

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Medicina

**AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE IODO
EM ESCOLARES ADOLESCENTES DE 10 A 19 ANOS,
DE ESCOLAS PÚBLICAS
DO MUNICÍPIO DE VESPASIANO-MG**

SILMAR PAULO MOREIRA RATES

Belo Horizonte

2010

SILMAR PAULO MOREIRA RATES

**AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE IODO
EM ESCOLARES ADOLESCENTES DE 10 A 19 ANOS,
DE ESCOLAS PÚBLICAS
DO MUNICÍPIO DE VESPASIANO, MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.

Orientador: Joel Alves Lamounier.

Coorientador: Flávio Diniz Capanema

**Faculdade de Medicina – UFMG
Belo Horizonte
2010**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitor: Prof. Clélio Campolina Diniz

Vice-Reitora: Prof^ª. Rocksane Carvalho Norton

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Ricardo Santiago Gomez

Pró-Reitor de Pesquisa: Prof. Renato de Lima Santos

Faculdade de Medicina

Diretor: Prof. Francisco José Penna

Vice-Diretor: Prof. Tarcizo Afonso Nunes

Centro de Pós-Graduação

Coordenador: Prof. Manoel Otávio da Costa Rocha

Subcoordenador: Prof^ª.Teresa Cristina de Abreu Ferrari

Chefe do Departamento de Pediatria: Prof^ª. Maria Aparecida Martins

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Área de
Concentração em Saúde da Criança e do Adolescente: Prof. Joel Alves Lamounier

Subcoordenadora do Programa de Pós-Graduação em Medicina - Área de Concentração
em Pediatria: Prof^ª. Ana Cristina Simões e Silva

Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Área de Concentração em Saúde da Criança e do Adolescente

Prof^ª. Ivani Novato Silva

Prof. Jorge Andrade Pinto

Prof^ª. Lúcia Maria Horta Figueiredo Goulart

Prof^ª. Maria Cândida Ferrarez Bouzada Viana

Prof. Marco Antônio Duarte

Prof^ª. Regina Lunardi Rocha

Vivian Mara Gonçalves de Oliveira Azevedo (Representante Discente)

A DEUS,
pela misericórdia.

Silvério e Maria Stela,
meus pais, pelas bênçãos.

Maria do Rosário, João Lúcio e Susana,
irmãos, pela importância de tudo que vivemos.

Márcio Antônio (*in memóriam*),
irmão, que me ensinou como se vive com alegria.

Agnes,
esposa, pelo amor, dedicação e sacrifício.

Luisa e Henrique,
filhos, pelos sonhos, pela inocência.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Joel Alves Lamounier, pela orientação, estímulo e contribuição.

Ao Professor Flávio Diniz Capanema, pela coorientação, escolha do tema e disponibilidade.

À Universidade Federal de Minas Gerais, em especial ao Centro de Pós-Graduação, pela oportunidade do convívio com o meio acadêmico.

Ao Professor Assuero Rodrigues da Silva, Diretor Geral da Faculdade da Saúde e Ecologia Humana de Vespasiano, pelo incentivo e interesse na pesquisa.

Ao Professor David Miguel Mourão Vorcaro, Diretor do Centro de Ensino Superior de Vespasiano, pelo apoio e interesse sempre demonstrados.

Ao Centro de Ensino Superior de Vespasiano, pelo auxílio no financiamento do estudo.

Ao Professor Eugênio Goulart, pelo auxílio nos cálculos amostrais.

Aos Professores Geraldo de Medeiros-Neto, Rosalinda Camargo e Gláucia Duarte, do Setor de Tireoide da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, pela orientação à distância e envio de artigos científicos.

À Professora Marina Maeda, do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, pela acolhida na visita e discussão acerca da metodologia das análises laboratoriais.

Aos Pediatras Humberto José Moreira e José Estevão Andrade Aarão, pelos anos de trabalho compartilhados.

À Hérica Soraia Albano Teixeira, pelo companheirismo de sempre.

Aos colegas do Núcleo de Pediatria da FASEH: José Geraldo Leite Ribeiro, Rosângela Carrusca e Regina Lunardi, pela parceria e coleguismo.

À Hebiatra Marília de Freitas Maakaroun, por mostrar-me o verdadeiro sentido da adolescência.

Ao Radiologista Ricardo Sebastião Domingos, pela confiança e boa vontade costumeiras.

À Endocrinologista pediátrica Ana Luiza Aragão, pela orientação científica.

Aos colegas Pediatras plantonistas do Hospital Municipal Odilon Behrens, pelo interesse na pesquisa e pelo coleguismo.

Aos colegas de trabalho da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte, pelo incentivo no desenvolvimento da pesquisa.

À equipe do Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, em especial ao Professor Marcelo Eustáquio Silva e à Nutricionista Ana Flávia Sampaio, pela realização das análises laboratoriais.

Aos meus sobrinhos, sobrinhas e demais integrantes da família Moreira Rates.

À Família Vilela Gouvêa, pela extensão dos laços familiares.

À Família Issa, de Vespasiano, em especial Dr. Sebastião Issa, presentes em todos os momentos.

A Pedro Henrique Carvalho, Samuel Martins, Alisson Felipe, Michel Jonata, Weverton Martins e Benício Júnior, pelo auxílio e boa vontade no dia-a-dia.

À Bibliotecária Maria do Rosário Vasconcelos, da Biblioteca da Faculdade de Medicina da UFMG, pela paciência e auxílio na busca de artigos científicos.

À Flávia Komatsuzaki, pelas análises estatísticas.

Ao Thiago Oliveira, pela contribuição na seleção de artigos científicos.

À Joyce Matos Fonseca, pelo esforço e dedicação na adequação às normas técnicas.

À Mariana Macedo, pela troca de experiência e incentivo.

Aos acadêmicos do curso de Medicina da Faculdade da Saúde e Ecologia Humana (FASEH), pelo companheirismo e realização da coleta de dados.

Às Nutricionistas Maitê Costa e Aline Pinheiro, pela valiosa contribuição.

A todos os voluntários que trabalharam na pesquisa de campo, que anonimamente tiveram participação e não foram citados.

À Prefeitura de Vespasiano-MG., suas Secretarias de Saúde e Educação, por tornarem possível a realização dos trabalhos e disponibilização de informações sobre o município.

Aos Diretores, Professores e funcionários das escolas participantes, pela acolhida e colaboração durante a coleta de dados.

Aos pais e alunos que participaram da pesquisa, pela confiança e carinho demonstrados.

Ao Ricardo Nunes – Ricardo Eletro –, pela colaboração e interesse.

À minha cidade natal, Vespasiano, pela infância feliz.

“Vontade de sair por este mundo
Como o andarilho que não tem pousada
Dormindo à beira de qualquer estrada
Ao modo natural de vagabundo.

Vontade de sair por este mundo,
Sem direção, em doida caminhada,
Em busca da quietude desejada,
Ou talvez de um amor terno e profundo!

Vontade de voar nas ventanias
Varrendo do passado as cinzas frias
Cinzas que lembram tempos de menino!

Vontade de não ser da vida escravo,
Prender-me às crinas de um cavalo bravo
E galopar sem rumo e sem destino!”

Silvério Alvim Rates.

RESUMO

Objetivo: avaliar a excreção urinária de iodo e a concentração desse halogênio em amostras de sal domiciliar de escolares adolescentes do município de Vespasiano-MG e estudar possíveis variáveis de associação. **Métodos:** estudo de corte transversal realizado em escolares entre 10 e 19 anos no período de maio a setembro de 2009, regularmente matriculados em quatro escolas públicas de Vespasiano. Dados relativos a idade, sexo, peso, altura, índice de massa corporal e pressão arterial foram coletados. Foi aplicado questionário para identificação do escolar, observação de possível doença da tireoide ou uso de medicamento à base de iodo. Para o cálculo da amostra, determinou-se nível de confiança de 95% e precisão de 5% a partir da frequência estimada de 50%. Foram colhidas amostras de urina dos participantes, bem como do sal culinário consumido em seus lares, para determinação da concentração de iodo, sendo analisadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal de Ouro Preto-MG. A associação entre iodo na urina e variáveis do estudo foi verificada pelos testes Qui-quadrado de Pearson exato e assintótico. A análise estratificada pelo método de Mantel Haenszel foi realizada para verificação da manutenção da associação entre variáveis estudadas. O estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG. **Resultados:** o estudo foi composto de 428 alunos de escolas públicas, sendo 63,3% do sexo feminino e 36,7% masculino; 62,9% na faixa etária de 10 a 14 anos e 37,1% entre 14 e 19 anos. Do ponto de vista nutricional, 58,9% eram eutróficos, 0,5% apresentou magreza e 46,7% sobrepeso ou obesidade. Os resultados da concentração de iodo na urina revelaram 4,4% das amostras com deficiência, 28,7% com índices adequados, 46,7% mais que adequados e 20,1% excessivos. Entre as variáveis do estudo, somente a idade mostrou associação significativa com os índices de concentração de iodo na urina. Após análise estratificada, observou-se que a associação se manteve para adolescentes do sexo feminino com sobrepeso ou obesidade e que tiveram sal domiciliar com concentração adequada de iodo. **Conclusão:** correlacionando-se os resultados dos dados de iodo na urina e iodo no sal com as variáveis idade, sexo e índice de massa corporal, concluiu-se que as concentrações excessivas de iodo na urina estavam associadas a adolescentes do sexo feminino, maiores de 14 anos, com teores de iodo no sal adequados e com sobrepeso ou obesidade.

Palavras-chave: Iodo. Nutrição. Excesso de iodo. Hipertireoidismo iodo-induzido. Doença autoimune tireóidea.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the urinary iodine excretion and this halogen concentration in schoolchildren's household salt samples in the city of Vespasian (MG) and to study variables possible association. **Method:** Cross-sectional study carried out in students aged between 10 and 19 years, in the period from May to September 2009, regularly enrolled in four public schools in Vespasiano. Data related to age, sex, weight, height, body mass rate and arterial pressure were collected. Questionnaire was applied for students' identification, observation of possible presence of thyroid disease or use of iodine-based medication. To calculate the sample it was determined 95% confidence level and 5% precision from 50% estimate frequency. Urine samples were collected from the participants, as well as the culinary salt consumed in their homes, for determination of the iodine concentration, and analyzed in the Ouro Preto Federal University Laboratory of Bromatology (Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal de Ouro Preto (MG)). The association between the iodine in the urine and study variables was verified by the exact and asymptotic Pearson Chi-square tests. The stratified analysis was performed by the Mantel Haenszel method for verifying the continuing association between the variables under study. The study was previously approved by the UFMG Ethics in Research Committee (Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG). **Results:** the study was composed by 428 students from public schools, 63,3% female and 36,7% male; 62,9% aged between 10 and 14 years old and 37,1% between 14 and 19 years old. From the nutrition point of view, 58,9% were normal, 0,5% with thinness and 46,7% with overweight or obesity. The results of iodine concentration in the urine showed 4,4% samples with deficiency, 28,7% with appropriate rate, 46,7% more than adequate and 20,1% excessive. Among the study variables, only age showed significant association with the iodine concentration in the urine. After stratified analysis, it was found that the association was continuing for female adolescents, with overweight or obesity who had adequate iodine concentration in the household salt. **Conclusion:** Correlating results of iodine data in urine and in salt, with the age, sex and body mass rate variables, the findings were that the excessive concentrations of iodine in the urine were associated to female adolescents, over 14 years old, with adequate iodine levels in the salt and with overweight or obesity.

Keywords: iodine, nutrition, iodine excess, iodine-induced hyperthyroidism, auto-immune thyroid disease

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

μg	Microgramas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
As_2O_2	Óxido arsenioso
A-TG	Antitireoglobulina
A-TPO	Antitireoperoxidase
CAPS	Centro de Atenção Psicossocial
Ce^{+3}	Ion Ceroso
Ce^{+4}	Ion Cérico
CIPCDDI	Comissão Interinstitucional para a Prevenção e Controle dos Distúrbios por Deficiência de Iodo
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DDI	Desordens por Deficiência de Iodo
EUA	Estados Unidos da América
FASEH	Faculdade da Saúde e Ecologia Humana
FM	Faculdade de Medicina
GVI	Grupo Vulnerável Indicador
H_2SO_4	Ácido sulfúrico P.A.
HAZ	Escore Z de altura por idade
HCl	Ácido clorídrico concentrado
I	Iodo
ICCIDD	Conselho Internacional para o Controle da Deficiência de Iodo
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IGF-1	Fator de Crescimento do Tipo Insulina 1
IMC	Índice de Massa Corporal
INAN	Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Dicromato de Potássio
Kg	Quilograma
KI	Iodeto de Potássio
KIO_3	Iodato de Potássio
Km	Quilômetro

L	Litro
LILACS	Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
MDCCI	Moléstias Decorrentes da Carência Crônica de Iodo
MG	Minas Gerais
ML	Mililitro
MS	Ministério da Saúde
NaCl	Cloreto de Sódio
ND	Não determinado
NHANES	<i>National Health and Nutrition Examination Surveys</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
pH	Potencial de Hidrogênio
PNPCDDI	Programa Nacional para a Prevenção e Controle dos Distúrbios por Deficiência de Iodo
ppm	Parte por milhão
Pró-Iodo	Programa Brasileiro para a Prevenção e Controle dos Distúrbios por Deficiência de Iodo
PSF	Programa Saúde da Família
SUCAM	Superintendência de Campanhas de Saúde Pública
SUS	Sistema Único de Saúde
T ₃	Tri-iodotironina
T ₄	Tiroxina
TCH	Tireoidite Crônica de Hashimoto
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TG	Tireoglobulina
TPO	Tireoperoxidase
TRH	Receptor do Hormônio Liberador de Tireotropina
TSH	Hormônio estimulante da tireoide
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UIE	Excreção Urinária de Iodo
UNICEF	<i>United Nations Children's Fund</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadros

QUADRO 1 Morbidade variável das moléstias associadas à carência crônica de iodo.	33
QUADRO 2 Necessidade diária de iodo.....	34
QUADRO 3 Critérios epidemiológicos para se avaliar a adequação da ingestão de iodo, baseando-se na mediana da concentração urinária de iodo em escolares.....	35
QUADRO 4 Situação dos países europeus quanto à nutrição de iodo.....	37
QUADRO 5 Pontos de corte de IMC por idade para adolescentes.....	66
QUADRO 6 Pontos de corte de estatura por idade para adolescentes.....	66
QUADRO 7 Critérios epidemiológicos para se avaliar a adequação da ingestão de iodo, baseando-se na mediana da concentração urinária de iodo em escolares.....	69

TABELA

TABELA 1 Número total de pessoas e porcentagem da população por região vivendo em áreas de risco de DDI ou afetadas por DDI.....	36
--	----

SUMÁRIO¹

¹ Este trabalho foi revisado de acordo com as novas regras ortográficas aprovadas pelo Acordo Ortográfico assinado entre os países que integram a Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP), em vigor no Brasil desde 2009.

APRESENTAÇÃO.....	18
REFERÊNCIAS.....	20
1 INTRODUÇÃO.....	21
1.1 Hipótese do estudo.....	24
REFERÊNCIAS.....	25
2 MARCO TEÓRICO.....	26
2.1 O iodo.....	26
2.2 A tireoide: topografia e anatomia.....	26
2.2.1 Fisiologia da tireoide.....	27
2.2.2 O papel do iodo na produção dos hormônios tireoidianos.....	27
2.3 Consequências da deficiência de iodo.....	29
2.4 Consequências do excesso de iodo.....	30
2.5 Adolescência: aspectos biopsicossociais e nutricionais.....	30
2.6 Aspectos gerais da nutrição de iodo.....	32
2.7 Aspectos nutricionais de iodo em diversas partes do mundo.....	36
2.7.1 Europa.....	36
2.7.1.1 Bósnia e Herzegovina.....	37
2.7.1.2 Bélgica.....	38
2.7.1.3 Portugal.....	38
2.7.1.4 Espanha.....	38
2.7.1.5 Inglaterra.....	39
2.7.1.6 França.....	40
2.7.1.7 Alemanha.....	41
2.7.1.8 Itália.....	41
2.7.1.9 Polônia.....	42
2.7.1.10 Suíça.....	43
2.7.1.11 Áustria.....	43
2.7.1.12 Dinamarca.....	44
2.7.1.13 Grécia.....	45
2.7.1.14 Hungria.....	46
2.7.1.15 Federação russa.....	46
2.7.2 Índia.....	47
2.7.3 Estados Unidos da América.....	47
2.7.4 América Latina.....	48
2.7.5 Brasil.....	49
2.8 O excesso de iodo nutricional.....	50
REFERÊNCIAS.....	53
3 OBJETIVOS.....	60
3.1 Objetivo geral.....	60
3.2 Objetivos específicos.....	60
4 METODOLOGIA.....	61
4.1 Delineamento do estudo.....	61
4.2 Local e população do estudo.....	61
4.3 Variáveis do estudo.....	62
4.4 Critérios de inclusão e exclusão.....	63

4.5 Aspectos éticos.....	63
4.6 Definição da amostra.....	64
4.7 Coleta dos dados.....	64
4.7.1 Coleta das amostras de urina.....	64
4.7.2 Coleta das amostras de sal domiciliar.....	65
4.7.3 Antropometria.....	65
4.7.4 Avaliação da concentração de iodo urinário.....	66
4.7.5 Análises laboratoriais do iodo urinário.....	67
4.7.5.1 Princípio.....	67
4.7.5.2 Etapa de digestão.....	67
4.7.5.3 Dosagem do teor de iodo urinário.....	68
4.7.6 Classificação do teor de iodo urinário.....	68
4.8 Avaliação de teor de iodo no sal culinário.....	69
4.8.1 Análises laboratoriais da concentração de iodo no sal.....	70
4.8.1.1 Titulação das amostras de sal.....	70
4.8.2 Classificação do sal segundo teor de iodo.....	70
4.9 Análise estatística.....	70
REFERÊNCIAS.....	71
5 RESULTADOS.....	73
5.1 ARTIGO 1 - Situação do iodo nutricional na população brasileira: da carência ao excesso.....	73
5.2 ARTIGO 2 - Fatores associados ao estado nutricional de iodo em adolescentes de Vespasiano-MG.....	87
APÊNDICES E ANEXOS.....	12
	0

APRESENTAÇÃO

A deficiência de iodo constitui-se ainda hoje em grave problema de saúde pública em todos os continentes¹, estando associada a largo espectro de doenças agrupadas sob o termo de Moléstias Decorrentes da Carência Crônica de Iodo (MDCCI) ou *Iodine Deficiency Disorders* (IDD)². Essa carência crônica é a principal causa evitável de dano cerebral em fetos e crianças, retardo mental, bócio e cretinismo endêmico, acarretando problemas socioeconômicos de elevada magnitude³.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que mais de 2 bilhões de pessoas tenham ingestão insuficiente de iodo e pelo menos 665 milhões destas são consideradas portadoras de bócio⁴. Como ação prioritária para o enfrentamento deste problema, a OMS ratifica a estratégia de iodação universal do sal para consumo humano como a mais eficaz devido à sua praticidade de implementação e baixo custo operacional⁵.

A determinação da concentração urinária de iodo em escolares constitui-se na melhor maneira de se monitorar o controle da deficiência endêmica de iodo numa determinada população⁶.

Desde a obrigatoriedade da iodação do sal nas áreas de bócio endêmico no Brasil (1953), o Ministério da Saúde realizou quatro pesquisas de base populacional (1955, 1974, 1994 e 2000) para avaliar o impacto dessa intervenção na redução do bócio endêmico, alcançando significativa diminuição em sua prevalência, comprovando a eficácia dessa estratégia para fins de saúde coletiva. Entretanto, no estudo realizado em 2000, 86,5% dos escolares envolvidos apresentaram elevados índices de excreção urinária de iodo³. Em maio de 2007, em Genebra, Suíça, a Sexagésima Assembléia Mundial de Saúde (OMS) classificou o Brasil como um país onde a população, de modo geral, apresenta consumo excessivo de iodo¹.

O excessivo consumo de iodo é fator permissivo para que indivíduos geneticamente susceptíveis apresentem doenças da glândula tireoide^{7,8}.

No presente estudo, foram determinadas a concentração de iodo no sal domiciliar e a iodúria de escolares adolescentes de escolas públicas de Vespasiano-MG e investigadas possíveis associações entre estas variáveis e também com as variáveis idade, sexo e índice de massa corporal.

Os resultados da dissertação foram apresentados no formato de dois artigos: uma revisão bibliográfica e um artigo original. O primeiro, intitulado “Situação do iodo

nutricional na população brasileira: da carência ao excesso”; e o segundo, “Fatores associados ao estado nutricional de iodo em adolescentes de Vespasiano, MG”.

Esta dissertação segue as normas do colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Área de Concentração Saúde da Criança e do Adolescente, Resolução 03/2010, de 05 de fevereiro de 2010, que regulamentam o formato de teses e dissertações. As citações no corpo da dissertação estão listadas nas referências bibliográficas após cada artigo.

REFERÊNCIAS

1. Benoist B, Mclean E, Andersson M, Rogers L. Iodine deficiency in 2007: Global progress since 2003. *Food and Nutrition Bulletin*, 2008; 29(3), 195-202.
2. Boyage S. Iodine deficiency disorders. *J Clin Endocrinol Metab*, 1993 May; 77(3): 587-91.
3. Knobel M, Medeiros-Neto G. Moléstias associadas à carência crônica de iodo. São Paulo, *Arq Brás Endocrinol Metab*, 2004; 48(1).
4. Vitti P, Delange F, Pinchera A, Zimmermann M, Dunn J. Europe is iodine deficient. *The Lancet* 2003 Apr; 361:1226.
5. World Health Organization. Recommended iodine levels in salt and guidelines for monitoring their adequacy and effectiveness. Fifth Report on World Nutrition, WHO, Mar. 2004.
6. Esteves RZ. Desenvolvimento de um método para a determinação da iodúria e sua aplicação na excreção urinária de iodo em escolares brasileiros. *Arq Bras Endocrinol Metabol*, 2007; 51(9), 1477-1484.
7. Camargo RYA, Tomimori EK, Neves SC, Knobel M, Medeiros-Neto G, *et al.* Prevalence of chronic autoimmune thyroiditis in the urban area neighboring a petrochemical complex and a control area in São Paulo, Brasil. *Clinics*, 2006; 61(4): 307-312.
8. Teng W, Shan Z, Guan H, Li Y, Jin Y, Yu X, *et al.* Effect of iodine intake on thyroid diseases in China. *N. Engl J Med*, 2006; 353: 2783-93

1 INTRODUÇÃO

O iodo é um mineral encontrado, primariamente, nos oceanos e em alguns pontos particulares da crosta terrestre - grande quantidade foi isolada durante a glaciação do solo. Em todo o mundo, as áreas montanhosas são as de maior privação desse elemento. Esse fator geográfico coloca em risco significativo número de populações quanto à deficiência nutricional de iodo, que é um comprometedor do desenvolvimento econômico e social de diversos países, sendo considerado um importante problema de saúde pública mundial¹.

No Brasil, o solo é caracterizado por relevos de áreas geológicas antigas, erodidas e de baixo teor de iodo solúvel nas camadas superficiais, o que explica a alta incidência de bócio endêmico encontrada no país, sobretudo em seu interior, nas décadas passadas².

O iodo é um elemento considerado essencial para o funcionamento da glândula tireoide, sendo necessário para o crescimento, desenvolvimento e funcionamento adequados, tanto do sistema nervoso central quanto do organismo em geral. Seus principais danos são causados no período perinatal, acometendo também de maneira significativa gestantes e crianças de baixa idade, provocando morbimortalidade e atraso mental. É a grande causa de déficit neurológico evitável na infância^{3,4}.

Como a única fonte de iodo para os seres humanos é a alimentação, há elevado risco de sua deficiência nos locais onde os alimentos consumidos provêm de áreas iodo-insuficientes. Quando as necessidades mínimas de iodo não são atingidas no dia-a-dia em determinado segmento populacional, anormalidades funcionais da glândula tireoide começarão a surgir, particularmente o atraso no desenvolvimento pômdero-estatural^{1,4}.

A dieta inadequada de iodo está associada a largo espectro de doenças agrupadas sob o termo de moléstias decorrentes da carência crônica de iodo (MDCCI) ou desordens da deficiência de iodo (DDI). São exemplos da persistência de carência de iodo nutricional: bócio difuso ou multinodular, hipertireoidismo induzido por iodo, hipotireoidismo neonatal ou adulto, diminuição da fertilidade, aumento da mortalidade perinatal, retardo do crescimento, deficiência mental, surdo-mudez e variantes clínicas do cretinismo endêmico³⁻⁵.

As desordens da deficiência de iodo são citadas como um grave problema de saúde pública em 118 países. Acredita-se que pelo menos um bilhão e meio de pessoas estejam

vivendo em áreas iodo-insuficientes e em risco de DDI (índice de bócio acima de 5% da população) e pelo menos 665 milhões destas são consideradas portadoras de bócio¹.

O termo DDI foi criado em 1983 (Boyage) para chamar a atenção dos países a respeito dos sérios efeitos adversos da deficiência do iodo e da necessidade de adoção de estratégias de suplementação do elemento voltadas para populações em risco de sua deficiência⁶.

No passado, a administração de óleos iodados, através da via oral e/ou intramuscular, foi prática bastante difundida para suplementação de iodo em populações. O óleo iodado foi usado com sucesso na China, Papua Nova Guiné, países africanos e latino-americanos e em outras áreas endêmicas. Embora poucos estudos tenham sido conduzidos para se avaliarem os benefícios dessa forma de suplementação, seus resultados indicaram redução nas taxas de prevalência do bócio com o uso do óleo iodado. Tanto a suplementação via oral quanto a intramuscular apresentam benefícios, cada uma delas com suas vantagens: a via oral, como modo mais simples e barato de administração; e a intramuscular, conferindo mais tempo de reservas intracorpóreas de iodo⁷.

Porém, informações como dose ótima e frequência de administração permanecem incertas^{7,8}. Estudo duplo-cego e controlado conduzido na Indonésia, onde a prevalência de bócio é elevada, comparou a eficácia dos óleos da semente da papoula e do amendoim, administrados por via oral, para a redução do bócio. Os parâmetros de avaliação utilizados foram volume ultrassonográfico da tireoide, concentrações de iodo urinário, de hormônio estimulante da tireoide (TSH) e de tiroxina (T₄) livre. Na conclusão, os óleos iodados foram meios apropriados para controlar a deficiência de iodo em populações. Aqueles óleos com elevado conteúdo de ácido oleico, como o presente na semente do amendoim, mostraram-se superiores no que diz respeito à iodo-proteção do que outros, como o da semente da papoula⁹.

Entretanto, os óleos iodados apresentam-se como meios caros e de cobertura limitada comparados com o sal iodado, já que necessitam de contato direto de um agente de saúde com a população, sendo a iodação do sal culinário atualmente considerada a principal estratégia para o seu controle. Depois que a iodização do sal passou a ser utilizada em larga escala em todo o mundo, o uso do óleo iodado ficou restrito a áreas endêmicas sem acesso ao sal iodado⁹.

A recomendação da utilização do sal iodado foi ratificada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), *United Nations Children's Fund* (UNICEF) e Conselho Internacional para o Controle da Deficiência de Iodo (ICCIDD) em 1993, na tentativa de se

reduzir o impacto da deficiência de iodo nas populações de risco, com diminuição da prevalência de bócio, normalização da função tireoidiana e prevenção do cretinismo endêmico, melhorando, portanto, a escolaridade e a sobrevivência infanto-juvenis^{10,11}.

Essa estratégia passou a ser adotada enfaticamente em todas as regiões do mundo, inclusive no Brasil, devido ao impacto positivo observado na redução das desordens da tireoide na população desses países. No entanto, tal estratégia exige ações de monitoramento do estado nutricional do iodo, visto que há o risco de transição de uma situação de escassez para a de excesso do elemento no organismo humano, podendo representar aumento na incidência de tireoidite autoimune, hipertireoidismo e, até mesmo, tumores na glândula tireoide⁴. Valores médios de excreção urinária de iodo são utilizados como critérios epidemiológicos para se avaliar a gravidade da deficiência de iodo e a adequação de sua ingestão, sendo aplicados a estudos de base populacional em escolares. A gravidade é determinada pela prevalência de bócio encontrada, sendo taxas entre 5,0 e 19,9% consideradas leve, 20,0 a 29,9% moderada e acima de 30% grave^{4,5}.

A prevalência de bócio em crianças e adolescentes em idade escolar é indicador de gravidade dos DDIs na população geral. Em regiões com leve a moderada carência de iodo, a obtenção das medidas de volume da tireoide pela ultrassonografia é mais adequada do que o método de palpação dessa glândula. Essas medidas devem obedecer a padrões internacionais estabelecidos, adotando-se critérios de referência de valores encontrados em indivíduos de áreas iodo-suficientes¹².

A Comissão Interinstitucional para a Prevenção e Controle dos Distúrbios por Deficiência de Iodo (CIPCDDI) propôs três metas para a eliminação virtual dos DDIs, considerando-se os indicadores de impacto da iodação do sal: iodação do sal – mais de 90% dos domicílios apresentando sal com teor de iodo acima de 15 mg/kg; iodo urinário – 50% das amostras devem estar acima de 100 µg/L e não mais que 20% das amostras podem apresentar valores inferiores a 50 µg/L; volume da tireoide – prevalência de bócio em menos de 5% da população¹³.

Desde a instituição da obrigatoriedade da iodação do sal no Brasil, quatro estudos de base populacional foram realizados para se avaliar o impacto dessa medida de intervenção nutricional. Nos inquéritos de 1955, 1975 e 1984, realizados em crianças e adolescentes em idade escolar, as prevalências de bócio foram, respectivamente, de 20,7, 14,1 e 1,3%⁴.

O último estudo – Projeto Thyromobil –, realizado em 2000, registrou a prevalência de 1,4%, inferior aos 5% preconizados pela OMS como problema de saúde pública.

Todavia, chamaram a atenção os elevados níveis de concentração de iodo urinário, em que 86,5% das amostras apresentaram iodúria acima de 300 µg/litro, configurando uma situação de excesso⁴.

Sabendo-se que níveis de concentração de iodo na urina mais do que adequado, ou seja, entre 200 e 299 µg/litro contribuem para o aparecimento de hipertireoidismo iodo-induzido e que níveis acima de 300 µg/litro (excessivo) apresentam risco de desenvolvimento de doenças como hipertireoidismo iodo-induzido e tireoidite crônica autoimune⁴, o presente estudo pretendeu avaliar a situação nutricional desse micronutriente em adolescentes escolares do município de Vespasiano-MG., a partir da determinação da excreção urinária de iodo.

1.1 Hipótese do estudo

Entre todas as regiões do mundo, o continente americano é o de melhor desempenho para a eliminação virtual das desordens da deficiência de iodo. No Brasil, o Programa Nacional para a Prevenção e Controle dos Distúrbios por Deficiência de Iodo (PNPCDDI) tem se mostrado eficaz no controle da endemia do bócio, como demonstraram os resultados dos últimos estudos. Como a população de escolares adolescentes de Vespasiano-MG. vive na região metropolitana de Belo Horizonte, com fácil acesso a alimentos industrializados, com teores elevados de sal iodado, supõe-se que essa população esteja ingerindo quantidades excessivas de iodo.

REFERÊNCIAS

1. Vitti P, Delange F, Pinchera A, Zimmermann M, Dunn J. Europe is iodine deficient. *The Lancet* 2003 Apr; 361:1226.
2. Correa Filho HR, Vieira JBF, Silva YSP, Coelho EG, Cavalcante FAC, Pereira LMP, *et al.* Inquérito sobre a prevalência de bócio endêmico no Brasil em escolares de 6 a 14 anos: 1994 a 1996. *Rev Panam Salud Publica/ Pan Am J Public Health* 2002; 12(5).
3. World Health Organization. WHO. Iodine *status* worldwide. Geneva, 2004.
4. Knobel M, Medeiros-Neto G. Moléstias associadas à carência crônica de iodo. São Paulo: *Arq Bras Endocrinol Metab* 2004; 48(1).
5. World Health Organization (WHO). Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers, - 3. ed. Genebra, 2007.
6. Boyage S. Iodine deficiency disorders. *J Clin Endocrinol Metab* 1993 May; 77(3):587-91.
7. Phillips D, Osmond C. Iodine supplementation with oral or intramuscular iodized oil. A two-year follow-up of a comparative trial. *Int J Epidemiol* 1989 Dec; 18(4):907-10.
8. Leverage G, Adan L, Melin AE, Schaison G. Bioavailability of oral vs intramuscular iodinated oil (Lipiodol UF) in healthy subjects. *J Endocrinol Invest* 2003; 26(2 Suppl):20-6.
9. Untoro J, Schultink W, West CE, Gross R, Hautvast JG. Efficacy of oral iodized peanut oil is greater than that of iodized poppy seed oil among Indonesian schoolchildren. *Am J Clin Nutr* 2006 Nov; 84(5):1208-14.
10. Brasil. Ministério da Saúde, Ministério da Ciência e Tecnologia, FINEP, DECIT. Termo de referência da pesquisa nacional para avaliação do impacto da iodização do sal. 2006. Disponível em <www.finep.gov.br>.
11. Duarte GC, Tomimori EK, Boriolli RA, Ferreira JE, Catarino RM, Camargo RYA, *et al.* Avaliação ultrassonográfica da tireoide e determinação da iodúria em escolares de diferentes regiões do estado de São Paulo. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2004; 48(6):842-848.
12. Zimmermann MB, Hess SY, Molinari L, Benoist B, Delange F, Braverman LE, *et al.* New reference values for thyroid volume by ultrasound in iodine-sufficient schoolchildren: a World Health Organization/Nutrition for Health and Development Iodine Deficiency Study Group Report. 2. ed. *Am J Clin Nutr* 2004; 79:231-7.
13. World Health Organization. WHO. Indicators for assessing iodine deficiency disorders and their control through salt iodization. Micronutrient Series. Document. Geneva: WHO, 1994. 55p.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 O iodo

O iodo (I) é um elemento não metal, halógeno, de número atômico 53 (53 prótons e 53 elétrons), de massa atômica 126,9 u. Existem 30 isótopos de iodo, porém somente o 127 é estável. Quando aquecido, libera vapor de tonalidade arroxeada. A captação de iodeto é a primeira etapa crítica na síntese do hormônio tireóideo. O iodo ingerido é ligado a proteínas séricas, particularmente albumina, e aquele não ligado é excretado pela urina. A glândula tireoide extrai o iodo da circulação de maneira altamente eficiente¹.

A dieta é a mais importante fonte de iodo, sendo este rapidamente absorvido no trato gastrointestinal. No organismo, ele é encontrado abundantemente no líquido extracelular, sendo também encontrado nas hemácias, saliva, suco gástrico e leite materno².

2.2 A tireoide: topografia e anatomia

A palavra tireoide vem do grego *thyreos*, que quer dizer escudo, mais *eidos*, que significa forma. A tireoide é a maior glândula endócrina do organismo. Ela atinge o seu tamanho adulto aos 15 anos de idade. Está localizada no pescoço, anteriormente à traqueia, entre a cartilagem cricoide e a incisura supraesternal. A tireoide desenvolve-se a partir do assoalho da faringe primitiva durante a terceira semana de gestação. Ela pesa cerca de 20 gramas e é formada pelos lobos direito e esquerdo, sendo o direito, habitualmente, maior que o esquerdo. Os dois lobos laterais estão unidos por um pequeno istmo. Eles apresentam um polo superior pontudo e um polo inferior arredondado, com cerca de 2 cm de espessura, 4 a 5 cm de comprimento e 2 a 3 cm de largura. Os lobos são divididos por septos fibrosos em pseudolobos, que são constituídos por estruturas esféricas denominadas foliculos. Os foliculos, que são circundados por uma densa rede de capilares, são ricamente inervados por terminações nervosas simpáticas e parassimpáticas. Os foliculos consistem numa única camada de células epiteliais que circundam uma luz preenchida por material coloide proteináceo, constituído de mais de 75% de tireoglobulina. A

tireoglobulina é formada pelas células epiteliais da tireoide, que sintetizam e armazenam o hormônio³.

2.2.1 Fisiologia da tireoide

A tireoide secreta dois hormônios importantes, a tiroxina e a tri-iodotironina, comumente denominados T_4 e T_3 , respectivamente. Ambos os hormônios têm o efeito profundo de aumentar o metabolismo do corpo. A falta completa de secreção da tireoide determina, habitualmente, a queda do metabolismo 40 a 50% abaixo do normal, enquanto os excessos extremos da secreção podem aumentar o metabolismo basal até 60 a 100% acima do normal⁴.

A secreção glandular do hormônio tireóideo é regulada por uma alça de retroalimentação que envolve o hipotálamo, a hipófise e a glândula tireoide. O receptor do hormônio liberador de tireotropina (TRH) hipotalâmico estimula a produção hipofisária de TSH, que, por sua vez, estimula a síntese e a secreção dos hormônios da tireoide¹. O TSH, secretado pelas células tireotrópicas da adenoipófise, desempenha papel fundamental no controle do eixo tireóideo e serve como marcador fisiológico mais útil da ação dos hormônios da tireoide⁵.

Níveis elevados de hormônios da tireoide suprimem de modo direto e rapidamente o TSH e inibem a estimulação do TSH mediada pelo TRH. A exemplo de outros hormônios hipofisários, o TSH é liberado de modo pulsátil e exibe ritmo diurno; seus níveis mais elevados são observados à noite⁵.

2.2.2 O papel do iodo na produção dos hormônios tireoidianos

A formação normal de hormônios tireoidianos exige níveis normais de TSH e suprimento adequado, porém não excessivo, de iodo. A ingestão diária ótima de iodo é de 150 a 300 $\mu\text{g}/\text{dia}$. A tiroxina (T_4), cuja produção diária é de 80 a 100 μg , constitui o principal produto secretório da tireoide. A T_4 é produzida apenas pela tireoide. Somente 20% da produção diária de tri-iodotironina (T_3) provêm da secreção tireóidea, enquanto 80% originam-se da conversão periférica da T_4 . A produção diária de T_3 é de 30 a 40 μg ⁵.

A síntese dos hormônios da tireoide é influenciada por fatores intratireóideos, primariamente pela quantidade de iodeto existente no interior da célula tireóidea; por fatores extratireóideos, sobretudo hormônios peptídicos passíveis de ocupar o receptor de TSH; e pela imunoglobulina tireoestimulante na doença de Graves. Em condições de ingestão muito baixa de iodo, ocorre formação preferencial de T_3 em lugar de T_4 . O excesso de iodeto na tireoide resulta em inibição da formação de hormônios tireóideos em curto prazo. Entretanto, depois de aproximadamente 48 horas, o sistema transportador de iodeto diminui e a formação dos hormônios tireóideos normaliza-se, a despeito dos níveis circulantes elevados de iodeto. O excesso de iodeto também inibe a liberação dos hormônios tireóideos. O aumento da iodação da tireoglobulina aumenta sua resistência à degradação proteolítica, com conseqüente liberação de reduzidas quantidades de T_4 e T_3 . Além do iodeto, o TSH influencia a função tireóidea ao estimular todas as etapas de síntese dos hormônios tireóideos. Outros fatores como o fator de crescimento do tipo insulina 1 (IGF-1), fator de crescimento da epiderme, as prostaglandinas e as citocinas, como as interleucinas e as catecolaminas, modificam a função tireóidea, porém não de forma acentuada³.

O iodo é reduzido a iodeto (I^-) no trato gastrointestinal e é rapidamente absorvido. O iodeto é removido da corrente sanguínea por captação e concentração na glândula tireóidea, sendo excretado na urina. Em condições normais, o rim depura o iodeto do plasma, na taxa de cerca de 30 mL/min, enquanto a depuração da tireoide é de 8 mL/min, de modo que apenas 25% da ingestão penetram na glândula tireoide em condições normais. A ingestão excessiva de iodo diminui a percentagem de captação, enquanto sua ingestão reduzida a eleva⁴.

A primeira etapa na formação dos hormônios tireóideos consiste no transporte dos iodetos do sangue para as células glandulares e os folículos da tireoide. A partir daí, verifica-se a conversão dos íons-iodetos na forma oxidada de iodo, promovida pela enzima peroxidase, acompanhada por peróxido de hidrogênio, que tem a capacidade de combinar-se diretamente com o aminoácido tirosina. A tirosina, constituinte da molécula de tireoglobulina, é o principal substrato que combina com o iodo para formar os hormônios tireóideos. A ligação do iodo à molécula de tireoglobulina é denominada organificação da tireoglobulina⁴.

A iodetação da tirosina e a formação final dos hormônios tireoidianos ocorrem da seguinte forma: a tirosina é inicialmente iodetada à monoiodotirosina e, em seguida, à diiodotirosina. A seguir, durante os próximos minutos, horas e, até mesmo, dias, crescente

número de resíduos de iodotirosina, formando a tri-iodotirosina, é acoplado uns aos outros. O principal produto hormonal da reação de acoplamento é a molécula tiroxina, que continua fazendo parte da molécula de tireoglobulina; ou uma molécula de monoiodotirosina fica acoplada a uma molécula de di-iodotirosina, formando a tri-iodotironina, que representa um quinto dos hormônios finais⁴.

Após a síntese dos hormônios tireóideos, cada molécula de tireoglobulina contém até 30 moléculas de tiroxina e algumas moléculas de tri-iodotironina. Dessa forma, os hormônios tireóideos são armazenados nos folículos em quantidade suficiente para suprir as necessidades normais de hormônios tireóideos para o organismo durante dois a três meses⁴.

A própria tireoglobulina não é liberada no sangue circulante em quantidade mensurável; em vez disso, a tiroxina e a tri-iodotironina devem ser, inicialmente, clivadas da molécula de tireoglobulina e, a seguir, esses hormônios livres são liberados. Ao penetrarem no sangue, mais de 99% da tiroxina e da tri-iodotironina combinam-se, imediatamente, com várias das proteínas plasmáticas, todas elas sintetizadas pelo fígado. Os hormônios tireóideos combinam, sobretudo, com a globulina de ligação da tiroxina e, em menos grau, com a pré-albumina e a albumina de ligação da tiroxina⁴.

Em virtude da alta afinidade das proteínas plasmáticas de ligação pelos hormônios tireóideos, esses hormônios só são liberados lentamente para as células dos tecidos. Ao entrarem nas células teciduais, tanto a tiroxina quanto a tri-iodotironina ligam-se, novamente, a proteínas intracelulares e a tiroxina liga-se de novo, mais fortemente do que a tri-iodotironina. Por conseguinte, ambos os hormônios são, novamente, armazenados, mas, dessa vez, nas próprias células-alvo, sendo utilizados lentamente no decorrer do período de vários dias ou semanas⁴.

2.3 Consequências da deficiência de iodo

Em áreas de carência iódica, a população de recém-nascidos é a mais susceptível a apresentar alterações da função tireoidiana, com elevação do TSH sérico. Programas de rastreamento têm identificado incidência aumentada nos níveis de TSH de recém-nascidos e desordens transitórias da função tireoidiana, como hipertireotropinemia e hipotireoidismo, sendo a deficiência de iodo uma hipótese aventada⁶.

Entre as principais consequências decorrentes da deficiência de iodo, destacam-se: hipotireoidismo, retardo mental, atraso no desenvolvimento do sistema nervoso com perda da capacidade cognitiva e de aprendizagem; aumento dos índices de repetência e evasão escolar; comprometimento da função reprodutiva em meninas em fase puberal com amenorreia; aborto espontâneo e aumento da mortalidade infantil. Essas alterações tendem a ser subavaliadas e são tão graves quanto o bócio e o cretinismo endêmico evidentes em regiões sob carência crônica de iodo^{7,8}.

2.4 Consequências do excesso de iodo

A glândula tireoide frente a uma carga excessiva de iodo sofre consequências fisiopatológicas importantes que podem levar a graves doenças. Pacientes com bócio multinodular de longa duração podem desenvolver hipertireoidismo iodo-dependente. Esse fenômeno patogênico (*jod-basedow*) deve-se à existência de nódulos autônomos da glândula multinodular os quais passam a secretar excessivas quantidades de hormônios tireoidianos T₃ e T₄. Nos indivíduos que apresentam alto risco de doença cardiovascular, especialmente idosos, o hipertireoidismo iodo-induzido pode provocar arritmias cardíacas graves com óbito subsequente⁷.

Antígenos específicos da tireoide, tireoglobulina (TG) e tireoperoxidase (TPO), podem ser produzidos devido ao excesso de iodo nas células tireoidianas. Esses antígenos atraem o sistema imunocompetente com eventual produção de anticorpos antitireoide em indivíduos geneticamente predispostos a moléstias autoimunes. A tireoidite crônica de Hashimoto (TCH) é um exemplo desse evento em vários países do mundo.⁹⁻¹²

2.5 Adolescência: aspectos biopsicossociais e nutricionais

A adolescência é a faixa etária compreendida entre 10 e 19 anos, de acordo com a Organização Mundial da Saúde¹³. Pode ser entendida como o processo de passagem da vida infantil para a vida adulta. Caracteriza-se por intenso crescimento e desenvolvimento, manifestados por mudanças anatômicas, fisiológicas, psicológicas e sociais¹⁴.

As mudanças anatômicas e fisiológicas são marcantes e englobam crescimento esquelético, desenvolvimento muscular, maturação dos sistemas circulatório e respiratório, das gônadas, dos órgãos de reprodução e surgimento dos caracteres sexuais secundários¹⁵.

Do ponto de vista das mudanças psicológicas, o adolescente experimenta um processo de luto, segundo Aberastury, gerado pelas três perdas fundamentais desse período evolutivo: perda do corpo infantil, dos pais da infância e da identidade e papel infantil¹⁵.

O adolescente atravessa um período de muitos conflitos, especialmente familiares, que determinam a síndrome da adolescência normal. São características dessa síndrome: a busca de si mesmo e da identidade adulta, a tendência grupal, a necessidade de intelectualizar e fantasiar, as crises religiosas, a deslocação temporal, a evolução sexual, as atitudes sociais reivindicatórias, as contradições sucessivas em todas as manifestações de conduta, a separação progressiva dos pais e as constantes flutuações do humor e do estado de ânimo¹⁴.

Considerando o lado cognitivo, o adolescente conquista o pensamento formal, já se mostrando capaz de julgar muitas variáveis ao mesmo tempo e "pensar sobre o pensar". A preocupação com os próprios pensamentos, nessa fase, leva-o a assumir que suas ideias são as próprias expressões e manifestações da verdade, não admitindo qualquer contraposição a elas (egocentrismo adolescente)¹⁶.

No aspecto social, percebe-se claramente progressivo afastamento dos pais e conseqüente aproximação do grupo de amigos. As regras grupais são estabelecidas, como a forma de falar, de se vestir e também de se alimentar. Todos se identificam entre si. A convivência com seus pares é de extrema importância para o adolescente, na medida em que seu grupo funciona como um intermediário entre a família e o mundo externo¹⁴.

Nesse período, o jovem é muito vulnerável a influências externas - moda, linguagem, comportamento e alimentação. Lanches e alimentos industrializados ocupam espaço cada vez maior no aporte calórico diário dos adolescentes¹⁷. Sua opinião sobre sua alimentação reflete sua pouca motivação para mudá-la, conforme demonstrado em um estudo no qual os motivos relatados pelos adolescentes para não se ter alimentação saudável foram: falta de tempo e disciplina própria, falta de preocupação sobre saúde e inconveniência em ter refeições saudáveis¹⁸.

No Brasil, os distúrbios nutricionais representam significativo papel na adolescência, necessitando de mais atenção por parte dos pediatras e clínicos de adolescentes¹⁹. A alimentação na adolescência - hoje muito influenciada pela mídia, padrões socioeconômicos e hábitos de vida - constitui fator de risco importante à saúde

desses indivíduos que, nessa fase da vida, passam por intensas transformações quanto ao seu crescimento e desenvolvimento. A real contribuição dos lanches na composição da dieta desses jovens, em substituição às refeições, não tem recebido a devida importância, tornando essa população cada vez mais exposta a riscos à saúde¹⁷.

Nos dias atuais, poucos indivíduos preservam o importante hábito de realizar as refeições em casa junto com a família. Em relação às refeições realizadas fora do lar, sabe-se que grande parte delas é feita em restaurantes *fast-foods*, com aumento progressivo do tamanho das porções de alimentos. O consumo de alimentos industrializados, sanduíches saturados de molhos artificiais e salgadinhos acondicionados em embalagens faz parte do dia-a-dia dos adolescentes, contribuindo obviamente para a crescente e inadequada ingestão de sal e, conseqüentemente, de iodo.

Dados brasileiros identificam a prevalência de sobrepeso (16,7%) e de obesidade (2,2%), principalmente nas idades entre 10 e 19 anos, devido à ingestão excessiva de nutrientes (IBGE, 2006)²⁰.

A informação sobre hábitos alimentares dos adolescentes é essencial para que educadores e profissionais de saúde possam corrigir hábitos prejudiciais por meio de programas de nutrição e educação alimentar, sobretudo no âmbito escolar, envolvendo ações de promoção à saúde. Atenção especial deve ser dada à influência do iodo nutricional nessa fase da vida, na tentativa de minimizar os efeitos deletérios, tanto da sua carência quanto do seu excesso.

2.6 Aspectos gerais da nutrição de iodo

A deficiência de micronutrientes, de prevalência universal, está marcadamente presente nos países em desenvolvimento. Crianças e adolescentes são particularmente expostos às carências de ferro, zinco, vitamina A e iodo, acarretando sérias conseqüências à saúde. Isso contribui para déficits de crescimento e desenvolvimento, comprometimento do sistema neuronal e imunológico, aumentando consideravelmente a morbimortalidade nessa população²¹.

O iodo é um elemento essencial para o funcionamento da glândula tireoide (do grego *Thyreos*, “escudo”, e *eidos*, “forma”), sendo necessário para o crescimento normal, desenvolvimento e funcionamento adequados, tanto do sistema nervoso central quanto do corpo humano em geral⁵.

O iodo existe primariamente nos oceanos e também está presente na crosta terrestre, sendo que grande quantidade foi isolada durante a glaciação do solo. Em todo o mundo, as áreas montanhosas são as mais privadas desse elemento²². No Brasil, o solo é caracterizado por relevos de áreas geológicas antigas, erodidas e de baixo teor de iodo solúvel nas camadas superficiais²³.

A dieta inadequada de iodo está associada a largo espectro de doenças agrupadas sob o termo de moléstias decorrentes da carência crônica de iodo (MDCCI) ou desordem por deficiência de iodo (DDI). São exemplos da persistência de carência de iodo nutricional: bócio difuso ou multinodular, hipertireoidismo induzido por iodo, hipotireoidismo neonatal ou adulto, diminuição da fertilidade, aumento da mortalidade perinatal, retardo do crescimento, deficiência mental, surdo-mudez e variantes clínicas do cretinismo endêmico (QUADRO 1)²⁴⁻²⁶.

QUADRO 1

Morbidade variável das moléstias associadas à carência crônica de iodo

Feto	Aborto, prematuridade, mortalidade perinatal e neonatal por cretinismo
Criança/Adolescente	Bócio Hipotireoidismo clínico e subclínico, danos de desenvolvimento mentais
Adulto	Bócio e suas complicações, hipotireoidismo, retardo mental endêmico e taxa de fertilidade diminuída

Fonte: Knobel e Medeiros-Neto (2004)⁷.

Como a única fonte de iodo para os seres humanos é a alimentação, existe alto risco com a sua deficiência nos lugares onde os alimentos consumidos provêm de áreas iodo-insuficientes. Quando as necessidades mínimas de iodo não são atingidas no dia-a-dia em determinado segmento populacional, essas anormalidades funcionais podem surgir, particularmente o atraso no desenvolvimento pômbero-estatural (QUADRO 2)⁷.

QUADRO 2

Necessidade diária de iodo

População	Iodo (µg/dia)
Recém-nascidos, crianças pré-escolares	90
Crianças	120
Adolescentes	150
Adultos	150 – 200
Gravidez ou lactação	200 – 300

Fonte: Knobel e Medeiros-Neto (2004)⁷.

O termo “desordens da deficiência de iodo” (DDI) foi criado em 1983 para chamar a atenção de todos os países a respeito dos sérios efeitos adversos da deficiência do iodo, sendo a iodação do sal culinário considerada a principal estratégia para o seu controle⁷.

A recomendação da utilização do sal iodado foi ratificada pela OMS, UNICEF e ICCIDD, reduzindo o impacto da deficiência de iodo nas populações de risco, com diminuição da prevalência de bócio, normalização da função tireoidiana, prevenção do cretinismo endêmico, melhorando, portanto, a sobrevivência e a escolaridade infanto-juvenis. Crianças que vivem em áreas com grave deficiência de iodo podem, ainda, permanecer com seu volume tireoidiano consideravelmente aumentado por mais de quatro anos após a correção da deficiência de iodo²⁷⁻²⁹.

No QUADRO 3 estão listados os critérios para se avaliar a adequação da ingestão de iodo, baseando-se na mediana da concentração urinária de iodo em escolares.

QUADRO 3

Critérios epidemiológicos para se avaliar a adequação da ingestão de iodo, baseando-se na mediana da concentração urinária de iodo em escolares

Iodo urinário (mediana) µg/L	Ingestão de iodo	Nutrição de iodo
<20	Insuficiente	Deficiência grave de iodo
20-49	Insuficiente	Deficiência moderada de iodo
50-99	Insuficiente	Deficiência leve de iodo
100-199	Adequado	Ótima
200 – 299	Mais que adequado	Risco de hipertireoidismo iodo-induzido em torno de 5 a 10 anos da introdução da iodação do sal com altos níveis de iodo
> 300	Excessivo	Risco de desenvolver efeitos adversos (hipertireoidismo iodo-induzido, tireoidite crônica autoimune)

Fonte: WHO (1994)³⁰.

As desordens da deficiência de iodo são citadas como um grave problema de saúde pública em 118 países (TAB. 1). Pelo menos 1,5 bilhão de pessoas são estimadas como vivendo em áreas iodo-insuficientes e em risco de DDI (índice de bócio superior a 5% da população) e pelo menos 665 milhões destas são consideradas portadoras de bócio⁷.

TABELA 1

Número total de pessoas e porcentagem da população por região
vivendo em áreas de risco de DDI ou afetadas por DDI

Região WHO	População	Com risco de		Afetados por		Afetados por danos	
	(Milhões)	DDI		bócio		de desenvolvimento	
		Milhões	%	Milhões	%	Milhões	%
África	550	181	32,8	86	15,6	1,1	0,2
Américas	727	168	23,1	63	8,7	0,6	0,9
Médio Mediterrâneo	406	173	42,6	93	22,9	0,9	2,3
Europa	847	141	16,7	97	11,4	0,9	1,1
Sul-Leste da Ásia	1355	486	35,9	176	13,0	3,2	1,3
Pacífico Oeste	1553	423	27,2	142	9,0	4,5	2,9
TOTAL	5438	1572	28,9	655	12,0	11,2	2,0

Fonte: WHO: *World Health Organization*. / NUT,94.6³⁰.

2.7 Aspectos nutricionais de iodo em diversas partes do mundo

2.7.1 Europa

Em 1999, o Escritório Regional Europeu da Organização Mundial de Saúde adotou a eliminação da deficiência de iodo como um dos alvos do seu plano de ação nutricional. Relatório global do progresso feito para eliminação da deficiência de iodo publicado pela WHO foi submetido à *World Health Assembly* em maio de 2000. Ele mostrou que dos 51 países europeus da WHO, 32 estavam afetados por deficiência de iodo e somente 20 possuíam programas de iodação do sal. A Conferência da Associação Europeia da Tireoide realizada no ano de 2002, em Göteborg, na Suécia, avaliou os dados da deficiência de iodo e os programas de prevenção e controle nesse continente. Ficou claro nessa ocasião o aumento do estado nutricional de iodo entre os europeus³¹.

QUADRO 4

Situação dos países europeus quanto à nutrição de iodo

Adequado (≥ 100 $\mu\text{g/L}$)	Provavelmente adequado	Deficiente ($< 100 \mu\text{g/L}$)	Provável deficiência
--	---------------------------	---	-------------------------

Áustria	Islândia	Bélgica	Albânia
Bósnia	Luxemburgo	Dinamarca	
Bulgária	Noruega	França	
Croácia	Suécia	Alemanha	
Chipre		Grécia	
República Checa		Hungria	
Finlândia		Itália	
Macedônia		Irlanda	
Holanda		Montenegro	
Polônia		Romênia	
Portugal		Eslovênia	
Eslováquia		Espanha	
Servia		Turquia	
Suíça/Reino Unido			

Fonte: Vitti *et al.* (2003)³².

2.7.1.1 Bósnia e Herzegovina

Recentemente, avaliaram-se os resultados da política mandatória de aumento da iodação do sal, dois anos após sua introdução. Crianças de 11 a 14 anos, de todas as regiões dessa federação, rurais e urbanas, foram randomicamente estudadas. O resultado mostrou significativo aumento na média de excreção urinária de iodo (UIE) em todas as regiões, quando comparadas com pesquisa prévia de 1999. A UIE variou de 50,6 a 303,8 µg/L, com média de 139,5 µg/L. Valores <100,0 µg/L foram 15,9% da amostra e não houve UIE <50,0 µg/L. A Federação da Bósnia e Herzegovina é considerada área iodo-suficiente. Entretanto, há necessidade de monitorizações futuras da iodação do sal e também da incidência de hipertireoidismo relacionada ao excesso de iodo³³.

2.7.1.2 Bélgica

Inquérito efetuado na Europa Ocidental, em 1992, exibiu graus leves a moderados de carência de iodo, exceto na Suíça, Noruega, Áustria, Finlândia e Suécia. A Bélgica apresentou ingestão de 50-60 µg/dia de iodo, em torno de duas a quatro vezes abaixo do valor estabelecido pela OMS (100-200 µg/dia). Nova investigação feita anos mais tarde, após recomendações conjuntas de WHO, UNICEF e ICCIDD aos ministérios da saúde

européus para tomarem medidas efetivas para o controle da carência de iodo, concluiu que países como Holanda, França, Eslováquia e Alemanha melhoraram o influxo de iodo, mas a Bélgica permaneceu deficiente. Novo estudo, publicado em 2000, avaliou o volume ultrassonográfico da tireoide e concentração de iodo urinário por meio do *ThyroMobil model*, em crianças de seis a 12 anos. Os resultados mostraram média da UIE de 80 µg/L e prevalência do bócio de 5,7%. Houve redução do iodo urinário com a idade, atingindo valor crítico de 59 µg/L aos 12 anos, junto com prevalência do bócio de 18,4%. Nesse país, a nutrição do iodo melhorou ligeiramente, mas pouca deficiência de iodo permanece³⁴.

2.7.1.3 Portugal

O condado de Oleiros destaca-se desde 1969 como única zona endêmica de bócio no território português. Pesquisa feita com 699 estudantes da referida área concluiu prevalência de bócio endêmico de 27,5%, com predomínio em mulheres, e 10% de UIE abaixo do mínimo recomendado. Tais resultados permitem classificá-la como área de gravidade endêmica moderada para deficiência de iodo³⁵.

2.7.1.4 Espanha

Segundo a OMS, a Espanha é um país iodo-deficiente. Inquérito publicado em 2007 sobre prevalência do bócio na província de litorânea de Alicante estudou o volume ultrassonográfico da tireoide e a UIC de 476 crianças escolares de seis a 11 anos, pelo *ThyroMobil*, e comparou os resultados com os obtidos em pesquisas prévias em outras províncias espanholas. Os escolares que não consumiam sal iodado (8,4%) apresentaram iodúria média de 109,69 µg/L, ou seja, valor dentro da normalidade. Segundo os resultados obtidos, a média total de iodúria foi de 188 µg/L; e 86,5% tinham UIC acima de 100 µg/L (normal), 11,9% iodúria entre 50 e 99 µg/L (deficiência leve de iodo) e apenas 1,5% com iodúria compreendida entre 20 e 49 µg/L (deficiência moderada). Não houve diferença estatisticamente significativa entre as iodúrias em relação à frequência de consumo de pescado, mas todos consumiam produtos marinhos pelo menos uma vez ao mês. Não foi verificado caso de bócio. Entretanto, pesquisas sobre prevalência do bócio, realizadas por

meio de palpação da tireoide em outras províncias espanholas, encontraram 29% em Murcia, 8,2% nas Astúrias, 18,3% na Cataluña, 29,3% em Cádiz e 9% em Madrid.

Comparando os resultados obtidos no presente estudo, 11,1% da população estudada na Cataluña apresentaram iodúria inferior a 50 µg/L; 28,2% dos escolares estudados em Cadiz com iodúria abaixo de 100 µg/L; nas Astúrias, 0,7% exibiu iodúria inferior a 25 µg/L; e, finalmente, em Murcia, 23,8% dos pacientes estudados possuíam iodúria igual ou inferior a 50 µg/L. Não houve relação estatisticamente significativa entre a iodúria e o volume tireoidiano. O consumo de sal iodado não é padronizado entre as províncias da Espanha, variando de 75% em Alicante a 10% em Murcia, números abaixo do recomendado pela OMS, que seria de pelo menos 90% da população. Existe a necessidade de monitorar a iodação do sal na Espanha³⁶⁻⁴⁰.

2.7.1.5 Inglaterra

Em 1924, notável estudo observou 375.000 crianças da Inglaterra e do País de Gales e atentou para o caráter geográfico da distribuição do bócio, com prevalência de até 30% em certos condados. Apenas na década de 1940 iniciou-se programa nacional de iodização do sal. Novas pesquisas nos anos 60 confirmaram a persistência do problema. Nos anos subsequentes, contudo, trabalhos identificaram queda da doença por carência de iodo, mesmo nas áreas tradicionalmente deficientes desse elemento. Era conhecido desde o início do século XX que o suplemento de iodo para o rebanho animal propiciava aumento da lucratividade no setor pecuarista. Tal fato suscitou medidas de incentivo econômico para o acréscimo de sal iodado ao rebanho, inclusive o produtor de leite, resultando em notável aumento do aporte de iodo nesse produto animal. Posteriormente, o governo incentivou oficialmente o consumo do leite, difundindo seu uso para camadas mais humildes da sociedade, de maneira que o influxo diário de iodo aumentou de 80 para 255 µg entre 1952 e 1982. Outros países do norte da Europa também se beneficiaram do leite enriquecido com iodo. Entretanto, foram documentadas altas incidência e mortalidade por tireotoxicose devido ao bócio multinodular tóxico após a adoção de tais medidas, principalmente nas áreas antes iodo-deficientes, especialmente em idosos e mulheres⁴¹⁻⁴⁵.

A Inglaterra é carente de estudos que revelem o atual *status* de iodo de sua população. É considerada iodo-suficiente, mas a falta de inquéritos populacionais expõe as gestantes, seus fetos e as crianças aos riscos da insuficiência de iodo. Trabalho publicado

em 2004 evidenciou deficiência de iodo em 3,5% e nutrição limítrofe desse elemento em 40% das gestantes⁴⁶.

2.7.1.6 França

Estudo nacional intitulado “A deficiência de iodo na França”, publicado em 1999, estudou 12.735 adultos com idades entre 35 e 60 anos e encontrou maior parcela da população com $UIE < 50 \mu\text{g/L}$ nas regiões centro (Auvergne, Limousin) e leste (Alsace, Lorraine, Champagne-Ardennes, Franche-Comte) da França. Verificou-se, também, que a deficiência de iodo ($UIE < 50 \mu\text{g/L}$) aumentou nos indivíduos de maior idade e que a parcela da população mais deficiente de iodo foi a composta de mulheres com idades entre 45 e 60 anos, independentemente da região. A prevalência do bócio nos homens foi de 11,3% e nas mulheres de 13,9%. As médias da UIE foram de 85 e 82 $\mu\text{g/L}$ para homens e mulheres, respectivamente. Dessa forma, a França foi considerada moderadamente deficiente de iodo e ficou claro que deveria haver esforço para promover a iodação do sal como fonte suplementar de iodo⁴⁷.

Inquérito realizado por Pouessel *et al.*, publicado em 2003, apreciou 160 crianças de 10 dias a seis anos de idade, residentes no norte da França, e concluiu que 24% tinham deficiência de iodo ($UIE < 100 \mu\text{g/L}$), sendo a maioria deficiência leve (50-99 $\mu\text{g/L}$). Surpreendentemente, o aleitamento não preveniu a carência do elemento⁴⁸.

A maioria das mulheres grávidas e lactantes da França possui moderada deficiência de iodo, fato que indica a suplementação de iodo em 100 $\mu\text{g/dia}$ para mulheres em idade reprodutiva e 200 $\mu\text{g/dia}$ para aquelas grávidas e lactantes, segundo as recomendações da WHO para prevenção e controle da deficiência de iodo na gravidez e lactação⁴⁹.

Estudo conduzido em 2005 entre 114 crianças hospitalizadas, menores de um ano e residentes também no norte da França analisou UIE (em 95%) e TSH sérico (em 60%). Da amostra avaliada quanto à UIE, 20% portavam deficiência de iodo ($UIE < 100 \mu\text{g/dia}$), sendo os gravemente deficientes ($UIE < 20 \mu\text{g/dia}$) apenas 5%. Em 25% a UIE estava acima de 400 $\mu\text{g/dia}$, indicando que a nutrição de iodo na população em questão não é ótima⁵⁰.

2.7.1.7 Alemanha

Trabalho realizado por Beyersdorf-Radeck *et al.* (2001)⁵¹ avaliou a excreção urinária de iodo em 3.065 escolares de seis a 12 anos em todo o território alemão. Nele, foi encontrada UIE média de 148 µg/L, com 27% do grupo apresentando algum grau de deficiência de iodo: 20% com deficiência leve (50-99 µg/L), 6% com deficiência moderada (20-49 µg/L) e 1% com deficiência grave (UIE<20 µg/L). Os resultados de então permitiram classificar a situação das crianças desse país, segundo os critérios da WHO, como iodo-suficiente, principalmente pela conscientização da sua população no sentido de evitar o bócio. Tendo-se em vista o aumento da ingestão de iodo pela população, investigou-se a prevalência de anticorpo antiperoxidase e tireoidite autoimune em crianças e adolescentes alemães e concluiu-se que esses parâmetros são iguais ou inferiores quando comparados a outras áreas iodo-suficientes⁵².

Novo inquérito publicado em 2007 encontrou UIE média de 117 µg/L entre crianças de seis anos de idade. Tal valor, próximo do limite inferior da normalidade, impõe a necessidade de aumentar a utilização de sal iodado tanto domiciliar quanto industrial, principalmente pelos grupos de alto risco como grávidas e lactantes. A Alemanha é considerada pela WHO como tendo leve carência de iodo^{53,54}.

2.7.1.8 Itália

De acordo com a publicação da OMS referente ao *status* de iodo no mundo, realizada em 2004, a Itália foi classificada como apresentando ingestão insuficiente de iodo e nutrição levemente carente desse elemento. Além disso, os estudos de avaliação do déficit de iodo nesse país restringem-se apenas aos níveis local e regional. Inquérito publicado em 2006 estudou o *status* de iodo de crianças de 11 a 15 anos de idade, residentes na região de Piedmont, com base na avaliação ultrassonográfica e manual da tireoide e UIE, comparando os resultados obtidos entre as áreas urbana e rural. Foram detectadas prevalência de bócio de 3,1%, concentração de iodo urinário média de 115,8 µg/L; 6,8% com UIE < 50 µg/L e ausência de diferenças entre as áreas urbana e rural. Apesar do fato de a região em questão ser considerada iodo-suficiente, os programas de suplementação de iodo são recomendados⁵⁵.

A prevalência do bócio vem declinando na Itália desde a década de 1970, devido à profilaxia silenciosa, adquirida da ingestão de produtos ricos em iodo, secundária ao desenvolvimento socioeconômico. Segundo Vella (2005), a profilaxia silenciosa pode ser

quantificada, com aumento da UIE entre 2,1 e 4 $\mu\text{g/L}$ por ano, apesar de ser três vezes mais lenta que a realizada ativamente. Mesmo assim, representa medida efetiva, teoricamente com custos reduzidos para o Poder Público, para otimizar o influxo de iodo pela população⁵⁶.

Crianças residentes em Turim, entre 11 e 15 anos, relataram prevalência de bócio abaixo de 5%. Apesar disso, 40,5% descreveram UIE inferior ao recomendado pela OMS e em significativa parcela foram verificados dados ultrassonográficos sugestivos de autoimunidade da tireoide. A iodo-profilaxia deve ser executada ativamente também nessa região, devido ao elevado número de crianças deficientes para o elemento em questão⁵⁷. Crianças da região de Veneto também foram analisadas para o *status* nutricional de iodo, sendo encontrados valores de $\text{UIE} < 100 \mu\text{g/L}$ entre 30 e 35%, principalmente entre as que não consumiam sal iodado. A prevalência ultrassonográfica do bócio foi de aproximadamente 7% e apesar dessa região não ser considerada, a rigor, iodo-deficiente, a profilaxia de sal iodado deve ser usada, em vista do alto número de crianças deficientes de iodo⁵⁸.

2.7.1.9 Polônia

No início da década de 1990, 90% da Polônia apresentaram-se como área de moderada deficiência de iodo. Tal fato fez com que em 1997 fosse instituída uma política de iodação obrigatória do sal nesse país. Trabalho publicado em 2001 por Szybinski *et al.*⁵⁹ avaliou o impacto de tal política, comparando, por meio de ultrassonografia da tireoide e iodúria, os resultados obtidos em estudos prévios com os seus, pesquisando crianças da mesma região. Foi verificada diminuição de 38,4 para 7% da prevalência do bócio e aumento de 60,4 para 96,2 $\mu\text{g/L}$ da concentração de iodo urinário. Apesar da efetividade da profilaxia baseada na iodação do sal, a Polônia continua com leve deficiência de iodo.

Outros trabalhos confirmam a eficácia da iodação profilática do sal contra as DDI⁶⁰⁻⁶², apesar de ser registrado aumento na incidência de doenças autoimunes da tireoide⁶³. Inquérito nacional é necessário para avaliar representativamente a população polonesa.

2.7.1.10 Suíça

Desde a iodação do sal introduzida de forma pioneira na Suíça, em 1922, as desordens por deficiência de iodo atingiram pequena parcela da população suíça, de maneira que esse país vem ocupando há longa data a posição de iodo-suficiente nos inquéritos longitudinais de monitorização do *status* de iodo realizados pela OMS. Na década de 1990, foram apurados baixos níveis de iodo urinário em populações suíças, principalmente crianças e mulheres grávidas, fato que estimulou o aumento da concentração de iodo no sal. Trabalho publicado em 2001, por Hess *et al.*, estudou amostras de crianças escolares e gestantes representativas do país e informou concentração de iodo urinário de 115 e 138 µg/L, respectivamente, além de nenhum caso de bócio entre as crianças, utilizando-se o meio ultrassonográfico. A população suíça foi considerada, portanto, adequada para o *status* de iodo. Não há dados recentes da situação de iodo nesse país na literatura^{64,65}.

2.7.1.11 Áustria

Esse país, como os demais incluídos no território europeu, tem deficiência natural de iodo no solo. Em 1963, por lei federal, passou-se a adicionar ao sal de cozinha 10 mg de KI/kg de cloreto de sódio (NaCl); na década de 1990, esse número foi aumentado para 20 mg/kg de NaCl. Investigação em 12 países europeus realizada em 1992 demonstrou que a maioria deles apresentava-se como moderado ou gravemente deficiente de iodo, entre eles a Áustria.

Novo inquérito publicado em 1997 avaliou possíveis melhoras no *status* de iodo nesses países, estudando crianças em idade escolar quanto a volume ultrassonográfico da tireoide e concentração de iodo urinário por intermédio de unidade móvel (*ThyroMobil van*). O resultado não mostrou diferenças em relação ao último inquérito na maioria deles, inclusive na Áustria.

Trabalho publicado em 2002 estudando a situação do iodo em idades diferentes, incluindo adultos, na província austríaca de Caríntia, usando os mesmos parâmetros dos demais estudos, encontrou UIE de 163,7 µg/grama de creatinina em homens e 183,3 µg/grama de creatinina em mulheres e prevalência de bócio de 34,3% em mulheres e 21,3% em homens. As elevadas prevalências de bócio foram justificadas como consequência de deficiência antiga de iodo. Tais dados evidenciam suficiência de iodo em tal país.

Outro estudo publicado em 2003, por Vitti *et al.*³², corrobora tal informação na medida em que obteve valores médios de $UIE \geq 100 \mu\text{g/L}$. Pesquisas recentes são necessárias para avaliar o atual *status* de iodo, principalmente nas populações de alto risco de deficiência do elemento: grávidas e crianças^{66,67}.

2.7.1.12 Dinamarca

A Dinamarca classificou-se como deficiente de iodo no inquérito publicado pela OMS em 2004, que tratou de avaliação internacional do *status* de iodo. A fortificação mandatória do sal com iodo ocorreu em 2000. Publicação no mesmo ano, em que populações adultas de diferentes regiões desse país foram analisadas, verificou UIE de 61 e 45 $\mu\text{g/L}$ nas regiões de Copenhagen (leste da Dinamarca) e Aalborg (oeste da Dinamarca), respectivamente, e aumento da prevalência do bócio no grupo com idades entre 40 e 45 anos. A ingestão de iodo foi insuficiente em tais regiões, mesmo naqueles indivíduos orientados a se alimentarem de fontes ricas desse elemento, como peixes. O leite foi considerado a principal fonte de iodo.

Outro trabalho, conduzido entre 2004 e 2005, avaliou prospectivamente os resultados de quatro anos de iodação do sal, comparando os dados recentes com estudo prévio realizado nas mesmas regiões, utilizando procedimentos de investigação similares. As regiões investigadas foram de Copenhagen e Aalborg, consideradas previamente como leve e moderadamente deficientes de iodo, respectivamente. Os grupos estudados foram: mulheres com idades entre 18 e 22 anos, 25 e 30, 40 e 45 e 60 e 65 e homens entre 60 e 65 anos. Mulheres grávidas foram incluídas. Os indivíduos foram avaliados, entre outros parâmetros, por ultrassonografia da tireoide. Foi encontrada redução no volume ultrassonográfico da tireoide, independentemente de idade e sexo, e normalização do mesmo nos grupos de menor idade, depois de quatro anos de iodação do sal. Os dados, enfim, indicam ingestão de iodo próxima do valor ótimo. Entretanto, casos de hipertireoidismo com base supostamente autoimune foram registrados em populações jovens, em estudo feito seis anos após iodação do sal⁶⁸⁻⁷¹.

2.7.1.13 Grécia

Na década de 1960 existia prevalência média de 60% de bócio não tóxico entre crianças de ambos os sexos e 12% de anticorpos antitireoide em adultos na Grécia, de forma que os índices mais preocupantes estavam confinados às regiões montanhosas do país. A ingestão de iodo aumentou significativamente, atingindo cerca de 200 µg/dia (valor recomendado pela OMS 150-200 µg/dia) na década de 1990. Proporcionalmente, a excreção urinária do elemento também aumentou. Apesar da gravidade do problema, nunca se instalou um programa oficial de iodação do sal. Houve lento processo de otimização da ingestão de iodo devido às melhorias das condições socioeconômicas da população observadas a partir de 1980, o que configurou a chamada iodo-profilaxia silenciosa. Como consequência, verificaram-se a eliminação da deficiência de iodo e declínio significativo das taxas de bócio. Mais recentemente, foi registrado aumento da incidência de doença autoimune da tireoide, especialmente entre jovens do sexo feminino, atribuído, entre outros possíveis fatores, ao excesso de iodo na alimentação.

Kaloumenou *et al.* avaliaram, entre outros, a prevalência de bócio em áreas consideradas iodo-suficientes (região de Atenas). Foram acompanhadas crianças entre cinco e 18 anos utilizando-se ultrassonografia da tireoide e excreção urinária de iodo. Foram referidas prevalência de bócio de 3,2%, UIE de 307,83 µg/g, creatinina de 9,2% e ecoestrutura da tireoide alterada (presença de um ou mais nódulos e/ou hipoecogenicidade). Os fatores determinantes do volume tireoidiano foram, para os dois sexos: idade, área de superfície corporal e estágio de desenvolvimento puberal⁷²⁻⁷⁴.

2.7.1.14 Hungria

A Hungria não dispõe de um programa oficial obrigatório de iodo-suplementação do sal. Até o final do século XX, todo o território húngaro era considerado iodo-deficiente, com exceção de pequenas áreas situadas na região de Great Plains, leste do país. Inquérito publicado em 2000 estudou a situação do iodo em 313 mulheres grávidas residentes na cidade de Debrecen, situada nessa região, com base nos parâmetros: concentração do iodo urinário, volume ultrassonográfico da tireoide e testes de função tireoidiana. Foram encontradas concentrações de iodo urinário abaixo do recomendado pela OMS em 57,1% das participantes, estando 15,6% com valores inferiores a 25 µg de iodo/g de creatinina (deficiência grave, segundo o inquérito em questão). Reduzida deficiência do elemento foi constatada nas mulheres não grávidas do grupo-controle. O uso regular do sal iodado não influenciou os resultados, mas as que tomaram suplemento multivitamínico em forma de comprimidos dose única diária com 150 µg de iodo tiveram taxas mais altas de UIE. Entretanto, apenas 55% dessas tiveram valores suficientes de UIE, o que deu a tal complemento sucesso apenas parcial. A avaliação por ultrassonografia da tireoide encontrou volumes mais alargados da glândula nas mulheres com menos UIE. Foi descrita taxa de bócio de 19,2%. O *status* nutricional do iodo deve ser reavaliado e monitorado continuamente, mesmo nas áreas consideradas sem risco para iodo-deficiência.

Dados de crianças em idade escolar são escassos e não acessíveis aos meios convencionais de consulta. Acredita-se que no país esteja ocorrendo a chamada profilaxia silenciosa para a deficiência de iodo. Contudo, programas governamentais obrigatórios de iodação do sal são requeridos^{75,76}.

2.7.1.15 Federação russa

A avaliação mundial do *status* de iodo publicada pela OMS em 2004 apontou a Rússia como de leve deficiência de iodo. Porém, os inquéritos utilizados como referências abrangeram níveis apenas locais. Dados atuais sobre esse país são escassos na literatura. Muitos estão publicados em língua russa ou foram realizados por instituições internas, de maneira que não se encontram disponíveis nas fontes convencionais de pesquisa. Trabalho publicado em 2002³¹ avaliando mulheres em idade reprodutiva de uma região montanhosa chamada Shoria analisou, entre outros, a estrutura ultrassonográfica e testes de função da tireoide e a excreção urinária de iodo; 62% da amostra apresentaram alterações da tireoide,

a destacar: 18% de bócio não tóxico difuso; 6,3% de tireoidite autoimune e níveis abaixo do recomendado de iodúria, o que sugere fortemente que a região é iodo-insuficiente⁷⁷.

2.7.2 Índia

A deficiência de iodo é problema nacional de saúde pública na Índia. Brahmhatt *et al.* relataram a gravidade da deficiência de iodo na população adulta e pediátrica na província de Gurajat⁷⁸.

No distrito de Kangra, em Himachal Pradesh, estudos mostraram prevalência de bócio em 55% da população, em 1956. Após intervenção, entre 1955 e 1961, essa prevalência baixou para 20-30%⁷⁹.

Em 1973, novos trabalhos notificaram que o programa de iodação do sal continuava reduzindo a incidência de bócio, agora para 8,5-9,1%. Em 1999, esse índice foi de 12%⁷⁹. Em 2004, estudos dirigidos objetivaram analisar a prevalência das DDIs nesse distrito, após 40 anos de iodação do sal alimentar, estimando o conteúdo de iodo no sal consumido pela população. Embora tenha havido considerável diminuição da incidência de bócio, esses índices ainda apresentavam-se bem acima de 5%, indicando a necessidade da continuidade dos programas de iodação do sal e permanente monitorização⁷⁹.

2.7.3 Estados Unidos da América

O uso do sal iodado nos Estados Unidos da América (EUA) iniciou-se no meio-oeste em 1922. As taxas de bócio experimentaram franca queda depois que os produtos alimentícios passaram a ser preparados com ele. Depois de 50 anos, as desordens devido ao excesso de iodo (hipotireoidismo iodo-induzido, hipertireoidismo, tireoidite autoimune) passaram a ser preocupações maiores que as DDIs. A partir de 1984 foi verificada diminuição da ingestão de iodo, atribuindo-se esse fato, em parte, à diminuição do iodo suplementar utilizado nas indústrias alimentícias. Estudo publicado por Hollowell *et al.*, em 1998, comparou dados do *status* de iodo na população dos EUA, obtidos por meio de duas pesquisas prévias de abrangência nacional. A primeira, *National Health and Nutrition Examination Surveys* (NHANES I), foi conduzida entre 1971 e 1974 e a segunda, NHANES III, avaliou os norte-americanos entre 1988 e 1994. As concentrações médias de iodo urinário foram de 320 e 145 µg/L, respectivamente. Apesar de o *status* de iodo

corporal ser considerado normal nos dois inquéritos, verificou-se que os pacientes com UIE < 50 µg/L (11,7%) aumentaram quase 4,5 vezes no NHANES III em relação ao NHANES I. O aumento da porcentagem de mulheres grávidas (6,7%) e mulheres em idade fértil (14,9%) com UIE < 50 µg/L no NHANES III gerou preocupação pelo risco de lesões cerebrais irreversíveis nos fetos. Portanto, os valores de UIE dentro dos limites aceitáveis não garantiram que os grupos de alto risco não estivessem sujeitos à deficiência de iodo. Os Estados Unidos são considerados iodo-suficientes atualmente. Entretanto, estudos têm orientado alimentação suplementar de iodo para mulheres grávidas e lactantes⁸⁰.

2.7.4 América Latina

A deficiência de iodo tem sido problema de saúde pública na maioria dos países latino-americanos. Programas maciços de iodação do sal têm alcançado grandes progressos para a eliminação do problema, mas uma monitoração eficiente não tem sido aplicada⁸¹.

Pretell *et al.*¹¹, usando o modelo *ThyroMobil*, visitaram 163 localidades de 13 diferentes países. Esse projeto consiste de um veículo equipado de ultrassom portátil e coletores específicos para armazenar amostras de urina e sal, percorrendo diferentes localidades em todo o mundo. Selecionaram randomicamente escolares de ambos os sexos, entre seis e 12 anos de idade. A concentração média, excretada das 8.208 amostras urinárias, variou de 72 a 540 µg/L. Em um desses 13 países a excreção urinária de iodo estava abaixo de 100 µg/L, em cinco os níveis estavam entre 100 e 200 µg/L e em sete, acima de 200 µg/L, sendo que em três desses países os níveis foram acima de 300 µg/L. O teor de iodo no sal consumido pela população desses países variou de 5,9 a 78 ppm e foi superior a 15 ppm em 83,1% de todas as amostras somente em sete países. Esse trabalho, o primeiro a aplicar a estratégia de determinação por estudo standardizado da atual nutrição pelo iodo na América Latina, identificou notável redução da deficiência de iodo. Mas constatou, também, a excessiva presença de iodo na urina sem que, contudo, seus efeitos colaterais fossem devidamente investigados. Os resultados da pesquisa de Pretell levaram dois dos países visitados (Brasil e Chile) a reduzirem a concentração de iodo no sal produzido. O estudo salientou, ainda, a necessidade de monitorização regular da nutrição de iodo e da função tireoidiana, especialmente em países expostos ao excesso de iodo nutricional¹¹.

2.7.5 Brasil

Desde a década de 20, a estratégia empregada para a suplementação de iodo a populações deficientes tem sido a iodação do sal comestível. Atualmente, há consenso de que tal medida é a melhor forma de reposição de iodo para grandes populações, tanto do ponto de vista prático quanto por seu baixo custo⁸². Recomenda-se, no Brasil, a ingestão diária de iodo em torno de 100 a 200 µg por dia, quando não há distúrbios por deficiência de iodo; e de 300 a 400 µg em casos de tal deficiência⁸³.

Após o estabelecimento da obrigatoriedade da adição de iodo no sal na década de 50, o Ministério da Saúde (MS)⁸⁴ realizou quatro estudos de base populacional para avaliar o impacto e a eficácia dessa intervenção no Brasil. Tais inquéritos registraram significativa redução nas prevalências de bócio em todo o país. Os resultados mostraram as seguintes taxas de prevalência de bócio:

1955 – 20,7%

1974 – 14,1%

1995 – 1,3%

2000 – 1,4%

Na tentativa de sanar a carência crônica de iodo em nosso país, desde 1955 as autoridades sanitárias e o Congresso Nacional vêm criando diplomas legais (leis, portarias, resoluções ministeriais) (ANEXO A) para manutenção de prevalência inferior a 5% na população^{7,85}.

O Ministério da Saúde, em inquérito realizado em 1995, encontrou taxa de prevalência de bócio muito baixa (<5%) em escolares brasileiros, porém a UIE, em cerca de 17.000 amostras, enfatizou que 50% dos examinados apresentavam menos de 100 µg de iodo por litro de urina, indicando carência de iodo nutricional. Após nova lei sobre iodação do sal (1995) e constante supervisão pela recém-criada Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os limites foram ampliados para 40-100 mg de iodo por quilograma de sal. Sabe-se que o sal adequado para a saúde deve conter entre 20 e 60 mg de iodo para cada quilograma de sal^{7,86}.

Novamente, o Ministério da Saúde, em maio-junho de 2000, realizou levantamento de norte a sul do Brasil, compreendendo 21 municípios onde haviam as chamadas cidades-(vilas)-sentinelas, nas quais o inquérito de 1995 havia detectado deficiência crônica de iodo⁷.

Para surpresa geral, a UIE em escolares foi muito elevada, sendo que 86,5% apresentavam níveis de iodúria acima de 300 µg/L e metade dos escolares mostrava valores acima de 500 µg/L. Notou-se, também, em 5% dos examinados, níveis extremamente elevados de iodúria (acima de 900 µg/L). Cerca de 50% das amostras de sal continham mais de 60 mg de iodo por quilograma de sal. Tal estudo concluiu que a concentração de iodo no sal estava acima do recomendado pelo Ministério da Saúde e que a população estava ingerindo mais quantidade de sal/ pessoa/ dia, levando à exagerada presença de iodo na urina⁷.

Em Ouro Preto, Minas Gerais, em 2002, Nimer *et al.* acompanharam 280 alunos de duas escolas de ensino fundamental, uma particular e outra pública. Recolheram amostras de urina desses escolares bem como amostras de sal culinário consumido nas residências dos estudantes da pesquisa. Os níveis de concentração de iodo na urina foram considerados normais em 92,2% dos alunos da escola particular e em 42,6% dos alunos da escola municipal. Na dosagem do teor de iodo no sal de consumo humano ingerido pelos alunos da escola pública, 89,9% das amostras apresentaram níveis abaixo da exigência legal. No caso dos alunos da escola particular, esse valor foi de 40,9%⁸⁷.

2.8 O excesso de iodo nutricional

Apesar dos acentuados avanços na prevenção das DDIs, estas ainda continuam sendo uma grande ameaça para a saúde da população de todo o mundo, particularmente em pré-escolares e gestantes⁸¹. A universalização da iodação do sal domiciliar continua sendo a principal estratégia usada para o controle da deficiência de iodo⁸⁸.

Globalmente, 66% dos domicílios, agora, têm acesso ao sal enriquecido com iodo. O iodo nutricional é um importante fator no sentido de se avaliar o risco de moléstias da glândula tireoide¹².

Por outro lado, em alguns países, notou-se que a quantidade de iodo trazida pelo sal, somada a outras possíveis fontes de iodo - xaropes expectorantes para asma, tabletes para purificação da água, contrastes para uso radiológico, cremes iodados, entre outros -, poderia contribuir para o excesso desse elemento no organismo²⁹.

Muito recentemente, Teng *et al.*¹⁰ conduziram pesquisa sobre a prevalência de tireoidite crônica autoimune em três províncias da China. A província 1, com deficiência crônica de iodo (iodúria abaixo de 100 µg/L); a província 2, com nível adequado de

ingestão de iodo (iodúria mediana em torno de 200 µg/L); e a província 3, com excessivo consumo nutricional de sal. Após cinco anos nessas condições de ingestão de iodo, notou-se que a província 3 exibiu prevalência de 14,9% de tireoidite de Hashimoto, comparativamente a 2,1 % na província 1, de baixa ingestão do halógeno.

O excessivo consumo de iodo é fator permissivo para que indivíduos geneticamente susceptíveis apresentem o fenômeno de autoimunidade dirigido contra antígenos da glândula tireoide, resultando em tireoidite crônica, com progressiva condução à destruição de folículos, e eventual hipotireoidismo¹⁰.

Pretell *et al.* (2004)¹¹, em pesquisa realizada na América Latina, chamou a atenção para os elevados níveis de iodo urinário na população de escolares de seis a 12 anos, principalmente pela inexistência de um programa de monitorização.

Importante trabalho foi publicado por Duarte *et al.* (2003), no qual avaliaram 844 escolares entre seis e 14 anos, de seis diferentes regiões do estado de São Paulo, pelo estudo ultrassonográfico da tireoide e determinação da iodúria. Identificaram que 53% dos escolares apresentavam valores de iodo urinário acima de 300 µg/L, 21% excretavam acima de 600 µg/L e em torno de 1% tinha valores superiores a 1.000 µg/L. Concluíram que a maior ingestão de sal ocasionou excessiva introdução de iodo no organismo²⁹.

Extrapolando-se esses dados para a população geral, pode-se admitir, como realidade, a possível elevação de hipertireoidismo por excesso de iodo, bem como alta prevalência de tireoidite crônica autoimune, predominantemente na população feminina²⁹.

Em 2006, Camargo *et al.*⁸⁹ realizaram pesquisa populacional em municípios vizinhos à capital do estado de São Paulo, visando avaliar a prevalência de tireoidite crônica de Hashimoto em indivíduos de 20 a 70 anos (80% mulheres e 20% homens). O critério de diagnóstico de tireoidite crônica autoimune foi baseado em:

- Características ultrassonográficas de hipoecogenicidade pronunciada (grau 3 ou 4);
- níveis séricos de anticorpos antiTPO positivos;
- hipotireoidismo foi definido por TSH > 5 mUI/L e T₄ livre abaixo de 0,90 ng/dL;
- todos os pacientes coletaram amostra casual de urina para dosar iodo.

Os resultados obtidos pelo exame de 829 indivíduos indicaram a elevada prevalência de tireoidite crônica de Hashimoto (17,9%), com 6,5% dos pacientes já com hipotireoidismo associado. A tireoidite crônica autoimune era aproximadamente cinco vezes mais prevalente em mulheres, comparativamente aos homens.

O valor mediano da excreção de iodo urinário foi de 306,4 µg iodo/L. Em torno de 59% dos indivíduos testados apresentavam iodúria acima de 301 µg iodo/L. Não houve

correlação positiva e significativa entre os valores individuais de iodúria e a existência de tireoidite crônica. A interpretação seria de que a iodúria não exclui o excesso de iodo nutricional no passado (1998-2004), o qual, por sua vez, seria o fator ambiental mais importante, pela sua intensidade e duração para elevar a prevalência de tireoidite crônica⁸⁹.

Concluiu-se, com o estudo de Camargo *et al.*, que níveis elevados de adição de iodato de potássio ao sal (40 a 100 mg/kg de sal), de 1998 a 2003, poderiam ter efeito permissivo, no sentido de elevar substancialmente a prevalência de tireoidite crônica autoimune em indivíduos geneticamente susceptíveis¹².

REFERÊNCIAS

1. Jamesson Jr, Weetman AP. Distúrbios da glândula tireoide. *In: Medicina Interna*. 15. ed. 2002. McGraw Hill. Rio de Janeiro, 2189 p.

2. Larsen PR, Terry FD, Schlumberger MJ, Hay ID. Cap iodine and the synthesis and secretion of thyroid hormones. *In: Kronenberg: Williams Textbook of Endocrinology*. 11th ed. Saunders, 2008.
3. Goldman L, Ausiello D. Tratado de Medicina Interna. 22. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005; v. 1:1617-1641.
4. Guyton A, Hall C, John E. Tratado de fisiologia Médica. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002; 802-812.
5. Kasper DL, Braunwald E, Longo DL, Hauser SL, Fauci AS, Jamerson JL. Harrison Tratado de Medicina Interna. 16. ed. Rio de Janeiro: Mc Graw–Hill Interamericana do Brasil, 2006; 2208-2232.
6. Alves MLD, Maciel RMB, Kunii I, Iazigi N. Correlação entre níveis de iodúria e TSH colhido em cordão umbilical de recém-nascidos do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, São Paulo. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2005 ago; 4(4).
7. Knobel M, Medeiros-Neto G. Moléstias associadas à carência crônica de iodo. São Paulo: *Arq Brás Endocrinol Metab* 2004; 48(1).
8. Lee SL, Ananthakrishnan S, Pearce EN. Iodine deficiency. 2006. Disponível em: [www.emedicine.com/med/fulltopic/topic1187.htm#section - treatment](http://www.emedicine.com/med/fulltopic/topic1187.htm#section-treatment). Acessado em fevereiro de 2010.
9. Roti E, Uberti ED. Iodine excess and hyperthyroidism. *Thyroid* 2001 May; 11(5):493-500.
10. Teng W, Shan Z, Teng X, Guan H, Li Y, Jin Y, *et al*. Effect of iodine intake on thyroid diseases in China. *N Engl J Med* 2006; 353:2783-93.
11. Pretell EA, Delange F, Hostalek U, Corigliano S, Barreda L, Higa AN, *et al*. Iodine nutrition improves in Latin America. *Thyroid* 2004; 14:590-599.
12. Camargo RYA, Tomimori EK, Neves SC, Knobel M, Medeiros-Neto G. Prevalence of chronic autoimmune thyroiditis in the urban area neighboring a petrochemical complex and a control area in São Paulo, Brasil. *Clinic* 2006; 61(4):307-312.
13. Maakaroun MF, Souza RCP. A consulta do adolescente. *In: Sociedade Brasileira de Pediatria. Tratado de Pediatria*. 1. ed. Barueri, SP: Manole, 2007; 341 p.
14. Aberastury A, Knobel M. Adolescência normal. 6. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1981.
15. Ferreira RA, Romanini MAV, Beirão MMV, Miranda SM. Adolescente: particularidades do atendimento. *In: Leão E, Corrêa EJ, Mota JAC, Viana MB. Pediatria ambulatorial*. 4. ed. Belo Horizonte: Coopmed, 2005. p. 97-110.
16. Piaget J. Seis estudos de Psicologia. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1985.

17. Feijo RB, Sukster EB, Friedrich L, Fialho L, Dziekaniak KS, Christine DW, *et al.* Estudo de hábitos alimentares em uma amostra de estudantes secundaristas de Porto Alegre. São Paulo: *Pediatria* 1997; 19:257-62.
18. Rees JM. The overall impact of recently developed foods on the dietary habits of adolescents. *J Adol Health* 1992; 13:389-91.
19. Saito MI. Nutrição. *In*: Coates V, Françoso LA, Beznos GW. *Medicina do adolescente*. 1. ed. São Paulo: Sarvier 1993: 37-50.
20. Brasil. Ministério da Saúde, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e Ministério do Planejamento, orçamento e gestão. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003. Antropometria e análise do estado nutricional de crianças e adolescentes no Brasil. Disponível em <www.ibge.gov.br>.
21. Winichagoon PM, Mckenzie JE, Chavasit V, Pongcharoen T, Gowachirapaut S, Boompradern A, *et al.* A multimicronutrient-fortified seasoning powder enhances the hemoglobin, zinc and iodine satatus of primary school children in north east thailand: a randomized controlled trial of efficacy. *J Nutrit* 2006; 136:1617-1623.
22. Vitti P, Delange F, Pinchera A, Zimmermann M, Dunn J. Iodine deficiency disorders in Europe. *Public Health Nutrition* 2003; 4(2 B):529-535.
23. Correa Filho HR, Vieira JBF, Silva YSP, Coelho EG, Cavalcante FAC, Pereira LMP, *et al* Inquérito sobre a prevalência de bócio endêmico no Brasil em escolares de 6 a 14 anos: 1994 a 1996. *Rev Panam Salud Publica/ pan Am J Public Health* 2002; 12(5).
24. Boyage S. Iodine deficiency disorders. *J Clin Endocrinol Metab* 1993; 77(3):587-91.
25. Coronho V, Petroianu A, Santana EM, Pimenta LG. *Tratado de endocrinologia e cirurgia endócrina*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan 2001: 1535 p.
26. Maciel LMZ, Magalhães PKR. Tireóide e gravidez. *Arq Bras Endocrinol Metab*, São Paulo, v.52, n.7, p.1084 -1095; São Paulo, 2008.
27. World Health Organization. Fifty-second World health assembly – provisional agenda etem 13; Geveva: WHO, 1999.
28. Brasil. Ministério da Saúde, Ministério da Ciência e Tecnologia, FINEP, DECIT. Termo de referência da pesquisa nacional para avaliação do impacto da iodação do sal. 2006. Disponível em <www.finep.gov.br>. Acesso em outubro de 2010.
29. Duarte GC, Tomimori EK, Boriolli RA, Ferreira JE, Catarino RM, Camargo RYA, *et al.* Avaliação ultrassonográfica da tireoide e determinação da iodúria em escolares de diferentes regiões do Estado de São Paulo. *Arq Bras de Endocrinol & Metab* 2004; 48(6):842-848, 2004.

30. Who. World Health Organization Indicators for assessing Iodine Deficiency Disorders and their control through salt iodization. Micronutrient Series. Document. Geneva: WHO, 1994. 55 p.
31. Delange F. Iodine deficiency in Europe anno 2002. *Thyroid International* 2002; 5:3-18.
32. Vitti P, [Francois D, Pinchera A](#), Zimmermann M, Dunn JT. Europe is iodine deficient. *The Lancet* 2003; 361:1226 DOI:10.1016/S0140-6736(03)12935-2.
33. Tahirovic H, Imsiragic-Zovko S, Toromanovic A, Begic L. Assessment of the success of implementation of new rule book on salt iodination in Federation of Bosnia and Herzegovina. *J Endocrinol Invest* 2007 Jan; 30(1):9-12. PMID: 17318016.
34. Delange F, Onderberg AV, Shabana W, Vortongen F, Dramaix M, Vandeneulebroucke E. Silent iodine prophylaxis in Western Europe only partly corrects iodine deficiency; the case of Belgium. *Eur J Endocrinol* 2000; 143 189-196.
35. Mendes H, Zagalo-Cardoso JA. Endemic goiter epidemiological study of prevalence in Oleiros. *Acta Med Port* 2002 Mar-Apr; 15(2):101-11.
36. [Zubiaur CA](#), [Zapico MD](#), [Ruiz PL](#), [Sanguino LL](#), [Sánchez FJ](#), [Alfayate GR](#), *et al.* Iodine nutritional *status* in the school-aged population in Alicante (Spain). *An Pediatr (Barc)* 2007 Mar; 66(3):260-6.
37. Serrano CS, Tebar MJ, Hernández MA, Valdés CM, Álvarez CI. Trastornos derivados de la deficiencia de yodo en la Comunidad Autónoma de la región de Murcia. *Rev Clin Esp* 1993 Jun; 193:55-9.
38. Delgado E, Díaz-Cadorniga FJ, Tartón T, Bobis ML, Valdés MM, Méndez A. Erradicación de los trastornos de yodo en Asturias (España): 18 años de yodoprofilaxis con sal. *Endocrinol Nutr* 2004 Jan; 51:492-6.
39. Serna MC, Serra ML, Gasco EE, Peremiquel LM, Vila BL, Ibarz EM. Situación actual de la endemia de bocio y del consumo de yodo en la población del Pirineo y de la comarca del Segriá de Lleida. *Aten Primaria* 2001 fev; 27:258-62.
40. Madueño AJ, Cabezas PB, Díaz OJ, Benítez RE, Ruiz GM, Gómez A. Prevalencia de bocio y deficiencia de yodo en población escolar de una zona básica de salud tradicionalmente endémica. *Aten Primaria* 2001 abr; 27: 258-62.
41. Trotter WR, Cochrane AL, Benjamin IT, Miall WE. A goitre survey in the Vale of Glamorgan. *Br J Prev Soc Med* 1962 Jun; 16:16-21.
42. Kilpatrick R, Milne JS, Rushbrooke M, Wilson ESB, Wilson GM. A survey of thyroid enlargement in two general practices in Great Britain. *Br Med J* 1963 Jan; 1:29-34.
43. Wenlock RW, Buss DH, Moxon RE, Bunton NG. Trace nutrients 4. Iodine in British food. *Br J Nutr* 1982 May; 47: 381-90.

44. Barker DJP, Phillips DIW. Current incidence of thyrotoxicosis and past prevalence of goitre in 12 British towns. *Lancet* 1984 Sep; li: 567-70.
 45. Phillips DIW, Barker DJP, Wmter PD, Osmond C. Mortality from thyrotoxicosis in England and Wales and its association with the previous prevalence of endemic goitre. *J Epidemiol Comm Health* 1983 Dec; 37:305-309.
 46. Kibirige MS, Hutchison S, Owen CJ, Delves HT. Prevalence of maternal dietary iodine insufficiency in the north east of England: implications for the fetus. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* 2004 Sep; 89:F436–F439.
 47. [Valeix P](#), [Zarebska M](#), [Preziosi P](#), [Galan P](#), [Pelletier B](#), [Hercberg S](#). Iodine deficiency in France. *Lancet* 1999 May; 22;353(9166):1766-7.
 48. Pouessel G, Bouarfa K, Soudan B, Sauvage J, Gottrand F, Turck D. Iodine nutritional *status* and risk factors for iodine deficiency in infants and children of the french north department. *Arch Pediatr* 2003 Feb; 10(2):96-101.
 49. Caron P, Glinoe D, Lecomte P, Orgiazzi J, Wémeau JL. *Status* of iodine nutrition in France: prevention of iodine deficiency in pregnant and lactating women. *Ann Endocrinol* 2006 Sep; 67(4):281-6.
 50. Pouessel G, Damie R, Soudan B, Weill J, Gottrand F, Turck D. *Status* of iodine nutrition of children until 1 year: Consequences on the thyroid function. *Arch Pediatr* 2008 Aug; 15(8):1276-1282.
 51. Beyersdorf-Radeck B, Below H, Demuth M, Seelig K. Urinary iodine levels within normal range in German school-age children. *Med Klin* 2001 Mar; 15;96(3):125-8.
 52. Kabelitz M, Liesenkötter KP, Stach B, Willgerodt H, Stäblein W, Singendonk W, *et al.* The prevalence of anti-thyroid peroxidase antibodies and autoimmune thyroiditis in children and adolescents in an iodine replete area. *Eur J Endocrinol* 2003 Mar; 148(3):301-7.
 53. Thamm M, Ellert U, Thierfelder W, Liesenkötter KP, Völzke H. Iodine intake in Germany. Results of iodine monitoring in the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2007 May-Jun; 50(5-6):744-9.
 54. Gärtner R. Is iodine deficiency still relevant? *MMW Fortschr Med*. 2007 Feb; 22;149(8):29-32.
- Saggiorato E, Arecco F, Mussa A, Sacerdote C, Rossetto R, Origlia C, *et al.* Goiter prevalence and urinary iodine *status* in urban and rural/mountain areas of Piedmont region. *J Endocrinol Invest* 2006 Jan; 29(1):67-73.

- Vella V. Goitre decline in Italy and contribution of the silent and active prophylaxis. *Br J Nutr* 2005 Nov; 94(5):818-24.
- Saggiorato E, Mussa A, Sacerdote C, Rossetto R, Arecco F, Origlia C, *et al.* Thyroid volume and urinary iodine excretion in the schoolchild population of a Northwestern Italian sub-Alp metropolitan area. *J Endocrinol Invest* 2004 Jun; 27(6):516-22.
- Busnardo B, Nacamulli D, Frigato F, Vianello-Dri A, De Vido D, Mian C, *et al.* Normal values for thyroid ultrasonography, goiter prevalence and urinary iodine concentration in schoolchildren of the Veneto Region, Italy. *J Endocrinol Invest* 2003 Oct; 26(10):991-6.
55. Szybinski Z, Delange F, Lewinski A, Podoba J, Rybakowa M, Wasik R, *et al.* A programme of iodine supplementation using only iodised household salt is efficient--the case of Poland. *Eur J Endocrinol* 2001 Apr; 144(4):331-7.
56. Korpala-Szczyrska M, Dorant B, Kamiaska H, Bitel L, Birkholz D, Kosiak W. Effect of three years obligatory iodine prophylaxis on the incidence of goiter in school children from the seaside region of Poland. *Pol Merkury Lekarski* 2004 Jan; 16(91):41-3.
57. Brodowski J. Iodine *status* and its influence on thyroid structure and function in children and teenagers after the introduction of an iodine prophylaxis programme in the city of Szczecin. *Ann Acad Med Stetin* 2005; 51(2):87-96.
58. Baczyk M, Rucha M, Pisarek M, Pietz L, Wrotkowska E, Wojewoda-Korbelak M, *et al.* Iodine prophylaxis in children population on the Wielkopolska Region area from year 1992 to 2005. *Endokrynol Pol* 2006 Mar-Apr; 57(2):110-5.
59. Baczyk M, Rucha M, Pisarek M, Pietz L, Junik R, Sowiski J, *et al.* Changes in thyroid morphology and function in children in western Poland as a result of intensified iodine prophylaxis. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2007 Apr; 20(4):511-5.
60. [Fleury Y](#), [van Melle G](#), [Woringer V](#), [Temler E](#), [Gaillard RC](#), [Portmann L](#). Iodine nutrition and prevalence of goiter in adolescents in the Canton of Vaud. *Schweiz Med Wochenschr.* 1999 Nov 27; 129(47):1831-8.
61. [Hess SY](#), [Zimmermann MB](#), [Torresani T](#), [Bürki H](#), [Hurrell RF](#). Monitoring the adequacy of salt iodization in Switzerland: a national study of school children and pregnant women. *Eur J Clin Nutr* 2001 Mar; 55(3):162-6.
- [Delange F](#), [Benker G](#), [Caron P](#), [Eber O](#), [Ott W](#), [Peter F](#), *et al.* Thyroid volume and urinary iodine in European schoolchildren: standardization of values for assessment of iodine deficiency. *Eur J Endocrinol* 1997 Feb; 136(2):180-7.
- [Heinisch M](#), [Kumnig G](#), [Asböck D](#), [Mikosch P](#), [Gallowitsch HJ](#), [Kresnik E](#), *et al.* Goiter prevalence and urinary iodide excretion in a formerly iodine-deficient region after introduction of statutory iodization of common salt. *Thyroid* 2002 Sep; 12(9):809-14.

- [Knudsen N](#), [Bülow I](#), [Jorgensen T](#), [Laurberg P](#), [Ovesen L](#), [Perrild H](#). Goitre prevalence and thyroid abnormalities at ultrasonography: a comparative epidemiological study in two regions with slightly different iodine *status*. *Clin Endocrinol* 2000 Oct; 53(4):479-85.
- [Rasmussen LB](#), [Ovesen L](#), [Bülow I](#), [Jørgensen T](#), [Knudsen N](#), [Laurberg P](#), *et al*. Dietary iodine intake and urinary iodine excretion in a Danish population: effect of geography, supplements and food choice. *Br J Nutr* 2002 Jan; 87(1):61-9.
- [Vejbjerg P](#), [Knudsen N](#), [Perrild H](#), [Carlé A](#), [Laurberg P](#), [Pedersen IB](#), *et al*. Effect of a mandatory iodization program on thyroid gland volume based on individuals' age, gender, and preceding severity of dietary iodine deficiency: a prospective, population-based study. *J Clin Endocrinol Metab* 2007 Apr; 92(4):1397-401.
62. [Bülow PI](#), [Laurberg P](#), [Knudsen N](#), [Jørgensen T](#), [Perrild H](#), [Ovesen L](#), *et al*. Increase in incidence of hyperthyroidism predominantly occurs in young people after iodine fortification of salt in Denmark. *J Clin Endocrinol Metab* 2006 Oct; 91(10):3830-4.
- [Doufas AG](#), [Mastorakos G](#), [Chatziioannou S](#), [Tseleni-Balafouta S](#), [Piperigos G](#), [Boukis MA](#), *et al*. The predominant form of non-toxic goiter in Greece is now autoimmune thyroiditis. *Eur J Endocrinol* 1999 Jun; 140(6):505-11.
- Fountoulakis S, Philippou G, Tsatsoulis A. The role of iodine in the evolution of thyroid disease in Greece: from endemic goiter to thyroid autoimmunity. *Hormones* 2007 Jan-Mar; 6(1):25-35.
- [Kaloumenou I](#), [Alevizaki M](#), [Ladopoulos C](#), [Antoniou A](#), [Duntas LH](#), [Mastorakos G](#), *et al*. Thyroid volume and echostructure in schoolchildren living in an iodine-replete area: relation to age, pubertal stage, and body mass index. *Thyroid* 2007 Sep; 17(9):875-81.
63. [Mezosi E](#), [Molnar I](#), [Jakab A](#), [Balogh E](#), [Karanyi Z](#), [Pakozdy Z](#), *et al*. Prevalence of iodine deficiency and goitre during pregnancy in east Hungary. *Eur J Endocrinol* 2000 Oct; 143(4):479-83.
64. [Péter F](#), [Muzsnai A](#), [Bourdoux P](#). Changes of urinary iodine excretion of newborns over a period of twenty years. *J Endocrinol Invest* 2003; 26 (2 Suppl):39-42.
65. [Kvitkova LV](#), [Ushakova GA](#), [Shchetinina EV](#), [Ogarkov MIu](#), [Cherniavskaja EIU](#), [Polikutina OM](#), *et al*. Thyroid diseases in reproductive-age women living in Shoria mountains. *Ter Arkh* 2005; 77(1):31-4.
66. Brahmabhatt SR, Brahmabhatt RM, Eastman CJ, Boyage SC. Thyroid ultrasonography consistently identifies goiter in adults over the age of 30 years despite a diminished response with aging of the thyroid gland to the effects of goitrogenesis. *Scien World J* 2001 Jul; 17:243-53.
67. Kapil U, Sharma TD, Singh P. Iodine *status* and a goiter prevalence after 40 years of salt iodisation in the Kangra District, India. *Pediatrics* 2007 Feb; 74.

68. Hollowell JG, Staehling NW, Hannon WH, Flanders DW, Gunter EW, Maberly GF, *et al.* Iodine Nutrition in the United States. Trends and Public Health Implications: Iodine Excretion Data from National Health and Nutrition Examination Surveys I and III (1971–1974 and 1988–1994). *J Clin Endocrinol Metab* 1998 Oct; 83(10):3401-8.
69. Anderson M, Takkouche B, Egli I, Allen HE, Benoist B. Current global iodine *status* and progress over the last decade towards the elimination of iodine deficiency. Geneva: Bull World Health Organization 2005 Jul; 83(7).
70. Dunn JT, Crutchfield HE, Gutekunst R, Dunn AD. Methods for measuring iodine in urine. International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders (ICCIDD). UNICEF, World Health Organization, The Netherlands, 1993.
71. Vannucchi H, Menezes EW, Campana AO, Lajolo FM. Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira. *Cadernos de Nutrição, Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição*; 1990, 2:102-5.
72. Brasil. Ministério da Saúde, ANVISA, comissão interinstitucional para prevenção e controle dos distúrbios por deficiência de iodo. Manual técnico e operacional. Programa nacional para a prevenção e controle dos distúrbios por deficiência de iodo - Pró-Iodo. Dezembro de 2006.
73. Medeiros-Neto GA. Oscilações na ingestão de iodo no Brasil. *Sociedade brasileira de Endocrinologia e Metabologia. Repórter*: 023, 2006.
74. Brasil. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Informes Técnicos Institucionais. Programa nacional garante qualidade do sal consumido no país. *Rev Saúde Pública* 2004; 38(4):611-2.
75. Nimer M, Silva ME, Oliveira JED. Associações entre iodo no sal e iodúria em escolares, Ouro Preto, MG. *Rev Saúde Pública* 2002 Aug; 36(4):500-504.
76. World Health Organization. Recommended Iodine Levels in salt and guidelines for monitoring their adequacy and effectiveness. Fifth report on world nutrition, WHO, March 2004.
77. Camargo RYA, Tomimori EK, Neves SC, Knobel M, Medeiro-Neto G. Prevalence of chronic autoimmune thyroiditis in the urban area neighboring a Petrochemical complex and a control area in São Paulo, Brazil. *Clinics* 2006; 6(4):307-312.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Identificar o estado nutricional de iodo na população de adolescentes de escolas públicas do município de Vespasiano-MG. a partir da determinação da concentração de iodo no sal consumido e da excreção urinária desse elemento nessa população.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar os níveis de excreção urinária de iodo em adolescentes de escolas públicas do município de Vespasiano.
- Avaliar a concentração de iodo no sal domiciliar de escolares de Vespasiano-MG., com base na legislação vigente.
- Investigar possíveis associações entre excreção urinária de iodo e concentração de iodo no sal culinário consumido por estudantes da pesquisa.
- Estabelecer possíveis associações entre iodúria e as variáveis idade, sexo e índice de massa corporal dos escolares pesquisados.

4 METODOLOGIA

4.1 Delineamento do estudo

Trata-se de estudo populacional de corte transversal, realizado com adolescentes entre 10 e 19 anos regularmente matriculados em escolas públicas do município de Vespasiano, Minas Gerais, no período de maio a setembro de 2009.

4.2 Local e população do estudo

O presente estudo foi realizado no município de Vespasiano, localizado na mesorregião metropolitana de Belo Horizonte¹, a cerca de 693 metros de altitude média e distante 27 km da capital do estado de Minas Gerais. O município possui área de 70.108 km² e população estimada de 101.846 habitantes, com densidade demográfica de 1.389,8 habitantes por quilômetro quadrado. Caracteriza-se por economia terciária e ocupação mista, com índice de desenvolvimento humano (IDH) de 0,747. Faz divisa com os municípios de Belo Horizonte e Santa Luzia ao sul, Lagoa Santa a nordeste e São José da Lapa, Confins e Pedro Leopoldo a sudoeste^{2,3}.

Em 2009, o município aplicou 22% do orçamento municipal na manutenção dos serviços de saúde em atenção básica e possui em sua rede: 10 unidades do Programa de Saúde da Família (PSF), que representam cobertura de 38% da população; três policlínicas, uma fundação hospitalar, duas clínicas-escola, um centro oftalmológico municipal, um centro de atenção especializada, um centro de atenção psicossocial I (CAPS I), um CAPS 2, um centro de referência para adolescentes e dois serviços de radioimagem⁴.

O fato de o pesquisador residir e trabalhar no município, aliado aos interesses dos gestores de saúde e educação na discussão sobre os problemas nutricionais de iodo, determinou a escolha de Vespasiano como local da pesquisa. Considerou-se também o fato dessa cidade ser sede da microrregião V de saúde, dentro da estratégia de regionalização da saúde, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), região esta que não possui qualquer estudo similar até o presente momento.

A população participante do estudo foi composta de adolescentes entre 10 anos e 19 anos 11 meses e 29 dias, de ambos os sexos, pertencentes a escolas públicas de Vespasiano-MG., do total de 8.000 alunos compreendidos na faixa etária preconizada, segundo dados da Secretaria Municipal de Educação⁵.

Para a participação das escolas, foi feito convite pessoal aos diretores das mesmas, em reunião na Secretaria Municipal de Educação de Vespasiano. Do total de 25 escolas públicas do município, quatro delas - PJS, EMA, GHF e JPB - se prontificaram a participar da pesquisa, a partir do interesse espontâneo manifestado por seus respectivos diretores. A JPB oferecia ensino fundamental e as demais, ensino fundamental e médio. Quanto ao número total de alunos na faixa etária preconizada, as escolas PJS, EMA, GHF e JPB possuíam, respectivamente, 582, 1807, 605 e 651 alunos matriculados.

As turmas das escolas participantes foram visitadas pela equipe de pesquisadores, que forneceram detalhes sobre a importância da atual situação do iodo nutricional na população geral e em escolares, em especial. Os objetivos do estudo, a metodologia utilizada e os aspectos éticos envolvidos também foram enfatizados. Foi entregue carta-convite (APÊNDICE A) endereçada aos pais ou responsáveis para que tomassem conhecimento das etapas da pesquisa, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participação no estudo (APÊNDICES B, C, D, E).

4.3 Variáveis do estudo

Dados relativos a idade, sexo, peso, altura, índice de massa corporal e pressão arterial foram coletados. Foi também aplicado um questionário para identificação do aluno participante, observação de possível presença de doença da tireoide ou uso de medicamento à base de iodo (APÊNDICE F).

Foram colhidas amostras de urina dos escolares participantes, bem como do sal culinário consumido em seus lares, e encaminhadas ao Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade de Ouro Preto (UFOP), Minas Gerais, para determinação das respectivas concentrações de iodo.

4.4 Critérios de inclusão e exclusão

Todos aqueles alunos que, voluntariamente, aceitaram o convite para participação na pesquisa e que estavam devidamente matriculados em suas respectivas escolas foram elegíveis para inclusão no estudo.

Foram excluídos os escolares com idades inferiores a 10 anos e com 20 anos ou mais, portadores de doenças da tireoide confirmada ou referida ou em uso de medicamentos contendo iodo. Também não foram elegíveis aqueles sem a devida autorização dos pais ou responsáveis por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) devidamente preenchido e assinado. Alunos maiores de 18 anos assinaram seus próprios TCLEs (APÊNDICES B, C, D, E, F).

4.5 Aspectos éticos

Os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido foram elaborados conforme as determinações do Comitê de Ética em Pesquisa (COEP), individualizados conforme as faixas etárias de: sete a 12 anos, 13 a 17 anos e 18 anos ou mais. Os adolescentes com 18 anos ou mais assinaram seus próprios TCLEs.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, conforme regulamenta a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, em seu Parecer nº ETIC 580/08, aprovou o presente estudo (ANEXO B), bem como seu Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A coleta de dados somente foi iniciada após o entendimento absoluto, por parte dos adolescentes e de seus pais ou responsáveis, quanto aos objetivos, métodos e aspectos éticos da pesquisa e com os TCLEs devidamente preenchidos e assinados.

Os procedimentos de coleta de dados antropométricos dos escolares (peso, altura, pressão arterial) e aplicação do questionário (APÊNDICE F) foram feitos em visitas programadas com as escolas ou durante a recepção dos materiais trazidos pelos alunos.

Os adolescentes que apresentaram níveis de pressão arterial acima dos valores arbitrariamente definidos como limites de normalidade foram encaminhados ao Centro de Referência de Adolescentes do Município de Vespasiano para acompanhamento e condutas propedêuticas e terapêuticas pertinentes. Também foram encaminhados para seguimento com equipe multiprofissional no Centro de Referência de Adolescentes do município os

escolares participantes da pesquisa que apresentaram obesidade (\geq escore- $Z + 2$). Estudos e discussões estão sendo feitos para se estabelecerem as melhores condutas a serem adotadas com aqueles que apresentaram inadequada ingestão de iodo. Em tempo hábil, muito provavelmente serão realizados exames de ultrassonografia da tireoide e dosagens séricas de T_4 livre e anticorpos antitireoglobulina (A-TG) e antitireoperoxidase (A-TPO).

4.6 Definição da amostra

Um universo de 8.000 alunos na faixa etária de 10 anos a 19 anos, 11 meses e 29 dias regularmente matriculados nas escolas públicas de Vespasiano⁵ foi considerado para o cálculo da amostra. A frequência do fenômeno a ser estudado foi estimada em 50%, na busca por mais representatividade.

Considerando-se o nível de confiança de 95% e precisão de 5%, o tamanho mínimo da amostra foi determinado em 367 escolares, a partir de cálculo realizado com o uso do Programa Statcalc do *software* EpiInfo, versão 6.04⁶. Acrescentaram-se a esse cálculo 10% relativos a possíveis perdas, definindo-se número final de 404 indivíduos para composição da amostra.

Pelo fato de a maioria dos estudos e inquéritos populacionais de avaliação da nutrição pelo iodo nacionais e internacionais adotarem a faixa etária de seis a 14 anos, chamada por Gandra (1984) de Grupo Vulnerável Indicador (GVI)⁷, resolveu-se comparar os resultados da excreção urinária de iodo e a concentração de iodo no sal culinário entre esses dois grupos.

4.7 Coleta dos dados

4.7.1 Coleta das amostras de urina

Para a coleta de amostra urinária, os escolares participantes da pesquisa receberam visitas da equipe de pesquisa para a orientação quanto à maneira adequada de se proceder à coleta da urina. Eles receberam um *kit* contendo um copo plástico descartável para deposição da urina e um recipiente para o armazenamento final do material. Nesse recipiente de material plástico, com capacidade para 100 mL e tampa de rosca, havia uma

etiqueta para identificação do aluno: nome, escola, turma e código numérico identificador. As amostras foram colhidas no domicílio a pedido dos próprios participantes, no momento de se dirigirem para suas respectivas escolas. Na chegada à escola, foram recebidos pelos acadêmicos voluntários, que imediatamente armazenaram-nas em caixas de isopor com gelo plástico e prontamente transportaram-nas para uma geladeira destinada a esse fim, com temperatura interna em torno de 4°C. Ali permaneceram até o momento do encaminhamento para a realização das análises por parte do Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

4.7.2 Coleta das amostras de sal domiciliar

Assim como as amostras de urina, as amostras de sal foram recolhidas pelos alunos da FASEH na chegada dos escolares às suas respectivas escolas. Foram recolhidas cerca de 30 a 40 gramas de sal domiciliar em recipiente de plástico com tampa de rosca, com as mesmas identificações utilizadas para a coleta de urina: nome, escola, turma e código numérico identificador. Foram mantidos em temperatura ambiente até o momento da realização das análises no Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da UFOP.

4.7.3 Antropometria

Para realizar as medidas de peso e estatura, foram utilizados uma balança portátil e um antropômetro padrão, cedidos pelo Centro de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais. Os alunos foram pesados e medidos sem sapatos e sem roupas acessórias (agasalhos, jaquetas, coletes), em ambiente iluminado e com o mínimo de privacidade.

Foram utilizados os pontos de corte de índice de massa corporal (IMC) por idade e estatura por idade das novas curvas de crescimento da OMS para classificar os escolares da pesquisa quanto aos seus estados nutricionais⁸ (QUADROS 5, 6).

Os pontos de corte utilizados para avaliação nutricional foram:

- $< \text{Escore} - Z - 2 =$ baixo IMC para idade - magreza
- $\geq \text{Escore} - Z - 2$ e $< \text{Escore} - Z + 1 =$ eutrofia
- $\geq \text{Escore} Z + 1 =$ sobrepeso / obesidade

QUADRO 5

Pontos de corte de IMC por idade para adolescentes

VALORES CRÍTICOS		DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL
< percentil 3	< Escore-Z -2	Baixo IMC para a idade
≥ Percentil 3 e < Percentil 85	≥ Escore-Z -2 e < Escore-z +1	IMC adequado ou eutrófico
≥ Percentil 85 e < Percentil 97	≥ Escore-Z +1 e < Escore-z +2	Sobrepeso
≥ Percentil 97	≥ Escore-Z +2	Obesidade

Fonte: Ministério da Saúde/CGPAN - 2008

QUADRO 6

Pontos de corte de estatura por idade para adolescentes

VALORES CRÍTICOS		DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL
< percentil 3	< Escore-Z -2	Baixa estatura para a idade
≥ Percentil 3	≥ Escore-Z -2	Estatura adequada para a idade

Fonte: Ministério da Saúde/CGPAN - 2008

4.7.4 Avaliação da concentração de iodo urinário

A dosagem do teor de iodo urinário foi realizada no Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto. A concentração urinária de iodo foi determinada pelo método Sandell–Kolthoff, recomendado pelo ICCIDD e modificado por Esteves (1997)⁹, no qual se substituiu o ácido perclórico, devido ao seu potencial explosivo, por persulfato de amônio na etapa de digestão, precedente à análise, fundamental para a eliminação de substâncias oxidantes e redutoras que possam eventualmente contribuir para o efeito catalítico do iodo¹⁰.

Os pontos de corte para classificação da concentração de iodo na urina, em µg/L, são: deficiência - ≤ 99; adequado - 100 a 199; mais que adequado - 200 a 299; excessivo - ≥ 300¹¹.

4.7.5 Análises laboratoriais do iodo urinário

4.7.5.1 Princípio

O método baseia-se na determinação indireta do iodo urinário devido ao seu papel catalítico na reação de redução do íon cérico (Ce^{+4}) em íon ceroso (Ce^{+3}) na presença de arsênico, que sofre oxidação conforme descrito na reação:



O íon cérico de cor amarela sofre reação de redução pela adição de arsênico diante de iodo, transformando-se em íon ceroso de cor transparente. Deste modo, a análise colorimétrica da solução permite inferir quanto à presença ou não de iodo na amostra, uma vez que, em virtude do efeito catalítico desse halogênio, quanto maior for a quantidade de iodo na solução, mais velocidade terão a reação e a conversão da cor amarela em transparente¹².

4.7.5.2 Etapa de digestão

Inicialmente, preparou-se uma curva-padrão com concentração conhecida de 1 µg iodo/mL a partir da dissolução de 1,68 mg de iodato de potássio (equivalente a 1 mg de iodo) em 1 litro de água deionizada, que permaneceu armazenada a -4°C em alíquotas de 1 mL. Para a construção dos pontos da curva, foram pipetados os volumes de 0; 5,0; 12,5; 25,0; e 37,5 µL da solução-padrão, que corresponderam, respectivamente, a 0; 20,0; 50,0; 100,0; e 150,0 µg de iodo/L, os quais foram diluídos para o volume de 250 µL com água deionizada.

Para dar sequência aos ensaios de iodúria, as amostras a serem analisadas foram agitadas no vórtex para a ressuspensão do sedimento. Em seguida, pipetaram-se 250 µL do conteúdo das amostras em tubo de 13 mm e adicionou-se 1 mL da solução de persulfato de amônio em cada tubo sob agitação. Posteriormente, os tubos foram levados para aquecimento em digestor à temperatura de 90°C, durante 55 minutos¹².

4.7.5.3 Dosagem do teor de iodo urinário

Terminada a etapa de digestão, esperou-se que os tubos retornassem à temperatura ambiente para, então, iniciar-se a etapa de preparo das amostras para leitura.

A cada tubo foram acrescentados 3,5 mL de ácido arsênico. Após 15 minutos adicionaram-se 350 µL de sulfato cérico amoniacal, respeitando-se intervalos exatos de 30 segundos entre cada amostra e a respectiva duplicata. Esse procedimento é importante para garantir que todas as amostras permaneçam sob reação durante um mesmo período de tempo e também que a leitura de cada amostra seja feita no tempo exato da reação, permitindo a detecção correta da concentração de iodo urinário. Exatamente 20 minutos após a adição do sulfato cérico, as amostras foram a banho-maria à temperatura de 37°C durante 10 minutos e então se procedeu à leitura dos resultados em espectrofotômetro FEMTO 600 *Plus* à absorvância de 405 nm, sendo o conteúdo de iodo das amostras obtido por comparação com os pontos da curva-padrão e expresso em µg/L. As amostras mais colorimétricas (amarelas) refletiam mais absorvância e, portanto, correspondiam a menos concentração de iodo, enquanto aquelas menos colorimétricas (transparentes) refletiam menos absorvância e, conseqüentemente, mais concentração de iodo urinário¹².

4.7.6 Classificação do teor de iodo urinário

Conforme recomendação da Organização Mundial de Saúde (OMS), a classificação das amostras de acordo com a concentração de iodo urinário seguiu os critérios listados no QUADRO 7.

QUADRO 7

Crítérios epidemiológicos para se avaliar a adequação da ingestão de iodo,

baseando-se na mediana da concentração urinária de iodo em escolares

Iodo urinário (mediana) µg/L	Ingestão de Iodo	Nutrição de Iodo
<20	Insuficiente	Deficiência grave de iodo
20-49	Insuficiente	Deficiência moderada de iodo
50-99	Insuficiente	Deficiência leve de iodo
100-199	Adequado	Ótima
200 – 299	Mais que adequado	Risco de hipertireoidismo iodo-induzido em aproximadamente 5 a 10 anos da introdução da iodação do sal com altos níveis de iodo
> 300	Excessivo	Risco de desenvolver efeitos adversos (hipertireoidismo iodo induzido, tireoidite crônica autoimune)

Fonte: WHO (1994)¹³.

O protocolo seguido para o preparo dos reagentes utilizados na análise da concentração de iodo urinário está apresentado no ANEXO D.

4.8 Avaliação de teor de iodo no sal culinário

A análise do teor de iodo no sal para consumo humano foi realizada segundo a técnica recomendada pelo Ministério da Saúde, na qual, diante de iodeto de potássio (KI) e em meio ácido, o iodato de potássio (KIO₃) reage liberando iodo, que é imediatamente titulado com tiosulfato de sódio, usando-se solução de amido como indicador¹⁴. As dosagens foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto.

4.8.1 Análises laboratoriais da concentração de iodo no sal

4.8.1.1 Titulação das amostras de sal

Inicialmente, dissolveram-se cerca de 10 g de sal em 200 mL de água destilada em um frasco de *erlenmeyer* de 500 mL. Adicionaram-se 5 mL de ácido sulfúrico 1 N a fim de atingir potencial de Hidrogênio (pH) igual a 2,0. Em seguida, adicionou-se 1 mL de solução de iodeto de potássio 10% para promover o deslocamento do iodo sob a forma de iodato para iodo livre. Finalmente, adicionaram-se 2 mL de solução de amido, que foi utilizado como indicador. O iodo livre presente na solução foi titulado com solução de tiosulfato de sódio 0,005 N, usando-se microbureta de 10 mL até a completa conversão da cor azul em transparente.

O teor de iodo presente na amostra de sal é expresso em mg/kg de sal e obtido pela fórmula: $(V \cdot f \cdot 105,8) / P = \text{mg iodo/kg de sal em que:}$

V = volume de tiosulfato gasto na titulação;

f = fator de correção da solução de tiosulfato de sódio;

p = peso em gramas da amostra de sal.

O protocolo seguido para o preparo dos reagentes utilizados na análise do teor de iodo no sal está apresentado no ANEXO C.

4.8.2 Classificação do sal segundo teor de iodo

De acordo com a Resolução RDC nº 130, de 25 de fevereiro de 2003, foram consideradas suficientes as amostras de sal cujo teor de iodo analisado permaneceu entre 20 e 60 mg de iodo por quilograma de sal¹⁵.

4.9 Análise estatística

A análise estatística da associação entre iodo na urina e as variáveis do estudo foi baseada inicialmente nos testes Qui-quadrado de Pearson exato e assintótico. Posteriormente, foi realizada a análise estratificada de Mantel Haenszel para verificar quais os níveis de variáveis mantiveram associação¹⁶.

REFERÊNCIAS

1. Divisão Territorial do Brasil. Divisão territorial do Brasil e limites territoriais. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1º de julho de 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> . Acessado em: 11 de outubro de 2008.
2. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da população para 1º de julho de 2009 (PDF). Estimativas de População, 14 de agosto de 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> . Acessado em: 16 de agosto de 2009.
3. PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Ranking decrescente do IDH-M dos municípios do Brasil. Atlas do Desenvolvimento Humano, 2000. Disponível em: <http://www.pnud.org.br>. Acessado em: 11 de outubro de 2008.
4. Vespasiano. Secretaria Municipal de Saúde. Plano Municipal de Saúde. Vespasiano, 2008. Mimeo.
5. Vespasiano. Secretaria Municipal de Educação. Plano Municipal de Educação. Vespasiano, 2007. Mimeo.
6. Lemeshow S, Hosmer DW, Klar J, Lwanga SK. Adequacy of sample size in health studies. Chichester; Wiley; 1990. 239 p.
7. Gandra YR. Avaliação clínica do bócio endêmico. São Paulo: Revista de Saúde Pública 1984; 18:396-404.
8. Ministério da Saúde/Coordenação geral da política de alimentação e nutrição (CGPAN)/ Departamento de Atenção Básica (DAB)/Serviço de Vigilância à Saúde(SVS)/Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN), 2008.
9. Esteves RZ. Determinação da excreção urinária de iodo em escolares brasileiros [Tese de Doutorado]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo; 1997.
10. Sandell EB, Kolthoff IM. Micro determination of iodine by a catalytic method. Mikrochim Acta 1937; 1:9-25.
11. Knobel M, Medeiros-Neto G. Moléstias associadas à carência crônica de iodo. São Paulo: Arq. Brás Endocrinol Metab 2004; 48(1).
12. Dunn JT, Crutchfield HE, Gutekunst R, Dunn AD. Methods for measuring iodine in urine. International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders (ICCIDD). UNICEF, World Health Organization, The Netherlands, 1993.
13. Who. World Health Organization Indicators for assessing Iodine Deficiency Disorders and their control through salt iodization. Micronutrient Series. Document. Geneva: WHO, 1994. 55 p.
14. Horowitz E. Iodine in iodized salt. Official of agricultural chemists. Official methods of analysis. 13. ed. Washington (DC); 1980: 637-8.

15. Anvisa. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 130. Brasília: Diário Oficial da União, 2003.
16. Categorical data analysis/Alan Agresti. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2002.

5 RESULTADOS

5.1 ARTIGO 1 - Situação do iodo nutricional na população brasileira: da carência ao excesso

Resumo

Visando combater as doenças decorrentes da deficiência crônica de iodo, o Brasil instituiu, desde a década de 50, a iodação do sal em todo o seu território. Para monitorar o impacto dessa estratégia na diminuição do bócio endêmico na população geral, o governo federal vem realizando inquéritos nacionais sobre essa ocorrência em escolares, adotando a excreção urinária de iodo e o volume tireoidiano como indicadores de resultados. A concentração de iodo no sal doméstico também tem sido utilizada como fator determinante na análise desses resultados. Essas medidas adotadas sistematicamente pelo governo brasileiro, amparadas em leis, portarias e resoluções ministeriais, têm se mostrado instrumentos eficazes na redução da endemia do bócio, conforme demonstrado nos estudos realizados. Atualmente, essa prevalência encontra-se dentro dos parâmetros estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS), ou seja, menos de 5% da população acometida. Porém, a última pesquisa realizada pelo Ministério da Saúde, em 2000, revelou excessiva ingestão de iodo, expondo a população a outros riscos à saúde.

Palavras-chave: Sal iodado. Iodo urinário. Hipotireoidismo. Excesso de iodo. Saúde pública.

Abstract

Aiming to strive against the diseases resulting from the chronic iodine deficiency, Brazil has instituted since the 50's the salt iodination in all its territory. IN order to monitor the impact of this strategy in the decrease of the endemic goiter in the population in its majority, the federal government has been putting into practice national inquiries about this occurrence in students, using the urinary iodine excretion and the thyroidal volume as result indicators. The iodine concentration in the domestic salt has also been used as a determinant factor in the analysis of these results. These measures used systematically by the Brazilian government, supported by the laws, governmental decrees and ministerial decisions are effective instruments of the endemic goitre reduction according to the accomplished studies. Nowadays this predominance is according to the established parameters by the "Organização Mundial de Saúde (OMS)" (*World-wide Health Organization*), that is, less than 5% of the taken population. However, the last research done by the "Ministério da Saúde" (*Public Health Service*), in 2000, pointed out to an excessive iodine ingestion, exposing the population to other health risks.

Keys words: Iodide salt. Urinary iodine. Hypothyroidism. Iodine excess. Public Health.

INTRODUÇÃO

O iodo é um elemento essencial à saúde, estando diretamente relacionado ao funcionamento da glândula tireoide, ao desenvolvimento adequado do sistema nervoso e ao crescimento satisfatório do corpo em geral¹. A inadequada ingestão de iodo está associada a várias doenças identificadas como moléstias decorrentes da carência crônica de iodo (MDCCI) ou desordem por deficiência de iodo (DDI), a saber: hipotireoidismo neonatal e adulto, bócio multinodular, hipertireoidismo iodo-induzido, diminuição da fertilidade, malformação fetal, mortalidade perinatal, surdo-mudez e variantes clínicas do cretinismo endêmico².

Por ser mais efetiva, de baixo custo e de mais fácil implementação, a utilização do sal iodado para consumo humano foi ratificada pela OMS, Conselho Internacional para o Controle Desordens pela Deficiência de Iodo (ICCIDD) e *United Nations Children Fund* (UNICEF) como estratégia adequada para possibilitar suficiente ingestão de iodo e, conseqüentemente, diminuir os efeitos deletérios da deficiência desse micronutriente em todos os continentes³. Programas massivos de iodação do sal em todo o mundo vêm proporcionando importantes melhorias no combate às moléstias associadas à carência crônica de iodo. Porém, ainda existem 266 milhões de crianças e adolescentes em idade escolar e dois bilhões de pessoas no mundo vivendo com ingestão insuficiente de iodo⁴.

No Brasil, desde os tempos coloniais, pesquisadores estrangeiros referiram os distúrbios por deficiência de iodo como causa importante de bócio nas populações de origem europeia, nos negros e mestiços. Na população indígena, esse fenômeno não foi destacado, muito provavelmente por fatores relacionados à alimentação desses povos⁵.

Desde a obrigatoriedade da iodação do sal nas áreas de bócio endêmico no país (1953), o Ministério da Saúde realizou quatro pesquisas de base populacional (1955, 1974, 1994 e 2000) para avaliar o impacto dessa intervenção na redução do bócio endêmico. Nesses estudos, a prevalência do bócio foi, respectivamente, de 20,7, 14,1, 1,3 e 1,4%⁶, comprovando a eficiência da estratégia para fins de saúde coletiva.

Entretanto, chamou a atenção o fato de 86,5% dos escolares envolvidos no último inquérito realizado em 2000 apresentarem elevados índices de excreção urinária de iodo, ou seja, iodúria acima de 300 mcg/litro, em que metade deles tinha valores acima de 500 mcg/litro e 5% acima de 900 mcg/litro⁷. Hipertireoidismo iodo-induzido, tireoidite crônica autoimune e hipotireoidismo secundário são moléstias graves que podem acometer indivíduos expostos à excessiva ingestão de iodo⁷.

Estudos recentes da Organização Mundial de Saúde indicaram que, globalmente, 68% dos domicílios têm acesso ao sal iodado e que existem 34 países em situação de ingesta de iodo mais que adequada ou mesmo excessiva, entre eles o Brasil⁴.

Este artigo tem como objetivo propor uma reflexão sobre a medida de iodação do sal culinário adotada no país para controle do bócio e os riscos potenciais nela presentes, diante da transição observada em relação ao iodo nutricional, situação esta marcada pela substituição da escassez pelo excesso do elemento no organismo.

MÉTODOS

Revisão bibliográfica de publicações nacionais e internacionais em periódicos indexados nas seguintes bases de dados: *National Library of Medicine* (Medline, USA) e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS).

O período de revisão foi de 1980 a 2009, compreendendo as línguas portuguesa, inglesa e espanhola, objetivando percorrer a evolução histórica das ações e estratégias de combate aos distúrbios por deficiência de iodo no Brasil, num contexto globalizado.

A média da excreção urinária de iodo e a prevalência de bócio endêmico foram consideradas indicadores diagnósticos do estado nutricional de iodo da população brasileira, adotando-se as referências e parâmetros estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde.

Os descritores utilizados foram: deficiência de iodo; excesso de iodo; iodo urinário; sal iodado; hipertireoidismo iodo-induzido; hipotireoidismo; doença autoimune tireóidea, isoladamente ou de forma combinada e também na língua inglesa.

A iodação universal do sal no combate à carência crônica de iodo

Desde a década de 20, a maioria dos países vem se organizando no sentido de fornecer as quantidades necessárias de iodo às suas populações (Quadro 1). Objetivando minimizar ou mesmo abolir as moléstias decorrentes da carência crônica desse micronutriente (Quadro 2), a maioria dos países vem adotando estratégias para garantir esse controle e eliminar o bócio endêmico como problema de saúde pública. A iodação universal do sal comestível mostrou-se a mais simples e eficaz de todas as ações adotadas para combaterem-se as desordens pela deficiência de iodo⁸.

Quadro 1 - Necessidade diária de iodo nas diversas faixas etárias

População	Iodo (µg/dia)
Recém-nascidos, crianças pré-escolares	90
Crianças	120
Adolescentes	150
Adultos	150 – 200
Gravidez ou lactação	200 - 300

Fonte: Knobel e Medeiros-Neto (2004)⁷.

Quadro 2 - Morbidade variável das moléstias associadas à carência crônica de iodo

Feto	Aborto, prematuridade, mortalidade perinatal e neonatal por cretinismo
Criança/ Adolescente	Bócio Hipotireoidismo clínico e subclínico, danos de desenvolvimento mentais
Adulto	Bócio e suas complicações, hipotireoidismo, retardo mental endêmico e taxa de fertilidade diminuída

Fonte: Knobel e Medeiros-Neto (2004)⁷.

A Organização Mundial de Saúde classifica como grave a prevalência de bócio superior a 30% em uma população e como moderada, leve e nulo, respectivamente, 20,0 a 29,9, 5,0 a 19,9% e 0,0 a 4,9%⁶.

Prevalência da deficiência de iodo no Brasil e risco de excesso

O Congresso Nacional Brasileiro e as autoridades sanitárias, desde a década de 50, vêm criando mecanismos legais (leis, portarias e resoluções ministeriais) com o objetivo de combater o problema da carência crônica de iodo em nosso país⁷ (ANEXO A). A partir da Lei nº 1944, de 14 de agosto de 1953, o Brasil torna obrigatória a iodação do sal de consumo humano nas áreas de bócio endêmico⁹.

Em 1955, foi realizado o primeiro inquérito nacional sobre a ocorrência de bócio em escolares brasileiros (86.217 alunos pesquisados), sendo detectada prevalência de 20,7%^{10,11}. O Quadro 3 apresenta a evolução temporal da prevalência de bócio determinada a partir de inquéritos populacionais entre 1955 e 2000, com redução significativa da doença. Nesses estudos e nos demais realizados, a iodúria (Quadro 4), o

volume da tireoide e a concentração de iodo no sal foram adotados como parâmetros rastreadores da carência crônica desse micronutriente e suas implicações.

Quadro 3 - Estudos da prevalência de bócio no Brasil no período de 1955 a 2000

Inquérito/Pesquisa	Ano	População	Idade	Prevalência de bócio
1	1955	86.217	6 – 14 anos	20.7%
2	1974	421.752	7 – 14 anos	14.1%
3	1994	178.774	6 – 14 anos	1.3%
4	2000	2.013	6 – 14 anos	1.4%

Resultados obtidos dos quatro estudos de prevalência de bócio realizados no Brasil.

Quadro 4 - Critérios epidemiológicos para avaliar a adequação da ingestão de iodo, baseando-se na mediana da concentração urinária de iodo em escolares

Iodo urinário (mediana) µg/L	Ingestão de Iodo	Nutrição de Iodo
<20	Insuficiente	Deficiência grave de iodo
20-49	Insuficiente	Deficiência moderada de iodo
50-99	Insuficiente	Deficiência leve de iodo
100-199	Adequado	Ótima
200 – 299	Mais que adequado	Risco de hipertireoidismo iodo-induzido em aproximadamente 5 a 10 anos da introdução da iodação do sal com altos níveis de iodo
> 300	Excessivo	Risco de desenvolver efeitos adversos (hipertireoidismo iodo-induzido, tireoidite crônica autoimune)

Fonte: WHO (1994)¹².

Em 17 de agosto de 1956, o Decreto nº 39.814 delimitou as áreas de bócio endêmico e estendeu a iodação do sal para todo o território nacional, atribuindo ao Ministério da Saúde a responsabilidade da importação dos suplementos iodados^{7,10}.

A Lei nº 6.150 de 1974 fixou em 10 mg/kg o teor de iodo do sal de consumo humano, transferiu o ônus da iodação para a iniciativa privada e determinou a sua fiscalização pelos estados, territórios e municípios^{7,10}.

Entre os anos de 1974 e 1976, o Ministério da Saúde/ Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM) realizou o segundo inquérito nacional, envolvendo 42.752 escolares de sete a 14 anos, evidenciando prevalência de bócio de 14,1% (11% para meninos e 16,3% para meninas), mostrando que em 20 anos houve redução de apenas 6,5% dessa prevalência¹¹.

A despeito da promulgação de novas leis e decretos federais, até 1980 o Brasil conviveu com a ineficácia desses documentos devido à total falta de controle e fiscalização das indústrias salineiras, o que contribuiu com a drástica estatística de mais de 15 milhões de brasileiros portadores de bócio endêmico¹¹.

O Ministério da Saúde, a partir de 1984, destacou nos estados de Minas Gerais, Pará, Tocantins, Maranhão, Bahia e Goiás, com alta prevalência de bócio, 17 municípios-sentinela com o objetivo de manter avaliação periódica da endemia. Em 1990, estudos de monitoração salientaram a necessidade de pesquisa mais abrangente no país devido à ineficácia detectada no controle da situação¹¹.

No período de 1982 a 1992, estudiosos interessados na endemia do bócio, representantes das indústrias salineiras, técnicos do Ministério da Saúde e do Instituto de Alimentação e Nutrição (INAN), pactuaram a manutenção da concentração de iodo em patamares superiores a 10 mg/kg de sal por parte dos produtores, cabendo ao Ministério da Saúde e ao INAN o fornecimento sem ônus do iodato de potássio e a criação de ampla rede de laboratórios públicos para as análises necessárias e ações permanentes de assessoria e fiscalização. Esse movimento decretou a diminuição do bócio em escolares e conseqüente melhoria da saúde de toda população, sendo reconhecido internacionalmente, citado como exemplo de sucesso a ser seguido por outros países^{7,10}. Posteriormente, em 24 de outubro de 1994, a Portaria Ministerial nº 1.806 aumentou o teor de iodo no sal de consumo humano para 40-60 mg/kg⁷.

O terceiro inquérito nacional de 1994, abrangendo 178.774 escolares de seis a 14 anos, informou baixa prevalência de bócio (<5%) na maioria dos estados litorâneos, contrapondo-se às moléstias associadas à carência crônica de iodo em percentual significativo de estados do oeste do Brasil. Este estudo evidenciou importante falha na necessária equidade da iodação do sal no território brasileiro¹³.

Em 16 de março de 1995, a Lei nº 9.005 determinou ao Ministério da Saúde que estabelecesse a correta iodação do sal culinário e autorizou o fornecimento de iodato de potássio às indústrias salineiras⁷. Mas em meio ao reconhecimento por parte da Organização Mundial da Saúde desse extraordinário trabalho profilático, contemplando

praticamente toda a população brasileira (em especial as gestantes), o Ministério da Saúde, em 1997, inadvertidamente, extinguiu o INAN, criou a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), interrompeu o fornecimento dos insumos e aumentou os limites da adição do iodo de 40-60 para 40-100 mg/kg de sal, expondo os brasileiros a elevado consumo de iodo no período de 1998 a 2003⁷.

O projeto *ThyroMobil*, em maio e junho de 2000, no Brasil, adaptado do modelo desenvolvido na Europa e América Latina, percorreu 12.000 km de Norte a Sul do país, visitando 29 municípios de oito estados onde havia as Vilas Sentinelas¹¹, marcadoras de deficiência crônica de iodo no inquérito de 1995¹³. Procedendo-se às análises para a determinação da concentração de iodo em amostras de sal e urina (escolares de seis a 14 anos de ambos os sexos), resultados surpreendentes apuraram 86,5% com níveis de iodúria acima de 300 µcg/L e metade dos pesquisados com valores acima de 500 µcg de iodo por litro de urina. Em 5% dos escolares foram detectados níveis de iodúria acima de 900 µcg/L. Tais resultados foram concordantes com o fato de 50% das amostras de sal consumido no domicílio pelos estudantes apresentarem concentrações de iodo acima de 60 mg/kg de sal^{7,14}.

Em 26 de maio de 2003, a Resolução RDC 130 (ANVISA) reduziu novamente os níveis da concentração de iodo no sal para consumo humano para 20 a 60 mg de iodo por quilograma de sal⁷, numa tentativa de se corrigir a situação de excesso verificada em relação ao iodo nutricional.

Acreditando ser necessária abordagem permanente e de caráter preventivo das desordens causadas pelo mau controle do iodo nutricional, a Portaria Ministerial nº 2.362, publicada em 1º de dezembro de 2005, criou o Manual Técnico Operacional do Programa Nacional para a Prevenção e Controle dos Distúrbios por Deficiência de Iodo – Pró-Iodo⁶ - que apresenta as seguintes linhas de ação:

- Monitoramento do teor de iodo do sal para consumo humano;
- monitoramento do impacto da iodação do sal na saúde da população;
- atualização dos parâmetros legais dos teores de iodo do sal destinado ao consumo humano;
- implementação contínua de estratégias de informação, educação, comunicação e mobilização social.

O consumo excessivo de iodo: um alerta às autoridades e à população

Em 1831, o cientista francês Boussingault sugeriu a adição do iodo ao sal para consumo humano⁹ e a OMS ratificou essa estratégia como a mais exequível para se combaterem os distúrbios por deficiência de iodo³. Hoje se sabe que tanto a insuficiente ingestão de iodo quanto o seu consumo excessivo podem levar a doenças da tireoide¹⁵. No Brasil, estudos têm sido realizados para a melhor compreensão e controle desses problemas.

Gandra (1984), comparando a prevalência concomitante de bócio em adultos e crianças, chamou de Grupo Vulnerável Indicador (GVI) escolares de ambos os sexos de nove a 14 anos de idade que, devido às suas características biofisiológicas pré-puberis relacionadas ao crescimento, são mais propensos a desenvolverem esse grave problema¹⁶.

Esteves *et al.* (1995) reiteraram que a ação conjunta entre a avaliação do volume tireoidiano, de preferência por ultrassom, e a determinação da excreção urinária de iodo de escolares constitui-se na melhor maneira de se monitorar o controle da deficiência endêmica de iodo¹¹.

Foram avaliados 280 alunos de duas escolas de ensino fundamental, uma particular e outra pública, do município de Ouro Preto-MG., dosando-se a concentração urinária de iodo e a concentração de iodo em amostra de sal domiciliar desses alunos¹⁷. Os resultados mostraram consumo de sal culinário com teores de iodo abaixo do recomendado em ambas as classes sociais (89,9% na escola pública e 40,9% na particular), sendo que 57,4% dos alunos da escola pública apresentaram iodúria compatível com deficiência leve (35,6%), moderada (12,9%) e grave (8,9%). Dos alunos da escola particular, 92,2% apresentaram índices de iodúria dentro do padrão recomendado. Esse conjunto de resultados levou os autores a concluírem que, naquele período, a inadequada concentração de iodo no sal consumido pelos escolares contribuiu para significativa prevalência da deficiência de iodo¹⁷.

Visando determinar a prevalência de doenças da tireoide no município de Cabaceiras-PB, foram acompanhados dois grupos de indivíduos, de 2000 a 2001¹⁸. O grupo 1 foi formado por 122 pacientes provenientes de áreas rurais do estado que faziam controle clínico por suspeita diagnóstica de doença tireoidiana no Hospital Universitário da Universidade Federal da Bahia; e o grupo 2 foi constituído por 88 voluntários de área urbana do município de Cabaceiras, previamente hígidos. A maioria dos indivíduos (79%) era do sexo feminino. Ambos os grupos foram submetidos a dosagens séricas de TSH, T₃, T₄ livre e pesquisa de anticorpo antimicrosomal. Os pacientes da área rural submeteram-se à ultrassonografia da tireoide e os do grupo 2 à palpação da glândula. Os resultados

ênfatazaram alta prevalência de tireopatias em ambos os grupos (19,8 e 20,4%, respectivamente), associadas a fatores genéticos e ambientais, registrando-se a necessidade de estudos epidemiológicos acerca do iodo nutricional¹⁸.

Estudaram-se retrospectivamente 43 crianças e adolescentes entre 1,1 e 17,6 anos com tireoidite de Hashimoto (36 do sexo feminino e sete do sexo masculino), em acompanhamento na Unidade de Endocrinologia Pediátrica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP). Considerou-se ser possível a associação entre o estímulo à produção de anticorpos contra componentes tireoidianos e a alta ingestão de iodo, explicando o aumento da frequência de doença tireoidiana autoimune nos últimos anos¹⁹.

Com a finalidade de avaliar o volume da tireoide por exame de ultrassonografia e determinação da iodúria, foram selecionados aleatoriamente 844 escolares de ambos os sexos na faixa etária de seis a 14 anos de seis sedes de distintas regiões administrativas do estado de São Paulo²⁰. A ecografia da tireoide registrou prevalência de 16% de bócio. Chamou a atenção a excessiva excreção urinária de iodo nessa população, pois 53% das amostras apresentavam valores acima de 300 µg/L, sendo 21% destes com valores superiores a 600 µg/L. Valores superiores a 1.000 µg/L foram detectados em 1% das amostras. As dosagens de iodo no sal domiciliar ressaltaram concentração de iodo excessiva em 47,4% das amostras. Os autores concluíram que provável aumento no consumo de sal com teores elevados de iodo estaria contribuindo para a possível elevação, na população em geral, de hipertireoidismo iodo-induzido bem como de tireoidite crônica autoimune, sendo esta predominante no sexo feminino²⁰.

No primeiro semestre de 2004, estudou-se a prevalência de tireoidite crônica autoimune, hipotireoidismo iodo-induzido, hipertireoidismo clínico e subclínico e o bócio em 1.085 indivíduos randomicamente selecionados da região metropolitana de São Paulo²¹. O grupo de mulheres da pesquisa predominou com 62,5% dos indivíduos e a média de idade variou de 24,7 a 81 anos. No grupo masculino (37,5%), a média de idade era de 55,8±12 anos. Foram dosados os níveis séricos de TSH, T₄ livre e anticorpos antitireoperoxidase. Avaliou-se também, por ultrassonografia, o volume da tireoide dos participantes. Dosagens das concentrações de iodo foram realizadas em amostras de urina e sal domiciliar. Apesar da concentração de iodo no sal culinário estar dentro dos novos limites oficiais (20–60 mg/kg de sal), 45,6% das concentrações urinárias de iodo estavam em níveis excessivos (acima de 300 µg/L), evidenciando ainda concentrações superiores a

400 µcg/L em 14,1%. Foram diagnosticados entre os participantes 3,3% de hipertireoidismo, 8,0% de hipotireoidismo e 16,9% de tireoidite crônica autoimune. Esses dados, mais uma vez, corroboraram a suposição de que o excesso de iodo consumido pelos brasileiros no período de 1998 a 2003 pode ter contribuído para o aumento da prevalência desses distúrbios em indivíduos geneticamente predispostos²¹.

Os mesmos autores haviam realizado estudo comparativo sobre a prevalência de tireoidite crônica autoimune (tireoidite de Hashimoto) em duas regiões do estado de São Paulo: área adstrita ao polo petroquímico de Capuava (409 indivíduos) e área controle em São Bernardo do Campo (420 indivíduos)²². Foram relacionados randomicamente indivíduos adultos entre 20 e 70 anos, de ambos os sexos, sendo 80% mulheres e 20% homens. Todos se submeteram a exames de ultrassonografia da tireoide e dosagem sérica de TSH, T₄ livre e antiTPO. Foram dosadas também as concentrações de iodo no sal consumido no domicílio e em amostras de urina dos participantes. Hipoecogenicidade da glândula tireoide à ultrassonografia associada à presença de anticorpos antitireoperoxidase indicou alta prevalência de tireoidite crônica autoimune em ambas as áreas: área-polo 15,6% e área-controle 19,5%. Em 58% de ambas as populações a excreção urinária ultrapassou 300 µcg/L de urina e na concentração de iodo o sal culinário manteve-se nos parâmetros normais nas duas regiões. A prevalência de tireoidite crônica autoimune estava proporcionalmente elevada nas duas áreas estudadas, não evidenciando ligação epidemiológica direta com proximidade do polo petroquímico e sim, provavelmente, em decorrência da elevada ingestão de iodo nutricional a que se submeteu a população brasileira no período de 1998 a 2003²².

DISCUSSÃO

As desordens causadas pela deficiência de iodo ainda são um grave problema de saúde pública distribuídas em várias regiões do mundo⁴. Em 1993, a OMS, o UNICEF e o ICCIDD recomendaram a iodação universal do sal culinário como a estratégia mais eficaz para se alcançar a eliminação dos distúrbios por deficiência de iodo, devido à sua maior facilidade de implementação e baixo custo⁶.

O continente americano destaca-se mundialmente como o que tem alcançado mais avanços no controle da deficiência de iodo, a despeito de casos de retrocesso de alguns países⁶. O Brasil hoje se apresenta numa situação de endemia controlada, com taxa de prevalência de bócio abaixo de 5%¹⁴.

Essa grande conquista se deu devido a um conjunto de ações governamentais, com a criação de leis que sustentaram órgãos e equipes técnicas comprometidas, que por sua vez interagiram com outras entidades governamentais e não governamentais, instituições internacionais e sindicatos ligados às indústrias extratoras e refinadoras de sal.

Desde a obrigação da iodação do sal em todo o território nacional na década de 50, o Brasil realizou quatro inquéritos sobre a prevalência de bócio endêmico que mostraram gradativa redução dessa taxa até níveis ideais recomendados pela OMS.

Fato importante a se destacar, devido ao seu considerável impacto na saúde da população brasileira, foi a alteração na concentração de iodo no sal durante o período de 1998 a 2003, quando por meio de instrução normativa ministerial foi fixada entre 40 e 100 mg de iodo/kg de sal⁷.

No último estudo nacional, de maio a junho de 2000¹⁴, o Brasil mantinha satisfatória a sua prevalência de bócio (1,4%). Porém, 86,5% da excreção urinária de iodo das crianças e adolescentes envolvidos na pesquisa estavam acima de 300 mcg/litro (sendo que metade dos escolares tinha valores acima de 500 mcg/litro e 5% com níveis acima de 900 mcg/litro). Metade das amostras de sal trazidas dos domicílios continha mais de 60 mg de iodo/kg de sal⁷.

A glândula tireoide pode sofrer importantes alterações fisiopatológicas pelo consumo excessivo de iodo, como o hipertireoidismo iodo-induzido em pacientes com bócio multinodular; tireoidite crônica autoimune preexistente assintomática, conseqüentemente hipotireoidismo clínico²³.

Devido à magnitude do problema relacionado ao consumo excessivo de iodo pela população, principalmente pela influência da iodação inadequada do sal no período de 1998 a 2003, renomados pesquisadores de importantes centros de pesquisa de universidades públicas brasileiras vêm desenvolvendo importantes estudos nessa área.

Em maio de 2007, em Genebra, Suíça, a Sexagésima Assembleia Mundial de Saúde (OMS) classificou o Brasil como um país onde a população, de modo geral, apresenta consumo excessivo de iodo⁴.

CONCLUSÃO

A deficiência crônica de iodo, principal fator causador do bócio endêmico, ainda continua sendo um grave problema de saúde pública em vários países do mundo. A

iodação do sal domiciliar mostrou-se estratégia eficaz e de baixo custo na redução global dessa endemia.

O Brasil apresentou positivo impacto na redução da taxa de prevalência de bócio, mas nesse momento sua população apresenta evidências de ingesta excessiva de iodo, estando, assim, vulnerável às consequências dessa nova situação. Esse importante diagnóstico epidemiológico chama a atenção das autoridades políticas e sanitárias nacionais para a necessidade de aperfeiçoamento do Programa Nacional para Prevenção e Controle dos Distúrbios por Deficiência de Iodo, no intuito de aprimorar o monitoramento do iodo no sal para consumo humano, priorizando estratégias de informação, educação, comunicação e mobilização social permanentes.

O controle adequado da nutrição pelo iodo em nosso país, além de melhorar a saúde da população geral e, em especial, das crianças, adolescentes e gestantes, minimizará direta e indiretamente prejuízos socioeconômicos.

REFERÊNCIAS

1. Delange F, Benoist B, Pretell E, Dunn JT. Iodine deficiency in the World: Where do we stand at the turn of the century? *Thyroid* 2001; 11(5):437-47.
2. Boyage S. Iodine deficiency disorders. *J Clin Endocrinol Metab* 1993; 77(3):587-91.
3. World Health Organization. Recommended iodine levels in salt and guidelines for monitoring their adequacy and effectiveness. Fifth Report on World Nutrition, WHO 2004, March.

4. Benoist B, Mclean E, Andersson M, Rogers L. Iodine deficiency in 2007: Global progress since 2003. *Food Nutr Bull* 2008; 29(3):195-202.
5. Medeiros-Neto G. Cento e oitenta anos de bócio endêmico no Brasil. *Arq Bras Endocrinol Metab* 1982; 30:226-31.
6. Brasil. Ministério da Saúde, Anvisa, Comissão Interinstitucional para Prevenção e Controle dos Distúrbios por Deficiência de Iodo. Manual técnico e operacional. Programa Nacional para a Prevenção e Controle dos Distúrbios por Deficiência de Iodo - Pró-Iodo. Dezembro de 2006.
7. Knobel M, Medeiros-Neto G. Moléstias associadas à carência crônica de iodo. São Paulo: *Arq Brás Endocrinol Metab* 2004; 48(1).
8. Dunn JT, Crutchfield HE, Gutekunst R, Dunn AD. Methods for measuring iodine in urine. International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders (ICCIDD). UNICEF, World Health Organization, The Netherlands, 1993.
9. Pontes AAN, Rocha AM, Leite DFB, Lessa, AF, Adan LFF. Iodação do sal no Brasil, um assunto controverso. *Arq Brás Endocrinol Metabol* 2009; 53(1):113-114.
10. Medeiros-Neto G. Oscilações na ingestão de iodo no Brasil. São Paulo: *Arq Bras Endocrinol Metab* 2009; 53(4).
11. Esteves RZ. Desenvolvimento de um método para a determinação da iodúria e sua aplicação na excreção urinária de iodo em escolares brasileiros. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2007; 51(9):1477-1484.
12. Who. World Health Organization Indicators for assessing Iodine Deficiency Disorders and their control through salt iodization. Micronutrient Series. Document. Geneva: WHO, 1994. 55 p.
13. Correa Filho HR, Vieira JBF, Silva YSP, Coelho GE, Cavalcante FAC, Pereira MPL. Inquérito sobre a prevalência de bócio endêmico no Brasil em escolares de 6 a 14 anos: 1994 a 1996. *Rev Panam Salud Publica* 2002; 12(5):317-326.
14. Medeiros-Neto G, Rossi AC, Tomimori EK, Camargo RYA. Searching for iodine deficiency disorders in schoolchildren from Brazil: The Thyromobil Project. *Thyroid* 2001; 11(7).
15. Teng W, Shan Z, Teng X, Guan H, Li Y, Jin Y, *et al.* Effect of iodine intake on thyroid diseases in China. *N Engl J Med* 2006; 353:2783-93.
16. Gandra YR. Avaliação clínica do bócio endêmico. São Paulo: *Rev Saúde Pública* 1984; 18:396-404.
17. Nimer M, Silva ME, Oliveira JED. Associações entre iodo no sal e iodúria em escolares. Ouro Preto, MG. *Rev Saúde Pública* 2002; 36(4):500-504.

18. Pontes AAN, Adan LF, Costa ADM. Prevalência de doenças da tireoide em uma comunidade do nordeste brasileiro. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2002; 46(5).
19. Szeliga DVM. Tireoidite de Hashimoto na infância e adolescência: estudo retrospectivo de 43 casos. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2002; 46(2).
20. Duarte GC, Tomimori EK, Boriolli RA, Ferreira JE, Catarino RM, Camargo RYA, *et al.* Avaliação ultrassonográfica da tireoide e determinação da iodúria em escolares de diferentes regiões do estado de São Paulo. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2004; 48(6):842-848.
21. Camargo RYA, Medeiros-Neto G, Tomimori KE, Neves SC, Rubio IGS, Galvão AL, Knobel M. Thyroid and the environment: exposure to excessive nutritional iodine increases the prevalence of thyroid disorders in São Paulo, Brasil. *Eur J Endocrinol* 2008; 159:293-299.
22. Camargo RYA, Tomimori EK, Neves SC, Knobel M, Medeiros-Neto G. Prevalence of chronic autoimmune thyroiditis in the urban area neighboring a petrochemical complex and a control area in São Paulo, Brasil. *Clinics* 2006; 61(4):307-312.
23. Nimer M, Silva ME, Oliveira JED. Iodization of salt: the control of iodine deficiency disorders in Brasil. *Comprehensive Handbook of Iodine*, 2009; Elsevier Inc. USA.

5.2 ARTIGO 2 - Fatores associados ao estado nutricional de iodo em adolescentes de Vespasiano-MG

Resumo

Objetivo: avaliar a excreção urinária de iodo e a concentração desse halogênio em amostras de sal domiciliar de escolares adolescentes do município de Vespasiano-MG. e

estudar possíveis variáveis de associação. **Métodos:** estudo de corte transversal realizado em escolares entre 10 e 19 anos no período de maio a setembro de 2009, regularmente matriculados em quatro escolas públicas de Vespasiano. Dados relativos a idade, sexo, peso, altura, índice de massa corporal e pressão arterial foram coletados. Foi aplicado questionário para identificação do escolar, observação de possível doença da tireoide ou uso de medicamento à base de iodo. Para o cálculo da amostra, determinou-se nível de confiança de 95% e precisão de 5% a partir de frequência estimada de 50%. Foram colhidas amostras de urina dos participantes, bem como do sal culinário consumido em seus lares, para determinação da concentração de iodo, sendo analisadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal de Ouro Preto-MG. A associação entre iodo na urina e variáveis do estudo foi verificada pelos testes Qui-quadrado de Pearson exato e assintótico. A análise estratificada pelo método de Mantel Haenszel foi realizada para verificação da manutenção da associação entre variáveis estudadas. O estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG. **Resultados:** o estudo foi composto de 428 alunos de escolas públicas, sendo 63,3% do sexo feminino e 36,7% masculino; 62,9% na faixa etária de 10 a 14 anos e 37,1% entre 14 e 19 anos. Do ponto de vista nutricional, 58,9% eram eutróficos, 0,5% apresentou magreza e 46,7% sobrepeso ou obesidade. Os resultados da concentração de iodo na urina revelaram 4,4% das amostras com deficiência, 28,7% com índices adequados, 46,7% mais que adequados e 20,1% excessivos. Das variáveis do estudo, somente a idade mostrou associação significativa com os índices de concentração de iodo na urina. Após análise estratificada, observou-se que a associação se manteve para adolescentes do sexo feminino, com sobrepeso ou obesidade e que tiveram sal domiciliar com concentração adequada de iodo. **Conclusão:** correlacionando-se os resultados dos dados de iodo na urina e iodo no sal com as variáveis idade, sexo e índice de massa corporal, concluiu-se que concentrações excessivas de iodo na urina estavam associadas a adolescentes do sexo feminino, maiores de 14 anos, com teores de iodo no sal adequados e com sobrepeso ou obesidade.

Palavras-chave: Iodo. Nutrição. Excesso de iodo. Hipertireoidismo iodo-induzido. Doença autoimune tireóidea.

Abstract

Objective: Evaluate the iodine urinary excretion and the concentration of this halogen in domestic salt samples of teenage students from 10 years old to 1 day short of 20 years from public schools from the city of Vespasiano, MG., to study possible associations with the age variables, body mass and gender. **Methods:** Cross-sectional study conducted among schoolchildren ranged from 10 to 19 years old in the period from May to September of 2009 enrolled in four public schools of Vespasiano City. Data on age, sex, weight, height, body mass index and blood pressure were collected. A questionnaire to identify the school,

observing possible presence of thyroid disease or use of iodine-based medicine was performed. To calculate the sample was determined confidence level of 95% and precision of 5% from an estimated rate of 50%. Urine samples were collected from participants as well as culinary salt consumed in their homes for determining the concentration of iodine, and analyzed at Bromatology Laboratory of Federal University of Ouro Preto (MG). The association between iodine in urine and study variables was assessed by chi-square Pearson test exact and asymptotic. The stratified analysis by Mantel-Haenszel method was performed to verify the maintenance of the association between variables. Before beginning, the study was approved by Research Ethics Committee of UFMG. **Results:** The study was composed of 428 students from public schools, being 63.3% female and 36.7% male students; 62.9% were between 10 and 14 years old of age and 37.1% between 14 to 19 years of age. From the nutritional point of view, 58.9% were eutrophic, 0.5% presented thinness and 46.7% overweight or obesity. The results of the concentration of iodine in the urine showed 4.4% of the samples had deficiencies, 28.7% with adequate index, 46.7% more than adequate and 20.1% excessive index. Among the variables of the study only the age variable showed significant association with iodine concentration in the urine. After stratified analyses, it was observed that this association remained for the female teenagers, who are overweight or obese and that consumed salt with adequate concentration of iodine. **Conclusion:** By correlating the data results of iodine in the urine and iodine in salt with the age variables, gender and body mass index, it was concluded that the excessive concentrations of iodine in the urine were associated with female teenagers, 14 years of age or older, with adequate percentage of iodine in salt and with overweight or obesity.

Key words: Iodine. Nutrition. Excess of iodine. Hyperthyroidism induced. Autoimmune thyroid disease.

INTRODUÇÃO

O iodo é um micronutriente essencial para o funcionamento da tireoide e tanto baixa ingestão desse halogênio quanto o seu excessivo consumo podem causar doenças dessa glândula¹. Para o ser humano, as necessidades de iodo são variáveis, dependendo da idade, sexo, estado gestacional ou período de lactação, variações regionais do clima e hábitos alimentares. Recomendam-se, em números aproximados, as seguintes cifras diárias

de ingestão de iodo: 90 µcg para recém-nascidos e crianças pré-escolares, 120 µcg para crianças em idade escolar, 150 µcg para adolescentes, 150 a 200 µcg para adultos e 200 a 300 µcg para gestantes e nutrízes².

A deficiência de iodo ainda é um sério problema de saúde pública na maioria dos países do mundo³. Essa deficiência é a principal causa evitável de dano cerebral em fetos e recém-nascidos, estendendo-se pela fase escolar, adolescente e adulta². Ainda existem 265 milhões de crianças e dois bilhões de pessoas sob o risco de desenvolverem doenças associadas à carência crônica de iodo³. A Organização Mundial de Saúde (OMS) ratificou a estratégia de iodação do sal para consumo humano como sendo a mais simples, eficaz e de mais baixo custo para se combater universalmente os distúrbios da carência crônica de iodo⁴.

O Congresso Nacional Brasileiro e as autoridades sanitárias nacionais, desde a década de 50, vêm criando mecanismos legais com o objetivo de se combater os problemas decorrentes da carência crônica de iodo no país². A partir da Lei nº 1944, de 14 de agosto de 1953, o Brasil tornou obrigatória a iodação do sal culinário nas áreas de bócio endêmico⁵.

Em 2007, em Genebra (Suíça), a Sexagésima Assembleia Mundial de Saúde da OMS classificou o Brasil como país onde a população predominantemente apresenta consumo excessivo de iodo³. Nesse período, vigorava portaria da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que fixava a concentração de iodo no sal de cozinha entre 40 e 100 mg/kg², maior faixa de concentração já adotada no país.

Preocupados com essa nova situação, vários estudos nacionais têm sido realizados para determinação de possíveis associações entre o consumo excessivo de iodo pela população brasileira e o aumento na prevalência de doenças da tireoide, como a tireoidite de Hashimoto e hipertireoidismo iodo-induzido.

Assim, este artigo teve como objetivo investigar o estado nutricional de iodo em uma população de escolares adolescentes do município de Vespasiano-MG., buscando avaliar possíveis fatores associados e contribuir para o melhor conhecimento sobre o estado nutricional desse micronutriente na referida população.

MÉTODOS

Delineamento de estudo

Trata-se de estudo populacional de corte transversal, realizado com adolescentes entre 10 e 19 anos, regularmente matriculados em escolas públicas do município de Vespasiano, Minas Gerais, no período de maio a setembro de 2009.

Local e população de estudo

O presente estudo foi realizado no município de Vespasiano, localizado na mesorregião metropolitana de Belo Horizonte⁶, a cerca de 693 metros de altitude média e distante 27 km da capital do estado de Minas Gerais. O município possui área de 70.108 km² e população estimada em 101.846 habitantes, com densidade demográfica de 1.389,8 habitantes por quilômetro quadrado. Caracteriza-se por economia terciária e ocupação mista, com IDH de 0,747. Faz divisa com os municípios de Belo Horizonte e Santa Luzia ao sul, Lagoa Santa a nordeste e São José da Lapa, Confins e Pedro Leopoldo a sudoeste^{7,8}.

A população participante do estudo foi composta de adolescentes entre 10 anos e 19 anos 11 meses e 29 dias, de ambos os sexos, pertencentes a escolas públicas de Vespasiano-MG., de um total de 8.000 alunos compreendidos na faixa etária preconizada, segundo dados da Secretaria Municipal de Educação⁹.

Para a participação das escolas, foi feito convite pessoal aos diretores das mesmas, em reunião na Secretaria Municipal de Educação de Vespasiano. Do total de 25 escolas públicas do município, quatro delas - PJS, EMA, GHF e JPB - se prontificaram a participar da pesquisa, a partir do interesse espontâneo manifestado por seus respectivos diretores. A JPB oferecia ensino fundamental e as demais, ensino fundamental e médio. Quanto ao número total de alunos, as escolas PJS, EMA, GHF e JPB possuíam, respectivamente, 582, 1.807, 605 e 651 matriculados.

As turmas das escolas participantes foram visitadas pela equipe de pesquisadores, que fornecia detalhes sobre a importância da atual situação do iodo nutricional na população geral e em escolares, em especial. Os objetivos da pesquisa, a metodologia utilizada e os aspectos éticos envolvidos também foram enfatizados. Foi entregue carta-convite (APÊNDICE A) endereçada aos pais ou responsáveis para que tomassem conhecimento das etapas da pesquisa, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participação no estudo.

Variáveis de estudo

Dados relativos a idade, sexo, peso, altura, índice de massa corporal e pressão arterial foram coletados dos alunos participantes. Aplicou-se também questionário para identificar cada aluno quanto a possíveis doenças da tireoide, atuais ou pregressas, e os relatos de uso recente de medicamentos ou produtos à base de iodo.

Foram colhidas amostras de urina dos escolares e do sal culinário consumido em seus lares e encaminhadas ao Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade de Ouro Preto (UFOP), Minas Gerais, para determinação das respectivas concentrações de iodo.

Crítérios de inclusão e exclusão

Todos os alunos que, voluntariamente, aceitaram o convite para participação no estudo e que estavam devidamente matriculados em suas respectivas escolas foram elegíveis para o estudo.

Foram excluídos os escolares com idades inferiores a 10 anos e com 20 anos ou mais, portadores de doenças da tireoide confirmadas ou referidas ou em uso de medicamentos contendo iodo. Também não foram elegíveis aqueles sem a devida autorização dos pais ou responsáveis por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) devidamente preenchido e assinado. Alunos maiores de 18 anos assinaram seus próprios TCLE (APÊNDICES B, C, D, E).

Definição de amostra

A amostra reuniu o total de 428 alunos entre as quatro escolas públicas que, voluntariamente, aceitaram participar da pesquisa, dos quais 63,3% eram do sexo feminino e 36,7% masculino. Essa amostra foi subdividida em dois grupos: grupo I, composto de escolares de ambos os sexos na faixa etária de 10 anos a 13 anos 11 meses e 29 dias; e grupo II, abrangendo a faixa etária de 14 anos a 19 anos 11 meses e 29 dias de ambos os sexos.

Pelo fato de a maioria dos estudos nacionais e internacionais e inquéritos populacionais de avaliação da nutrição pelo iodo adotarem a faixa etária de seis a 14 anos, chamada por Gandra (1984) de Grupo Vulnerável Indicador (GVI)¹⁰, resolveu-se comparar os resultados da excreção urinária de iodo e a concentração de iodo no sal culinário entre esses dois grupos.

Cálculo da amostra

Foram considerados para o cálculo da amostra 8.000 alunos na faixa etária de 10 a 19 anos 11 meses e 29 dias regularmente matriculados nas escolas públicas de Vespasiano⁹. A frequência do fenômeno a ser estudado foi estimada em 50%, na busca por mais representatividade.

Considerando-se o nível de confiança de 95% e precisão de 5%, o tamanho mínimo da amostra foi determinado em 367 escolares, a partir de cálculo realizado com o uso do Programa Statcalc do *software* EpiInfo, versão 6.04. Acrescentaram-se a esse cálculo 10% relativos a possíveis perdas, definindo-se número final de 404 indivíduos para composição da amostra¹¹.

Coleta dos dados

Coleta das amostras de urina

Para a coleta de amostra urinária, os escolares participantes da pesquisa receberam visitas da equipe de pesquisa para orientação quanto à maneira adequada de se proceder à coleta da urina. Eles receberam um *kit* contendo um copo plástico descartável para deposição da urina e um recipiente para o armazenamento final do material. Nesse recipiente, de material plástico com capacidade para 100 mL e tampa de rosca, havia uma etiqueta para identificação do aluno: nome, escola, turma e código numérico identificador. As amostras foram colhidas no domicílio, a pedido dos próprios participantes, no momento de se dirigirem para suas respectivas escolas. Na chegada à escola, foram recebidos pelos acadêmicos voluntários, que imediatamente armazenaram-nas em caixas de isopor com gelo plástico e imediatamente transportaram-nas para uma geladeira destinada a esse fim, com temperatura interna em torno de 4°C. Ali permaneceram até o momento do

encaminhamento para realização das análises por parte do Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

Coleta das amostras de sal domiciliar

Assim como as amostras de urina, as amostras de sal foram recolhidas pelos alunos da FASEH na chegada dos escolares às suas respectivas escolas. Foram recolhidas cerca de 30 a 40 gramas de sal domiciliar em recipiente de plástico com tampa de rosca, com as mesmas identificações utilizadas para coleta de urina: nome, escola, turma e código numérico identificador. Foram mantidos em temperatura ambiente até o momento da realização das análises no Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da UFOP.

Antropometria

Para realizarem-se as medidas de peso e estatura, foram utilizados uma balança portátil e um antropômetro padrão, cedidos pelo Centro de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais. Os alunos foram pesados e medidos sem sapatos e sem roupas acessórias (agasalhos, jaquetas, coletes), em ambiente iluminado e com o mínimo de privacidade.

Foram utilizados os pontos de corte de IMC por idade e estatura por idade das novas curvas de crescimento da OMS para classificar os escolares da pesquisa quanto aos seus estados nutricionais¹² (Quadros 1, 2).

Os pontos de corte utilizados para avaliação nutricional foram:

- $< \text{Escore} - Z - 2 =$ baixo IMC para idade - magreza
- $\geq \text{Escore} - Z - 2$ e $< \text{Escore} - Z + 1 =$ eutrofia
- $\geq \text{Escore} Z + 1 =$ sobrepeso / obesidade

Quadro 1 - Pontos de corte de IMC por idade para adolescentes

VALORES CRÍTICOS		DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL
$< \text{percentil } 3$	$< \text{Escore-Z } -2$	Baixo IMC para a idade
$\geq \text{Percentil } 3$ e $< \text{Percentil } 85$	$\geq \text{Escore-Z } -2$ e $< \text{Escore-z } +1$	IMC adequado ou eutrófico
$\geq \text{Percentil } 85$ e $< \text{Percentil } 97$	$\geq \text{Escore-Z } +1$ e	Sobrepeso

	< Escore-z +2	
≥ Percentil 97	≥ Escore-Z +2	Obesidade

Fonte: Ministério da Saúde/CGPAN – 2008.

Quadro 2 - Pontos de corte de estatura por idade para adolescentes

VALORES CRÍTICOS		DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL
< percentil 3	< Escore-Z -2	Baixa estatura para a idade
≥ Percentil 3	≥ Escore-Z -2	Estatura adequada para a idade

Fonte: Ministério da Saúde/CGPAN – 2008.

Avaliação da concentração de iodo urinário

A dosagem do teor de iodo urinário foi realizada no Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto. A concentração urinária de iodo foi determinada pelo método Sandell–Kolthoff, recomendado pelo ICCIDD e modificado por Esteves, no qual se substitui o ácido perclórico, devido ao seu potencial explosivo, por persulfato de amônio na etapa de digestão, precedente à análise, fundamental para a eliminação de substâncias oxidantes e redutoras que possam eventualmente contribuir para o efeito catalítico do iodo^{13,14}.

Os pontos de corte para classificação da concentração de iodo na urina, em µg/L, são: deficiência - ≤ 99; adequado - 100 a 199; mais que adequado - 200 a 299; excessivo - ≥ 300¹⁵.

Classificação do sal segundo teor de iodo

A análise do teor de iodo no sal para consumo humano foi realizada segundo a técnica recomendada pelo Ministério da Saúde, na qual, diante de iodeto de potássio (KI) e em meio ácido, o iodato de potássio (KIO₃) reage liberando iodo, que é imediatamente titulado com tiosulfato de sódio, usando-se solução de amido como indicador¹⁶. As dosagens foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto.

De acordo com a Resolução RDC nº 130, de 25 de fevereiro de 2003, foram consideradas suficientes as amostras de sal cujo teor de iodo analisado permaneceu entre 20 e 60 mg de iodo por quilograma de sal¹⁷.

Aspectos éticos

Os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido foram elaborados conforme as determinações do COEP, individualizados conforme as faixas etárias de: sete a 12 anos, 13 a 17 anos e 18 anos ou mais. Os adolescentes com 18 anos ou mais assinaram seus próprios TCLEs.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, conforme regulamenta a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, em seu Parecer nº ETIC 580/08, aprovou o presente estudo, bem como seu Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO B).

A realização da coleta de dados somente foi iniciada após o entendimento absoluto, por parte dos adolescentes e de seus pais ou responsáveis, quanto aos objetivos, métodos e aspectos éticos da pesquisa e com os TCLEs devidamente preenchidos e assinados.

Os procedimentos de coleta de dados antropométricos dos escolares (peso, altura, pressão arterial) e aplicação do questionário (APÊNDICE F) foram feitos em visitas programadas com as escolas ou durante a recepção dos materiais trazidos pelos alunos.

Os adolescentes que apresentaram níveis de pressão arterial acima dos valores arbitrariamente definidos como limites de normalidade foram encaminhados ao Centro de Referência de Adolescentes do Município de Vespasiano, para acompanhamento e condutas propedêuticas e terapêuticas pertinentes. Também foram encaminhados para seguimento com equipe multiprofissional no Centro de Referência de Adolescentes do município os escolares participantes da pesquisa que apresentaram obesidade (\geq Escore-Z + 2). Estudos e discussões estão sendo feitos para se estabelecerem as melhores condutas a serem adotadas com aqueles que apresentaram iodúria inadequada, mais que adequada e excessiva. Em tempo hábil, muito provavelmente serão realizados exames de ultrassonografia da tireoide e dosagens séricas de T₄ livre e anticorpos A-TG e A-TPO. As escolas, pais e alunos serão informados dos resultados.

RESULTADOS

Dos 3.645 alunos matriculados nas quatro escolas participantes (PJS=582, EMA=1.807, GHF=605 e JPB=651), 551 foram avaliados pelos pesquisadores. A escola identificada como PJS contribuiu com 192 alunos; a EMA com 41; a GHF com 164 e a JPB com 154 alunos.

Ao final, 428 adolescentes apresentaram dados completos relativos às variáveis do estudo: iodúria, concentração de iodo no sal, peso, altura, sexo e IMC. Os escolares adolescentes exibiram o seguinte perfil de distribuição por gênero: 271 (63,3%) do sexo feminino e 157 (36,7%) masculino. Em relação à idade, 269 (62,9%) eram pertencentes à faixa etária de 10 anos a 13 anos 11 meses e 29 dias e 159 (37,1%) de 14 anos a 19 anos 11 meses e 29 dias (Figuras 1 e 2).

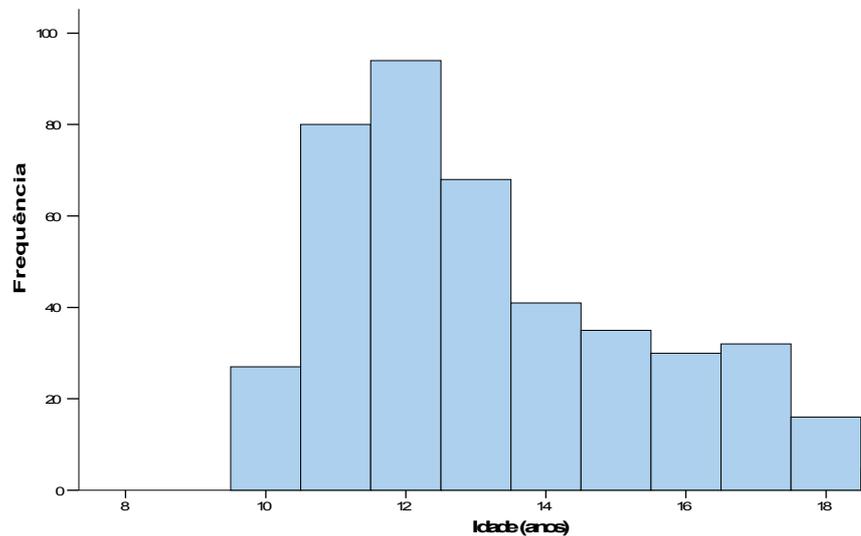


Figura 1: Histograma da idade dos 428 escolares de quatro escolas públicas, Vespasiano-MG., 2009.

A análise da Figura 1 mostra distribuição assimétrica quanto à idade dos escolares.

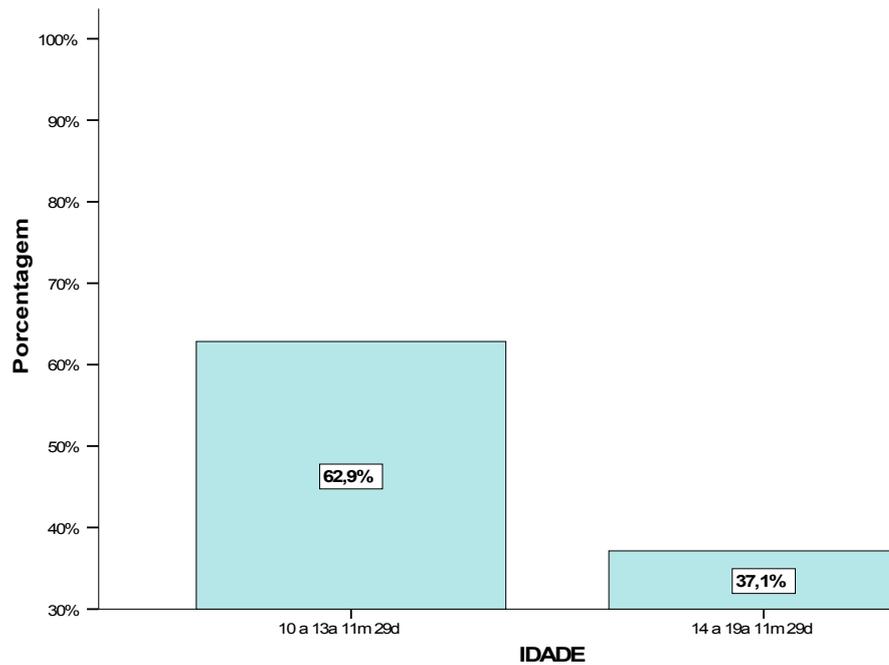


Figura 2: Distribuição de frequência das faixas etárias dos 428 escolares de quatro escolas públicas de Vespasiano-MG., 2009.

A Figura 2 representa a variável dicotomizada em duas faixas, evidenciando-se o predomínio da faixa etária de 10 a 14 anos (62,9%) em relação à faixa etária de 14 a 20 anos (37,1%) entre os participantes do estudo.

Em relação ao iodo urinário, os resultados revelaram: 4,44% nutrição deficiente de iodo, 28,74% adequada, 46,73 mais que adequada e 20,1% excessiva (Figuras 3 e 4).

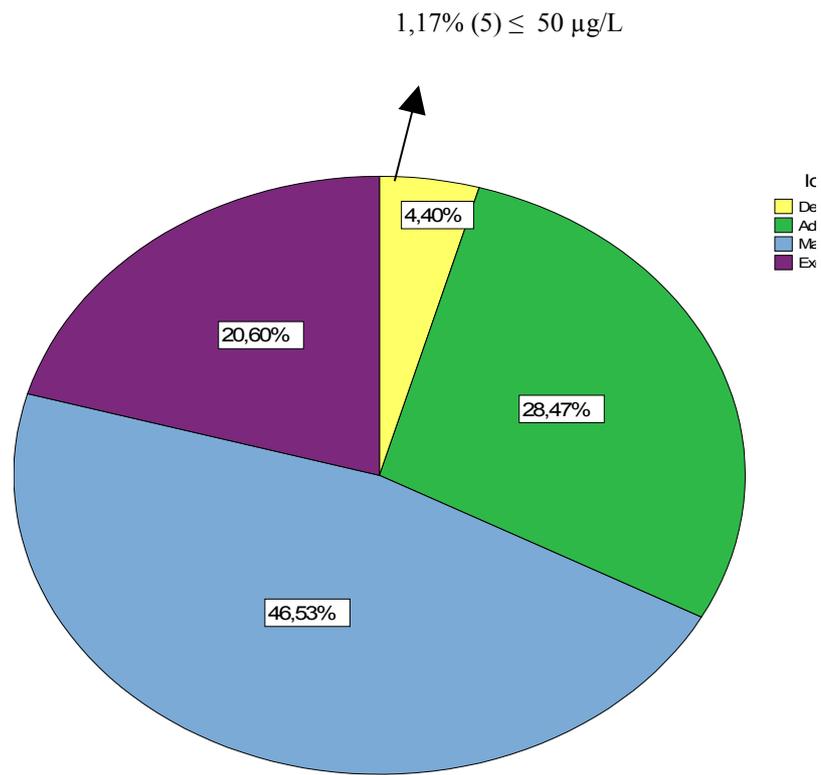


Figura 3: Distribuição de frequências do iodo na urina dos 428 escolares de quatro escolas públicas do Município de Vespasiano-MG.

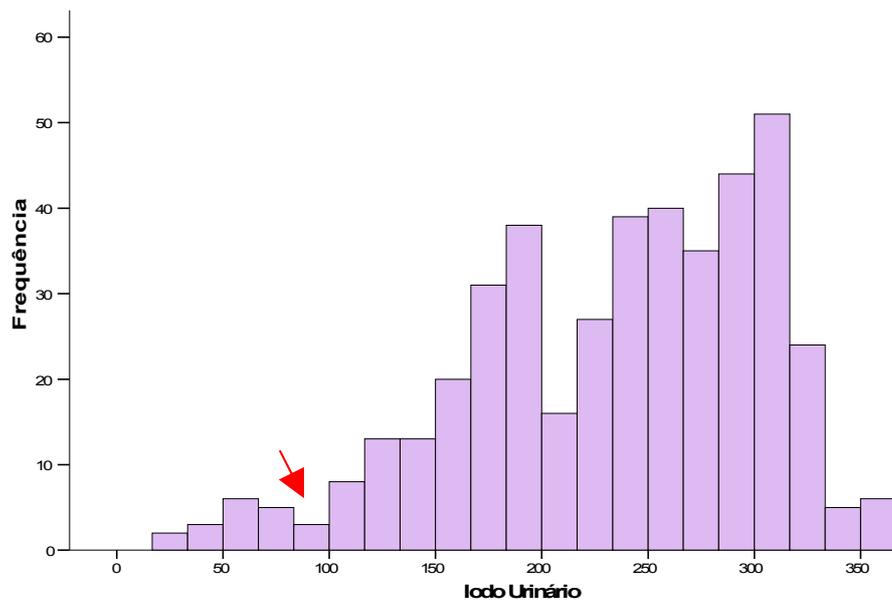


Figura 4: Histograma da frequência de valores da concentração de iodo na urina dos 428 escolares de quatro escolas públicas de Vespasiano-MG., 2009.

A Organização Mundial de Saúde adota como critério para se avaliar a adequada ingestão de iodo de uma determinada população a mediana da concentração urinária de iodo em escolares. O Programa Brasileiro para a Prevenção e Controle dos Distúrbios por Deficiência de Iodo (Pró-Iodo) apresenta como meta que 50% dos resultados de iodúria em escolares devem estar acima de 100 µg/L e que não mais de 20% destes podem estar abaixo de 50 µg/L. Analisando os resultados apresentados nas Figuras 3 e 4, pode-se concluir que a amostra de adolescentes estudada preenche os critérios do Pró-Iodo relativos à iodúria, porém indica excessiva ingestão de iodo.

Na dosagem da concentração de iodo no sal culinário, 48 (11,1%) das amostras apresentaram resultados de insuficiência, 379 (88,7%) adequados e uma (0,2%) de excesso (Figuras 5 e 6).

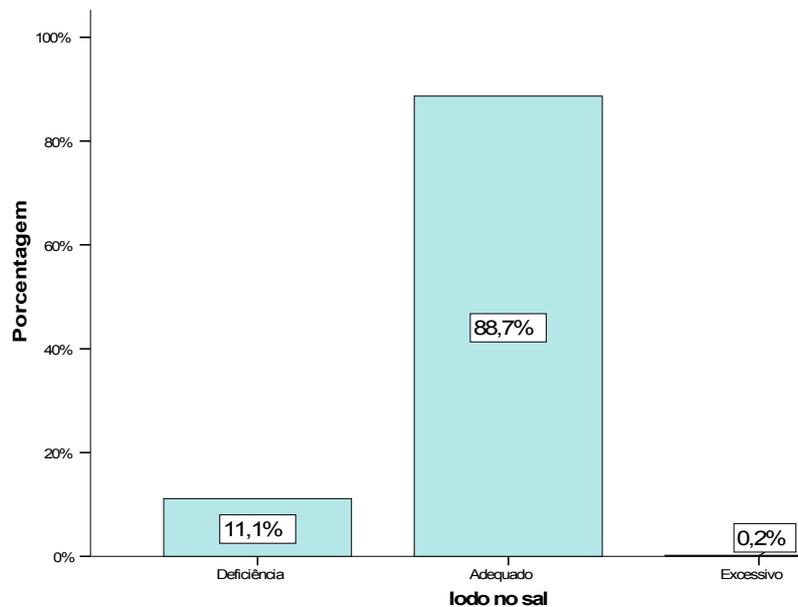


Figura 5: Distribuição de frequência da concentração de iodo no sal domiciliar dos 428 escolares de quatro escolas públicas de Vespasiano-MG., 2009.

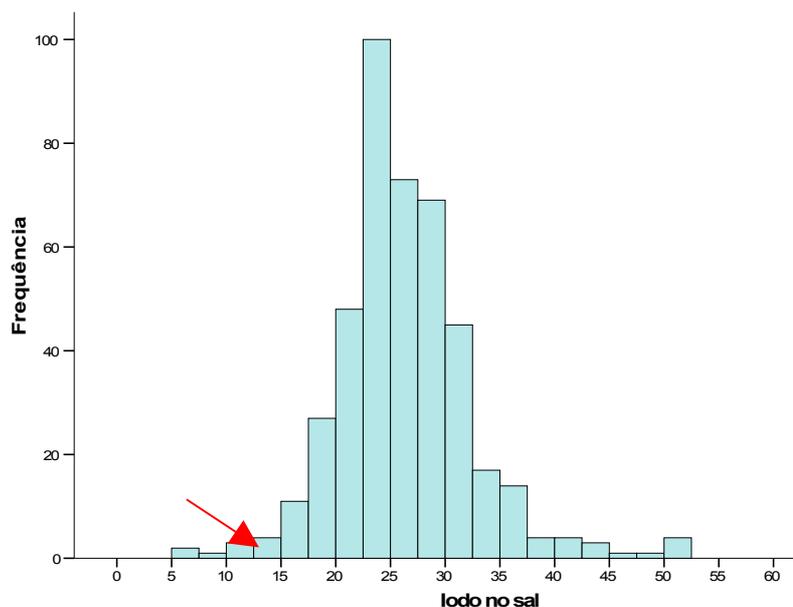


Figura 6: Distribuição da concentração do iodo no sal dos 428 escolares de quatro escolas públicas de Vespasiano-MG., 2009.

Em relação à concentração de iodo no sal culinário, o Pró-Iodo estabelece como meta que mais de 90% dos domicílios deverão ter sal iodado com pelo menos 15 ppm e que 95% do sal produzido e importado deverão atender à faixa de iodação estabelecida na legislação nacional. Os resultados apresentados nas Figuras 5 e 6 mostram que 11,3% das amostras do sal consumido pelos estudantes estão em desacordo com a legislação brasileira.

Os dados de frequência quanto a sexo, faixa etária, teor de iodo na urina e teor de iodo no sal dos escolares participantes do estudo estão condensados na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição de frequências quanto a sexo, faixa etária, teor do iodo na urina e teor do iodo no sal de escolares de quatro escolas públicas de Vespasiano-MG., 2009

Variáveis	N	%
Sexo		
Feminino	271	63,3
Masculino	157	36,7
Faixa etária		
10 a 14 anos	269	62,9
> 14 anos	159	37,1
Iodo urinário µg/L		
Deficiência (<=99)	19	4,4
Adequado (100 a 199)	123	28,7
Mais que adequado (200 a 299)	200	46,7
Excessivo (>=300)	86	20,1
Iodo sal mg/kg		
Insuficiente (< 20)	48	11,2
Adequado (20 a 60)	379	88,6
Excesso (> 60)	1	0,2

Os dados antropométricos mostraram que 0,2% dos estudantes apresentou baixa estatura para a idade e 99,8% estatura adequada para a idade. Quanto ao IMC, 0,5% apresentou resultados de baixo IMC para a idade, 58,9% de eutrofia e 40,6% de sobrepeso/obesidade (Tabela 2) (Figuras 7 a 10).

Tabela 2 – Distribuição dos dados antropométricos HAZ e IMC de escolares de quatro escolas públicas do município de Vespasiano-MG., 2009

Variáveis	N	%
------------------	----------	----------

HAZ *		
Baixa estatura para a idade	1	0,2
Estatura adequada para a idade	425	99,8
IMC **		
Baixo IMC para a idade	2	0,5
Eutrofia	251	58,9
Sobrepeso e obesidade	173	40,6

* HAZ= Escore Z de altura por idade.

** IMC= Índice de massa corporal.

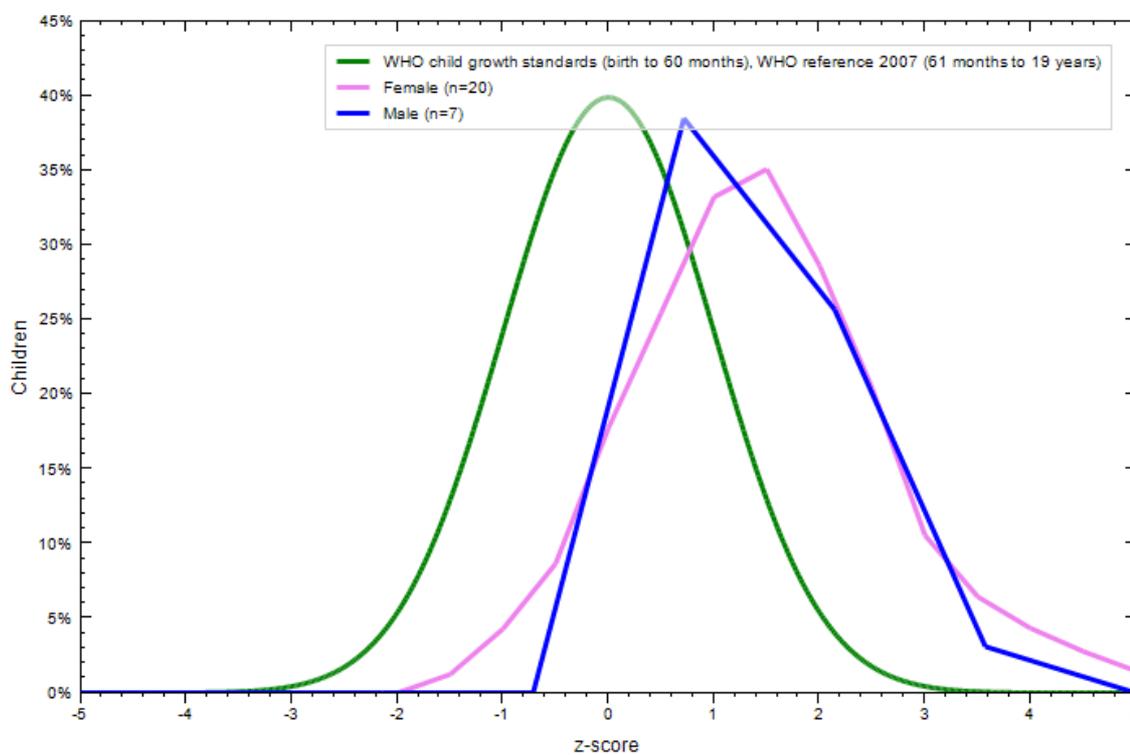


Figura 7: Peso por idade de escolares de quatro escolas públicas do município de Vespasiano-MG., 2009.

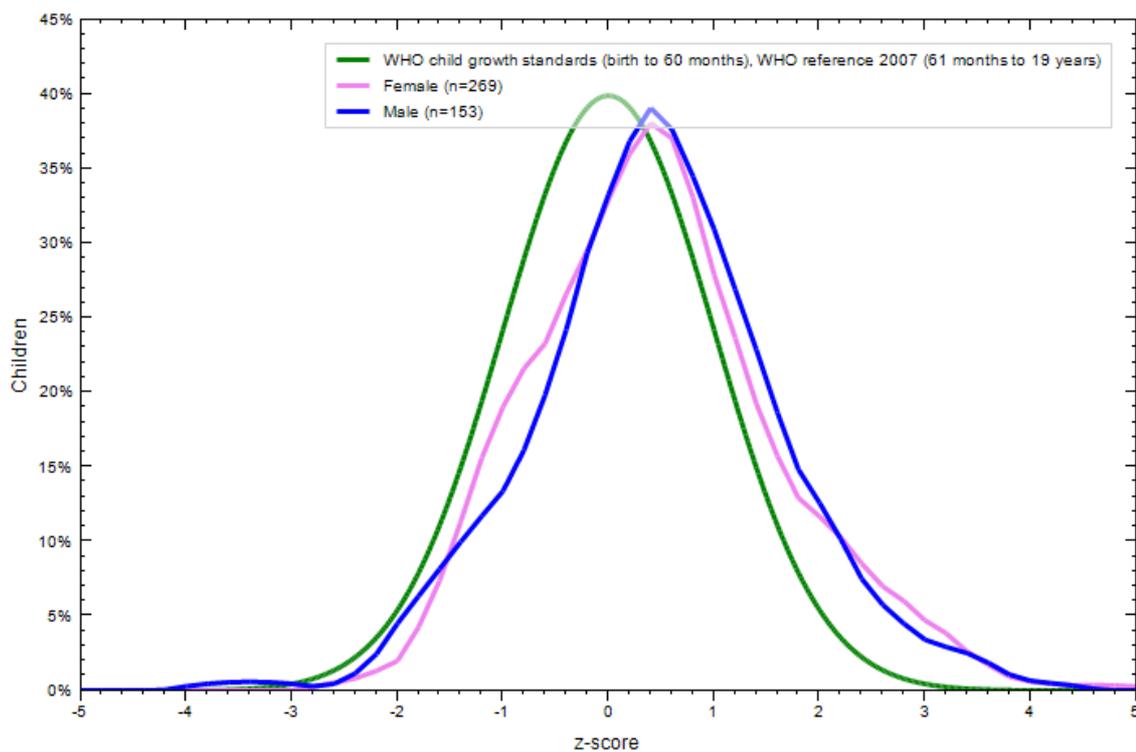


Figura 8: Altura por idade de escolares de quatro escolas públicas do município de Vespasiano-MG., 2009.

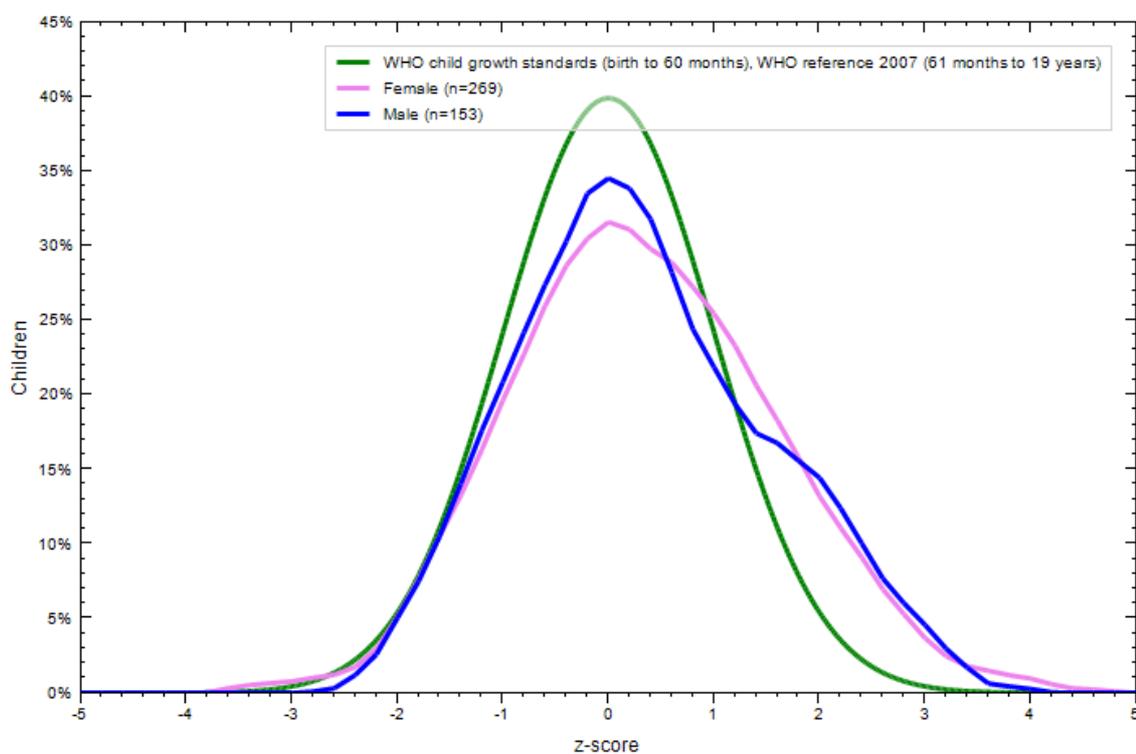


Figura 9: IMC por idade de escolares de quatro escolas públicas do município de Vespasiano-MG., 2009.

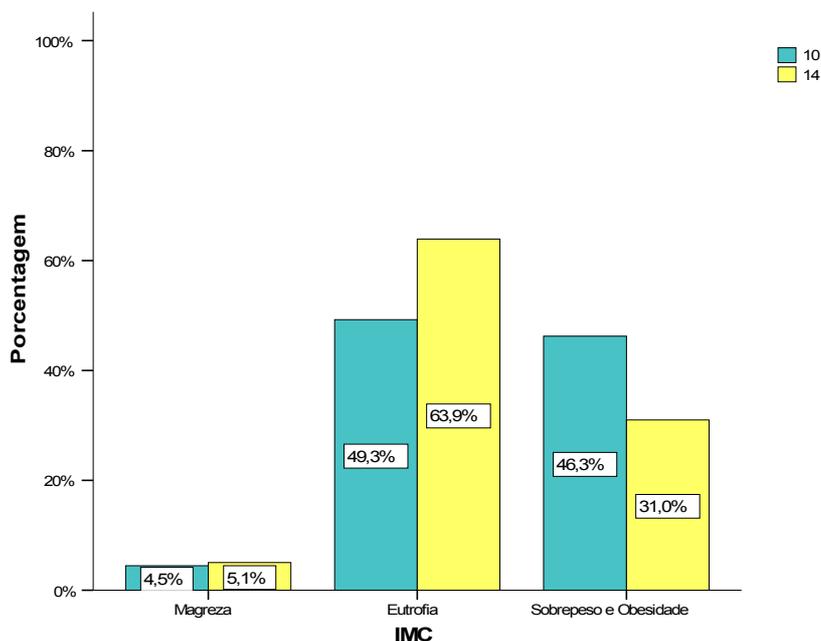


Figura 10: Distribuição do IMC por faixa etária dos 428 escolares de quatro escolas públicas de Vespasiano-MG., 2009.

Analisando-se as medidas descritivas dos resultados encontrados, o estudo mostrou que a idade média foi de $13,23 \pm 2,25$ anos; o peso médio foi de $51,02 \pm 14,03$ kg; a altura média foi de $1,58 \pm 0,10$ metro; as médias das pressões arteriais foram de $103,34 \pm 13,86$ (máxima) e $63,09 \pm 11,42$ (mínima); as médias de teores de iodo na urina e no sal foram, respectivamente, de $236,67 \text{ mcg/L} \pm 71,41$ e $25,72 \text{ mg/kg} \pm 6,44$ (Tabela 3).

Tabela 3 – Medidas descritivas da idade, peso, altura, PAS, PAD, concentração de iodo na urina e no sal de escolares de quatro escolas, Vespasiano-MG., 2009

Variáveis	Média	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Idade	13,23	13,13	2,25	10,00	19,00
Peso	51,02	49,00	14,03	25,00	124,00
Altura	1,58	1,57	0,10	1,31	1,89
PAS	103,34	100,00	13,86	70,00	150,00
PAD	63,09	60,00	11,42	40,00	100,00
Iodo na urina	236,67	247,58	71,41	23,40	381,50
Iodo no sal	26,36	25,72	6,44	5,29	66,86

PAS: Pressão arterial sistólica.

PAD: Pressão arterial diastólica.

Os resultados da análise do teste de correlação de Pearson entre concentração de iodo na urina e as variáveis idade, peso, altura, pressão arterial, índice de massa corporal e concentração de iodo no sal revelaram que no nível de significância de 5% as correlações

somente são significativas entre as variáveis idade, peso e pressão arterial. Nenhuma mostrou forte correlação (valores $> 0,7$) (Tabela 4).

Tabela 4 – Resultados da análise de correlação de Pearson da concentração de iodo na urina com idade, peso, altura, PAS, PAD, HAZ, IMC e concentração de iodo no sal de escolares de quatro escolas públicas, Vespasiano-MG., 2009

Variáveis	Correlação de Pearson	Valor-p
Idade	0,117	0,006
Peso	0,111	0,021
Altura	0,078	0,110
PAS	0,163	0,001
PAD	0,177	0,000
HAZ	0,007	0,886
IMC	0,050	0,304
Iodo no sal	0,034	0,484

PAS: Pressão arterial sistólica.

PAD: Pressão arterial diastólica.

Na análise entre concentração de iodo na urina e variáveis sociodemográficas pelo método de Pearson assintótico, os resultados salientaram que no nível de significância de 5% somente a variável idade esteve associada à concentração de iodo na urina. A análise de resíduos mostrou que no nível de significância de 5% a concentração excessiva de iodo na urina está significativamente presente nos adolescentes maiores de 14 anos (Tabelas 5 e 6) (Figura 11).

Tabela 5 – Resultados da análise de associação entre concentração de iodo na urina e variáveis sociodemográficas e antropométricas de escolares de quatro escolas públicas, Vespasiano-MG., 2009

Variáveis	Iodo na urina				Valor-p
	Deficiente n (%)	Adequado n (%)	Mais que adequado	Excessivo n (%)	

			n (%)		
Sexo					
Feminino	10 (3,7)	76 (28,0)	130 (48,0)	55 (20,3)	0,725 ¹
Masculino	9 (5,7)	47 (29,9)	70 (44,6)	31 (19,7)	
Idade					
10 a 14 anos	15 (5,6)	76 (28,3)	135 (50,2)	43 (16,0)	0,018 ¹
> 14 anos	4 (2,5)	47 (29,6)	65 (40,9)	43 (27,0)	
Iodo sal (mg/kg)					
Insuficiente (< 20)	0 (0,0)	19 (39,6)	20 (41,7)	9 (18,8)	0,324 ²
Adequado (20 a 60)	19 (5,0)	104 (27,4)	179 (47,2)	77 (20,3)	
Excesso (> 60)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (100,0)	0 (0,0)	
HAZ					
Baixa e muito baixa estatura	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (100,0)	0 (0,0)	1,000 ²
Estatura adequada	19 (4,5)	123 (28,9)	197 (46,4)	86 (20,2)	
IMCZ					
IMC Baixo	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (100,0)	0 (0,0)	0,718 ²
Eutrofia	11 (4,4)	77 (30,7)	115 (45,8)	48 (19,1)	
Sobrepeso e obesidade	8 (4,6)	46 (26,6)	81(46,8)	38 (22,0)	

1= Teste Qui-quadrado de Pearson assintótico; 2= Teste Qui-quadrado de Pearson exato.

Tabela 6 - Análise de resíduos da associação entre concentração de iodo na urina e idade de escolares de quatro escolas públicas, Vespasiano-MG., 2009

Variável	Iodo na urina			
	Deficiente	Adequado	Mais que adequado	Excessivo
Idade				
10 a 14 anos	0,9	-0,1	0,8	-1,5
> 14 anos	-1,2	0,2	-1,1	2,0

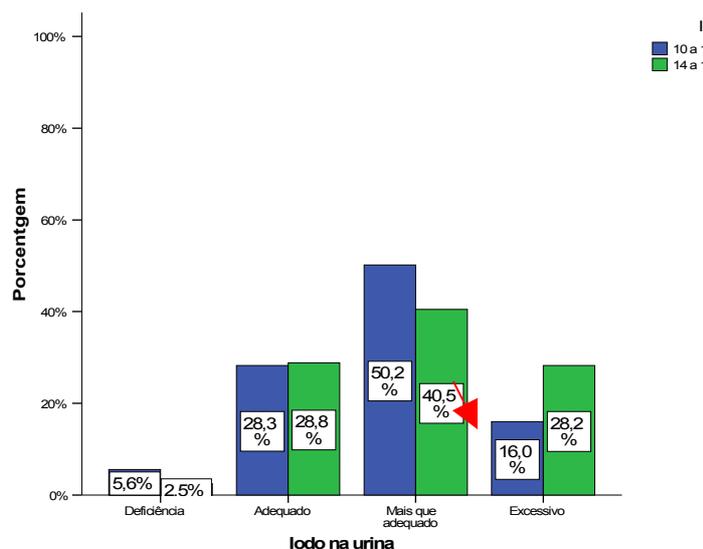


Figura 11: Distribuição de frequência do iodo na urina por faixa etária dos 428 escolares de quatro escolas públicas de Vespasiano-MG., 2009.

No tocante à concentração de iodo no sal doméstico, concluiu-se que no nível de significância de 5% somente a variável idade mostrou associação ($p < 0,05\%$). A análise de resíduos apurou que essa associação destacou-se na faixa etária de 10 a 14 anos, no nível de significância de 13% (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7 – Resultados da análise de associação entre concentração de iodo no sal e variáveis sociodemográficas e antropométricas dos escolares de quatro escolas públicas, Vespasiano-MG., 2009

Variáveis	Iodo no sal doméstico			Valor-p	
	Insuficiente	Adequado	Excesso		
Sexo	Feminino	30 (11,1)	240 (88,6)	1 (0,4)	1,000 ¹
	Masculino	18 (11,5)	139 (88,5)	0 (0,0)	
Idade	10 a 14 anos	24 (8,9)	245 (91,1)	0 (0,0)	0,038 ²
	> 14 anos	24 (15,1)	134 (84,3)	1 (0,6)	
HAZ	Baixa e muito baixa	0 (0,0)	1 (100,0)	0 (0,0)	1,000 ²
IMCZ	Adequada	46 (10,8)	378 (88,9)	1 (0,2)	0,504 ²
	IMC Baixo	0 (0,0)	2 (100,0)	0 (0,0)	
	Eutrofia	25 (10,0)	226 (90,0)	0 (0,0)	
	Sobrepeso e obesidade	21 (12,1)	151 (87,3)	1 (0,2)	

1=Teste Qui-quadrado de Pearson assintótico; 2=Teste Qui-quadrado de Pearson exato.

Tabela 8 - Análise de resíduos entre concentração de iodo no sal e idade de escolares de quatro escolas públicas de Vespasiano-MG., 2009

Variável	Iodo no sal doméstico		
	Deficiente	Adequado	Excesso
Idade			
10 a 14 anos	-1,1	0,4	-0,8
> 14 anos	1,5	-0,6	1,0

Os resultados da análise estratificada de Mantel Haenszel, das concentrações de iodo na urina e no sal e idade dos escolares enfatizaram que no nível de significância de 5% constatou-se associação entre as variáveis iodúria e idade, para aqueles que apresentaram concentração de iodo no sal adequada. Pela análise de resíduos, no nível de significância de 5% a concentração excessiva de iodo na urina está relacionada à faixa etária de escolares acima de 14 anos (Tabelas 9 e 10) (Figura 12).

Tabela 9 - Resultados da análise estratificada de Mantel Haenszel da concentração de iodo no sal, do iodo na urina e idade de escolares de quatro escolas públicas, Vespasiano-MG., 2009

Iodo no sal	Iodo na urina				Valor-p
	Deficiente	Adequado	Mais que adequado	Excessivo	
Deficiente					
Idade	0 (0,0)	7 (29,2)	12 (50,0)	5 (20,8)	0,358 ²
10 a 14 anos	0 (0,0)	12 (50,0)	8 (33,3)	4 (16,7)	
> 14 anos					
Adequado					
Idade					
10 a 14 anos	15 (6,1)	69 (28,2)	123 (50,2)	38 (15,5)	0,012 ¹
> 14 anos	4 (3,0)	35 (26,1)	56 (41,8)	39 (29,1)	
Excesso					
Idade					
10 a 14 anos	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	ND
> 14 anos	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (100,0)	0 (0,0)	

1=Teste Mantel Haenszel assintótico; 2=Teste Mantel Haenszel exato. ND= não determinado.

Tabela 10 – Análise de resíduos entre concentração de iodo na urina e idade para os escolares de quatro escolas públicas que tiveram iodo no sal adequado, Vespasiano-MG., 2009

Iodo no sal	Iodo na urina			
	Deficiente	Adequado	Mais que adequado	Excessivo
Adequado				
Idade				
10 a 14 anos	0,8	0,2	0,7	-1,7
> 14 anos	-1,0	-0,3	-0,9	2,3

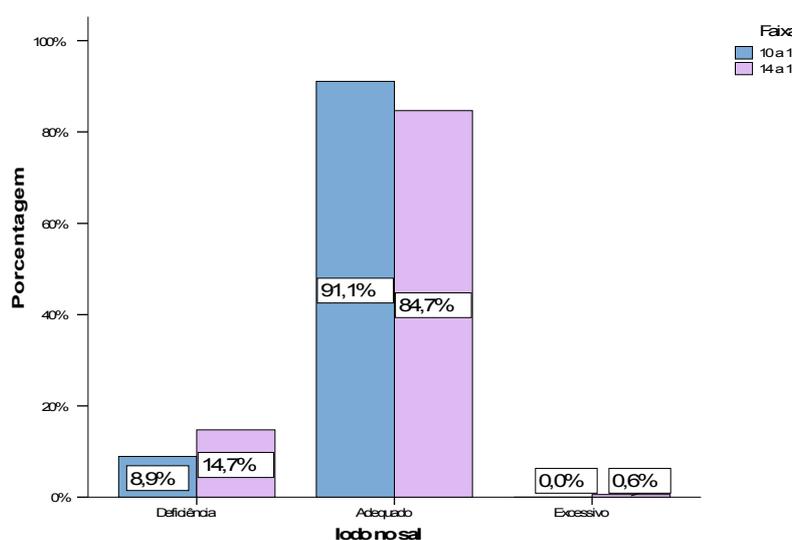


Figura 12: Distribuição da concentração do iodo no sal por faixa etária dos 428 escolares de quatro escolas públicas, Vespasiano-MG., 2009.

Os resultados da análise estratificada de Mantel Haenszel da concentração de iodo na urina e idade por índice de massa corporal dos adolescentes revelaram que no nível de significância de 5% detectou-se associação entre concentração de iodo na urina e faixa etária para aqueles adolescentes classificados como sobrepeso/obesidade. A análise de resíduos mostrou que no nível de significância de 6% a associação está relacionada a teores de iodo na urina mais frequentes na faixa etária acima de 14 anos e menos frequentes entre 10 e 14 anos (Tabelas 11 e 12) (Figura 13).

Tabela 11 - Resultados da análise estratificada de Mantel Haenszel da concentração de iodo na urina e idade por IMC nos escolares de quatro escolas públicas, Vespasiano-MG., 2009

IMC	Iodo na Urina				Valor-p
	Deficiente	Adequado	Mais que adequado	Excessivo	

Eutrófico - Idade					
10 a 14 anos	8 (5,6)	43 (30,1)	70 (49,0)	22 (15,4)	0,231 ¹
> 14 anos	3 (2,8)	34 (31,5)	45 (41,7)	26 (24,0)	
Sobrepeso-obeso					
Idade 10 a 14 anos	7 (5,6)	33 (26,6)	63 (50,8)	21 (16,9)	0,041 ¹
> 14 anos	1 (2,0)	13 (26,6)	18 (36,7)	17 (34,7)	

Tabela 12 – Análise de resíduos da concentração de iodo na urina e idade por IMC dos escolares de quatro escolas públicas, Vespasiano-MG., 2009

IMC	Iodo na Urina			
	Deficiente	Adequado	Mais que adequado	Excessivo
Sobrepeso e obesidade				
Idade				
10 a 14 anos	0,5	0,0	0,6	-1,2
> 14 anos	-0,8	0,0	-1,0	1,9

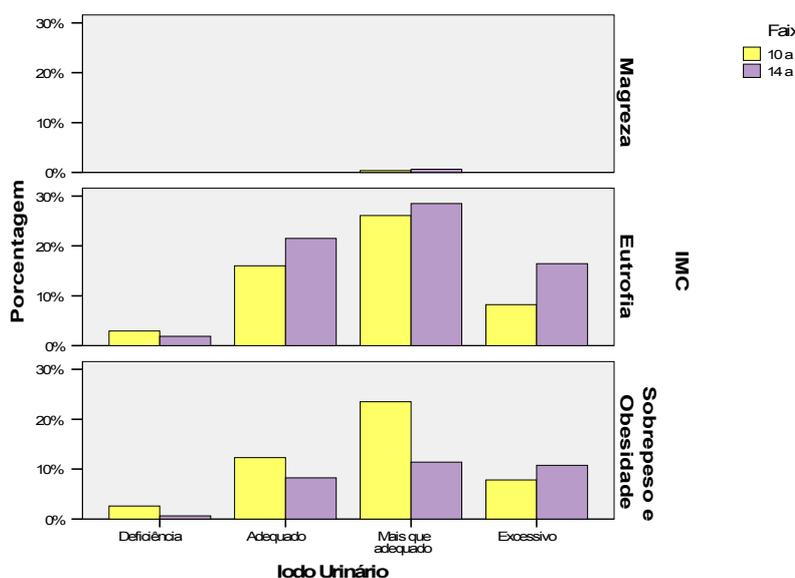


Figura 13: Distribuição da concentração de iodo na urina por faixa etária por IMC dos escolares de quatro escolas públicas, Vespasiano-MG., 2009.

Considerando a concentração de iodo na urina e idade dos adolescentes, os resultados da análise estratificada de Mantel Haenszel, no nível de significância de 5%, mostraram associação entre concentração de iodo na urina e faixa etária para crianças do sexo feminino. A análise de resíduos informou que a concentração excessiva de iodo na urina está relacionada à faixa etária acima de 14 anos (Tabelas 13 e 14) (Figura 14).

Tabela 13 - Resultados da análise estratificada de Mantel Haenszel da concentração de iodo na urina e idade, por sexo dos escolares de quatro escolas públicas, Vespasiano-MG., 2009

SEXO	Iodo na urina				Valor-p
	Deficiente	Adequado	Mais que adequado	Excessivo	
Feminino					
Idade					
10 a 14 anos	7 (4,1)	48 (28,4)	89 (52,7)	25 (14,8)	0,029 ¹
> 14 anos	3 (2,9)	28 (27,5)	41 (40,2)	30 (29,4)	
Masculino					
Idade					
10 a 14 anos	8 (8,0)	28 (28,0)	46 (46,0)	18 (18,0)	0,339 ¹
> 14 anos	1 (1,8)	19 (33,3)	24 (42,1)	13 (22,8)	

Tabela 14 – Análise de resíduos entre concentração de iodo na urina e idade do sexo feminino dos escolares de quatro escolas públicas de Vespasiano-MG., 2009

SEXO	Iodo na Urina			
	Deficiente	Adequado	Mais que adequado	Excessivo
Feminino				
Idade				
10 a 14 anos	0,3	0,1	0,9	-1,6
> 14 anos	-0,4	-0,1	-1,2	2,1

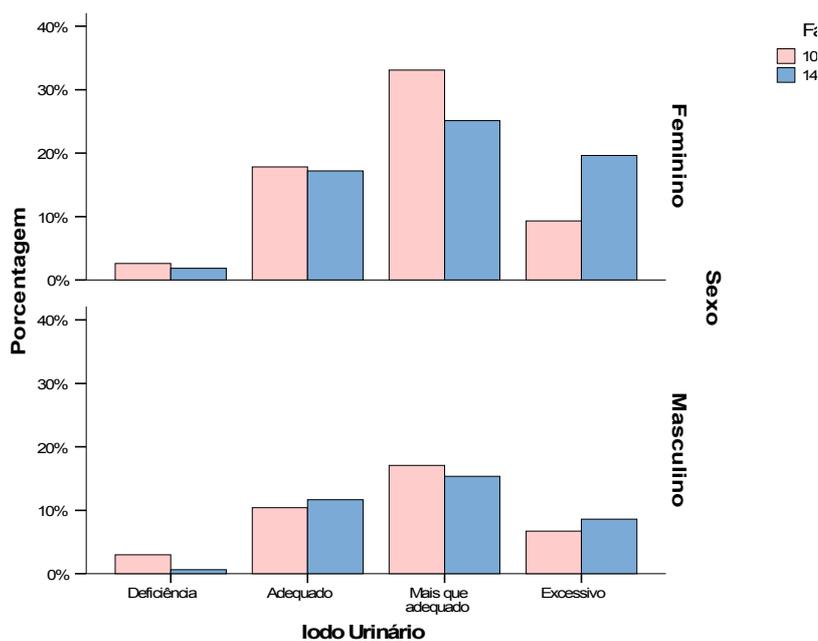


Figura 14: Distribuição da concentração de iodo na urina por faixa etária por sexo dos escolares de quatro escolas públicas de Vespasiano-MG., 2009.

Conclusão dos resultados

A concentração excessiva de iodo na urina ($> 300 \mu\text{g/litro}$) está associada a escolares adolescentes do sexo feminino, na faixa etária maior que 14 anos, com concentração de iodo no sal culinário adequada e com sobrepeso ou obesidade.

DISCUSSÃO

O iodo é um elemento essencial ao funcionamento da glândula tireoide para a produção de seus hormônios, vitais para a saúde do homem¹⁸. A tireoide concentra o iodo plasmático e retorna-o aos tecidos na forma desses hormônios¹⁹. Para se inferir sobre a ingestão diária de iodo, emprega-se a dosagem da iodúria, uma vez que a excreção renal desse elemento corresponde a mais de 90% das perdas²⁰.

A Organização Mundial de Saúde, reconhecendo que a deficiência de iodo ainda é um grave problema de saúde pública na maioria dos países do mundo, ratificou a estratégia de iodação do sal para consumo humano como sendo a mais simples, eficaz e de mais baixo custo para se combaterem universalmente os distúrbios da carência crônica de iodo^{3,4}.

Desde a obrigatoriedade da adição de iodo no sal nas áreas de bócio endêmico no Brasil, em 1953, o Ministério da Saúde realizou três inquéritos populacionais (1955, 1975 e 1995), além de estudo nacional em 2000 para avaliar o impacto dessa intervenção na redução do bócio endêmico. Os resultados ressaltaram queda na prevalência do bócio de 20,7, 14,1, 1,3 e 1,4%, respectivamente².

Em 1994, foi criado o Programa Nacional de Prevenção e Controle dos Distúrbios por Deficiência de Iodo (Pró-Iodo)²¹, que estabeleceu indicadores e metas para acompanhamento da efetividade das ações do programa, listados a seguir:

- Indicador 1: iodação do sal

Metas: mais de 90% dos domicílios deverão ter sal iodado com pelo menos 15 ppm e 95% do sal produzido e importado deverão atender à faixa de iodação estabelecida na legislação nacional.

- Indicador 2: iodo urinário – avaliação da iodúria feita em escolares a cada três anos, indicando como se encontra o teor de iodo na alimentação da população.

Metas: iodúria entre 100 e 200 µg/L, sendo que 50% das amostras devem estar acima de 100 µg/L e não mais que 20% das amostras podem estar abaixo de 50 µg/L.

- Indicador 3: volume da tireoide – avaliação em escolares de seis a 14 anos a cada seis anos.

Meta: bócio em menos de 5% da população.

Até 1997 o Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN), órgão responsável pelo monitoramento da iodação do sal no território brasileiro, fornecia gratuitamente o iodato de potássio às indústrias salineiras e mantinha controle eficaz sobre todo o processo, com fiscalização permanente desde a produção até a dispensação do sal para o comércio. Por esse extraordinário trabalho profilático recebeu elogios por parte da OMS, indicado como exemplo para outros países².

Entretanto, naquele mesmo ano, o Ministério da Saúde inadvertidamente extinguiu o INAN, criou a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), interrompeu o fornecimento dos insumos às indústrias salineiras e alterou os limites da adição do iodato de potássio de 40-60 mg/kg de sal para 40-100 mg/kg de sal, expondo a população brasileira a elevado consumo de iodo no período de 1998 a 2003².

No presente estudo foi utilizada amostra de conveniência formada por alunos voluntários de quatro escolas (16%) entre as 25 convidadas, cujos diretores se prontificaram a colaborar com a pesquisa em todas as suas fases. Apesar de o estudo ter

abrangido escolas de diferentes regiões do município, seu limitado número de alunos pesquisados e a ausência de randomização entre o universo total de escolas do município podem interferir na análise da representatividade dos resultados quando da sua extrapolação para toda a população de escolares adolescentes de Vespasiano.

Ressalta-se, também, o fato de a escola identificada como EMA contribuir com apenas 41 alunos na pesquisa. Esses alunos frequentavam o período noturno e pertenciam à faixa etária compreendida entre 17 e 20 anos. Devido a problemas de logística durante a fase de coleta de dados, fez-se necessário a retirada dessa escola do estudo.

A variável pressão arterial não foi considerada para fins de resultado devido à sua aferição ter sido realizada por pesquisadores distintos, em horários diversos, utilizando diferentes equipamentos sem certificação do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

A faixa etária a ser incluída neste estudo foi estabelecida a partir do critério utilizado pela OMS na definição da adolescência, ou seja, de 10 anos a 19 anos, 11 meses e 29 dias, sendo subdivididos em dois subgrupos: 10 a 14 anos e 14 a 19 anos. Como o grupo populacional mais sensível à endemia do bócio em determinada região é considerado aquele formado por indivíduos de nove a 14 anos, chamado por Gandra (1984)¹⁰ de Grupo Vulnerável Indicador (GVI), os inquéritos e pesquisas nacionais² e internacionais utilizam indivíduos nessa faixa etária como população-alvo. No entanto, neste estudo a faixa etária foi ampliada em relação aos demais, permitindo um olhar diferenciado sobre a questão do iodo nutricional que englobasse todo o período da adolescência.

A excreção urinária de iodo tende a aumentar com a idade pelo fato de adolescentes mais velhos apresentarem mais consumo alimentar, sobretudo de alimentos de maior concentração calórica e de temperos diversos, com conseqüente ingesta aumentada de iodo¹⁶. O estudo propôs que a concentração excessiva de iodo na urina está significativamente presente no grupo de adolescentes na faixa etária entre 14 e 19 anos.

A excreção urinária de iodo é atualmente o marcador bioquímico mais utilizado para avaliação da nutrição pelo iodo em amostra casual de urina¹⁶. Neste estudo, os resultados mostraram que apenas 4,4% das amostras de urina estavam com concentrações de iodo insuficientes ($\leq 99 \mu\text{g/L}$). Já 28,7% estavam adequadas (100-199 $\mu\text{g/L}$); 46,7% mais que adequadas (200-299 $\mu\text{g/L}$) e 20,6% excessivas ($>300 \mu\text{g/L}$). Em relação aos achados encontrados em Ouro Preto em 1998²⁰, onde 62,5% dos escolares avaliados apresentaram níveis de iodúria inferiores a 100 $\mu\text{g/L}$, esta pesquisa identificou melhor situação na nutrição iódica quando comparada à de Ouro Preto. Também nos âmbitos

nacional e internacional, publicações recentes constataram excesso de iodo nutricional em vários países, entre eles o Brasil, após a adoção da estratégia de iodação do sal culinário³.

A pesquisa realizada em 2000 (Projeto *ThyroMobil*) evidenciou taxa de prevalência de bócio na população brasileira de 1,4%. Porém, chamou a atenção a elevada concentração dos níveis de iodo na urina, com 86,5% da população com mais de 300 µg/L, sendo a metade deles com níveis acima de 500 µg/L e 5% acima de 900 µg/L. Em 50% das amostras de sal os teores de iodo estavam acima de 60 mg/kg, o que poderia explicar esses achados. O excesso de iodo no sal consumido por período prolongado pode induzir o desencadeamento de tireoidite crônica autoimune preexistente assintomática e hipertireoidismo iodo-induzido².

Estudo populacional de coorte na China (1999-2004), em três regiões classificadas segundo seus níveis de nutrição pelo iodo, concluiu que a prevalência de hipotireoidismo clínico e subclínico e tireoidite crônica de Hashimoto estava proporcionalmente aumentada naquelas regiões com altos valores de excreção urinária de iodo entre seus moradores¹.

O presente estudo identificou frequência de 48 adolescentes (11,1%) com amostras de sal apresentando teores de iodo inferiores ao limite mínimo de adequação estabelecido pela legislação brasileira vigente, que é de 20 mg/kg. O PNPCDDI preconiza que mais de 95% dos domicílios deverão atender à faixa de iodação estabelecida. Outra meta do PNPCDDI é a de que mais de 90% das amostras de sal domiciliar apresentem teores de iodo superiores a 15 mg/kg. Os resultados do estudo identificaram 10 alunos (2,3%) com amostras apresentando valores inferiores aos preconizados. Apenas uma amostra de sal (0,2%) teve concentração excessiva de iodo, resultado considerado insignificante. Esses achados reforçam a necessidade de monitoramento mais efetivo no sal consumido no município.

Os resultados evidenciaram que a concentração excessiva de iodo na urina (> 300 µg/L) está associada a escolares adolescentes do sexo feminino, na faixa etária acima de 14 anos, com adequada concentração de iodo no sal e com sobrepeso e obesidade.

Apontadas como o arquétipo das doenças autoimunes órgão-específicas, as doenças tireoidianas autoimunes afetam 2 a 5% da população geral, em especial as mulheres, podendo a prevalência chegar a ser quatro vezes mais alta nestas, quando comparadas ao sexo masculino. O iodo nutricional constitui-se no principal fator exógeno responsável pela modulação do processo de autoimunidade tireoidiana²². No estudo, os resultados mostraram associação entre excreção urinária de iodo excessiva, significativamente mais frequentes em adolescentes do sexo feminino.

Os dados antropométricos dos escolares adolescentes acentuaram que estes apresentaram perfil nutricional caracterizado por desvio à direita em relação às curvas de crescimento de altura por idade, peso por idade e índice de massa corporal da OMS. A variável IMC foi recategorizada em sobrepeso/obesidade considerando os adolescentes $\geq -Z + 1$, em que 40,6% destes se encontravam. A obesidade está frequentemente associada a alterações do tamanho e função da glândula tireoide²³.

Os resultados do estudo disponibilizaram que 88,7% dos adolescentes consumiram em suas residências sal culinário com teores de iodo dentro dos limites preconizados pela OMS e apenas uma única amostra (0,2%) estava com nível excessivo de iodo. Como 67,1% desses escolares apresentaram excreção de iodo mais que adequada (46,5%) e mesmo excessiva (20,6%), infere-se que os adolescentes estão consumindo sal em excesso, provavelmente em locais que extrapolem o ambiente doméstico, como na escola e demais locais de seu convívio.

Os dados evidenciados pelo presente estudo contribuem para um questionamento quanto ao real estado nutricional de iodo na população do município de Vespasiano, tornando-se necessária a realização de novas pesquisas para a definição precisa do assunto. Além disso, é de fundamental importância um estudo robusto sobre os fatores relacionados aos hábitos alimentares e de vida dos adolescentes.

CONCLUSÃO

A presente pesquisa permite concluir que, pela avaliação dos índices de excreção urinária de iodo de escolares adolescentes de quatro escolas públicas do município de Vespasiano-MG, estes apresentam consumo excessivo de iodo, o que futuramente poderá acarretar problemas de saúde ligados à glândula tireoide.

Quanto à iodação do sal culinário consumido pelos adolescentes em seus lares, a meta preconizada pelo Ministério da Saúde de mais de 90% do sal domiciliar com pelo menos 15 ppm foi plenamente alcançada. Ressalta-se, contudo, que a exigência estabelecida pela legislação nacional de mais de 95% do sal com concentração de iodo superior a 20 mg/kg não foi atingida.

Os resultados mostraram que não houve associação estatisticamente significante entre concentração de iodo no sal e iodúria.

O estudo salientou que houve associação entre iodúria e as variáveis idade, sexo e índice de massa corporal dos adolescentes e que a concentração excessiva de iodo na urina

(> 300 mcg/L) está associada à faixa etária maior que 14 anos, sexo feminino com sobrepeso ou obesidade.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi integralmente financiado pelo Centro de Ensino Superior de Vespasiano-MG., sob a forma de fornecimento de passagens aéreas e diárias em visitas técnicas e custeio na aquisição de materiais utilizados na pesquisa. Agradecemos, ainda, à Prefeitura Municipal de Vespasiano, por intermédio das Secretarias de Educação e Saúde, pela parceria firmada durante a coleta de dados nas escolas.

REFERÊNCIAS

1. Teng W, Shan Z, Teng X, Guan H, Li Y, Jin Y, *et al.* Effect of iodine intake on thyroid diseases in China. *N Engl J Med* 2006; 353:2783-93.
2. Knobel M, Medeiros-Neto G. Moléstias associadas à carência crônica de iodo. São Paulo: *Arq Bras Endocrinol Metab* 2004; 48(1).
3. Benoist B, Mclean E, Andersson M, Rogers L. Iodine deficiency in 2007: Global progress since 2003. *Food Nutr Bull* 2008; 29(3):195-202.
4. World Health Organization. Recommended iodine levels in salt and guidelines for monitoring their adequacy and effectiveness. Fifth Report on World Nutrition, WHO 2004, March.
5. Pontes AAN, Rocha AM, Leite DFB, Lessa, AF, Adan LFF. Iodação do sal no Brasil, um assunto controverso. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2009; 53(1):113-114.
6. Divisão Territorial do Brasil. Divisão Territorial do Brasil e Limites Territoriais. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (1 de julho de 2008). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em: 11 de outubro de 2008.
7. Estimativas da população para 1º de julho de 2009 (PDF). Estimativas de População. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (14 de agosto de 2009). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em: 16 de agosto de 2009.
8. Ranking decrescente do IDH-M dos municípios do Brasil. Atlas do Desenvolvimento Humano. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) (2000). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 11 de outubro de 2008.
9. Vespasiano. Secretaria Municipal de Educação. Plano Municipal de Educação. Vespasiano, 2007. Mimeo
10. Gandra YR. Avaliação clínica do bócio endêmico. São Paulo: *Rev Saúde Pública* 1984; 18:396-404.
11. Lemeshow, Stanley; Hosmer, David W; Klar, Janelle; Lwanga, Stephen Kaggwa. Adequacy of sample size in health studies. Chichester; Wiley; 1990. 239 p.
12. Ministério da Saúde/Coordenação geral da política de alimentação e nutrição (CGPAN)/ Departamento de Atenção Básica (DAB)/Serviço de Vigilância à Saúde(SVS)/Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN), 2008.
13. Dunn JT, Crutchfield HE, Gutekunst R, Dunn AD. Methods for measuring iodine in urine. The Netherlands, ICCIDD/WHO/UNICEF, 1993.
14. Sandell EB, Kolthoff IM. Micro determination of iodine by a catalytic method. *Mikrochim Acta* 1937; 1:9-25.

15. WHO. World Health Organization Indicators for assessing Iodine Deficiency Disorders and their control through salt iodization. Micronutrient Series. Document. Geneva: WHO, 1994. 55 p.
16. Esteves RZ. Desenvolvimento de um método para a determinação da iodúria e sua aplicação na excreção urinária de iodo em escolares brasileiros. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2007; 51(9):1477-1484.
17. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 130. Brasília: Diário Oficial da União, 2003.
18. Delange F, Benoist B, Pretell E, Dunn JT. Iodine deficiency in the World: do we stand at the turn of the century? *2004* 11(5):437-47.
19. Alves MLD, Maciel RMB, Kunii I, Iazigi N. Correlação entre níveis de iodúria e TSH colhido em cordão umbilical de recém nascidos do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, São Paulo. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2005 ago; 4(4).
20. Nimer M, Silva ME, Oliveira JED. Associações entre iodo no sal e iodúria em escolares. Ouro Preto, MG: *Rev Saúde Pública* 2002; 36(4):500-504.
21. Brasil. Ministério da Saúde, Anvisa, comissão interinstitucional para prevenção e controle dos distúrbios por deficiência de iodo. Manual técnico e operacional. Programa nacional para a prevenção e controle dos distúrbios por deficiência de iodo - Pró-Iodo. Dezembro de 2008.
22. Sgarbi JA, Maciel RMB. Patogênese das doenças tireoidianas autoimunes. São Paulo: *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2009 fev; 53(1).
23. Marras V. Thyroid function in obese children and adolescents. *Horm Res Paediatr* 2010; 73(3):193 p. Epub 2010 Mar 3.

ANEXOS E APÊNDICES

ANEXO A - Legislação pertinente à adição de iodo ao sal consumido pela população brasileira

Lei nº 1.944, de 14 de agosto de 1953 - torna obrigatória a iodinação do sal de consumo humano nas áreas de bócio endêmico.

Decreto nº 39.814, de 17 de agosto de 1956 – delimita as áreas de bócio endêmico, estende a iodinação para todo o território nacional e atribui ao Ministério da Saúde a responsabilidade da importação dos suplementos iodados.

Lei nº 6.150, de 03 de dezembro de 1974 – revoga a Lei nº 1.944 de 1953, fixa em 10 mg/kg o teor de iodo do sal de consumo humano, transfere o ônus da iodinação para a iniciativa privada e determina que a sua fiscalização seja feita pelos estados, territórios e municípios.

Decreto nº 75.697, de 06 de maio de 1975 – estabelece padrões de qualidade e de identificação para sal de consumo humano.

Decreto nº 80.563, de 20 de outubro de 1977 – regulamenta a qualidade e apresentação do sal de consumo animal.

Portaria Ministerial (MS) nº 1.806, de 24 de outubro de 1994 – aumenta o teor de iodo no sal de consumo humano para 40-60 mg/kg.

Lei nº 9.005, de 16 de março de 1995 – determina que cabe ao Ministério da Saúde estabelecer a correta proporção de iodo no sal consumido no Brasil e autoriza o fornecimento de iodato às indústrias beneficiadoras de sal.

Resolução RDC 130 (ANVISA), de 26 de maio de 2003 – reduz os níveis de concentração de iodo no sal de consumo humano de 20 a 60 mg de iodo por quilograma de sal.

Fonte: Legislação brasileira.

ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

Parecer nº. ETIC 580/08

**Interessado(a): Prof. Joel Alves Lamounier
Departamento de Pediatria
Faculdade de Medicina - UFMG**

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 04 de fevereiro de 2009, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado **"Avaliação do estado nutricional de iodo em adolescentes de 10 a 19 anos de escolas públicas do município de Vespasiano e sua correlação com as alterações funcionais da tireóide"** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG**

ANEXO C – Protocolo: análise de sal de cozinha para detecção de iodato de potássio

Teoria:

O iodato de potássio (KIO_3) em presença de iodeto de potássio em meio ácido reage liberando iodo, que é imediatamente titulado com tiosulfato de sódio, usando-se solução de amido como indicador.

Técnica:

- Pesar 10 gramas de amostra de sal e transferir para um *erlenmeyer* de 500 mL com auxílio de 200 mL de água destilada.
- Agitar até dissolver todos os cristais.
- Adicionar 5 mL da solução de ácido sulfúrico 1 N.
- Adicionar 1 mL da solução de iodeto de potássio a 10% (cor castanho-amarelado).
- Acrescentar 2 mL de solução de amido a 1% como indicador (cor azul).
- Titular o iodo liberado com solução de tiosulfato de sódio a 0,005 N, gota a gota, usando bureta de 10 mL até o desaparecimento total da cor azul.
- Proceder à leitura do consumo de tiosulfato de sódio na bureta e efetuar o seguinte cálculo: $V \cdot f \cdot 105,8 / P = \text{mg de iodo/kg de sal}$, sendo: V = quantidade de mL de tiosulfato de sódio gasto na titulação, f = fator de correção da solução de tiosulfato de sódio 0,005 N e P = peso em gramas da amostra de sal analisada.

OBS: Proceder à dosagem sempre em duplicata, sendo que a diferença nas leituras não deve ser superior a 0,1 mL.

Preparação dos reagentes:

1. *Solução de tiosulfato de sódio 0,1 N (solução-mãe)*

- Pesar em papel alumínio exatamente 25,5 g de tiosulfato de sódio.

- Transferir para um béquer e dissolver com água destilada previamente fervida e resfriada.
- Transferir para um balão volumétrico de 1.000 mL e completar o volume com água destilada previamente fervida e resfriada.
- Conservar em frasco de 1.000 mL, escuro e com tampa esmerilhada, em temperatura ambiente.
- Deixar em repouso, no escuro, por 10 dias.

2. *Solução padrão de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) usado na titulação da solução-mãe de tiosulfato de potássio*

- Transferir aproximadamente 6 g de dicromato de potássio para um pesa-filtro.
- Colocar em estufa de secagem a 105°C por 2 horas.
- Colocar imediatamente em dessecador, contendo sílica, no mínimo durante meia hora.
- Retirar do dessecador e manusear com rapidez:
- Pesar exatamente 4,903 g de dicromato de potássio;
- Colocar em balão volumétrico de 1.000 mL;
- Dissolver em 500 mL de água destilada previamente fervida e fria.
- Completar o volume para 1.000 mL com água destilada fervida e fria.
- Conservar em temperatura ambiente.

3. *Titulação da solução-mãe de tiosulfato de potássio com dicromato de potássio*

Esta técnica exige precisão nas quantidades utilizadas, devendo ser feita em triplicata para que, a partir da média dos resultados se obtenha o padrão de normalidade exclusivo da solução, que nem sempre equivale ao fator 1 de correção.

- Gotejar em um *erlenmeyer*, com tampa esmerilhada, exatamente 20 mL da solução-padrão de dicromato de potássio, com auxílio de uma bureta.
- Acrescentar ao *erlenmeyer* 5 mL de ácido clorídrico concentrado (HCl – P.A.) e 10 mL da solução de iodeto de potássio a 15% (15 g de iodeto de potássio P.A. em 100 mL de água destilada).

- Fechar e manter o *erlenmeyer* em repouso, no escuro, durante o tempo mínimo de 1 minuto para completar o processo de liberação do iodo dessa reação (cor castanho-avermelhado).
- Acrescentar 100 mL de água destilada.
- Preencher uma bureta de 25 mL com a solução-mãe de tiosulfato de sódio e iniciar a titulação até a obtenção de uma cor castanho-claro.
- Adicionar 1 mL de solução de amido a 1% (cor azul escuro).
- Continuar a titulação sob agitação.
- Observar o ponto de viragem da cor azul escuro para verde límpido metálico.
- Fechar imediatamente a torneira da bureta.
- Anotar o volume em mililitro de tiosulfato de sódio gasto na titulação. Se o volume gasto for 20 mL, o fator de correção obtido será 1; se for inferior a 20 mL, o fator será superior a 1; e se for superior a 20 mL, o fator será menos de 1.
- Proceder ao cálculo para encontrar o fator de correção (f):

$f = \text{Volume de solução padrão (dicromato)} / \text{Volume gasto (tiosulfato de sódio)}$

$f = \text{média } (f_1 + f_2 + f_3) / 3$

4. *Solução de tiosulfato de sódio a 0,005 N*

- Transferir para um balão volumétrico de 1.000 mL com o auxílio de uma bureta de 50 mL da solução-mãe de tiosulfato de sódio.
- Completar o volume com água destilada previamente fervida e resfriada.
- Armazenar em frasco escuro e em temperatura ambiente.
- Etiquetar o frasco com a data de preparação, a validade e o valor do fator de correção (f).

5. *Solução de iodeto de potássio a 10%*

- Pesar 10 g de iodeto de potássio P.A. e dissolver em 100 mL de água destilada.
- Conservar em frasco escuro em temperatura de 4 a 8°C (geladeira).

6. *Solução de ácido sulfúrico 1 N*

Com o auxílio de uma proveta graduada, medir 27 mL de ácido sulfúrico concentrado ($d = 1,84$).

- Transferir cuidadosamente para um balão volumétrico de 1.000 mL contendo cerca de 500 mL de água destilada. Essa transferência deve ser feita utilizando-se a parede do balão devido ao aquecimento da reação.
- Esfriar o frasco pela submersão parcial em água corrente.
- Completar o volume para 1.000 mL com água destilada.
- Conservar em frasco fechado em temperatura ambiente.

7. *Solução de amido a 1%*

- Pesar 1 g de amido solúvel P.A.
- Transferir para um béquer de 200 mL e dissolver em 10 mL de água destilada a frio até tomar consistência pastosa.
- Acrescentar 90 mL de água destilada e levar à fervura com agitação constante até que a solução fique límpida e transparente.
- Após o resfriamento, acondicionar o conteúdo num balão volumétrico de 100 mL e completar o volume com água destilada.
- Conservar em frasco escuro preferencialmente esterilizado e em geladeira.

ANEXO D - Protocolo – Dosagem de iodo urinário

Preparo dos reagentes:

1. Persulfato de amônio (1 L):

Pesar 228,2 g de persulfato de amônio P.A.

- Dissolver em 1 L de água deionizada.
- Armazenar em frasco escuro em temperatura ambiente.

2. Ácido arsênico:

- Pesar 20 g de óxido arsenioso (As_2O_3) e 50 g de cloreto de sódio (NaCl)
- Dissolver em 1L de ácido sulfúrico 2 N sob aquecimento (5 minutos), com agitador magnético (10 minutos), em velocidade próxima de seis ou sete alternadamente durante cerca de duas horas.
- Resfriar até temperatura ambiente.
- Diluir com água deionizada em balão volumétrico de 2.000 mL.
- Filtrar com auxílio de bomba a vácuo.
- Armazenar em frasco escuro em temperatura ambiente.

Preparo do ácido sulfúrico 2 N:

- Medir, em proveta de 50 e 10 mL, volume de 55,7 mL de ácido sulfúrico P.A. (H_2SO_4).
- Diluir em balão volumétrico de 1.000 mL contendo 500 mL de água deionizada.
- Completar o volume do balão com água deionizada.

3. Sulfato cérico amoniacal:

- Pesar 48 g de sulfato cérico amoniacal.
- Diluir em 1L de ácido sulfúrico 3,5 N em balão volumétrico.
- Preparo do ácido sulfúrico 3,5 N.

- Medir, com proveta de 100 mL, volume de 97,4 mL de ácido sulfúrico P.A. (H₂SO₄).
- Diluir em balão volumétrico de 1.000 mL contendo 500 mL de água deionizada.
- Completar o volume.

Metodologia:

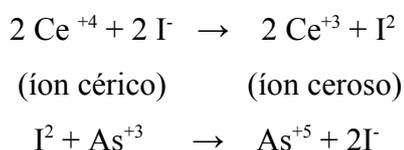
Princípio:

A técnica utilizada neste protocolo para dosagem do teor de iodo urinário é recomendada pelo *International Council of Control for Iodine Deficiency Disorders (ICCIDD)* da Organização Mundial de Saúde e modificada por Estevez, na qual se substitui o ácido clórico por persulfato de amônio na etapa de digestão das amostras devido ao seu potencial explosivo (ESTEVEZ, 1997).

O método baseia-se na determinação indireta do iodo presente na amostra devido ao seu papel catalítico na reação de redução do sulfato cérico amoniacal em presença de ácido arsênico a partir de análise colorimétrica.

O íon cérico (amarelo) em presença de ácido arsênico e iodo é reduzido a íon ceroso (transparente). Deste modo, quanto maior a concentração de iodo na amostra, maior a velocidade da reação e da conversão da cor amarela para transparente. Ainda, amostras mais colorimétricas correspondem a menos concentração de iodo urinário e apresentam mais absorvância ao espectrofotômetro, enquanto amostras menos colorimétricas indicam mais concentração de iodo, apresentando menos absorvância.

Reação:



Técnica:

Construção da curva padrão:

- Preparar solução padrão com concentração de 1 µg/dL de iodo a partir da dissolução de 1,68 mg de iodato de potássio (KIO₃), que contém aproximadamente 1 mg de iodo, em 1 L de água deionizada.

- Calibrar os pontos da curva pipetando volumes de 0; 5,0; 12,5; 25,0 e 37,5 μL da solução padrão em tubos de 13 mm.
- Diluir para 250 μL com água deionizada.
- Proceder às etapas de digestão e dosagem conforme descrito a seguir.

Etapa de digestão:

- Pipetar 250 μL de urina da amostra a ser analisada em tubo de 13 mm.
- Adicionar 1 mL de persulfato de amônio
- Aquecer à temperatura de 90°C por 55 minutos em bloco digestor.
- Após o aquecimento, deixar resfriar até atingir temperatura ambiente.

Dosagem:

- Adicionar à amostra 3,5 mL de ácido arsênico sob agitação e esperar 15 minutos após a adição do reagente ao último tubo.
- Terminado o tempo, adicionar 350 μL de sulfato cérico amoniacal em intervalos de 30 segundos entre a amostra e sua respectiva duplicata, mantendo cada uma sob agitação no vórtex durante 15 segundos logo após a adição do reagente.
- Exatamente 20 minutos após a adição do sulfato cérico ao primeiro tubo, levar as amostras ao banho-maria durante 10 minutos à temperatura de 37°C.
- Proceder à leitura em espectrofotômetro FEMTO 600 *Plus* à absorvância de 405 nm, respeitando o mesmo intervalo de 30 segundos utilizado na etapa anterior.
- A concentração de iodo urinário é obtida por comparação com a curva-padrão e expressa em $\mu\text{g/L}$.

REFERÊNCIA

ESTEVES, R.Z. **Determinação da excreção urinária de iodo em escolares brasileiros** [Tese de Doutorado]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo; 1997.

APÊNDICE A – Carta-convite



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

AUTORIZAÇÃO

- () Aceitamos participar
 () Não aceitamos participar

.....
 Assinatura do responsável

Aos pais e alunos das escolas públicas de Vespasiano.

Caros amigos, bom dia!

Primeiramente, gostaria de me apresentar. Meu nome é Silmar Paulo Moreira Rates e há 25 anos sou pediatra da Secretaria de Saúde da Prefeitura de Vespasiano. Estou, no momento, cursando o mestrado na Universidade Federal de Minas Gerais e farei uma pesquisa científica envolvendo 440 estudantes das escolas públicas do nosso município. Esta pesquisa visa a detectar o estado nutricional de iodo da população escolar adolescente. Esse iodo é fornecido à população através do sal de cozinha. Este tipo de estudo é feito periodicamente no Brasil e na maioria dos países do mundo, pois tanto a falta quanto o excesso de iodo no organismo podem causar sérios problemas à saúde das pessoas. Esses problemas são originados pelo mau funcionamento da glândula tireoide e muitas vezes passam despercebidos. Muitos estudantes que apresentam baixo rendimento escolar, na verdade, podem estar sofrendo de algum desses problemas.

Neste projeto contamos com o apoio e autorização das Secretarias Municipais de Educação e Saúde da Prefeitura de Vespasiano. A Faculdade da Saúde e Ecologia Humana de Vespasiano (FASEH), por intermédio do seu Núcleo de Pediatria e Adolescência do Curso de Medicina, também faz parceria neste evento.

Todos os alunos que com a autorização dos pais ou responsáveis vierem a participar da pesquisa (autorização no alto da página) farão exame de urina para determinar a concentração de iodo urinário, pois o iodo é eliminado do organismo pela urina. As coletas das amostras de urina serão realizadas em casa e levadas à escola junto com o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” devidamente assinado. Pequena amostra de sal deverá ser trazida de casa no frasco fornecido pelos pesquisadores para análise da sua concentração de iodo. Essas amostras deverão ser entregues aos alunos da FASEH, voluntários da pesquisa. Aqueles escolares que porventura apresentarem alguma alteração no exame de urina farão exames de sangue para avaliação dos hormônios da tireoide, bem

como ultrassom da glândula tireoide. Um grupo de escolares com exame de urina normal também fará os exames de sangue e ultrassom da tireoide. Esse grupo de alunos é chamado “grupo-controle”. É importante salientar que todos os custos do projeto são de responsabilidade dos pesquisadores em todas as fases da pesquisa. Para que os alunos participem, é necessário que os pais ou responsáveis assinem o “Termo de Consentimento” exigido pelos Comitês de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e FASEH. Este “Termo de Consentimento” será encaminhado aos alunos pelos seus respectivos professores e professoras.

Devido à importância tanto individual quanto coletiva deste projeto, temos a certeza de que poderemos contar com a importante participação das escolas, pais e alunos. Estamos à disposição para quaisquer esclarecimentos pelos telefones: 9968-5132, 3621-3110 e 3621-2964 ou pelo e-mail silrates@hotmail.com, a qualquer hora.

Mais uma vez muito obrigado e um grande abraço a todos.

Atenciosamente,

Silmar Paulo Moreira Rates

Aluno: Data de Nascimento:

Escola: Série:..... Turma:

**APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido para pais/responsáveis e
alunos de sete a 12 anos** N° _____

Pesquisador: Silmar Paulo Moreira Rates

Orientador: Joel Alves Lamounier.

Coorientador: Flávio Diniz Capanema

TÍTULO DO PROJETO

“Avaliação do estado nutricional de iodo em adolescentes de 10 a 19 anos de escolas públicas do município de Vespasiano e sua correlação com as alterações funcionais da tireoide.”

INFORMAÇÕES

O(A) seu(ua) filho(a) está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa a ser desenvolvido nas escolas públicas do município de Vespasiano-MG., que se propõe a investigar os efeitos do iodo contido no sal culinário consumido diariamente.

DETALHES DO ESTUDO

O estudo se propõe a avaliar se o iodo contido no sal consumido pelos adolescentes está presente no organismo numa concentração acima ou abaixo dos valores normais, o que poderia causar danos à saúde dos mesmos. Este estudo será desenvolvido para a dissertação de mestrado do médico pediatra Silmar Paulo Moreira Rates, CRM 16.160, junto ao Centro de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Área de Concentração Saúde da Criança e do Adolescente, da Universidade Federal de Minas Gerais. Os resultados da pesquisa serão utilizados apenas para este estudo, havendo possibilidade de sua publicação, respeitando-se o total sigilo dos nomes dos adolescentes envolvidos. Todos os participantes

da pesquisa deverão colher uma amostra de urina em seu próprio domicílio em frasco fornecido pelo pesquisador, que deverá ser entregue na sua escola aos estagiários da Faculdade da Saúde e Ecologia Humana de Vespasiano (FASEH) para correta identificação. Pequena amostra de sal também deverá ser trazida de casa em frasco fornecido pelo pesquisador. Aqueles participantes que apresentarem alterações na concentração de iodo na urina se submeterão a exames de ultrassonografia da tireoide e exames de sangue para dosagem de hormônios tireoidianos. Um outro grupo de alunos com dosagem de iodo urinário normal também se submeterá a esses exames. Todos os participantes serão pesados, medidos, terão sua pressão arterial mensurada e responderão a um questionário para informações gerais.

DESCRIÇÃO DOS TESTES A SEREM REALIZADOS

Avaliação inicial

Inicialmente, vocês, pais/responsáveis, serão informados do objetivo do estudo e assinarão um termo de consentimento, concordando com a participação de seu(ua) filho(a) no projeto. Os adolescentes de 10 a 12 anos serão informados verbalmente sobre a pesquisa, no limite de sua capacidade e também assinarão este documento.

Ultrassom da tireoide e exames laboratoriais

Os alunos que apresentarem iodo urinário fora dos valores de referência (grupo-caso) se submeterão a exame de ultrassom da tireoide. Esses exames serão realizados pelo Dr. Ricardo Sebastião Domingos, CRM 21.091, na Clínica de Imagens São Sebastião, situada na Av. Portugal, 27 – Centro – Vespasiano. O transporte dos participantes será de responsabilidade do pesquisador e será realizado pela companhia de Transportes Nacional Ltda., situada na R. Francisco Epifânio Fagundes, 255 – Distrito Nova Granja – Vespasiano.

Serão também coletadas amostras de sangue para dosagem de hormônios e anticorpos para avaliação da função da tireoide. Um grupo de alunos sem alterações nos níveis de iodo urinário (grupo-controle) também fará os mesmos exames descritos anteriormente. O grupo-caso será formado pelo mesmo número de alunos do grupo-controle. A coleta do sangue será realizada no Laboratório Municipal Central, localizado

no prédio do Pronto-Atendimento Municipal de Vespasiano, à R. Dr. Ary Teixeira, 785 – Centro – Vespasiano.

Riscos

Por não ser exame invasivo, o ultrassom da tireoide não acarreta risco algum. Os exames de sangue serão realizados por profissionais qualificados e sob responsabilidade técnica do laboratório selecionado. Serão retirados 5 mL de sangue para a dosagem dos hormônios da tireoide. Dor leve e pequeno hematoma local no ato da coleta poderão ocorrer. A coleta das amostras de urina será realizada em casa pelos próprios adolescentes e entregues, juntamente com as amostras do sal culinário em sua escola, aos acadêmicos de Medicina, Fisioterapia e Enfermagem da Faculdade da Saúde e Ecologia Humana (FASEH), colaboradores do projeto.

Medidas de avaliação

O preenchimento dos questionários e as medidas de peso, altura e pressão arterial não acarretam riscos à saúde dos participantes.

Benefício

Seu(ua) filho(a) e outros adolescentes poderão se beneficiar com os resultados deste estudo. Os resultados obtidos irão colaborar com o conhecimento científico e possibilitar tratamento de qualquer problema detectado nos participantes no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).

Confidencialidade

Seu(ua) filho(a) será identificado(a) por meio de um código que será utilizado em todos os seus testes. Portanto, sua identidade será mantida em absoluto sigilo.

Natureza voluntária do estudo / liberdade para se retirar

A participação de seu(ua) filho(a) é voluntária e vocês têm o direito de se retirar da pesquisa por qualquer razão e a qualquer momento.

Pagamento

Seu(ua) filho(a) não receberá qualquer forma de pagamento pela participação. Também não terão qualquer tipo de despesa durante a pesquisa.

DECLARAÇÃO E ASSINATURA

Eu, _____, li e entendi toda a informação repassada sobre o estudo, sendo os objetivos, procedimentos e linguagem técnica satisfatoriamente explicados. Tive tempo suficiente para considerar as informações anteriores, bem como para tirar todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e tenho direito, agora ou mais tarde, de discutir qualquer dúvida que venha a ter em relação à pesquisa com:

Joel Alves Lamounier: (31) 3409-9640 / 3285-3395 / Email: jalamo@medicina.ufmg.br

Silmar Paulo Moreira Rates: (31) 9968-5132 / (31) 3621-2964 / Email: silrates@hotmail.com

COEP – Comitê de Ética em Pesquisa: (31) 3409-4592 / Email: coep@prpq.ufmg.br

Av. Antônio Carlos, 6.627 – Unidade Administrativa II – 2º andar – sala 2.005

Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG – Brasil.

Assinando este termo de consentimento, estou indicando que concordo com a participação de meu(inha) filho(a) neste estudo.

Assinatura do pai ou responsável

Data: _____

RG: _____

Assinatura do aluno

Data: _____

RG: _____

Vespasiano, ---- / ---- / -----

**APÊNDICE C - Termo de consentimento livre e esclarecido para pais/responsáveis de
alunos de 13 a 17 anos N° _____**

Pesquisador: Silmar Paulo Moreira Rates

Orientador: Joel Alves Lamounier.

Coorientador: Flávio Diniz Capanema

TÍTULO DO PROJETO

“Avaliação do estado nutricional de iodo em adolescentes de 10 a 19 anos de escolas públicas do município de Vespasiano e sua correlação com as alterações funcionais da tireoide.”

INFORMAÇÕES

Seu(ua) filho(a) está sendo convidado(a) a participar de um projeto de pesquisa a ser desenvolvido nas escolas públicas do município de Vespasiano-MG., que se propõe a investigar os efeitos do iodo contido no sal culinário consumido diariamente.

DETALHES DO ESTUDO

O estudo se propõe a avaliar se o iodo contido no sal consumido pelos adolescentes está presente no organismo numa concentração acima ou abaixo dos valores normais, o que poderia causar danos à saúde dos mesmos. Este estudo será desenvolvido para a dissertação de mestrado do médico pediatra Silmar Paulo Moreira Rates, CRM 16.160, junto ao Centro de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Área de Concentração Saúde da Criança e do Adolescente, da Universidade Federal de Minas Gerais. Os resultados da pesquisa serão utilizados apenas para este estudo, havendo possibilidade de sua publicação, respeitando-se o total sigilo dos nomes dos adolescentes envolvidos. Todos os participantes da pesquisa deverão colher amostra de urina em seu próprio domicílio em frasco fornecido pelo pesquisador, que deverá ser entregue na sua escola aos estagiários da Faculdade da

Saúde e Ecologia Humana de Vespasiano (FASEH) para correta identificação. Pequena amostra de sal também deverá ser trazida de casa em frasco fornecido pelo pesquisador. Aqueles participantes que apresentarem alterações na concentração de iodo na urina se submeterão a exames de ultrassonografia da tireoide e exames de sangue para dosagem de hormônios tireoidianos. Um outro grupo de alunos com dosagem de iodo urinário normal também se submeterá a esses exames. Todos os participantes serão pesados, medidos, terão sua pressão arterial mensurada e responderão a um questionário para informações gerais.

DESCRIÇÃO DOS TESTES A SEREM REALIZADOS

Avaliação inicial

Inicialmente, vocês, pais/responsáveis, serão informados do objetivo do estudo e assinarão um termo de consentimento, concordando com a participação de seu(ua) filho(a) no projeto.

Ultrassom da tireoide e exames laboratoriais

Os alunos que apresentarem iodo urinário fora dos valores de referência (grupo-caso) se submeterão a exame de ultrassom da tireoide. Esses exames serão realizados pelo Dr. Ricardo Sebastião Domingos, CRM 21.091, na Clínica de Imagens São Sebastião, situada na Av. Portugal, 27 – Centro – Vespasiano. O transporte dos participantes será de responsabilidade do pesquisador e será realizado pela Companhia de Transportes Nacional Ltda., situada na R. Francisco Epifânio Fagundes, 255 – Distrito Industrial Nova Granja – Vespasiano.

Serão também coletadas amostras de sangue para dosagem de hormônios e anticorpos para avaliação da função da tireoide. Um grupo de alunos sem alterações nos níveis de iodo urinário (grupo-controle) também fará os mesmos exames descritos anteriormente. O grupo-caso será formado pelo mesmo número de alunos do grupo-controle. A coleta do sangue será realizada no Laboratório Municipal Central, localizado no prédio do Pronto-Atendimento Municipal de Vespasiano, à R. Dr. Ary Teixeira, 785 – Centro – Vespasiano.

Riscos

Por não ser exame invasivo, o ultrassom da tireoide não acarreta risco algum. Os exames de sangue serão realizados por profissionais qualificados e sob responsabilidade técnica do laboratório selecionado. Serão retirados 5 mL de sangue para a dosagem dos hormônios da tireoide. Dor leve e pequeno hematoma local no ato da coleta poderão ocorrer. A coleta das amostras de urina será realizada em casa pelos próprios adolescentes e entregues, juntamente com as amostras do sal culinário na sua escola, aos acadêmicos de Medicina, Fisioterapia e Enfermagem da Faculdade da Saúde e Ecologia Humana (FASEH), colaboradores do projeto.

Medidas de avaliação

O preenchimento dos questionários e as medidas de peso, altura e pressão arterial não acarretam riscos à saúde dos participantes.

Benefício

Seu(ua) filho(a) e outros adolescentes poderão se beneficiar com os resultados deste estudo. Os resultados obtidos irão colaborar com o conhecimento científico e possibilitar tratamento de qualquer problema detectado nos participantes no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).

Confidencialidade

Seu(ua) filho(a) será identificado(a) por meio de um código que será utilizado em todos os seus testes. Portanto, sua identidade será mantida em absoluto sigilo.

Natureza voluntária do estudo / Liberdade para se retirar

A participação de seu(ua) filho(a) é voluntária e vocês têm o direito de se retirar da pesquisa por qualquer razão e a qualquer momento.

Pagamento

Seu(ua) filho(a) não receberá qualquer forma de pagamento pela participação. Também não terão qualquer tipo de despesa durante a pesquisa.

DECLARAÇÃO E ASSINATURA

Eu, _____, li e entendi toda a informação repassada sobre o estudo, sendo os objetivos, procedimentos e linguagem técnica satisfatoriamente explicados. Tive tempo suficiente para considerar as informações anteriores, bem como para tirar todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e tenho direito, agora ou mais tarde, de discutir qualquer dúvida que venha a ter em relação à pesquisa com:

Joel Alves Lamounier: (31) 3409-9640 / 3285-3395 / Email: jalamo@medicina.ufmg.br

Silmar Paulo Moreira Rates: (31) 9968-5132 / (31) 3621-2964 / Email: silrates@hotmail.com

COEP – Comitê de Ética em Pesquisa: (31) 3409-4592 / Email: coep@prpq.ufmg.br

Av. Antônio Carlos, 6.627 – Unidade Administrativa II – 2º andar – sala 2.005

Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG – Brasil.

Assinando este termo de consentimento estou indicando que concordo com a participação de meu(inha) filho(a) neste estudo.

Assinatura do pai ou responsável

Data: _____

RG: _____

Vespasiano, ---- / ---- / -----

APÊNDICE D - Termo de consentimento livre e esclarecido do aluno de 13 a 17 anos

Nº _____

Pesquisador: Silmar Paulo Moreira Rates**Orientador:** Joel Alves Lamounier**Co-orientador:** Flávio Diniz Capanema**TÍTULO DO PROJETO:**

“Avaliação do estado nutricional de iodo em adolescentes de 10 a 19 anos de escolas públicas do município de Vespasiano e sua correlação com as alterações funcionais da tireoide.”

INFORMAÇÕES

Você está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa a ser desenvolvido nas escolas públicas do município de Vespasiano-MG., que se propõe a investigar os efeitos do iodo contido no sal culinário consumido diariamente.

DETALHES DO ESTUDO

O estudo se propõe a avaliar se o iodo contido no sal consumido pelos adolescentes está presente no organismo numa concentração acima ou abaixo dos valores normais, o que poderia causar danos à saúde dos mesmos. Este estudo será desenvolvido para a dissertação de mestrado do médico pediatra Silmar Paulo Moreira Rates, CRM 16.160, junto ao Centro de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Área de Concentração Saúde da Criança e do Adolescente, da Universidade Federal de Minas Gerais. Os resultados da pesquisa serão utilizados apenas para este estudo, havendo possibilidade de sua publicação, respeitando-se o total sigilo dos nomes dos adolescentes envolvidos. Todos vocês, participantes da pesquisa, deverão colher uma amostra de urina em seu próprio domicílio

em frasco fornecido pelo pesquisador, que deverá ser entregue na sua escola aos estagiários da Faculdade da Saúde e Ecologia Humana de Vespasiano (FASEH) para correta identificação. Pequena amostra de sal também deverá ser trazida de casa em frasco fornecido pelo pesquisador. Aqueles participantes que apresentarem alterações na concentração de iodo na urina se submeterão a exames de ultrassonografia da tireoide e exames de sangue para dosagem de hormônios tireoidianos. Um outro grupo de alunos com dosagem de iodo urinário normal também se submeterá a esses exames. Todos os participantes serão pesados, medidos, terão sua pressão arterial mensurada e responderão a um questionário para informações gerais.

DESCRIÇÃO DOS TESTES A SEREM REALIZADOS

Avaliação inicial

Inicialmente, vocês serão informados do objetivo do estudo e assinarão um termo de consentimento, concordando com a sua participação no projeto.

Ultrassom da tireoide e exames laboratoriais

Os alunos que apresentarem iodo urinário fora dos valores de referência (grupo-caso) se submeterão a exame de ultrassom da tireoide. Esses exames serão realizados pelo Dr. Ricardo Sebastião Domingos, CRM 21.091, na Clínica de Imagens São Sebastião, situada na Av. Portugal, 27 – Centro – Vespasiano. O transporte dos participantes será de responsabilidade do pesquisador e será realizado pela Companhia de Transportes Nacional Ltda., situada na R. Francisco Epifânio Fagundes, 255 – Distrito Industrial Nova Granja – Vespasiano.

Serão também coletadas amostras de sangue para dosagem de hormônios e anticorpos para avaliação da função da tireoide. Um grupo de alunos sem alterações nos níveis de iodo urinário (grupo-controle) também fará os mesmos exames descritos anteriormente. O grupo-caso será formado pelo mesmo número de alunos do grupo-controle. A coleta do sangue será realizada no Laboratório Municipal Central, localizado no prédio do Pronto-Atendimento Municipal de Vespasiano, à R. Dr. Ary Teixeira, 785 – Centro – Vespasiano.

Riscos

Por não ser exame invasivo, o ultrassom da tireoide não acarreta risco algum. Os exames de sangue serão realizados por profissionais qualificados e sob responsabilidade técnica do laboratório selecionado. Serão retirados 5 mL de sangue para a dosagem dos hormônios da tireoide. Dor leve e pequeno hematoma local no ato da coleta poderão ocorrer. A coleta das amostras de urina será realizada em casa, por vocês mesmos, e entregue, juntamente com as amostras do sal culinário, aos acadêmicos de Medicina, Fisioterapia e Enfermagem da Faculdade da Saúde e Ecologia Humana (FASEH), colaboradores do projeto.

Medidas de avaliação

O preenchimento dos questionários e as medidas de peso, altura e pressão arterial não acarretam riscos à sua saúde.

Benefício

Você e outros adolescentes poderão se beneficiar com os resultados deste estudo. Os resultados obtidos irão colaborar com o conhecimento científico e possibilitarão realizar tratamentos adequados, caso necessário, no âmbito do Sistema Único de Saúde.

Confidencialidade

Você será identificado por meio de um código que será utilizado em todos os seus testes. Portanto, sua identidade será mantida em absoluto sigilo.

Natureza voluntária do estudo / liberdade para se retirar

Sua participação é voluntária e você tem o direito de se retirar da pesquisa por qualquer razão e a qualquer momento.

Pagamento

Você não receberá qualquer forma de pagamento pela participação. Também não terá qualquer tipo de despesa durante a pesquisa.

DECLARAÇÃO E ASSINATURA

Eu, _____, li e entendi toda a informação repassada sobre o estudo, sendo os objetivos, procedimentos e linguagem técnica satisfatoriamente explicados. Tive tempo suficiente para considerar as informações anteriores, bem como para tirar todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e tenho direito, agora ou mais tarde, de discutir qualquer dúvida que venha a ter em relação à pesquisa com:

Joel Alves Lamounier: (31) 3409-9640 / 3285-3395 / Email: jalamo@medicina.ufmg.br

Silmar Paulo Moreira Rates: (31) 9968-5132 / (31) 3621-2964 / Email: silrates@hotmail.com

COEP – Comitê de Ética em Pesquisa: (31) 3409-4592 / Email: coep@prpq.ufmg.br

Av. Antônio Carlos, 6.627 – Unidade Administrativa II – 2º andar – sala 2.005

Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG – Brasil.

Assinando este termo de consentimento, estou indicando que concordo com a minha participação neste estudo.

Assinatura do aluno

Data: _____

RG: _____

Vespasiano, ----/ ----/ -----

APÊNDICE E - Termo de consentimento livre e esclarecido do aluno de 18 anos ou acima

Nº _____

Pesquisador: Silmar Paulo Moreira Rates

Orientador: Joel Alves Lamounier

Co-orientador: Flávio Diniz Capanema

TÍTULO DO PROJETO:

“Avaliação do estado nutricional de iodo em adolescentes de 10 a 19 anos de escolas públicas do município de Vespasiano e sua correlação com as alterações funcionais da tireoide.”

INFORMAÇÕES

Você está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa a ser desenvolvido nas escolas públicas do município de Vespasiano-MG., que se propõe a investigar os efeitos do iodo contido no sal culinário consumido diariamente.

DETALHES DO ESTUDO

O estudo se propõe a avaliar se o iodo contido no sal consumido pelos adolescentes está presente no organismo numa concentração acima ou abaixo dos valores normais, o que poderia causar danos à saúde dos mesmos. Este estudo será desenvolvido para a dissertação de mestrado do médico pediatra Silmar Paulo Moreira Rates, CRM 16.160, junto ao Centro de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Área de Concentração Saúde da Criança e do Adolescente, da Universidade Federal de Minas Gerais. Os resultados da pesquisa serão utilizados apenas para este estudo, havendo possibilidade de sua publicação, respeitando-se o total sigilo dos nomes dos adolescentes envolvidos. Todos vocês, participantes da pesquisa, deverão colher uma amostra de urina em seu próprio domicílio

em frasco fornecido pelo pesquisador, que deverá ser entregue na sua escola aos estagiários da Faculdade da Saúde e Ecologia Humana de Vespasiano (FASEH) para correta identificação. Pequena amostra de sal também deverá ser trazida de casa em frasco fornecido pelo pesquisador. Aqueles participantes que apresentarem alterações na concentração de iodo na urina se submeterão a exames de ultrassonografia da tireoide e exames de sangue para dosagem de hormônios tireoidianos. Um outro grupo de alunos com dosagem de iodo urinário normal também se submeterá a esses exames. Todos os participantes serão pesados, medidos, terão sua pressão arterial mensurada e responderão a um questionário para informações gerais.

DESCRIÇÃO DOS TESTES A SEREM REALIZADOS

Avaliação inicial

Inicialmente, vocês serão informados do objetivo do estudo e assinarão um termo de consentimento concordando com a sua participação no projeto.

Ultrassom da tireoide e exames laboratoriais

Os alunos que apresentarem iodo urinário fora dos valores de referência (grupo-caso) se submeterão a exame de ultrassom da tireoide. Esses exames serão realizados pelo Dr. Ricardo Sebastião Domingos, CRM 21.091, na Clínica de Imagens São Sebastião, situada na Av. Portugal, 27 – Centro – Vespasiano. O transporte dos participantes será de responsabilidade do pesquisador e será realizado pela Companhia de Transportes Nacional Ltda., situada na R. Francisco Epifânio Fagundes, 255 – Distrito Industrial Nova Granja – Vespasiano.

Serão também coletadas amostras de sangue para dosagem de hormônios e anticorpos para avaliação da função da tireoide. Um grupo de alunos sem alterações nos níveis de iodo urinário (grupo controle) também fará os mesmos exames descritos acima. O grupo-caso será formado pelo mesmo número de alunos do grupo controle. A coleta do sangue será realizada no Laboratório Municipal Central, localizado no prédio do Pronto Atendimento Municipal de Vespasiano, à R. Dr. Ary Teixeira, 785 – Centro – Vespasiano.

Riscos

Por não ser exame invasivo, o ultrassom da tireoide não acarreta risco algum. Os exames de sangue serão realizados por profissionais qualificados e sob responsabilidade técnica do laboratório selecionado. Serão retirados 5 mL de sangue para a dosagem dos hormônios da tireoide. Dor leve e pequeno hematoma local no ato da coleta poderão ocorrer. A coleta das amostras de urina será realizada em casa por vocês mesmos e entregues, juntamente com as amostras do sal culinário, aos acadêmicos de Medicina, Fisioterapia e Enfermagem da Faculdade da Saúde e Ecologia Humana (FASEH), colaboradores do projeto.

Medidas de avaliação

O preenchimento dos questionários e as medidas de peso, altura e pressão arterial não acarretam riscos à sua saúde.

Benefício

Você e outros adolescentes poderão se beneficiar com os resultados deste estudo. Os resultados obtidos irão colaborar com o conhecimento científico e possibilitarão realizar tratamentos adequados, caso necessário, no âmbito do Sistema Único de Saúde.

Confidencialidade

Você será identificado por meio de um código que será utilizado em todos os seus testes. Portanto, sua identidade será mantida em absoluto sigilo.

Natureza voluntária do estudo / liberdade para se retirar

Sua participação é voluntária e você tem o direito de se retirar da pesquisa por qualquer razão e a qualquer momento.

Pagamento

Você não receberá qualquer forma de pagamento pela participação. Também não terá qualquer tipo de despesa durante a pesquisa.

DECLARAÇÃO E ASSINATURA

Eu, _____, li e entendi toda a informação repassada sobre o estudo, sendo os objetivos, procedimentos e linguagem técnica satisfatoriamente explicados. Tive tempo suficiente para considerar as informações anteriores, bem como para tirar todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e tenho direito, agora ou mais tarde, de discutir qualquer dúvida que venha a ter em relação à pesquisa com:

Joel Alves Lamounier: (31) 3409-9640 / 3285-3395 / Email: jalamo@medicina.ufmg.br

Silmar Paulo Moreira Rates: (31) 9968-5132 / (31) 3621-2964 / Email: silrates@hotmail.com

COEP – Comitê de Ética em Pesquisa: (31) 3409-4592 / Email: coep@prpq.ufmg.br

Av. Antônio Carlos, 6.627 – Unidade Administrativa II – 2º andar – sala 2.005

Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG – Brasil.

Assinando este termo de consentimento, estou indicando que concordo com a minha participação neste estudo.

Assinatura do aluno

Data: _____

RG: _____

Vespasiano, ----/ ----/ -----

APÊNDICE F - Questionário com adolescentes de escolas públicas do município de Vespasiano



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Nome:.....

Nº:.....

Data da coleta:...../...../.....

DN:...../...../..... Idade:.....anosmeses Sexo: F () M ()

Pai:.....

Mãe:.....

Endereço:.....Telefone:

Escola:..... Série:..... Turma:

Peso:..... Altura:..... IMC:..... PA:.....

1. Está sentindo alguma coisa no momento?

() Não () Sim O que?

2. Está usando algum medicamento no momento?

() Não () Sim Qual?

3. Tomou algum xarope expectorante nos últimos 12 meses?

() Não () Sim Qual? () Não sei

4. Fez algum curativo ou cirurgia usando álcool iodado nos últimos 12 meses?

() Não () Sim () Não sei

.....
5. Alguém da sua família tem ou teve “doença da tireoide” ou bócio (papo) ?

() Não () Sim

OBS:.....

Responsável pela coleta dos dados:

Assinatura:

Telefone: