

## CONCENTRAÇÕES PLASMÁTICAS DE VITAMINA D EM MULHERES COM OBESIDADE

Janayra Kaline Barbosa Oliveira<sup>1</sup>, Vitória Ribeiro Mendes<sup>2</sup>, Lucélia da Cunha Castro<sup>3</sup>  
Geórgia Rosa Reis de Alencar<sup>4</sup>, Kyria Jayanne Clímaco Cruz<sup>5</sup>, Nadir do Nascimento Nogueira<sup>6</sup>  
Betânia de Jesus e Silva de Almendra Freitas<sup>6</sup>

## RESUMO

**Introdução:** A obesidade é uma doença crônica que requer uma abordagem que alia a prática regular de atividade física e ingestão adequada de micronutrientes, como a vitamina D, cuja deficiência está associada à progressão da obesidade. **Objetivo:** Avaliar as concentrações plasmáticas de vitamina D em mulheres com obesidade. **Materiais e métodos:** Trata-se de um estudo observacional, analítico e transversal, realizado com 76 mulheres adultas com obesidade, atendidas em um centro de saúde da rede estadual em Teresina, Piauí. Durante a coleta de dados, foram registradas informações como peso, altura, circunferência abdominal (CA), circunferência da cintura (CC), circunferência do quadril (CQ) e relação cintura-quadril (RCQ). A análise da vitamina D plasmática foi realizada por meio da dosagem de calcidiol, sendo suas concentrações classificadas da seguinte forma:  $\geq 30$  ng/mL (suficiência), entre 20 e 29 ng/mL (insuficiência) e  $< 20$  ng/mL (deficiência). Para a análise estatística, foram aplicados os testes de Kolmogorov-Smirnov, t de Student, Mann-Whitney, qui-quadrado ( $\chi^2$ ), além dos coeficientes de transparência linear de Pearson e de Spearman. Considera-se diferença estatisticamente significativa para  $p < 0,05$ . **Resultados e discussão:** As mulheres com obesidade têm significativamente ( $p < 0,001$ ) maior peso, índice de massa corporal, CC, CQ, CA e RCQ e concentrações menores de vitamina D em comparação às mulheres eutróficas, entretanto, os resultados não foram significativos na correlação entre as concentrações plasmáticas de vitamina D e os parâmetros antropométricos. **Conclusão:** Houve uma associação negativa entre obesidade e concentrações plasmáticas de vitamina D.

**Palavras-chave:** Antropometria. Obesidade. Vitamina D.

1 - Mestra em Saúde e Comunidade, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil.

## ABSTRACT

Plasma concentrations of vitamin D in obese women

**Introduction:** Obesity is a chronic disease that requires an approach that combines regular physical activity and adequate intake of micronutrients, such as vitamin D, whose deficiency is associated with the progression of obesity. **Objective:** To assess plasma concentrations of vitamin D in obese women. **Materials and methods:** This was an observational, analytical, cross-sectional study of 76 obese adult women attending a state health center in Teresina, Piauí. During data collection, weight, height, abdominal circumference (AC), waist circumference (WC), hip circumference (HC) and waist-to-hip ratio (WHR) were recorded. Plasma vitamin D was analyzed using calcidiol levels, with concentrations classified as follows:  $\geq 30$  ng/mL (sufficiency), between 20 and 29 ng/mL (insufficiency) and  $< 20$  ng/mL (deficiency). For statistical analysis, the Kolmogorov-Smirnov, Student's t, Mann-Whitney, chi-square ( $\chi^2$ ) tests were applied, as well as Pearson's and Spearman's linear transparency coefficients. The difference of  $p < 0.05$  is considered statistically significant. **Results and discussion:** Obese women have significantly ( $p < 0.001$ ) higher weight, body mass index, WC, WHR and WHtR and lower vitamin D concentrations compared to eutrophic women; however, the results were not significant in the correlation between plasma vitamin D concentrations and anthropometric parameters. **Conclusion:** There was a negative association between obesity and plasma vitamin D concentrations.

**Key words:** Anthropometry. Obesity. Vitamin D.

2 - Mestra em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil.

3 - Mestra em Saúde e Comunidade, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença crônica caracterizada por uma inflamação de baixo grau que está associada ao risco de morte prematura pelo aumento de uma série de condições clínicas, como o diabetes mellitus tipo 2 (DM2) e doenças cardiovasculares (DCV) (Pellegrini e colaboradores, 2024).

No Brasil, a obesidade apresentou um aumento de 72% ao longo dos últimos treze anos, passando de uma taxa de 11,8% em 2006 para 20,3% em 2019, além disso, a frequência da obesidade se mostra semelhante entre homens e mulheres (Brasil, 2020).

Para prevenir ou reverter a obesidade, a adoção de hábitos alimentares saudáveis e a prática regular de atividade física são fundamentais (Araromi e colaboradores, 2024).

Contudo, já se sabe que além da ingestão calórica, outros fatores dietéticos estão associados à obesidade contribuindo para a prevenção e no tratamento desta doença, como: o consumo de alimentos com propriedades funcionais, zinco, vitaminas A, C, D, E, ferro, folato e cálcio (Cembranel e colaboradores, 2017; Lee, Jung, 2022), assim como a proporção equilibrada entre os ácidos graxos poli-insaturados  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 (Jeong, Moon, Cho, 2024).

Nesse sentido, a ingestão dietética de alguns nutrientes, a exemplo da vitamina D, tem sido de grande interesse, principalmente devido às funções dessa vitamina em diversos processos vitais como a diferenciação e proliferação celular, secreção hormonal e modulação do sistema imune (Gallo e colaboradores, 2023), somado a associação entre as concentrações de vitamina D e o início e a progressão da obesidade (Lu, Cao, 2023).

A deficiência desta vitamina pode interferir na secreção de adipocitocinas, no metabolismo, no armazenamento de lipídios, na adipogênese, na termogênese e na regulação da inflamação no tecido adiposo (Szymczak-Pajor e colaboradores, 2022).

A hipovitaminose D caracterizada por concentrações séricas de 25(OH)D <30 ng/mL (75 nmol/L) pode ocorrer devido à baixa exposição à luz solar ou exposição à luz solar com protetores de alto fator, bem como, a redução na alimentação de fontes desse micronutriente na dieta, tais como, peixes oleosos, manteiga, fígado, ovos, leite e alimentos fortificados (Huang e colaboradores, 2023; Maeda e colaboradores, 2014; Mason,

Aslam, Jenkins, 2023; Pereira e colaboradores, 2021).

Portanto, este estudo teve como objetivo obter informações sobre as concentrações plasmáticas de vitamina D em mulheres com obesidade.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Protocolo e caracterização do estudo

Estudo observacional e analítico de delineamento transversal, desenvolvido com mulheres com obesidade, atendidas em um centro de saúde da rede estadual em Teresina - Piauí.

A amostra de conveniência foi construída de 76 mulheres adultas com características semelhantes em relação à idade, gênero e situação socioeconômica que foram distribuídas em dois grupos: grupo caso (mulheres com obesidade, n=38) e grupo controle (mulheres eutróficas, n=38).

As voluntárias foram recrutadas por demanda espontânea, por meio de entrevista presencial no centro de saúde, de acordo com os seguintes critérios de inclusão: índice de massa corporal (IMC) entre 18,5 e 24,9 kg/m<sup>2</sup> (grupo controle) e acima de 30 kg/m<sup>2</sup> (grupo caso); não fumantes; não apresentar diabetes mellitus, insuficiência renal crônica, doenças hepáticas, DCV, câncer, doenças inflamatórias intestinais ou infecções recentes; não ingerir álcool de forma crônica; não fazer uso de hormônios tireoidianos; não gestantes e não fazer uso de medicamentos e/ou suplementos nutricionais que possam interferir no estado nutricional relativo à vitamina D.

O estudo foi cadastrado na Plataforma Brasil, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí (parecer nº 1.872.442), conforme Resolução CNS 466/12 (Brasil, 2012).

As participantes receberam o descritivo do estudo, no qual obtiveram informações detalhadas sobre a natureza da investigação e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ao aceitarem participar.

### Coleta de dados

O instrumento de coleta de dados foi elaborado especificamente para este estudo, englobando espaços idôneos para questionar as variáveis socioeconômicas (idade, renda salarial e nível de escolaridade), uso de álcool,

cigarro, bloqueador e/ou protetor solar, tempo e frequência de exposição solar, dados antropométricos e concentrações plasmáticas de vitamina D.

### Avaliação do estado nutricional

O peso corporal foi determinado utilizando uma balança digital Filizola®, com capacidade máxima de 180Kg, graduada em 100 gramas, estando as participantes descalças e usando roupas leves. A estatura foi medida com antropômetro marca Secar®, graduado em centímetros e com barra vertical e fixa, para posicionamento sobre a cabeça.

A medida da circunferência da cintura (CC) foi realizada utilizando uma fita métrica flexível e inelástica, com precisão de 0,1 centímetros, circundando a linha natural da cintura, na região mais estreita entre o tórax e o quadril, no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca.

As participantes estavam em posição ereta, com abdômen relaxado e braços estendidos. O IMC foi calculado a partir do peso da participante do estudo dividido por sua estatura elevada ao quadrado. A circunferência do quadril (CQ) foi medida em centímetros na área de maior protuberância glútea, em um plano horizontal.

A relação cintura-quadril (RCQ) foi obtida a partir dos valores de CC e CQ; e para a classificação destes foram utilizados os pontos de corte recomendados pela World Health Organization (World Health Organization, 2008).

### Coleta e processamento de material biológico

Após punção venosa, com jejum de 8 horas, foi coletada uma amostra de 4 mL de sangue em tubo contendo ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) como anticoagulante, a qual foi posteriormente centrifugada a 3000 × g por 15 minutos para obtenção do plasma.

### Determinação das concentrações de vitamina D

A análise de vitamina D plasmática foi feita pelo cálculo de calcidiol pela soma da 25(OH)D2 e 25(OH)D3, determinadas por cromatografia líquida de alta eficiência associada à espectrofotometria de massa. Concentração de calcidiol  $\geq 30$  ng/ml, entre 20 e 29 ng/ml e  $< 20$  ng/ml foram classificados, respectivamente, com suficiência, insuficiência e deficiência de vitamina D (Holick e colaboradores, 2011; Maeda e colaboradores, 2014).

### Análise estatística

Os dados foram exportados para o programa SPSS (for Windows® versão 15.0). O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado para verificar a normalidade dos dados. Em seguida, para fins de comparação entre os grupos estudados, o teste t de Student foi utilizado para as variáveis com distribuição normal, e o teste de Mann Whitney para aquelas com distribuição não paramétrica. A fim de identificar a existência de associações entre as variáveis categóricas analisadas, foi utilizado teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

Para o estudo de correlações, o coeficiente de correlação linear de Pearson foi utilizado para os dados com distribuição normal, e o coeficiente de correlação de Spearman para aqueles com distribuição não paramétrica.

A diferença considerada estatisticamente significativa foi valor de  $p < 0,05$ , adotando-se um intervalo de confiança de 95%.

### RESULTADOS

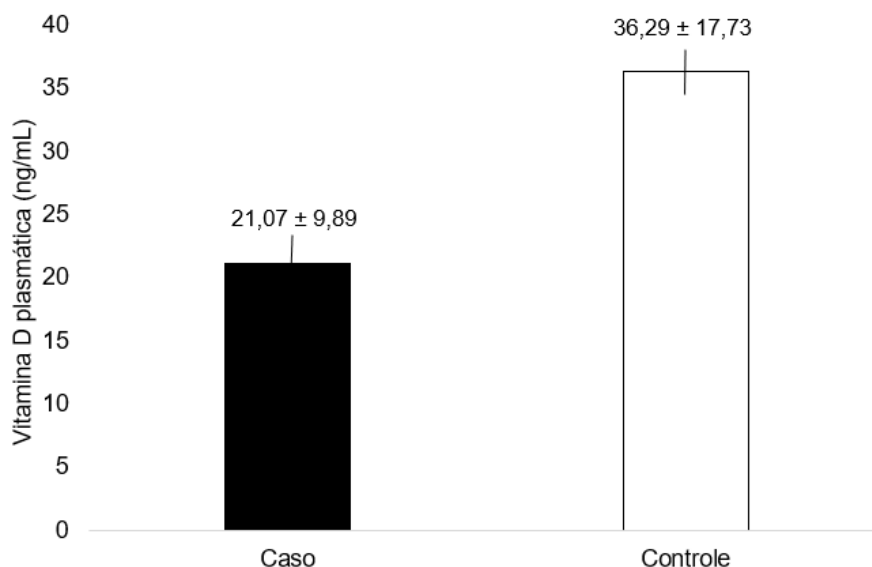
As mulheres com obesidade apresentaram diferenças estatisticamente significativas em todos os parâmetros antropométricos, exceto idade e estatura, em relação às mulheres eutróficas. Isso indica que a obesidade impacta fortemente medidas corporais como peso, IMC, circunferências e RCQ (Tabela 1).

**Tabela 1** - Valores médios e desvios-padrão da idade e dos parâmetros antropométricos relativos às mulheres com obesidade e o grupo controle.

Parâmetros	Caso (n=38) Média ± DP	Controle (n=38) Média ± DP	p
Idade (anos)	31,53 ± 6,20	28,79 ± 6,25	0,059
Peso corporal (kg)	86,77 ± 11,14*	58,38 ± 6,37	<0,001
Estatura (m)	1,60 ± 0,06	1,62 ± 0,06	0,164
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	33,87 ± 3,33*	22,36 ± 1,67	<0,001
CC (cm)	95,95 ± 7,90*	71,36 ± 5,34	<0,001
CQ (cm)	116,71 ± 7,15*	98,74 ± 4,14	<0,001
RCQ	0,83 ± 0,08*	0,72 ± 0,05	<0,001
CA (cm)	105,03 ± 8,46*	80,67 ± 4,69	<0,001

\*Valores significativamente diferentes entre as pacientes obesas e grupo controle, teste t de Student ou teste Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ). <sup>a</sup>Representados como mediana, valores mínimo e máximo. IMC = Índice de Massa Corporal, CC = circunferência da cintura, CQ = circunferência do quadril, RCQ = Relação cintura-quadril, CA = circunferência do abdômen.

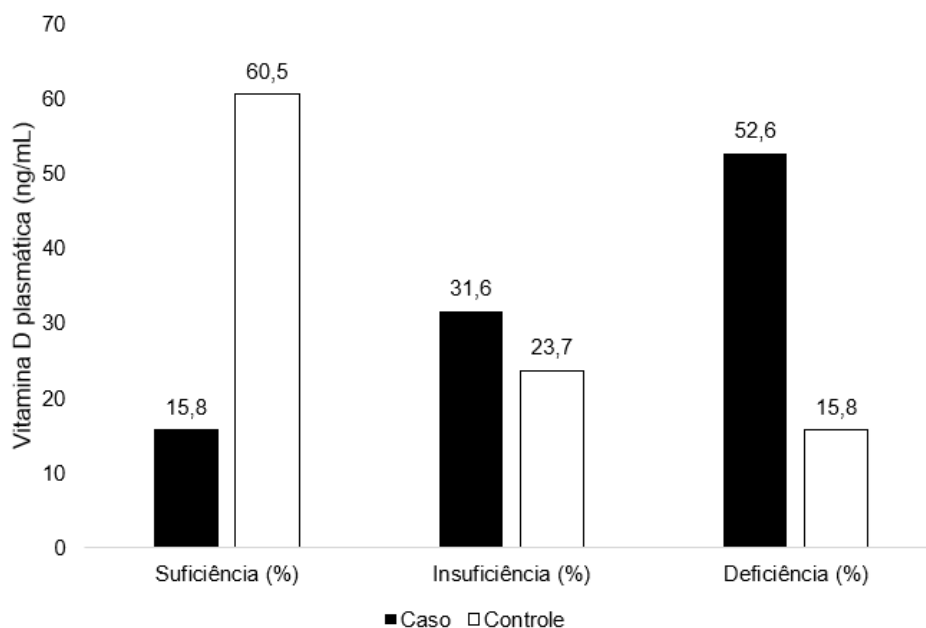
As mulheres com obesidade apresentaram concentrações menores de vitamina D em relação ao grupo controle ( $p < 0,001$ ) (Figura 1).

**Figura 1** - Média e desvio-padrão da vitamina D plasmática (ng/mL) das pacientes com obesidade e grupo controle.

**Legenda:** Teste t de Student ( $p < 0,001$ ).

No grupo controle, 60,5% das participantes apresentaram concentrações adequadas de vitamina D. O grupo de mulheres com obesidade apresentou maior prevalência de deficiência (52,6%), em comparação com

apenas 15,8% no grupo controle. Isso sugere uma forte associação entre obesidade e deficiência de vitamina D, sendo essas diferenças entre os grupos estatisticamente significativas ( $p < 0,001$ ).



**Figura 2** - Distribuição percentual das participantes com obesidade e grupo controle, segundo os valores de referência de vitamina D plasmática (ng/mL).

**Legenda:** Teste Qui-quadrado de Pearson ( $p < 0,001$ ).

Na tabela 2, os resultados não foram significativos entre as concentrações

plasmáticas de vitamina D e os parâmetros antropométricos.

**Tabela 2** - Correlação entre concentrações plasmáticas de vitamina D e parâmetros antropométricos, Teresina-PI, Brasil, 2018.

Parâmetros	Vita D Sérica			
	Obesas		Controle	
	r	p	r	p
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,158	0,344	0,142	0,395
CC (cm)	0,045	0,790	0,232	0,162
CQ (cm)	0,123	0,461	0,046	0,785
CA (cm)	0,143	0,393	0,203	0,221
RCQ	-0,097	0,561	0,216	0,193

**Legenda:** Correlação Linear de Pearson e coeficiente de correlação de Spearman ( $p > 0,05$ ). CC: circunferência da cintura. CQ: circunferência do quadril. CA: circunferência abdominal. RCQ: relação cintura quadril.

## DISCUSSÃO

As mulheres com obesidade apresentaram concentrações reduzidas de vitamina D em relação aos parâmetros de normalidade (Holick, 2007), em relação ao grupo controle.

Ressalta-se, por oportuno, que a dosagem de vitamina D plasmática, realizada neste estudo, oportuniza a detecção das duas frações D<sub>2</sub> (ergocalciferol) e D<sub>3</sub> (colecalciferol)

separadas (Giustina e colaboradores, 2024). Esses resultados estão alinhados aos encontrados por outros autores (Al Haj Ahmad; Al-Domi, 2017; Esteghamati e colaboradores, 2014).

Um dos mecanismos sugeridos para explicar esses achados é a compartimentalização da vitamina D no tecido adiposo devido à sua natureza lipossolúvel, o que pode reduzir sua disponibilidade na circulação e, conseqüentemente, isso pode

favorecer a ocorrência de deficiências (Szymczak-Pajor e colaboradores, 2022).

Além disso, a inflamação crônica de baixo grau, presente na obesidade, pode promover maior demanda de vitamina D por seu papel anti-inflamatório e antioxidante, contribuindo para a redução de suas concentrações no plasma (Lu, Cao, 2023).

O sequestro de vitamina D pelo tecido adiposo pode ser explicado pelo aumento da expressão de CYP2R1 em resposta a uma dieta rica em gorduras, o que facilita a absorção ativa da vitamina D3 e sua conversão em 25(OH)D, promovendo seu armazenamento em gotículas de lipídios (Bonnet e colaboradores, 2019; Lu, Cao, 2023), além disso, no tecido adiposo, as concentrações de mRNA do CYP2J2 podem ser menores em mulheres com obesidade (Bennour e colaboradores, 2022).

A vitamina D acumulada no tecido adiposo pode influenciar o metabolismo energético e a concentração de adipocinas e citocinas anti-inflamatórias, além de afetar a defesa antioxidante e a diferenciação celular; ao passo que, sua deficiência compromete a adipogênese, a termogênese, o armazenamento lipídico e o equilíbrio inflamatório e oxidativo (Szymczak-Pajor e colaboradores, 2022).

A deficiência de vitamina D pode resultar na estimulação do hipotálamo, no núcleo arcuato e no núcleo paraventricular, com o consequente aumento da sensação de fome e diminuição do gasto energético, nesse sentido, a ativação dos receptores de vitamina D nesses núcleos contribui para a regulação do apetite e do equilíbrio energético, ajudando a prevenir o ganho de peso e a resistência à insulina em casos de deficiência dessa vitamina (Sisley e colaboradores, 2016).

A relação indireta entre obesidade e os valores plasmáticos de vitamina D pode ser parcialmente justificada pela reduzida prática de atividade física e exposição solar (Klinedinst e colaboradores, 2020). Quando não há exposição aos raios Ultravioleta B (UVB), torna-se essencial obter vitamina D por meio da alimentação (Whiting, Calvo, 2021), no entanto, as quantidades obtidas podem não suprir as necessidades diárias do indivíduo (Mason, Aslam, Jenkins, 2023).

A exposição insuficiente ao sol e a baixa frequência de atividades ao ar livre, aliadas à expressão alterada do receptor de vitamina D (VDR) no tecido adiposo, são provavelmente os principais fatores que

relacionam a obesidade à insuficiência de vitamina D (Gupta e colaboradores, 2024).

Neste estudo, não foi observada uma associação entre as concentrações plasmáticas de vitamina D e os indicadores antropométricos de adiposidade.

Esse resultado pode estar relacionado ao pequeno tamanho amostral e à predominância de participantes com obesidade grau I. Por outro lado, estudos que apresentam resultados divergentes sugerem uma associação negativa entre vitamina D e indicadores de adiposidade, especialmente em mulheres (Abiri e colaboradores, 2024), reforçando a necessidade de investigações adicionais para confirmar esses achados. Dado que, a deficiência de vitamina D pode afetar o tecido muscular e favorecer o aumento da adiposidade corporal, incluindo a adiposidade visceral (Magalhães e colaboradores, 2024).

## CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa mostraram associação negativa entre obesidade e concentrações plasmáticas de vitamina D, além disso, suas concentrações não apresentaram correlação significativa com os parâmetros antropométricos. Isso porque os dados clínicos sobre a influência da vitamina D na obesidade ainda são contraditórios.

Na perspectiva da saúde pública, espera-se que esses resultados possam contribuir para um maior conhecimento acerca do tema investigado, além de fortalecer as ações de âmbito científico voltadas para promover a investigação sobre a relação da obesidade e vitamina D.

## REFERÊNCIAS

- 1-Abiri, B.; Valizadeh, M.; Ahmadi, A. R.; Amini, S.; Nikoohemmat, M.; Abbaspour, F.; Hosseiniapanah, F. Association of vitamin D levels with anthropometric and adiposity indicators across all age groups: a systematic review of epidemiologic studies. *Endocrine Connections*. Vol. 13. Num. 2. 2024.
- 2-Al Haj Ahmad, R.M.; Al-Domi, H.A. Vitamin D Insufficiency Predicts Elevated Levels of Complement 3 Independent of Insulin Resistance and BMI. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. Vol. 63. Num. 3. 2017. p. 155-160.



- 3-Araroni, N.; Okoronkwo, C.A.; Erinne, O.C.; Dada, T.A.; Falade, I.M.; Annonye, B.C.; Agada, A.B.; Okobi, R.K.; Okobi, O.E.; Akpamgbo, E.O.; Obodo, O.R. Managing obesity with lifestyle modification, outcomes, and recommendations. *Medical Research Archives*. Vol. 12. Num. 7. 2024.
- 4-Bennour, I.; Haroun, N.; Sicard, F.; Mounien, L.; Landrier, J.F. Vitamin D and Obesity/Adiposity-A Brief Overview of Recent Studies. *Nutrients*. Vol. 14. Num. 10. 2022. p. 2049.
- 5-Bonnet, L.; Hachemi, M.A.; Karkeni, E.; Couturier, C.; Astier, J.; Defoort, C.; Svilar, L.; Martin, J.C.; Tourniaire, F.; Landrier, J.F. Diet induced obesity modifies vitamin D metabolism and adipose tissue storage in mice. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. Vol. 185. 2019. p. 39-46.
- 6-Brasil. Ministério da Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Conselho Nacional de Saúde. Brasília. 2012.
- 7-Brasil. Ministério da Saúde. Vigitel Brasil 2019: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2019 [recurso eletrônico]. Brasília - DF: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. 2020.
- 8-Cembranel, F.; Hallal, A.L.C.; González-Chica, D.A.; D'orsi, E. Relação entre consumo alimentar de vitaminas e minerais, índice de massa corporal e circunferência da cintura: um estudo de base populacional com adultos no Sul do Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*. Vol. 33. 2017. p. e00136616.
- 9-Esteghamati, A.; Aryan, Z.; Esteghamati, A.; Nakhjavani, M. Differences in vitamin D concentration between metabolically healthy and unhealthy obese adults: associations with inflammatory and cardiometabolic markers in 4391 subjects. *Diabetes & Metabolism*. Vol. 40. Num. 5. 2014. p. 347-355.
- 10-Gallo, D.; Baci, D.; Kustrimovic, N.; Lanzo, N.; Patera, B.; Tanda, M. L.; Piantanida, E.; Mortara, L. How Does Vitamin D Affect Immune Cells Crosstalk in Autoimmune Diseases? *International Journal of Molecular Sciences*. Vol. 24. Num. 5. 2023. p. 4689.
- 11-Giustina, A.; Bilezikian, J.P.; Adler, R.A.; Banfi, G.; Bikle, D.D.; Binkley, N.C.; Bollerslev, J.; Bouillon, R.; Brandi, M.L.; Casanueva, F.F.; Di Filippo, L.; Donini, L.M.; Ebeling, P.R.; Fuleihan, G.E.-H.; Fassio, A.; Frara, S.; Jones, G.; Marocci, C.; Martineau, A.R.; Minisola, S.; Napoli, N.; Procopio, M.; Rizzoli, R.; Schafer, A. L.; Sempos, C. T.; Olivieri, F.M.; Virtanen, J.K. Consensus Statement on Vitamin D Status Assessment and Supplementation: Whys, Whens, and Hows. *Endocrine Reviews*. Vol. 45. Num. 5. 2024. p. 625-654.
- 12-Gupta, V.K.; Sahu, L.; Sonwal, S.; Suneetha, A.; Kim, D.H.; Kim, J.; Verma, H.K.; Pavitra, E.; Raju, G.S.R.; Bhaskar, L.; Lee, H.U.; Huh, Y.S. Advances in biomedical applications of vitamin D for VDR targeted management of obesity and cancer. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. Vol. 177. 2024. p. 117001.
- 13-Holick, M.F.; Binkley, N.C.; Bischoff-Ferrari, H.A.; Gordon, C.M.; Hanley, D.A.; Heaney, R.P.; Murad, M.H.; Weaver, C.M.; Endocrine Society. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. Vol. 96. Num. 7. 2011. p. 1911-1930.
- 14-Holick, M. F. Vitamin D deficiency. *The New England Journal of Medicine*. Vol. 357, Num. 3. 2007. p. 266-281.
- 15-Huang, Y.L.; Pham, T.T.M.; Chen, Y.C.; Chang, J.S.; Chao, J.C.J.; Bai, C.H. Effects of Climate, Sun Exposure, and Dietary Intake on Vitamin D Concentrations in Pregnant Women: A Population-Based Study. *Nutrients*. Vol. 15. Num. 5. 2023. p. 1182.
- 16-Jeong, H.Y.; Moon, Y.S.; Cho, K.K.  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 Polyunsaturated Fatty Acids: Inflammation, Obesity and Foods of Animal Resources. *Food Science of Animal Resources*. Vol. 44. Num. 5. 2024. p. 988-1010.

17-Klinedinst, B.S.; Meier, N.F.; Larsen, B.; Wang, Y.; Yu, S.; Mochel, J.P.; Le, S.; Wolf, T.; Pollpeter, A.; Pappas, C.; Wang, Q.; Allenspach, K.; Wang, L.; Russell, D.; Bennett, D.A.; Willette, A.A. Walking in the Light: How History of Physical Activity, Sunlight, and Vitamin D Account for Body Fat-A UK Biobank Study. *Obesity*. Vol. 28. Num. 8. 2020. p. 1428-1437.

18-Lee, M.R.; Jung, S. M. Serum Folate Related to Five Measurements of Obesity and High-Sensitivity C-Reactive Protein in Korean Adults. *Nutrients*. Vol. 14. Num. 17. 2022. p. 3461.

19-Lu, S.; Cao, Z.B. Interplay between Vitamin D and Adipose Tissue: Implications for Adipogenesis and Adipose Tissue Function. *Nutrients*. Vol. 15. Num. 22. 2023. p. 4832.

20-Maeda, S.S.; Borba, V.Z.C.; Camargo, M.B.R.; Silva, D.M.W.; Borges, J.L. C.; Bandeira, F.; Lazaretti-Castro, M. Recomendações da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM) para o diagnóstico e tratamento da hipovitaminose D. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. Vol. 58. 2014. p. 411-433.

21-Magalhães, P.M.; Cruz, S.P.; Carneiro, O. A.; Teixeira, M. T.; Ramalho, A. Vitamin D Inadequacy and Its Relation to Body Fat and Muscle Mass in Adult Women of Childbearing Age. *Nutrients*. Vol. 16. Num. 9. 2024. p. 1267.

22-Mason, P.; Aslam, N.; Jenkins, G. Vitamin D: The Challenge of Bridging the Gap and the Rationale for Supplementation. *Food & Nutrition Journal*. 2023.

23-Pellegrini, V.; La Grotta, R.; Carreras, F.; Giuliani, A.; Sabbatinelli, J.; Olivieri, F.; Berra, C.C.; Ceriello, A.; Prattichizzo, F. Inflammatory Trajectory of Type 2 Diabetes: Novel Opportunities for Early and Late Treatment. *Cells*. Vol. 13. Num. 19. 2024. p. 1662.

24-Pereira, M.; Ribas De Farias Costa, P.; Miranda Pereira, E.; Russoni De Lima Lago, I.; Marlucia Oliveira, A. Does vitamin D deficiency increase the risk of obesity in adults and the elderly? A systematic review of prospective cohort studies. *Public Health*. Vol. 190. 2021. p. 123-131.

25-Sisley, S.R.; Arble, D.M.; Chambers, A.P.; Gutierrez-Aguilar, R.; He, Y.; Xu, Y.; Gardner, D.; Moore, D.D.; Seeley, R.J.; Sandoval, D.A. Hypothalamic Vitamin D Improves Glucose Homeostasis and Reduces Weight. *Diabetes*. Vol. 65. Num. 9. 2016. p. 2732-2741.

26-Szymczak-Pajor, I.; Miazek, K.; Selmi, A.; Balcerczyk, A.; Śliwińska, A. The Action of Vitamin D in Adipose Tissue: Is There the Link between Vitamin D Deficiency and Adipose Tissue-Related Metabolic Disorders?. *International Journal of Molecular Sciences*. Vol. 23. Num. 2. 2022. p. 956.

27-Whiting, S. J.; Calvo, M. S. Vitamin D: Nutrition Information Brief. *Advances in Nutrition*. Vol. 12. Num. 5. 2021. p. 2037-2039.

28-World Health Organization. Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation. 2008.

4 - Mestra em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil.

5 - Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Picos, Piauí, Brasil.

6 - Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil.

E-mail dos autores:

janayrakalineoli@gmail.com

victoriarmendes@gmail.com

lucelia.castro16@gmail.com

georgia.alencar@gmail.com

kyriajayanne@hotmail.com

nadirn@uol.com.br,

betaniafreitas2004@yahoo.com.br

Autor para correspondência:

Janayra Kaline Barbosa Oliveira.

janayrakalineoli@gmail.com

Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, s/n.

Bloco de Nutrição-(SG 13).

Ininga, Teresina-PI, Brasil.

CEP: 64049-550.

Recebido para publicação em 21/06/2025

Aceito 25/06/2025