"/>				
Sabor: _____					<input type="checkbox"/>				
Bolo de chocolate					<input type="checkbox"/>				
Arroz branco					<input type="checkbox"/>				
Arroz integral					<input type="checkbox"/>				
Macarrão					<input type="checkbox"/>				
Churros: _____					<input type="checkbox"/>				
Sonho: _____					<input type="checkbox"/>				
Pastel: _____					<input type="checkbox"/>				
<i>Perguntar se consome outro tipo de MASSAS, PÃES E SIMILARES não citados acima, especificar e anotar no item IX imediatamente.</i>									
II. FRUTAS									
Milho assado/coz					<input type="checkbox"/>				
Milho conserva					<input type="checkbox"/>				
Abacate					<input type="checkbox"/>				
Abacaxi					<input type="checkbox"/>				
Banana Tipo: _____					<input type="checkbox"/>				
Laranja					<input type="checkbox"/>				
Limão					<input type="checkbox"/>				
Lima					<input type="checkbox"/>				
Acerola					<input type="checkbox"/>				
Cajú					<input type="checkbox"/>				
Cajá					<input type="checkbox"/>				
Umbu					<input type="checkbox"/>				
Caqui					<input type="checkbox"/>				
Melancia					<input type="checkbox"/>				
Goiaba					<input type="checkbox"/>				

ALIMENTO	Medida Caseira		Gramas	N ^o vezes/ dia	Consumo				
	Quant	Porção/ Tamanho			Semanal			Mensal	Nunca
					5-6	3-4	1-2	1-3	
Uva					<input type="checkbox"/>				
Kiwi					<input type="checkbox"/>				
Maçã ()casca ()s/casca					<input type="checkbox"/>				
Mamão					<input type="checkbox"/>				
Mamão papaia					<input type="checkbox"/>				
Manga					<input type="checkbox"/>				
Melão					<input type="checkbox"/>				
Morango					<input type="checkbox"/>				
Ameixa fresca					<input type="checkbox"/>				
Castanhas					<input type="checkbox"/>				
Nozes					<input type="checkbox"/>				
Amendoim cozido					<input type="checkbox"/>				
Amendoim torrado					<input type="checkbox"/>				
Cana de açúcar					<input type="checkbox"/>				
Caldo de cana					<input type="checkbox"/>				
Coco					<input type="checkbox"/>				
Sucos: ()polpa()natural					<input type="checkbox"/>				
<i>Perguntar se consome outro tipo de FRUTAS não citadas acima, especificar e anotar no item IX imediatamente.</i>									
III. LEGUMES									
Soja texturizada					<input type="checkbox"/>				
Tomate					<input type="checkbox"/>				
Cenoura					<input type="checkbox"/>				
Batata doce					<input type="checkbox"/>				
Batatinha					<input type="checkbox"/>				
Batata frita					<input type="checkbox"/>				
<i>Perguntar se consome outro tipo de LEGUMES não citados acima, especificar e anotar no item IX imediatamente.</i>									
IV. CARNES (Frita, Assada, Cozida ou Grelhada)									
Boi ()					<input type="checkbox"/>				
Galinha ()					<input type="checkbox"/>				
Porco ()					<input type="checkbox"/>				
Defumada ()					<input type="checkbox"/>				
Carne do sol/sertão ()					<input type="checkbox"/>				
Visceras ()					<input type="checkbox"/>				
Tipo: _____									
Salsicha, chouriça, calabresa ()					<input type="checkbox"/>				
Presunto, mortadela					<input type="checkbox"/>				
Peixes ()					<input type="checkbox"/>				
Tipo: _____									
Crustáceos Tipo: _____					<input type="checkbox"/>				
Mariscos Tipo: _____					<input type="checkbox"/>				
<i>Perguntar se consome outro tipo de CARNES não citadas acima, especificar e anotar no item IX imediatamente.</i>									
V. LEITE, QUEIJO E OVOS									
Leite integral ()liq ()pó					<input type="checkbox"/>				
Leite desnatado ()liq ()pó					<input type="checkbox"/>				
Leite soja ()liq ()pó					<input type="checkbox"/>				
Creme de leite					<input type="checkbox"/>				
Queijo amarelo					<input type="checkbox"/>				
Queijo branco					<input type="checkbox"/>				

