







 Mariana Rodrigues Barreiros da Silva¹


 Cecília Lacroix de Oliveira²

 Flávia dos Santos Barbosa Brito³

 Paulo Ferrez Collett-Solberg⁴

 Isabel Rey Madeira⁵

 Beatriz Louise Costa Themístocles⁶

 Fernanda Mussi Gazolla⁷

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro^{ROR}, Instituto de Nutrição, Curso de Especialização em Terapia Nutricional. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro^{ROR}, Instituto de Nutrição, Departamento de Nutrição Aplicada. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³ Universidade do Estado do Rio de Janeiro^{ROR}, Instituto de Nutrição, Departamento de Nutrição Social. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁴ Universidade do Estado do Rio de Janeiro^{ROR}, Faculdade de Ciências Médicas, Departamento de Medicina Interna. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁵ Universidade do Estado do Rio de Janeiro^{ROR}, Faculdade de Ciências Médicas, Departamento de Pediatria. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁶ Universidade do Estado do Rio de Janeiro^{ROR}, Faculdade de Ciências Médicas, Programa de Pós-Graduação em Fisiopatologia Clínica e Experimental. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁷ Universidade do Estado do Rio de Janeiro^{ROR}, Faculdade de Ciências Médicas, Hospital Universitário Pedro Ernesto. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Manuscrito oriundo de Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Nutrição Clínica, título "Prevalência de hipovitaminose D e fatores relacionados em crianças com excesso de peso atendidas em um ambulatório de obesidade

A hiperinsulinemia como um fator associado à hipovitaminose D em crianças e adolescentes com excesso de peso

Hyperinsulinemia as an associated factor with hypovitaminosis D in overweight children and adolescents

Resumo

Introdução: Em crianças e adolescentes, a hipovitaminose D tem sido associada a condições como obesidade, resistência insulínica, hipertensão e síndrome metabólica. No Brasil, mais dados sobre a prevalência da hipovitaminose D e seus fatores associados necessitam ser levantados para a população infanto-juvenil com excesso de peso. **Objetivo:** Descrever a prevalência de hipovitaminose D em crianças e adolescentes com excesso de peso, investigando seus fatores associados. **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal, descritivo e retrospectivo que coletou e analisou, entre os anos de 2022 e 2023, dados de prontuários de 92 indivíduos (5 a 12 anos) com excesso de peso, participantes de um ambulatório de pesquisa em obesidade infantil, quanto ao perfil bioquímico, antropométrico, de consumo alimentar, atividade física e pressão arterial, entre outros, associados às concentrações séricas de 25(OH)D. Adotaram-se como ponto de corte para hipovitaminose D valores de 25(OH)D menores que 30 ng/ml. Utilizaram-se o teste Qui-quadrado, o teste Kruskal-Wallis e a correlação de Spearman para se estudar a relação entre fatores associados e hipovitaminose D. **Resultados:** Foi observada prevalência de hipovitaminose D em 64,13% da amostra. Verificou-se, ainda, associação entre o perfil de vitamina D e os níveis séricos de insulina (p-valor = 0,009) e do HOMA-IR (p-valor = 0,025), além de correlação negativa entre 25(OH)D sérica e insulina sérica ($\rho = -0,300^{**}$) e HOMA-IR ($\rho = -0,275^*$). **Conclusão:** Os dados sugerem que, em crianças e adolescentes com excesso de peso, a deficiência de vitamina D relaciona-se com maiores valores de insulina sérica e HOMA-IR.

Palavras-chave: Deficiência de vitamina D. Insulina. Obesidade infantil.


Abstract

Introduction: Amongst children and adolescents, hypovitaminosis D has been associated with conditions such as obesity, insulin resistance, hypertension and metabolic syndrome. In Brazil, more data on the prevalence of hypovitaminosis D and its associated factors needs to be collected for the overweight population of children and adolescents. **Objective:** To describe the prevalence of hypovitaminosis D in overweight children and adolescents and to investigate its associated factors. **Methods:** This is a cross-sectional,

Correspondência

Mariana Rodrigues Barreiros da Silva
mariana.mrbs@gmail.com

Editor Associado

 Renata Brum Martucci

descriptive and retrospective study that collected and analyzed data, between 2022 and 2023, from the medical records of 92 overweight individuals (5 to 12 years old) participating in a childhood obesity research clinic, regarding their biochemical, anthropometric, food consumption, physical activity and blood pressure profiles, among others, associated with serum 25(OH)D concentrations. The cut-off point for hypovitaminosis D was 25(OH)D values lower than 30 ng/ml. The Qui-square test, the Kruskal-Wallis test and the Spearman correlation were used to study the relationship between associated factors and hypovitaminosis D. **Results:** A prevalence of hypovitaminosis D was observed in 64.13% of the sample. There was also an association between the vitamin D profile and serum insulin levels (p-value = 0.009) and HOMA-IR (p-value = 0.025), as well as a negative correlation between serum 25(OH)D and serum insulin ($\rho = -0.300^{**}$) and HOMA-IR ($\rho = -0.275^*$). **Conclusion:** The data suggest that, in overweight children and adolescents, vitamin D deficiency is related to higher serum insulin and HOMA-IR values.

Keywords: Vitamin D deficiency. Insulin. Childhood obesity.

INTRODUÇÃO

A vitamina D (calciferol) é um pró-hormônio esteroide sintetizado de forma endógena pela pele através da ação fotolítica dos raios ultravioleta (UV-B).¹ Apesar de seu papel no metabolismo ósseo ser bastante conhecido, esta vitamina desempenha diversos efeitos extraesqueléticos, como efeitos imunomoduladores e anti-inflamatórios.²

Na população pediátrica, a deficiência de vitamina D tem sido associada a condições como maior risco para níveis elevados de glicose sanguínea e resistência insulínica, hipertensão, síndrome metabólica, infecções do trato respiratório, asma e outras.^{3,4}

Nesse sentido, a obesidade surge como um fator associado à hipovitaminose D na infância, podendo se estender para a adolescência. Conforme demonstrado em revisão sistemática com metanálise que elegeu estudos transversais que avaliaram pacientes com idade entre 0 e 18 anos com obesidade e deficiência de vitamina D, ao ser comparado com o grupo controle composto por pacientes eutróficos, verificou-se que o risco relativo para associação entre deficiência de vitamina D e obesidade foi de 1,41 (IC 95% 1,26 – 1,59), ($p < 0,01$).⁵

A prevalência de insuficiência de vitamina D ($25(\text{OH})\text{D} < 30 \text{ ng/mL}$) chega a superar 90% em crianças com excesso de peso em países como Alemanha e Rússia.⁶ No Brasil, mais dados necessitam ser levantados acerca da prevalência de hipovitaminose D em crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade. No entanto, considerando uma população saudável, um estudo retrospectivo conduzido por Leão et al.⁷ observou que os valores médios de $25(\text{OH})\text{D}$ diminuíram dos primeiros anos de vida até a adolescência. Segundo os autores, foi encontrada prevalência de $25(\text{OH})\text{D} < 20 \text{ ng/mL}$ em 6% das meninas e em 13,6% das adolescentes, percentual maior se comparado com crianças e adolescentes do sexo masculino (3,6% e 12,6%, respectivamente).⁷

Resultado semelhante foi encontrado por De Oliveira et al.⁸ para adolescentes residentes na cidade do Rio de Janeiro (prevalência de 16% de $25(\text{OH})\text{D} \leq 20 \text{ ng/mL}$). Nesse estudo multicêntrico, observou-se que meninos obesos tiveram maior razão de chance proporcional de apresentar hipovitaminose D do que meninos com peso normal, associação que pode estar envolvida com escolhas de estilo de vida não saudáveis, com a teoria do sequestro de vitaminas lipossolúveis pelo tecido adiposo e pela possível redução na atividade da 25-hidroxilase no fígado de pessoas com obesidade.⁸

De acordo com Cediel, Pacheco-Acosta, Castillo-Durán,⁴ considerando os efeitos da forma ativa $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ associados à obesidade, esse hormônio regula a transcrição gênica na adipogênese, inflamação e resistência insulínica no tecido adiposo de pacientes obesos, e o calcitriol pode promover melhor sensibilidade insulínica nos tecidos musculares e pancreáticos.

Por outro lado, apesar de ainda não haver consenso entre as diversas sociedades científicas sobre o ponto de corte para a deficiência de vitamina D, é imprescindível a realização da dosagem de $25(\text{OH})\text{D}$ para os indivíduos que fazem parte do grupo de risco para sua deficiência, como ocorre com crianças e adolescentes com obesidade.⁹

Diante da necessidade, no Brasil, de se levantar mais dados sobre a prevalência da hipovitaminose D em crianças e adolescentes com excesso de peso e seus fatores associados, este estudo teve como objetivo descrever a prevalência de hipovitaminose D na população infanto-juvenil com excesso de peso atendidas em um Ambulatório de Pesquisa em Obesidade Infantil de um Hospital Universitário, investigando seus fatores associados.

MÉTODOS

Desenho e população do estudo

Trata-se de um estudo transversal, descritivo e retrospectivo que utilizou dados de prontuários dos pacientes atendidos no Projeto Ambulatório de Pesquisa em Obesidade Infantil (APOIO) da Unidade Docente Assistencial (UDA) de Endocrinologia do Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE/UERJ), localizado na cidade do Rio de Janeiro-RJ. Este é um ambulatório de ensino que faz parte do Sistema Único de Saúde (SUS), prestando atenção primária para crianças oriundas principalmente do Município do Rio de Janeiro e da região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro.

No presente estudo, foi coletada uma amostra de conveniência composta por 92 indivíduos de ambos os sexos, classificados entre pré-púberes e púberes de acordo com o estadiamento puberal proposto por Tanner,¹⁰ com diagnóstico de excesso de peso e com idade entre 5 e 12 anos, classificados entre crianças (0 a 9 anos, 11 meses e 29 dias) e adolescentes (10 a 19 anos, 11 meses e 29 dias), de acordo com definição estabelecida pela Organização Mundial da Saúde.¹¹

Como critérios de inclusão, foram selecionados os pacientes que completaram o protocolo inicial de atendimento do ambulatório entre os anos de 2013 e 2022, e que apresentaram exames laboratoriais para dosagem de vitamina D. Por outro lado, foram excluídos aqueles pacientes cujos dados bioquímicos de vitamina D estivessem ausentes nos prontuários, que estivessem fazendo uso de suplemento de vitamina D ou que apresentassem alguma doença crônica que comprometesse o metabolismo da vitamina D.

O documento "Protocolo para Coleta de Dados" foi preenchido manualmente pelos médicos da equipe no momento da consulta inicial, com dados referentes a identificação pessoal, informações socioeconômicas, história da doença atual e pregressa, histórico gestacional, do nascimento e do desenvolvimento, além de informações obtidas no exame físico, antropometria e história alimentar pregressa. Ainda, integraram o prontuário dos pacientes outros documentos, como o Recordatório Alimentar 24 horas (aplicado pela equipe de nutrição) e resultados dos exames bioquímicos, de imagem e bioimpedância.

A partir dos documentos citados acima, utilizou-se o *software* Excel versão 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) para a tabulação das respectivas informações: sexo, idade, estágio puberal, cor de pele, variáveis bioquímicas (níveis plasmáticos de vitamina D, cálcio, fósforo, PTH, glicose e insulina, além do cálculo do HOMA-IR), perfil antropométrico (peso, estatura, IMC, z-score, circunferência de cintura e razão cintura-estatura), média do consumo alimentar de três recordatórios 24 horas (calorias, carboidratos, proteínas, lipídeos, cálcio e vitamina D), prática de atividade física, pressão arterial sistêmica e data da coleta de sangue.

Todos os responsáveis legais dos indivíduos participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A pesquisa foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do HUPE/UERJ, cadastrado sob o número 2218-CEP/HUPE e CAAE 0292.0.228.000-12..

Funcionamento do ambulatório

Após o responsável legal ser previamente informado e esclarecido sobre a pesquisa, caso aceitasse participar o paciente ingressava no serviço através do protocolo inicial de atendimento, constituído por três consultas.

Na primeira consulta, aferiam-se peso e estatura durante a triagem. Na sequência, o médico da equipe preenchia um protocolo com informações sobre a saúde do indivíduo, além de realizar avaliação clínica, com anamnese e exame físico detalhado, incluindo aferição de pressão arterial (PA), e o nutricionista coletava o primeiro recordatório 24 horas

(R24h). Já na segunda consulta, ocorriam a coleta dos exames bioquímicos de rotina no Laboratório de Análises Clínicas do HUPE/UERJ após jejum de 12 horas, o exame de bioimpedância (BIA) durante a triagem, a aferição de PA e a coleta do segundo R24h. Finalmente, na terceira consulta, realizavam-se a ultrassonografia abdominal e de pescoço, além da triagem, aferição de PA e coleta do terceiro R24h.

A depender do fluxo de atendimentos do ambulatório, o intervalo entre cada consulta do protocolo inicial acontecia em um prazo de no mínimo uma semana e no máximo três semanas. De posse desses dados, na terceira consulta o nutricionista confeccionava um plano alimentar individualizado para cada paciente, que era acompanhado mensalmente em consultas com a equipe multiprofissional.

Análise laboratorial e pontos de corte

As concentrações séricas de cálcio, fósforo, PTH, 25(OH)D, glicose e insulina foram analisadas utilizando-se métodos laboratoriais automatizados rotineiros do Laboratório de Análises Clínicas do HUPE/UERJ, sendo o cálcio e o fósforo pelo método colorimétrico; o PTH, o 25(OH)D e a insulina pelo método da eletroquimiluminescência; e a glicose pelo método enzimático hexoquinase.

De acordo com as recomendações da Endocrine Society, os níveis plasmáticos de vitamina D foram definidos da seguinte forma: deficiência se 25(OH)D < 20 ng/ml; insuficiência se 25(OH)D estiver entre 21 e 29 ng/ml; e suficiência caso 25(OH)D > 30 ng/ml.⁹

Para classificar se os pacientes apresentavam hiperinsulinemia ou não, foram adotados como ponto de corte os valores de 15 mcUI/ml e 20 mcUI/ml para pré-púberes e púberes, respectivamente.¹²

Através das informações de glicose de jejum séricas disponíveis nos prontuários, foi possível calcular o HOMA-IR através da equação: $\text{insulina jejum } (\mu\text{UI/mL}) \times \text{glicose jejum } (\text{mmol/L}) / 22,5$. O ponto de corte de 3,43 foi adotado para definir HOMA-IR aumentado.¹³

Aferição antropométrica

As crianças e os adolescentes foram pesados sem sapatos e com roupas leves, em balança eletrônica calibrada com precisão de 0,050Kg, da marca Welmy®, e suas estaturas foram medidas sem sapatos, em estadiômetro de parede do tipo Halpender-Holtain com precisão de 1mm, da marca Tonelli®. A aferição de peso e estatura foi realizada por um mesmo profissional treinado.

Os pacientes foram classificados quanto ao estado nutricional de acordo com o escore-z, segundo o índice antropométrico Índice de Massa Corporal (IMC)/ idade, conforme as orientações preconizadas pelo Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN).¹⁴

E ainda, utilizando uma fita antropométrica milimetrada e inelástica, os pacientes foram classificados quanto à medição da circunferência de cintura (CC) (através do ponto médio entre a última costela e a borda superior da crista ilíaca, ao final de uma expiração normal) segundo valores de percentil proposto por Fernández et al.,¹⁵ adotando como ponto de corte o percentil 90 visto que esse é o critério utilizado pela International Diabetes Federation (IDF) para a definição de síndrome metabólica em crianças e adolescentes.¹⁶ Foi calculada a razão cintura-estatura (RCE), e o valor de 0,50 foi adotado como ponto de corte para ambos os gêneros.¹⁷

Consumo alimentar

Por meio do *software* Dietbox (Dietbox Informática LTDA, Porto Alegre, RS, Brasil), foi realizada a análise do consumo alimentar registrado em três recordatórios 24 horas, aplicados em dias não consecutivos e

coletados por uma equipe de nutricionistas capacitadas. De posse desse resultado, foi calculada a média dos três recordatórios aplicados e, para aqueles indivíduos cujo registro de algum recordatório alimentar estivesse ausente, foi realizada a média dos recordatórios remanescentes.

Nessa etapa foram analisados o consumo energético, de carboidratos, proteínas, lipídeos, cálcio e vitamina D, além do percentual de adequação para cálcio e vitamina D, que foram calculados de acordo com as *Dietary Reference Intakes* (DRIs) para cada micronutriente.¹⁸ Foi considerado adequado o consumo diário de vitamina D a partir de 10 µg/d (400 IU/d).¹⁹

Atividade física, pressão arterial, variação sazonal e cor de pele

A prática de atividade física foi classificada no momento da primeira consulta, como sedentário, moderadamente ativo e ativo, de acordo com questionário preconizado por Murphy et al.²⁰

A PA foi medida a partir do braço direito, com o indivíduo sentado e em repouso, com esfigmomanômetro da marca Tycos® e utilizando manguitos de tamanhos adequados. O método empregado foi o auscultatório, seguindo as recomendações de Hoekelman.²¹ Neste trabalho, para a classificação da PA, considerou-se aquela aferida na primeira consulta utilizando a classificação estabelecida para crianças e adolescentes pela Sociedade Brasileira de Pediatria.²²

A estação do ano em que a coleta de sangue foi realizada foi averiguada a fim de determinar a variação sazonal, e a partir da autorreferenciação dos pacientes ou de seus responsáveis legais sobre a sua cor de pele, os indivíduos foram classificados entre brancos e não brancos.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada através do *software* SPSS Statistics versão 25 (IBM, Armonk, NY, USA), considerando um nível de significância de 5%. As variáveis categóricas foram apresentadas em frequências absolutas (n) e relativas (%). Após a constatação da distribuição não paramétrica para as variáveis contínuas, obtida por meio do teste de Shapiro-Wilk, os resultados foram apresentados em mediana e intervalo interquartil (Percentil 25-75).

Para comparação entre grupos, foi utilizado o teste de Qui-quadrado ou teste de Kruskal-Wallis, conforme as características das variáveis. Finalmente, para verificar a relação entre variáveis contínuas, calculou-se o coeficiente de correlação de Spearman.

Como classificação do grau de correlação, ou seja, da força entre as variáveis, utilizou-se o seguinte parâmetro: fraco quando 0 e 0,3 (ou -0,3 e 0); moderado quando 0,4 e 0,7 (ou -0,4 e -0,7); e forte quando 0,7 e 1,0 (ou -0,7 e -1,0).²³ Foram consideradas correlações com significância estatística as que apresentaram $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

A amostra foi composta por maior proporção de indivíduos pré-púberes (64,13%), classificados como crianças (54,35%), com obesidade (46,74%), sedentários (48,32%), normotensos (66,30%), com CC acima do percentil 90 (62,20%) e RCE maior que 0,50 (91,46%). Foi observada prevalência de hipovitaminose D em 64,13% dos indivíduos estudados (32,61% apresentaram insuficiência e 31,52% apresentaram deficiência de vitamina D sérica) (Tabela 1). Ainda, foi possível observar que maiores medianas para as variáveis peso (57,70 Kg) e CC (85,35 cm) foram encontradas em indivíduos que apresentaram 25(OH)D \leq 20 ng/mL. Ressalta-se que 100% da amostra não atingiu a recomendação de consumo de 10 µg/dia de vitamina D, com mediana

de consumo igual a 2,18 µg/d. A caracterização das variáveis categóricas e contínuas do estudo podem ser encontradas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Distribuição de vitamina D segundo características sociodemográficas e de saúde (medidas de associação bivariadas). Rio de Janeiro, RJ, 2023.

Variáveis	Total		25(OH)D						p-valor
			≤ 20 ng/mL		≥ 21 e ≤ 29 ng/mL		≥ 30 ng/dL		
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	
Total	92	100,00	29	31,52	30	32,61	33	35,87	-
<i>Sexo</i>									
Feminino	45	48,91	17	58,62	17	56,67	11	33,33	0,081
Masculino	47	51,09	12	41,38	13	43,33	22	66,67	
<i>Cor</i>									
Branco	42	45,65	13	44,83	18	60,00	11	33,33	0,105
Não branco	50	54,35	16	55,17	12	40,00	22	66,67	
<i>Faixa Etária</i>									
Criança	50	54,35	14	48,28	15	50,00	21	63,64	0,405
Adolescente	42	45,65	15	51,72	15	50,00	12	36,36	
<i>Estágio Puberal</i>									
Pré-púbere	59	64,13	19	65,52	17	56,67	23	69,70	0,550
Púbere	33	35,87	10	34,48	13	43,33	10	30,30	
<i>IMC/Idade</i>									
Sobrepeso	12	13,04	6	20,69	4	13,33	2	6,06	0,188
Obesidade	43	46,74	9	31,03	17	56,67	17	51,52	
Obesidade grave	37	40,22	14	48,28	9	30,00	14	42,42	
<i>CC*</i>									
< P90	31	37,80	8	30,77	13	50,00	10	33,33	0,294
> P90	51	62,20	18	69,23	13	50,00	20	66,67	
<i>RCE*</i>									
< 0,50	7	8,54	2	7,69	2	7,69	3	10,00	0,937
≥ 0,50	75	91,46	24	92,31	24	92,31	27	90,00	
<i>Atividade Física*</i>									
Ativo	23	25,84	7	25,00	11	39,29	5	15,15	0,088
Moderadamente ativo	23	25,84	4	14,29	7	25,00	12	36,36	
Sedentário	43	48,32	17	60,71	10	35,71	16	48,48	
<i>Pressão arterial</i>									
Normotenso	61	66,30	20	68,97	18	60,00	23	69,70	0,585
PA alterada	4	4,35	1	3,45	1	3,33	2	6,06	
HAS grau I	24	26,09	6	20,69	11	36,67	7	21,21	
HAS grau II	3	3,26	2	6,90	0	0,00	1	3,03	
<i>Insulina*</i>									
Sem hiperinsulinemia	41	47,13	10	37,04	10	34,48	21	67,74	0,016
Com hiperinsulinemia	46	52,87	17	62,96	19	65,52	10	32,26	
<i>HOMA-IR*</i>									
< 3,43	36	43,90	11	42,31	10	34,48	15	55,56	0,278
≥ 3,43	46	56,10	15	57,69	19	65,52	12	44,44	
<i>Estação do ano</i>									
Verão	8	8,70	1	3,45	4	13,33	3	9,09	0,639
Outono	29	31,52	7	24,14	9	30,00	13	39,39	
Inverno	22	23,91	9	31,03	6	20,00	7	21,21	
Primavera	33	35,87	12	41,38	11	36,67	10	30,30	

Legenda: CC - Circunferência de cintura; HAS - Hipertensão arterial sistêmica; PA - Pressão arterial; RCE - Razão cintura-estatura. *Houve a presença de valores omissos para as seguintes variáveis: Circunferência de cintura (n=82), RCE (n=82), Atividade física (n=89), Insulina (n=87) e HOMA-IR (n=82).

Tabela 2. Distribuição de vitamina D sérica segundo características antropométricas, de consumo alimentar e de saúde (medidas de associação bivariadas). Rio de Janeiro, RJ, 2023.

Variáveis	Total		25(OH)D						p-valor
			≤ 20 ng/mL		≥ 21 e ≤ 29 ng/mL		≥ 30 ng/dL		
	Mediana	Intervalo Interquartil (p 25 - p 75)	Mediana	Intervalo Interquartil (p 25 - p 75)	Mediana	Intervalo Interquartil (p 25 - p 75)	Mediana	Intervalo Interquartil (p 25 - p 75)	
<i>Antropometria</i>									
Peso (Kg)	53,00	(41,30 - 58,64)	57,70	(44,47 - 64,94)	53,30	(39,72 - 56,97)	49,17	(41,00 - 55,10)	0,390
IMC (Kg/m²)	25,17	(22,61 - 28,43)	24,48	(22,75 - 28,97)	24,91	(22,04 - 27,82)	26,49	(23,69 - 28,82)	0,826
Z-score	2,90	(2,06 - 3,77)	2,65	(1,69 - 3,63)	2,84	(2,02 - 3,39)	3,76	(2,75 - 4,65)	0,605
CC (cm)	82,10	(75,23 - 89,45)	85,35	(75,70 - 94,15)	81,25	(74,37 - 85,60)	79,25	(76,37 - 88,05)	0,515
RCE	0,58	(0,54 - 0,63)	0,59	(0,52 - 0,63)	0,57	(0,53 - 0,62)	0,61	(0,56 - 0,64)	0,596
<i>Consumo alimentar</i>									
Calorias (Kcal)	1708,50	(1447,00 - 1927,00)	1772,42	(1271,25 - 2096,67)	1492,00	(1189,00 - 1713,25)	1868,33	(1578,25 - 1933,50)	0,382
Proteínas (g)	68,69	(57,01 - 88,69)	80,92	(57,01 - 107,75)	65,74	(44,97 - 71,55)	75,20	(59,70 - 88,69)	0,603
Carboidratos (g)	218,79	(166,87 - 270,58)	248,18	(134,49 - 287,35)	197,84	(158,02 - 253,91)	242,35	(214,03 - 296,74)	0,205
Lipídeos (g)	50,84	(42,22 - 68,65)	57,12	(40,76 - 71,05)	47,75	(34,76 - 60,56)	59,34	(45,37 - 71,72)	0,973
Cálcio (mg)	472,86	(354,03 - 596,77)	529,13	(364,01 - 653,19)	437,30	(301,40 - 490,69)	551,43	(386,97 - 673,46)	0,246
Vitamina D (mcg)	2,18	(1,00 - 4,02)	2,25	(0,79 - 5,01)	1,73	(0,48 - 3,85)	2,36	(1,39 - 4,31)	0,846
% adequação de cálcio	39,94	(32,37 - 49,70)	40,70	(31,41 - 64,37)	36,29	(24,98 - 46,18)	48,78	(34,92 - 56,47)	0,237
% adequação de vit D	14,51	(6,65 - 26,79)	15,01	(5,26 - 33,43)	11,53	(3,22 - 25,68)	15,73	(9,27 - 28,71)	0,846
<i>Pressão arterial</i>									
PA Sistólica	103	(93,0 - 110,0)	110	(90,5 - 110,0)	100	(100,0 - 111,5)	105	(90,0 - 110,0)	0,385
PA Diastólica	70	(60,0 - 76,0)	66	(60,0 - 70,0)	70	(60,0 - 79,5)	70	(60,0 - 70,0)	0,182
<i>Bioquímica</i>									
25(OH)D (ng/mL)	25,93	(18,62 - 30,74)	16,74	(15,22 - 18,27)	25,92	(23,43 - 27,14)	33,21	(31,00 - 40,31)	0,000
Cálcio (mg/dL)	10,10	(9,83 - 10,50)	10,15	(9,92 - 10,80)	10,10	(9,80 - 10,50)	10,15	(9,87 - 10,45)	0,235
Fósforo (mg/dL)	5,30	(4,83 - 5,78)	5,50	(4,85 - 5,97)	5,20	(4,67 - 5,50)	5,35	(4,85 - 6,07)	0,352
PTH (pg/mL)	33,69	(27,45 - 42,63)	31,13	(24,44 - 37,19)	38,01	(28,42 - 46,86)	32,76	(27,47 - 45,39)	0,385
Glicose (mg/dL)	88,85	(85,00 - 92,75)	87,85	(85,00 - 97,85)	88,35	(83,25 - 92,75)	89,55	(85,52 - 93,87)	0,895
Insulina (µUI/mL)	15,95	(12,79 - 22,50)	16,70	(13,25 - 29,22)	21,60	(13,82 - 29,05)	13,84	(10,20 - 18,02)	0,009
HOMA-IR	3,63	(2,92 - 4,81)	3,82	(3,07 - 6,33)	4,23	(3,08 - 6,17)	3,24	(2,15 - 3,77)	0,025

Legenda: CC - Circunferência de cintura; IMC - Índice de massa corporal; PA - Pressão arterial; RCE - Razão cintura-estatura; PTH - Paratormônio.

Dentre as variáveis analisadas, não foram observadas associações entre o perfil antropométrico, o consumo alimentar, a prática de atividade física, a variação sazonal, a cor de pele e as concentrações plasmáticas de cálcio, fósforo e PTH séricas. No entanto, através do teste Qui-quadrado, foi possível observar associação entre o perfil de vitamina D e o perfil de insulina (p -valor = 0,016) (Tabela 1). Ainda, através do teste Kruskal-Wallis, foi possível verificar associação entre o perfil de vitamina D e os níveis séricos de insulina (p -valor = 0,009) e do resultado do HOMA-IR (p -valor = 0,025) (Tabela 2).

Ao realizar o teste de correlação de variáveis, constatou-se uma correlação negativa e significativa ($\rho = -0,300^{**}$) entre a vitamina D sérica e a insulina sérica, além de uma correlação negativa e significativa ($\rho = -0,275^*$) entre a vitamina D sérica e o HOMA-IR. Adicionalmente, constatou-se correlação negativa e significativa ($\rho = -0,206^*$) entre a vitamina D sérica e a pressão arterial diastólica (Tabela 3).

Tabela 3. Correlações entre vitamina D sérica e demais variáveis do estudo. Rio de Janeiro, RJ, 2023.

Variáveis	25(OH)D	
	ρ de Spearman	p -valor*
<i>Antropometria</i>		
Peso (Kg)	-0,200	0,056
IMC (Kg/m ²)	-0,133	0,206
Z-score	0,027	0,796
CC (cm)	-0,190	0,087
RCE	-0,042	0,707
<i>Consumo alimentar</i>		
Calorias (Kcal)	0,103	0,329
Proteínas (g)	-0,023	0,826
Carboidratos (g)	0,164	0,121
Lipídeos (g)	0,043	0,686
Cálcio (mg)	0,054	0,614
Vitamina D (mcg)	-0,039	0,713
% adequação de cálcio	0,060	0,572
% adequação de vit D	-0,039	0,713
<i>Pressão arterial</i>		
PA Sistólica	-0,137	0,192
PA Diastólica	-0,206*	0,049
<i>Bioquímica</i>		
Cálcio (mg/dL)	0,112	0,386
Fósforo (mg/dL)	0,050	0,704
PTH (pg/mL)	0,055	0,678
Glicose (mg/dL)	-0,024	0,827
Insulina (μ UI/mL)	-0,300**	0,005
HOMA-IR	-0,275*	0,012

Legenda: CC - Circunferência de cintura; IMC - Índice de massa corporal; PA - Pressão arterial; RCE - Razão cintura-estatura; PTH - Paratormônio.
*Estatisticamente significantes valores de $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

Este estudo encontrou prevalência de hipovitaminose D em 64,13% dos indivíduos participantes, dos quais 31,52% apresentaram deficiência de vitamina D. Tal resultado se assemelha à prevalência de hipovitaminose D encontrada por De Oliveira et al.⁸ em seu estudo multicêntrico que investigou 1152

adolescentes brasileiros. No entanto, em termos de deficiência, ou seja, níveis de 25(OH)D < 20 ng/ml, o presente estudo apresentou prevalência ligeiramente maior do que aquela encontrada pelos autores citados.

Por outro lado, prevalências de deficiência de vitamina D superiores a 60,00% foram encontradas em crianças e adolescentes brasileiros em estudos que tiveram como objetivo associar os níveis de vitamina D com o perfil antropométrico e outros fatores associados, incluindo resistência insulínica.^{24,25} Entretanto, ressalta-se que no estudo de Coelho et al.²⁴ a prevalência encontrada englobava tanto indivíduos eutróficos quanto com excesso de peso, ao passo que Mori et al.²⁵ avaliou apenas 26 indivíduos obesos, comparando-os com um grupo controle de 19 indivíduos eutróficos saudáveis.

Diferentemente dos trabalhos de Coelho et al.²⁴ e Mori et al.,²⁵ que não conseguiram encontrar relação entre deficiência de vitamina D e resistência insulínica, neste estudo (que avaliou somente crianças e adolescentes com excesso de peso) encontramos correlação negativa e significativa entre a vitamina D sérica e insulina de jejum e HOMA-IR.

Tal resultado se assemelha ao apresentado em um estudo conduzido no Sri Lanka, realizado com 202 crianças entre 5 e 15 anos de idade, todas com obesidade, que também demonstrou correlação negativa e significativa entre vitamina D sérica e valores de insulina de jejum e HOMA-IR.²⁶ Outro estudo demonstrou que os níveis de vitamina D de crianças e adolescentes obesos com resistência insulínica foram significativamente menores do que aquelas crianças sem resistência insulínica ($p < 0,001$).²⁷

Segundo Contreras-Bolívar et al.,²⁸ um dos possíveis mecanismos que associam a hipovitaminose D com a resistência insulínica e seus desfechos clínicos, como a obesidade, o diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) e a síndrome metabólica é que, no nível molecular, a vitamina D parece estar envolvida com o controle transcricional da insulina, visto que uma região do elemento de resposta à vitamina D foi identificada no promotor do gene do receptor de insulina.

Além disso, os autores explicam que a vitamina D pode ter papel importante na regulação da função das células beta em pacientes com DM2, uma vez que o calcitriol age como mensageiro químico, interagindo com os receptores de regulação do fluxo de cálcio nas células beta. Por outro lado, a vitamina D poderia influenciar a secreção de insulina, regulando a abertura e o fechamento dos canais de cálcio, e o calcitriol poderia melhorar a sensibilidade à insulina, pela estimulação da expressão de receptores de insulina, dentre outros.²⁸

Neste estudo não foi possível estabelecer associação entre os níveis de vitamina D e as variáveis sociodemográficas, antropométricas, de consumo alimentar, de pressão arterial, de nível de atividade física, de variação sazonal e de dados bioquímicos (com exceção da insulina de jejum e HOMA-IR), o que pode ser explicado pela homogeneidade e tamanho amostral e pela limitação deste em não contar com um grupo controle formado por pacientes eutróficos.

Entretanto, é conhecido que crianças e adolescentes com obesidade possuem maior risco de apresentar deficiência de vitamina D.⁵ Um estudo iraniano de escopo nacional demonstrou que a média de IMC e CC foi maior para o grupo de crianças com deficiência de vitamina D do que o grupo com suficiência, além de associação inversa entre o *status* de vitamina D e parâmetros antropométricos, como a CC e a RCE.²⁹ Uma das teorias que buscam explicar essa relação é o sequestro da vitamina D em pessoas com obesidade, visto que esta é uma vitamina lipossolúvel e que possivelmente se acumularia no tecido adiposo.^{8,30}

Porém, Durá-Travé et al.³⁰ discutem que a relação inversa entre os níveis de vitamina D e a obesidade pode ter uma explicação mais simples: a exposição solar inadequada. Os autores chegaram a essa conclusão

ao observarem uma variação sazonal nos níveis séricos de vitamina D de crianças e adolescentes espanhóis com obesidade grave, isto é, maiores concentrações de 25(OH)D nos meses de verão, o que pode estar relacionado a um estilo de vida mais sedentário por parte das crianças com obesidade grave.³⁰

Mesmo em um país ensolarado como o Brasil, foi possível observar variação sazonal nos níveis de vitamina D, o que pode ser explicado pela transição para um estilo de vida mais sedentário por parte das crianças e adolescentes brasileiros.^{8,31} Nesse sentido, Da Silva et al.³² afirmam que a prática regular de atividade física parece estar mais relacionada com maiores níveis de 25(OH)D em adolescentes brasileiros, especialmente do sexo masculino.

Na presente pesquisa, constatou-se que 100% da amostra não atingiu a recomendação diária de 10 µg de vitamina D, sendo que essa mediana de consumo (2,18 µg/d) se assemelha à média diária de consumo de vitamina D por adolescentes que participaram da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018 (2,0 µg/d para homens e 1,8 µg/d para mulheres).³³ Este é um achado preocupante visto que, dentre os aspectos relacionados ao estilo de vida, o consumo de vitamina D através de fontes alimentares pode representar um fator de proteção contra a hipovitaminose D para aqueles indivíduos cuja exposição solar é inadequada.⁸

Níveis alterados de PA parecem estar relacionados, ainda, com a deficiência de vitamina D, especialmente a PA diastólica.³⁴⁻³⁶ Apesar de não ter sido encontrada associação entre a classificação dos níveis de vitamina D e a classificação de PA nas crianças e adolescentes com excesso de peso, este estudo encontrou correlação negativa e significativa entre a vitamina D sérica e a PA diastólica para essa população. De acordo com Krivošíková et al.,³⁶ enquanto a variação sazonal da vitamina D e o IMC parecem ser os preditores mais significativos para mudanças na PA sistólica em crianças obesas, a PA diastólica parece estar mais relacionada com os níveis de insulina e serotonina.

Finalmente, é bastante conhecido que, junto com o PTH e a calcitonina, a principal função biológica da vitamina D nos humanos é a manutenção da homeostase das concentrações séricas de cálcio e fósforo.³ Embora este estudo não tenha demonstrado correlação significativa entre os níveis de 25(OH)D e os níveis de cálcio, fósforo e PTH em crianças e adolescentes com excesso de peso, Durá-Travé et al.³⁷ encontraram correlação negativa entre os níveis de calcidiol e de PTH em crianças hispânicas com obesidade grave ($p < 0,01$).

Os autores explicam que nesse grupo há evidente tendência a apresentar baixos níveis de calcidiol e elevados níveis de PTH, e esclarecem que na obesidade níveis baixos de calcidiol estimulam um aumento no PTH, que por sua vez estimula a hidroxilação renal do calcitriol, elevando o influxo de cálcio para dentro dos adipócitos, ocasionando nestes a lipogênese e potencialmente reduzindo a lipólise induzida por catecolaminas.³⁷

No entanto, os pesquisadores ressaltam que essa hipótese é bastante controversa, e que a perda ponderal nos indivíduos obesos se associa com a normalização dos níveis séricos de vitamina D e PTH, o que parece demonstrar que tal mecanismo é consequência (e não a causa) do excesso de peso corporal.³⁷

Apesar de haver muitos estudos publicados na literatura sobre a hipovitaminose D relacionados à obesidade e seus fatores associados, observa-se que poucos estudos brasileiros tratam da hipovitaminose D na população infanto-juvenil com excesso de peso. Nesse sentido, apesar da limitação deste estudo em não contar com um grupo controle formado por indivíduos eutróficos, além de apresentar análises estatísticas bivariadas que sugerem cautela na interpretação dos resultados encontrados, o presente estudo se destaca por apontar uma associação entre hipovitaminose D e resistência insulínica em crianças e adolescentes com excesso de peso, que deve ser mais bem compreendida.

CONCLUSÃO

Neste estudo não foi possível encontrar associação entre os níveis de vitamina D e algumas das variáveis avaliadas, como as sociodemográficas, de perfil antropométrico, de consumo alimentar, de pressão arterial, de prática de atividade física, de variação sazonal e das concentrações plasmáticas de cálcio, fósforo, PTH e glicose de jejum, o que pode ser explicado, tal como discutido anteriormente, pela homogeneidade e tamanho amostral e pela limitação deste estudo em não contar com um grupo controle formado por indivíduos eutróficos.

No entanto, foi possível verificar que em crianças e adolescentes com excesso de peso, a hipovitaminose D associou-se significativamente com a resistência insulínica, além de ter apresentado correlação negativa e significativa entre os níveis de vitamina D e valores de insulina de jejum sérica e HOMA-IR. Também foi possível encontrar correlação negativa e significativa entre os níveis séricos de vitamina D e a PA diastólica.

Diante dos achados deste estudo, considera-se que mais pesquisas acerca do tema necessitam ser desenvolvidas, para que resultados mais robustos auxiliem na elucidação dos mecanismos envolvidos na relação entre hipovitaminose D e resistência insulínica em crianças e adolescentes com excesso de peso.

REFERÊNCIAS

1. Combs GF Jr, McClung JP. The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health. 5th ed. Amsterdam: Academic Press; 2017. p. 162-206.
2. Marino R, Misra M. Extra-Skeletal Effects of Vitamin D. *Nutrients* [Internet]. 2019;11(7):1460. <https://doi.org/10.3390/nu11071460>.
3. Antonucci R, Locci C, Clemente MG, Chicconi E, Antonucci L. Vitamin D deficiency in childhood: old lessons and current challenges. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism* [Internet]. 2018;31(3):247–60. <https://doi.org/10.1515/jpem-2017-0391>.
4. Cediel G, Pacheco-Acosta J, Castillo-Durán C. Vitamin D deficiency in pediatric clinical practice. *Arch Argent Pediatr* [Internet]. 2018;116(1):e75–81. <https://doi.org/10.5546/aap.2018.eng.e75>.
5. Fiamenghi VI, Mello ED de. Vitamin D deficiency in children and adolescents with obesity: a meta-analysis. *J Pediatr (Rio J)* [Internet]. 2021;97(3):273–9. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2020.08.006>.
6. Zakharova I, Klimov L, Kuryaninova V, Nikitina I, Malyavskaya S, Dolbnya S, et al. Vitamin D Insufficiency in Overweight and Obese Children and Adolescents. *Front Endocrinol (Lausanne)* [Internet]. 2019;10:103. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00103>.
7. Leão LMCSM, Rodrigues BC, Dias PTP, Gehrke B, Souza T da SP de, Hirose CK, et al. Vitamin D status and prevalence of hypovitaminosis D in different genders throughout life stages: A Brazilian cross-sectional study. *Clinics* [Internet]. 2021;76:e2571. <https://doi.org/10.6061/clinics/2021/e2571>.

8. De Oliveira CL, Cureau FV, Cople-Rodrigues C dos S, Giannini DT, Bloch KV, Kuschnir MCC, et al. Prevalence and factors associated with hypovitaminosis D in adolescents from a sunny country: Findings from the ERICA survey. *J Steroid Biochem Mol Biol* [Internet]. 2020;199:105609. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2020.105609>.
9. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, et al. Evaluation, Treatment, and Prevention of Vitamin D Deficiency: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 2011;96(7):1911–30. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-0385>.
10. Marchall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in girls and boys. *Arch Dis Child*. 1969;44:291-303.
11. World Health Organization. Adolescent health [Internet]. Geneva: WHO; c2024 [citado 14 mar 2024 Mar]. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/adolescent-health>.
12. Kurtoğlu S, Hatipoğlu N, Mazicioğlu M, Kendirci M, Keskin M, Kondolot M. Insulin Resistance in Obese Children and Adolescents: HOMA-IR Cut-Off Levels in the Prepubertal and Pubertal Periods. *J Clin Res PediatrEndocrinol* [Internet]. 2010;2(3):100–6. <https://doi.org/10.4274%2Fjcrpe.v2i3.100>.
13. García Cuartero B, García Lacalle C, Jiménez Lobo C, González Vergaz A, Calvo Rey C, Alcázar Villar MJ, et al. Índice HOMA y QUICKI, insulina y péptido C en niños sanos. Puntos de corte de riesgo cardiovascular. *AnPediatr* [Internet]. 2007;66(5):481–90. <https://doi.org/10.1157/13102513>.
14. Brasil. Ministério da Saúde. Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde: Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional - SISVAN. Brasília: Ministério da Saúde; 2011. 76 p.
15. Fernández JR, Bohan Brown M, López-Alarcón M, Dawson JA, Guo F, Redden DT, et al. Changes in pediatric waist circumference percentiles despite reported pediatric weight stabilization in the United States. *PediatrObes*[Internet]. 2017;12(5):347–55. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12150>.
16. International Diabetes Federation. The IDF consensus definition of the metabolic syndrome in children and adolescents. Brussels: IDF Communications; 2007. 23 p.
17. Ashwell M, Gibson S. Waist-to-height ratio as an indicator of “early health risk”: simpler and more predictive than using a “matrix” based on BMI and waist circumference. *BMJ Open* [Internet]. 2016;14;6(3):e010159. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010159>.
18. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D [Internet]. Washington, DC: National Academies Press; 2011. 345-402 p. <https://doi.org/10.17226/13050>.
19. Scientific Advisory Committee on Nutrition. Vitamin D and Health. [London]: Crown Copyright; 2016 [acesso 25 mar 2023]. 289 p. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/sacn-vitamin-d-and-health-report>.

20. Murphy JK, Alpert BS, Christman JV, Willey ES. Physical fitness in children: a survey method based on parental report. *Am J Public Health*. 1988; 78(6):708-10.
21. Hoekelman RA. Exame físico de lactentes e crianças: pressão arterial. In: Bickley LS, Hoekelman RA, editores. *Bates: Propedêutica Médica*. 7a ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 1999. p. 617-20.
22. Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento Científico de Nefrologia. Hipertensão arterial na infância e adolescência [Internet]. Rio de Janeiro: SBP; 2019 [acesso 25 mar 2023]. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/21635c-MO_-_Hipertensao_Arterial_Infanc_e_Adolesc.pdf.
23. Siqueira AL, Tibúrcio JD. *Estatística na área da saúde: conceitos, metodologia, aplicações e prática computacional*. Belo Horizonte: Coopmed; 2011. 520 p.
24. Coelho SR, Faria JCP, Fonseca FLA, de Souza FIS, Sarni ROS. Is There an Association between Vitamin D Concentrations and Overweight in Children and Adolescents? *J Trop Pediatr* [Internet]. 2022;68(3):1–7. <https://doi.org/10.1093/tropej/fmac033>.
25. Mori JD, Souza FIS de, Munekata RV, Fonseca FLA, Sarni ROS. Deficiência de vitamina D em crianças e adolescentes obesos. *Rev Bras Nutr Clin*. 2015;30(2):116–9.
26. Adikaram SGS, Samaranayake DBDL, Atapattu N, Kendaragama KMDLD, Senevirathne JTN, Wickramasinghe VP. Prevalence of vitamin D deficiency and its association with metabolic derangements among children with obesity. *BMC Pediatr* [Internet]. 2019;19:186. <https://doi.org/10.1186/s12887-019-1558-8>.
27. Çiğrı E, İnan FÇ. The Relationship between Anthropometric Measurements and Vitamin D Levels and Insulin Resistance in Obese Children and Adolescents. *Children* [Internet]. 2022;9:1837. <https://doi.org/10.3390/children9121837>.
28. Contreras-Bolívar V, García-Fontana B, García-Fontana C, Muñoz-Torres M. Mechanisms involved in the relationship between vitamin D and insulin resistance: impact on clinical practice. *Nutrients* [Internet]. 2021;13:3491. <https://doi.org/10.3390/nu13103491>.
29. Bemanalizadeh M, Heidari-Beni M, Ejtahed H-S, Heshmat R, Baygi F, Seif E, et al. Association of serum 25-hydroxyvitamin D concentration with anthropometric measures in children and adolescents: the CASPIAN-V study. *Eat Weight Disord - Stud Anorexia, Bulim Obes* [Internet]. 2021;26(7):2219–26. <https://doi.org/10.1007/s40519-020-01067-3>.
30. Durá-Travé T, Gallinas-Victoriano F, Malumbres-Chacon M, Ahmed-Mohamed L, Chueca-Guindulain MJ, Berrade-Zubiri S. Are there any seasonal variations in 25-hydroxyvitamin D and parathyroid hormone serum levels in children and adolescents with severe obesity? *Eur J Pediatr* [Internet]. 2021;180:1203–10. <https://doi.org/10.1007/s00431-020-03857-4>.

31. Oliosá PR, Oliosá EMR, Alvim R de O, Sartório CL, Zaniqueli DDA, Mill JG. Association of sun exposure and seasonality with vitamin D levels in Brazilian children and adolescents. *Rev Paul Pediatr* [Internet]. 2023;41:e2021361. <https://doi.org/10.1590/1984-0462/2023/41/2021361>.
32. Da Silva ACM, Bloch KV, Cureau FV, De Oliveira CL, Giannini DT, Kuschnir MCC, et al. Physical activity but not sedentary time is associated with vitamin D status in adolescents: study of cardiovascular risk in adolescents (ERICA). *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2019;73(3):432-440. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0192-0>.
33. Verly Junior E, Marchioni DM, Araujo MC, De Carli E, De Oliveira DCRS, YokooEM, et al. Evolução da ingestão de energia e nutrientes no Brasil entre 2008–2009 e 2017–2018. *RevSaude Publica* [Internet]. 2021;55(Supl.1):5s. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2021055003343>.
34. Gul A, Ozer S, Yilmaz R, Sonmezgoz E, Kasap T, Takcı S, et al. Association between vitamin D levels and cardiovascular risk factors in obese children and adolescents. *Nutr Hosp* [Internet]. 2017;34(2):323–9. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.412>.
35. Izzo M, Carrizzo A, Izzo C, Cappello E, Cecere D, Ciccarelli M, et al. Vitamin D: Not Just Bone Metabolism but a Key Player in Cardiovascular Diseases. *Life* [Internet]. 2021;11(5):452. <https://doi.org/10.3390/life11050452>.
36. Krivošíková K, Krivošíková Z, Wsolová L, Seeman T, Podracká L. Hypertension in obese children is associated with vitamin D deficiency and serotonin dysregulation. *BMC Pediatr* [Internet]. 2022;22:289. <https://doi.org/10.1186/s12887-022-03337-8>.
37. Durá-Travé T, Gallinas-Victoriano F, Chueca-Guindulain MJ, Berrade-Zubiri S. Prevalence of hypovitaminosis D and associated factors in obese Spanish children. *Nutr Diabetes* [Internet]. 2017;7:e248. <https://doi.org/10.1038/nutd.2016.50>.

Colaboradores

Silva MRB, Oliveira CL e Brito FSB participação na idealização do desenho do estudo; na coleta, análise e interpretação dos dados; na redação do estudo; e participação na revisão final e aprovação do manuscrito para submissão; Collett-Solberg PF e Madeira IR participação na revisão final e aprovação do manuscrito para submissão; Gazolla FM e Themístocles BLC participação na coleta, análise e interpretação dos dados; participação na revisão final e aprovação do manuscrito para submissão.

Conflito de Interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Recebido: 23 de novembro de 2023

Aceito: 25 de maio de 2024