

**Relação da obesidade com a vitamina D, hormônio tireoestimulante e antígeno prostático específico**

**The relationship between obesity and vitamin D, thyroid-stimulating hormone, and prostate-specific antigen**

**La relación entre la obesidad y la vitamina D, la hormona estimulante de la tiroides y el antígeno prostático específico**

Isadora Garcia de Paula<sup>1</sup>  
Taís Garcia Rocha<sup>2</sup>  
Roberpaulo Anacleto Neves<sup>3</sup>  
Sérgio Henrique Nascente Costa<sup>4</sup>  
Clayson Moura Gomes<sup>5\*</sup>

Recebido em: 27 ago. 2024

Aceito em: 10 fev. 2026

**RESUMO:** A obesidade é advinda de vários fatores. Sabe-se que a obesidade demonstra alterações no eixo tireotrófico como respostas para a manutenção do peso corporal, predisposição à deficiência de vitamina D e anormalidades da glicose, e, é umas das controvérsias que cercam o exame de rastreamento do câncer de próstata. Logo, torna-se coerente a importância que conhecer e caracterizar o perfil hormonal peculiar do paciente obeso e auxiliar no entendimento e conseguinte possibilidade de planejamento de um tratamento otimizado. O objetivo foi considerar e explicitar as mudanças fisiológicas de valores de vitamina D, Antígeno Prostático Específico (PSA) e Hormônio Tireoestimulante (TSH) existentes em indivíduos obesos. Trata-se de um delineamento transversal e retrospectivo, de base populacional, que analisou dados provenientes de registros hospitalares de policiais militares e seus dependentes, atendidos no Hospital da Polícia Militar de Goiânia. Constatou-se que independente do sexo, aqueles pacientes que apresentam um maior Índice de Massa Corpórea (IMC) possuem valores de TSH alterados. Os resultados demonstraram que a

<sup>1</sup> Médica. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8034-6275>. E-mail: Isadoraa.garcia98@gmail.com

<sup>2</sup> Médica. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1676-5787>. E-mail: rocha.g.tais@gmail.com

<sup>3</sup> Biomédico. Doutor em Biotecnologia e Biodiversidade. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1181-2373>. E-mail: Roberpaulo\_@hotmail.com

<sup>4</sup> Biomédico. Doutor em Medicina e Saúde Pública. Universidade Federal de Goiás. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4225-6368>. E-mail: sergionascente@ufg.br

<sup>5</sup> Biomédico. Doutor em Medicina e Saúde Pública. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8827-8274>. E-mail: claysonmoura@yahoo.com.br. \*Autor para correspondência.

concentração sérica de PSA está diretamente associada à faixa etária, à utilização de medicamentos e ao IMC dos indivíduos. No presente estudo não foi obtida uma associação significativa ( $p > 0,05$ ), entre o IMC e os níveis séricos de vitamina D. Foram observadas associações existentes entre os fatores hormonais e neuroquímicos com a obesidade. Diante do crescimento endêmico dessa doença, é crucial o conhecimento sobre a relação hormonal relacionada com o excesso de peso, para que, as associações demonstradas nesse estudo promovam o melhor entendimento da doença.

**Palavras-chave:** Hormônios adeno-hipofisários. Manejo da obesidade. Deficiência de Vitamina D. Tireotropina. PSA.

**ABSTRACT:** Obesity stems from several factors. It is known that obesity demonstrates alterations in the thyrotropic axis as a response to maintaining body weight, predisposition to vitamin D deficiency and glucose abnormalities, and is one of the controversies surrounding prostate cancer screening. Therefore, it becomes coherent to understand and characterize the peculiar hormonal profile of obese patients and to assist in understanding and consequently planning an optimized treatment. The objective was to consider and explain the physiological changes in vitamin D, Prostate-Specific Antigen (PSA), and Thyroid-stimulating hormone (TSH) values in obese individuals. This is a cross-sectional and retrospective, population-based study that analyzed data from hospital records of military police officers and their dependents treated at the Military Police Hospital in Goiânia. It was found that, regardless of sex, those patients with a higher Body Mass Index (BMI) have altered TSH values. The results demonstrated that serum PSA concentration is directly associated with age, medication use, and BMI of individuals. In the present study, no significant association ( $p > 0.05$ ) was found between BMI and serum vitamin D levels. However, existing associations were observed between hormonal and neurochemical factors and obesity. Given the endemic growth of this disease, knowledge about the hormonal relationship with excess weight is crucial so that the associations demonstrated in this study can lead to a better understanding of the disease.

**Keywords:** Adenohypophyseal hormones. Obesity management. Vitamin D deficiency. Thyrotropin. PSA.

**RESUMEN:** La obesidad se origina por diversos factores. Se sabe que la obesidad presenta alteraciones en el eje tirotrópico como respuesta al mantenimiento del peso corporal, predisposición a la deficiencia de vitamina D y anomalías de la glucosa, y constituye una de las controversias en torno al cribado del cáncer de próstata. Por lo tanto, resulta pertinente comprender y caracterizar el perfil hormonal peculiar de los pacientes obesos y contribuir a la comprensión y, en consecuencia, a la planificación de un tratamiento óptimo. El objetivo fue considerar y explicar los cambios fisiológicos en los valores de vitamina D, Antígeno prostático específico (PSA) y Hormona estimulante de la tiroides (TSH) en personas obesas. Se trata de un estudio transversal y retrospectivo, de base poblacional, que analizó datos de registros hospitalarios de policías militares y sus dependientes atendidos en el Hospital de la Policía Militar de Goiânia. Se observó que, independientemente del sexo, los pacientes con un Índice de Masa Corporal (IMC) más alto presentan valores alterados de TSH. Los resultados demostraron que la concentración sérica de PSA está directamente relacionada con la edad, el uso de medicamentos y el IMC de los individuos. En el presente estudio, no se encontró una asociación significativa ( $p > 0,05$ ) entre el IMC y los niveles séricos de vitamina D. Sin embargo,

se observaron asociaciones entre factores hormonales y neuroquímicos y la obesidad. Dado el crecimiento endémico de esta enfermedad, el conocimiento de la relación hormonal con el sobrepeso es crucial para que las asociaciones demostradas en este estudio conduzcan a una mejor comprensión de la enfermedad.

**Palabras clave:** Hormonas adenohipofisarias. Control de la obesidad. Deficiencia de vitamina D. Tirotropina. PSA.

## INTRODUÇÃO

A obesidade é um dos principais problemas de saúde pública, apresentando etiologia advindo de fatores hormonais e comportamentais, e, sua prevalência tornou-se uma preocupação global, pois o ganho de peso excessivo prediz a incidência de doenças crônicas (Brown *et al.*, 2019). Entre os determinantes fisiológicos do controle do peso e do apetite, estão fatores neuronais, endócrinos, adipocitários, intestinais e psicológicos. Diversas alterações endócrinas são descritas, porém não é conhecido se as modificações são adaptativas e fisiológicas ou se possuem algum papel na gênese e perpetuação da obesidade (Rijks *et al.*, 2016; Kumar *et al.*, 2019).

A relação entre o eixo tireotrófico e a obesidade demonstra que obesos em estado neutro de balanço energético, em que se ingere a mesma quantidade de caloria que se gasta, os níveis de hormônio tireoestimulante (TSH), T4 e T3 são normais (Rijks *et al.*, 2016). As alterações clássicas são as encontradas no estado de jejum (aumento de T3 reverso e redução de T3) e no estado de hiperalimentação (aumento de T3 e redução de T3 reverso), encaradas como respostas que tentam manter o peso corporal (Licenziati *et al.*, 2019).

A administração de hormônios tireoidianos em pacientes obesos com dieta restrita foi conduzida, na tentativa de reverter as alterações metabólicas que levam à redução da Taxa Metabólica Basal (TMB) (Liu *et al.*, 2017). Assim, utilizaram doses elevadas de T3, obtendo-se aumento do nível sérico de T3 e correlação negativa com o peso final. A elevação de T3 em obesos com restrição calórica moderada ocasiona aumento da TMB e maior perda de peso, mas somente em doses altas e associados a sérios efeitos adversos cardiovasculares e excessivo consumo de massa muscular (Lordelo *et al.*, 2007; Martins *et al.*, 2020).

Ademais, pacientes hipotireóideos em reposição com levotiroxina apresentam variações na TMB quando se apresentam em eutireoidismo, hipertireoidismo leve ou hipotireoidismo (Kumar *et al.*, 2019). Logo, torna-se necessário acrescentar que a leptina influencia a regulação central da função tireoidiana, através do estímulo hipotalâmico do

Hormônio Liberador de Tireotrofina (TRH). No hipotireoidismo, os níveis de leptina são elevados, como forma de contrapor ao acúmulo de lipídeos e energia na ausência de T3. Dessa forma, foi constatado altas prevalências de hipotireoidismo e depressão entre participantes com excesso de peso (Fazylov *et al.*, 2008; Du *et al.*, 2019).

Sabe-se que a obesidade predispõe à deficiência de vitamina D e anormalidades da glicose (Kim *et al.*, 2020). A suplementação de vitamina D, associada a uma dieta hipocalórica, pode ter um efeito independente na sensibilidade à insulina em indivíduos com excesso de peso e hipovitaminose (Rajakumar *et al.*, 2020). Alterações da linha de base nos parâmetros antropométricos, composição corporal, tolerância à glicose, e secreção de insulina foram considerados desfechos secundários (Mai *et al.*, 2017; Menezes *et al.*, 2022).

Tem-se debatido se a administração de vitamina D pode melhorar a homeostase da glicose interagindo com moduladores da sensibilidade à insulina, como adiponectina e seus oligômeros (Duggan *et al.*, 2015). Foi descoberto que uma dose aguda de colecalciferol em indivíduos obesos com deficiência de vitamina D promoveu alterações de adiponectina de alto peso molecular independente de alterações no peso corporal e da resistência à insulina (Cefalo *et al.*, 2018). Assim, foi observado uma diminuição na relação entre leptina e adiponectina de alto peso molecular (Javed *et al.*, 2016; Lopes-Macedo *et al.*, 2019).

A descoberta do antígeno prostático específico (PSA) e seu uso nas últimas três décadas influenciaram o diagnóstico e o monitoramento antes e depois do tratamento do câncer de próstata (Sarma *et al.*, 2015). Como o PSA é regulado por andrógenos, a sua menor concentração sérica pode ser resultado da diminuição da atividade androgênica em homens obesos, outrossim, homens com IMC mais alto têm maiores volumes de plasma, o que poderia diminuir as concentrações séricas do PSA – fenômeno conhecido como hemodiluição (Hekal & Ibrahim, 2010).

Conhecer e caracterizar o perfil hormonal peculiar do paciente obeso auxilia no entendimento e conseguinte possibilidade de planejamento de um tratamento otimizado direcionado a um grupo de pacientes em específico. Dessa forma este estudo propõe esta caracterização com dados adquiridos com base em informações presentes nos protocolos já existentes, provinda de um grupo específico e controlado como os policiais militares e seus dependentes em um Hospital de Goiânia-GO. Esse estudo propõe considerar e explicitar as mudanças fisiológicas existentes em indivíduos obesos, que correspondem: Questão do eixo

hipotálamo-hipófise-adrenal que se apresenta hiper-responsivo nos indivíduos obesos; obesidade com os esteroides sexuais, uma vez que é conhecido que na obesidade, a produção androgênica adrenal e ovariana encontra-se elevada; nível reduzido de GH e baixa resposta de GH a estímulos são características da obesidade (Rijks *et al.*, 2016).

O objetivo foi considerar e explicitar as mudanças fisiológicas de valores de vitamina D, PSA e TSH existentes em indivíduos obesos na população da Polícia Militar em um Hospital de Goiânia-GO e seus dependentes. Assim, determinadas associações provêm de um acompanhamento do antes e do período atual (durante 5 anos) para verificar se houve mudanças no metabolismo relacionados com os hormônios.

## **METODOLOGIA**

### **Tipo de estudo**

Trata-se de um delineamento transversal e retrospectivo, de base populacional, que analisou dados provenientes de registros hospitalares de policiais militares e seus dependentes, atendidos no Hospital da Polícia Militar de Goiânia, recolhidos no período de 2015 a 2019.

### **Amostragem**

Os critérios de inclusão foram realizados com base em serem policiais da polícia militar de Goiânia ou seus dependentes (filhos, mãe, pai e esposa), além de terem o prontuário completo (peso, idade, altura, sexo e os respectivos exames hormonais do estudo) com as informações padronizadas para este estudo. Importante salientar, que alguns indivíduos do estudo apresentaram prontuários incompletos, por isso, devido à falta de dados, foram não foram incluídos. O estudo teve participação de 2046 prontuários de vitamina D, 15850 de prontuários de TSH e prontuários 10613 de PSA.

### **Coleta de dados**

O Índice de Massa Corporal (IMC) foi avaliado aplicando a fórmula  $IMC = \text{peso (kg)} / \text{altura}^2 (\text{m}^2)$ . Foi categorizado em normal (18,5-24,9kg/m<sup>2</sup>), sobrepeso (25,0-29,9kg/m<sup>2</sup>) e obesidade ( $\geq 30,0$  kg/m<sup>2</sup>), de acordo com os critérios da Organização Mundial de Saúde.

Os valores de vitamina D, PSA e TSH foram obtidos pelo método de quimioluminescência, com kits e equipamento da marca Siemens, em amostra de soro. A utilização de medicamentos foi definida com base no uso diário. Devido à impossibilidade de

definição, foram excluídas vitaminas e fitoterápicos. Consideraram-se como usuários de medicação os indivíduos que utilizavam remédios habitualmente.

### **Análise estatística**

Os dados coletados foram digitados e analisados eletronicamente pelo programa estatístico *GraphPad prism* versão 9. Inicialmente, foram descritos os valores de média, desvio padrão, mínimo e máximo adquiridos com base em informações presentes nos protocolos já existentes, provindas de indivíduos militares e seus dependentes. A análise bivariada foi possível por meio do teste não paramétrico do  $\chi^2$ , com o objetivo de avaliar a associação entre as variáveis estudadas e o desfecho (IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>). Nas análises estatísticas aceitou-se um nível de significância de 5%.

### **Considerações éticas**

O estudo está de acordo com a resolução 466/2012, foi cadastrado na Plataforma Brasil com a CAAE: 25742719.1.0000.8058 e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Dona Íris com o parecer n. 3.823.710.

## **RESULTADOS**

Foi caracterizado os dados gerais da população do estudo, como a idade, peso, altura e IMC e de vitamina D. A média de idade da população da amostra estudada foi de 49 anos, sendo que a mínima apresentada foi de um ano e a máxima de 96 anos. Em seguimento, tem-se a demonstração do peso em que 72kg é a média de peso dos pacientes, sendo o mínimo encontrado de 15kg e o máximo de 171 kg. Nessa mesma perspectiva tem-se a altura que apresenta uma média de 163 cm, com um valor mínimo de 98 cm e máximo de 194 cm. Logo, é também apresentado os valores de vitamina D dos indivíduos da amostra estudada, assim, a média de vitamina D encontrada foi de 32 ng/mL e o valor mínimo e máximo apresentados foram de 4 ng/mL e 671 ng/mL respectivamente. Por fim, tem-se o valor de IMC com uma média de 27 kg/m<sup>2</sup>, sendo o valor mínimo encontrado de 12 kg/m<sup>2</sup> e o máximo de 61 kg/m<sup>2</sup>.

Foram incluídos 2.045 pacientes, sendo 1.598 mulheres e 447 homens. Ao analisar os prontuários foram considerados os dados do perfil descritivo de cada paciente, sendo eles sexo, utilização de medicamento, idade e valores de vitamina D. Ao estabelecer uma comparação dos valores de vitamina D entre os sexos, observou-se que mulheres possuem valores significativamente maiores. Ao observar a utilização de medicamentos dos pacientes,

foi possível observar que não houve alterações significativas de vitamina D entre os dois grupos. Nota-se também que a idade não teve influência significativa nos valores de vitamina D dos pacientes (Tabela 1).

**Tabela 1** - Associações entre os valores de vitamina D com o uso de medicamentos, com os sexos e com as idades de policiais militares e seus dependentes, atendidos no Hospital da Polícia Militar de Goiânia no período de 2015 a 2019.

Variável	N (%)	Vit D (Normal) >20 ng/mL	Vit D (Alterado) <20 ng/mL	Valor de p
<b>Sexo</b>				
<b>Feminino</b>	1598 (78,1%)	1389 (87%)	209 (13%)	0,01*
<b>Masculino</b>	447 (21,9%)	408 (91,3%)	39 (8,7%)	
<b>Com medicamento</b>				
<b>Sem medicamento</b>	1419 (71,8%)	1252 (88,2%)	167 (11,8%)	0,45
<b>Idade (anos)</b>				
<b>Menos de 18</b>	92 (4,5%)	84 (91,3%)	8 (8,7%)	0,14
<b>18 a 60</b>	1451 (71%)	1262 (87%)	189 (13%)	
<b>Mais de 60</b>	502 (24,5%)	451 (90%)	51 (10%)	

**Nota:** N: número; Vit D: vitamina D; ng/mL: nanograma por mililitro; Valor de p- análises estatísticas realizadas, aceitou-se nível de significância de 5%. \*p>0,05.

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

Na análise, foi feito o agrupamento do IMC de acordo com o sexo dos participantes. Logo, foi obtido uma relação de 895 (56%) do sexo feminino que apresentavam dados de IMC para um total de 1598 (100 %) participantes, entendendo que 703 (44%) não apresentavam dados de IMC. Da mesma forma, foi-se obtido uma relação de 295 (66%) do sexo masculino que apresentavam dados de IMC para um total de 447 (100%) participantes, reconhecendo que 152 (34%) não apresentavam dados de IMC.

Com base nos dados das 895 (100%) do sexo feminino que apresentavam IMC, foi constatado que desse total: 24 (2,7%) se apresentavam na classificação abaixo do peso, 330 (36,8%) na classificação de peso normal, 339 (37,8%) na classificação de sobrepeso, 141 (15,7 %) na classificação de obesidade grau 1, 46 (5%) na classificação de obesidade grau 2 e por fim 15 (2%) na classificação de obesidade grau 3 segundo a tabela de cálculo de IMC (WORLD HEALTH ORGANIZATION., 2000).

Diante dos 295 (100%) participantes do sexo masculino, 15 (5%) se enquadraram na classificação abaixo do peso, 72 (24,4%) na classificação de peso normal, 129 (43,7%) na classificação de sobrepeso, 55 (18,6%) na classificação de obesidade grau 1, 18 (6%) na

classificação de obesidade grau 2 e por fim 6 (2,3%) na classificação de obesidade grau 3 segundo a tabela de cálculo de IMC.

Ao considerar um valor total de 1190 participantes que apresentam dados IMC, considerando agora ambos os sexos, tem-se que: 39 (3,2%) se enquadram na categoria abaixo do peso, 402 (33,7%) na categoria peso normal, 468 (39,3%) na categoria sobrepeso, 196 (16,4%) na categoria obesidade grau 1, 64 (5,3%) na categoria grau 2 e 21 (2,1%) na categoria de obesidade grau 3 segundo a tabela de cálculo de IMC.

Como seguimento da análise foi-se considerado os dados de perfil descritivo de cada dos indivíduos, tendo como relevante para Tabela 2, a associação entre os valores de vitamina D, sexo e IMC. Com o objetivo de avaliar a associação entre as variáveis estudadas, assim, constatou-se que: independentemente do sexo quando se foi analisado o IMC, percebe-se que não é possível estabelecer uma associação direta entre um maior valor de IMC com um maior número de participantes com valores de vitamina D alterados. Uma vez que, de acordo com a Tabela 2 nenhum dos grupos analisados obtiveram um valor significativamente estatístico, todos apresentaram valores acima desse percentual.

**Tabela 2** - Associação entre os valores de IMC, valores de vitamina D normais e alterados e sexos de policiais militares e seus dependentes, atendidos no Hospital da Polícia Militar de Goiânia no período de 2015 a 2019.

IMC	Vit. D normal		Vit. D alterado		Valor de p
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	
<b>Abaixo do peso</b>	21 (87,5%)	15 (93,75%)	3 (12,5%)	1 (6,25%)	0,91
<b>Normal</b>	295 (89,1%)	66 (93%)	36 (10,9%)	5 (7%)	0,45
<b>Sobrepeso</b>	293 (86,7%)	115 (89,1%)	45 (13,3%)	14 (10,9%)	0,57
<b>Obesidade Grau I</b>	117 (83%)	50 (90,9%)	24 (17%)	5 (9,1%)	0,23
<b>Obesidade Grau II</b>	36 (78,3%)	15 (83,3%)	10 (21,7%)	3 (16,7%)	0,91
<b>Obesidade Grau III</b>	10 (66,7%)	5 (83,3%)	5 (33,3%)	1 (16,7%)	0,82

**Nota:** IMC- Índice de massa corporal; Vit D-Vitamina D; Valor de p- análises estatísticas realizadas, aceitou-se nível de significância de 5%.

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

Também foi avaliado a caracterização dos dados de idade, peso, altura e IMC em relação ao PSA. Observou-se a média de idade da população da amostra estudada de 48 anos, com a idade mínima de 18 e a máxima de 91 anos. Tem-se a demonstração do peso em que 85 kg é a média de peso dos pacientes, sendo o mínimo encontrado de 30 kg o máximo de 180 kg. Nessa mesma perspectiva, tem-se a altura que apresenta uma média de 174 cm, com um valor mínimo de 153 cm e máximo de 200 cm. Logo, é também apresentado os valores de

PSA dos indivíduos da amostra estudada, assim, a média de PSA encontrada foi de 1,1 ng/mL e o valor mínimo e máximo apresentados foram de 0 ng/mL e 597 ng/mL respectivamente. Por fim, tem-se o valor de IMC com uma média de 28 kg/m<sup>2</sup>, sendo o valor mínimo encontrado de 11 kg/m<sup>2</sup> e o máximo de 61 kg/m<sup>2</sup>.

Foi possível associar um total de 10.396 pacientes do sexo masculino incluídos para análise. Ao analisar os prontuários foram considerados os dados do perfil descritivo de cada paciente, utilização de medicamento, idade e valores de PSA. Ao estabelecer uma comparação dos valores de PSA com a utilização de medicamentos pelos pacientes, foi possível observar que indivíduos que utilizam medicamentos rotineiramente possuem valores de PSA mais alterados do que indivíduos que não fazem uso de medicação ( $p < 0,05$ ). Nota-se também que o valor de PSA é comumente mais alterado em indivíduos mais velhos principalmente após os 60 anos (Tabela 3).

**Tabela 3** - Associações entre os valores de PSA com o uso de medicamentos e com as idades de policiais militares e seus dependentes, atendidos no Hospital da Polícia Militar de Goiânia no período de 2015 a 2019.

Variável	N (%)	PSA (Normal)	PSA (Alterado)	Valor de p
<b>Com medicamento</b>	4812 (46,3%)	4643 (96,5%)	169 (3,5%)	< 0,0001*
<b>Sem medicamento</b>	5584 (53,7%)	5511 (98,7%)	73 (1,3%)	
<b>Idade (anos)</b>				
<b>18 a 60</b>	9828 (92,6%)	9681 (98,5%)	147 (1,5%)	< 0,0001*
<b>Mais de 60</b>	783 (7,4%)	681 (87%)	102 (13%)	

**Nota:** N: número; PSA: Antígeno Prostático Específico; ng/mL: nanograma por mililitro; Valor de p- análises estatísticas realizadas, aceitou-se nível de significância de 5%. \* $p > 0,05$ .

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

A partir de uma análise do IMC, dos indivíduos que apresentavam dados de PSA, obteve-se uma relação de 9845 (92,77%) homens que apresentavam dados de IMC para um total de 10612 (100%) participantes, reconhecendo que 767 (7,23%) não apresentavam dados de IMC.

A tabela 4 demonstra a associação feita entre os valores de IMC e os valores de PSA normais e alterados. Como primeira análise tem-se os indivíduos que se enquadram na categoria abaixo do peso no IMC, segundo tabela de cálculo de IMC (World Health Organization., 2000). Assim, de um total de 22 (100%) indivíduos dessa categoria, 19 (86,4%) apresentaram valores de PSA dentro da normalidade e 3 apresentaram valores alterados de PSA.

Quanto aos indivíduos que se enquadram na categoria peso normal no IMC. Em um total de 1994 (100%) sujeitos, 1866 (94,6%) possuíam valores de PSA dentro da normalidade e 128 (6,4%) possuíam valores de PSA alterados. Dentre aqueles que se encontram na categoria sobrepeso no IMC. Desses, em um total de 5055 (100%), 4789 (94,7%) apresentaram valores de PSA dentro da normalidade e 266 (5,3%) apresentaram valores de PSA alterados.

A última categoria de IMC demonstrada na tabela é a de obesidade, sendo que a obesidade possui 3 classificações dentro dos valores de IMC. De início tem-se a classificação de obesidade grau 1, nesta categoria de um total de 2248 sujeitos, 2142 (95,3%) apresentaram valores de PSA dentro da normalidade e 106 (4,7%) apresentaram valores de PSA alterados. Em seguida tem-se a classificação de obesidade grau 2, neste grupo de um total de 430 (100%) indivíduos, 413 (96%) possuem valores de PSA dentro da normalidade e 17 (4%) possuem valores de PSA alterados. Por fim, tem-se a classificação de obesidade grau 3, nesta categoria em um total de 96 (100%) indivíduos, 91 (94,8%) apresentaram valores de PSA dentro da normalidade e 5 (5,2%) apresentaram valores de PSA alterados.

**Tabela 4** - Associação entre os valores de IMC e valores de PSA da população estudada de policiais militares e seus dependentes, atendidos no Hospital da Polícia Militar de Goiânia no período de 2015 a 2019.

IMC	Total	PSA NORMAL	PSA ALTERADO
<b>Abaixo do Peso</b> <b>&lt; 18,5kg/m<sup>2</sup></b>	22 (100%)	19 (86,4%)	3 (13,6%)
<b>Peso Normal</b> <b>18,5 a 24,9 kg/m<sup>2</sup></b>	1994 (100%)	1866 (94,6%)	128 (6,4%)
<b>Sobrepeso</b> <b>25 a 29,5 kg/m<sup>2</sup></b>	5055 (100%)	4789 (94,7%)	266 (5,3%)
<b>Obes. Grau I</b> <b>30 a 34,9 kg/m<sup>2</sup></b>	2248 (100%)	2142 (95,3%)	106 (4,7%)
<b>Obes. Grau II</b> <b>35 a 39,5kg/m<sup>2</sup></b>	430 (100%)	413 (96%)	17 (4%)
<b>Obes. Grau III</b> <b>≥ 40 kg/m<sup>2</sup></b>	96 (100%)	91 (94,8%)	5 (5,2%)

**Nota:** IMC= Índice de Massa Corporal; PSA= Antígeno Prostático Específico; kg/m<sup>2</sup>: quilograma por metro quadrado.

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

Também foi caracterizado valores de TSH com os dados de idade, peso, altura e IMC. A média de idade da população da amostra estudada foi de 48 anos com a idade mínima de 1 ano e a máxima de 99 anos. Tem-se a demonstração do peso em que 74 kg é a média de peso

dos participantes, sendo o mínimo encontrado de 6 kg e o máximo de 190 kg. Nessa mesma perspectiva, tem-se a altura que apresenta uma média de 165 cm, com um valor mínimo de 65 cm e máximo de 200 cm. Logo, é também apresentado os valores de TSH dos indivíduos da amostra estudada, assim, a média de TSH encontrada foi de 2,8 ng/mL e o valor mínimo e máximo apresentados foram de 0,01 UI/mL e 150 UI/mL respectivamente. Por fim, tem-se o valor de IMC com uma média de 27 kg/m<sup>2</sup>, sendo o valor mínimo encontrado de 10,6 kg/m<sup>2</sup> e o máximo de 72,4 kg/m<sup>2</sup>.

Foi possível associar um total de 15.849 pacientes incluídos para análise, sendo 10.791 do sexo feminino e 5.058 do masculino. Ao analisar os prontuários foram considerados os dados do perfil descritivo de cada participante, sendo eles sexo, utilização de medicamento, idade e valores de TSH. Ao estabelecer uma comparação dos valores de TSH entre os sexos, observou-se que os do sexo masculino possuem valores maiores. Ao observar utilização de medicamento dos pacientes, foi possível observar que indivíduos que utilizam medicamentos rotineiramente possuem valores de TSH mais alterados do que indivíduos que não fazem uso de medicação. Nessa perspectiva, nota-se também que o valor de TSH é comumente mais alterado em indivíduos mais velhos, principalmente após os 60 anos ( $p < 0,05$ ) (Tabela 5).

**Tabela 5** - Associações entre os valores de TSH com o uso de medicamentos, com os sexos e com as idades de policiais militares e seus dependentes, atendidos no Hospital da Polícia Militar de Goiânia no período de 2015 a 2019.

Variável	N (%)	TSH (Normal) <4,0 mUI/L	TSH (Alterado) >4,0 mUI/L	Valor de p
<b>Sexo</b>				
<b>Feminino</b>	10791 (68%)	9112 (84,4%)	1679 (15,6%)	0,004*
<b>Masculino</b>	5058 (32%)	4180 (82,6%)	878 (17,4%)	
<b>Com medicamento</b>				
<b>Com medicamento</b>	10412 (65,7%)	8496 (81,6%)	1916 (18,4%)	<0,0001*
<b>Sem medicamento</b>	5437 (34,3%)	4796 (88,2%)	641 (11,8%)	
<b>Idade (anos)</b>				
<b>Menos de 18</b>	1210 (7,6%)	1049 (86,7%)	161 (13,3%)	<0,0001*
<b>18 a 60</b>	11219 (70,8%)	9588 (85,5%)	1631 (14,5%)	
<b>Mais de 60</b>	3418 (21,6%)	2653 (77,6%)	765 (22,4%)	

**Nota:** N: número; TSH: Hormônio Tireoestimulante; mUI/L: mili unidades internacionais por litro; Valor de p-análises estatísticas realizadas, aceitou-se nível de significância de 5%. \* $p > 0,05$ .

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

Foi caracterizado o valor de IMC com o sexo dos participantes obtendo uma relação de 6550 (60%) mulheres que apresentavam dados de IMC para um total de 10791 (100 %) mulheres participantes, entendendo que 4241(40%) não apresentavam dados de IMC. Da mesma forma, foi-se obtido uma relação de 4066 (80%) homens que apresentavam dados de IMC para um total de 5058 (100%) participantes do sexo masculino, reconhecendo que 992 (20%) não apresentavam dados de IMC.

Diante do banco de dados das 6550 participantes do sexo feminino que apresentavam IMC foi constatado que desse total: 235 (3,5%) se apresentavam na classificação abaixo do peso, 2448 (37,3%) na classificação de peso normal, 2307 (35,2%) na classificação de sobrepeso, 1101 (16,8%) na classificação de obesidade grau 1, 336 (5%) na classificação de obesidade grau 2 e por fim 110 (2,2%) na classificação de obesidade grau 3. Todavia, torna-se importante ressaltar que das 6550 mulheres que apresentavam índice de IMC, 13 apresentavam dados incompletos sendo por isso retiradas da análise ficando um total de 6537(100%) mulheres com dados satisfatórios para o estudo.

De acordo com os dados dos 4066 homens que apresentavam IMC foi retratado que desse total: 161 (4%) se enquadraram na classificação abaixo do peso, 1093 (27%) na classificação de peso normal, 1698 (41,8%) na classificação de sobrepeso, 836 (20,6%) na classificação de obesidade grau 1, 202 (5%) na classificação de obesidade grau 2 e, por fim, 67 (1,6%) na classificação de obesidade grau 3 segundo a tabela de cálculo de IMC. Em contrapartida, torna-se necessário salientar que dos 4066 homens que apresentavam IMC, 9 desses, apresentavam dados incompletos sendo por isso retirados da análise ficando um total de 4057 (100%) homens com dados satisfatórios para o estudo.

Em síntese, demonstrou-se que em um total de 10616 participantes que apresentam dados de IMC, considerando agora ambos os sexos, tem-se que: 396 (3,7%) se enquadram na categoria abaixo do peso, 3541(33,4%) na categoria peso normal, 4005 (37,8%) na categoria sobrepeso, 1937 (18,2%) na categoria obesidade grau 1, 538 (5%) na categoria grau 2 e finalmente 190 (1,9%) na categoria de obesidade grau 3. Importante salientar que de um total de 10616 indivíduos, 22 apresentavam dados incompletos, sendo por isso descartados da análise permanecendo um total de 10594 (100%) participantes.

Em seguimento da análise foi-se considerado os dados de perfil descritivo de cada um desses, tendo como relevante, a associação entre os valores de TSH, sexo e IMC.

Independentemente do sexo quando se foi analisado o IMC, aqueles pacientes que apresentam um maior índice de IMC concomitantemente possuem valores de TSH mais alterados. Em contrapartida, pacientes com menor IMC não apresentaram um valor de p significativo ( $p < 0,05$ ), ou seja, não foi possível estabelecer nessa análise específica o baixo IMC com uma maior prevalência de valores de TSH alterados (Tabela 6).

**Tabela 6** - Associação dos valores IMC, valores de TSH e sexo de policiais militares e seus dependentes, atendidos no Hospital da Polícia Militar de Goiânia no período de 2015 a 2019.

IMC	TSH normal		TSH alterado		Valor de p
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	
<b>Abaixo do peso</b>	214 (91,1%)	143 (88,8%)	21 (8,9%)	18 (11,2%)	0,57
<b>Normal</b>	2216 (90,5%)	983 (89,9%)	232 (9,5%)	110 (10,1%)	0,63
<b>Sobrepeso</b>	2055 (89,1%)	1505 (88,6%)	252 (10,9%)	193 (11,4%)	0,7
<b>Obesidade Grau I</b>	953 (86,6%)	731 (87,4%)	148 (13,4%)	105 (12,6%)	0,61
<b>Obesidade Grau II</b>	301 (89,6%)	167 (82,7%)	35 (10,4%)	35 (17,3%)	0,03*
<b>Obesidade Grau III</b>	87 (79,1%)	61 (91%)	23 (20,9%)	6 (9%)	0,06

**Nota:** N: número; TSH: hormônio tireoestimulante; mUI/L: mili unidades internacionais por litro; Valor de p-análises estatísticas realizadas, aceitou-se nível de significância de 5%. \* $p > 0,05$ .

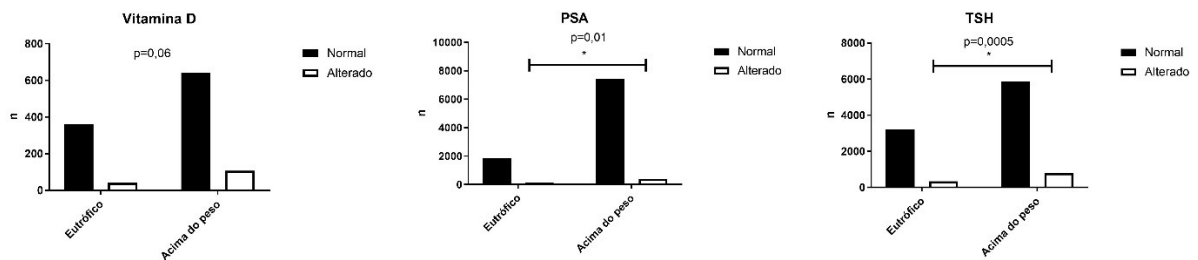
**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

Foram realizados um reagrupamento e uma associação dos hormônios em relação aos indivíduos eutróficos e acima do peso em relação aos valores alterados dos respectivos hormônios (Gráfico 1). De início, a partir de uma amostragem de 1190 participantes dentro de um cenário populacional de policiais militares e seus dependentes, a análise estatística por meio da associação feita entre os valores de níveis séricos de vitamina D e IMC dos participantes, não apresentou um valor significativo ( $p = 0,06$ ).

No mesmo sentido, através de 9845 participantes dentro de um cenário populacional masculino compreendendo policiais militares e seus dependentes, a análise estatística por meio da associação entre os valores de PSA e IMC apresentou uma associação significativa ( $p = 0,01$ ).

Finalmente, com base em 10594 participantes dentro de um cenário populacional de policiais militares e seus dependentes, a análise estatística por meio da associação entre os valores de TSH e IMC apresentou, assim como o PSA, uma associação significativa ( $p=0,0005$ ).

**Gráfico 1** - Relação entre o IMC e a Vitamina D, PSA e TSH de policiais militares e seus dependentes, atendidos no Hospital da Polícia Militar de Goiânia no período de 2015 a 2019.



**Nota:** Associação dos valores de IMC com valores de vitamina D, PSA e TSH respectivamente. IMC-Índice de massa corporal; PSA-Antígeno prostático específico; TSH- hormônio tireoestimulante; Valor de p- análises estatísticas realizadas, aceitou-se nível de significância de 5%. \*Valores significativos para  $p<0,05$ .

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

## DISCUSSÃO

A etiologia da obesidade é complexa e multifatorial, dentre os fatores envolvidos estão contexto socioambiental, características genéticas e um longo período de balanço energético positivo. Assim, entende-se como balanço energético positivo quando o consumo de energia excede o seu gasto. Torna-se interessante acrescentar que o IMC, ainda é considerado um parâmetro útil na classificação da obesidade, sendo por isso, utilizado como medida primordial no presente estudo (Marchi *et al.*, 2021).

Diversas alterações endócrinas estão presentes na obesidade, de modo que sua associação com o eixo hipotálamo-hipófise-tireoide vem sendo alvo de estudos (Bétry *et al.*, 2015; Biondi, 2010; Lobotková *et al.*, 2014; Reinehr, 2010). Assim, ao comparar os níveis circulantes de TSH e IMC em indivíduos adultos, estabeleceu-se uma correlação proporcional entre ambos (Laurberg *et al.*, 2006, 2012).

Tem-se como uma associação positiva entre o TSH e o IMC o fato de que é descrito a atuação do TSH no tecido adiposo. Logo, devido a determinada atuação este promove de forma direta, sem a necessidade de envolvimento dos hormônios tireoidianos (T3 e T4), a diferenciação de pré-adipócitos em adipócitos (Santini *et al.*, 2014).

É notória a participação ativa do tecido adiposo na regulação da energia corporal, uma vez que, as células adiposas produzem várias substâncias biologicamente ativas, as adipocinas. Estas apresentam diferentes funções, sendo que a leptina possui papel de destaque. Ela atua como sinalizadora para o Sistema Nervoso Central (SNC), age sobre células do hipotálamo informando a respeito da saciedade. Todavia, a leptina também age em nível de hipotálamo modulando a estimulação da secreção hipofisária de TSH. Assim, esta acaba por intermediar ambos os fatores, obesidade e TSH (Duan *et al.*, 2025).

Em um quadro de obesidade o indivíduo apresenta níveis elevados de leptina. Posto isto, como foi enunciado, diante de uma maior concentração de leptina tem-se um conseqüente aumento de estímulo para uma maior secreção de TSH. Logo, tem-se um cenário no qual o TSH passa agir no tecido adiposo promovendo um acúmulo de lipídios nos adipócitos existentes os quais secretam mais leptina, que por sua vez estimulam os neurônios do núcleo supraventricular hipotalâmico a secretar mais TRH e uma maior secreção de TSH. Determinado mecanismo pode ser entendido como uma resposta adaptativa para suprir a alta termogênese decorrente do aumento da quantidade de gordura corporal (Costa-e-Souza *et al.*, 2025).

Sendo assim, o TSH pode representar um marcador de energia alterada, sendo os níveis elevados um ajuste metabólico para adiposidade, uma vez que, este estimula diretamente a adipogênese independente dos hormônios tireoidianos. Essa alteração no eixo tireoidiano em um cenário de obesidade pode representar um alerta metabólico desses indivíduos, sugerindo que a obesidade é a causa dessa alteração (Marchi *et al.*, 2021).

Constatou-se uma associação entre alteração dos níveis de TSH e hormônios da tireoide com um maior IMC (Marchi *et al.*, 2021). No presente estudo foi encontrado que independente do sexo quando analisado o IMC, aqueles pacientes que apresentam um maior índice concomitantemente possuíram valores de TSH alterados. Em contrapartida, pacientes com menor IMC não apresentaram um valor significativo, ou seja, não foi possível estabelecer nessa análise específica o baixo IMC com uma maior prevalência de valores de TSH alterados.

A relação entre obesidade e baixos níveis de PSA foi identificada em vários estudos (Zhang *et al.* 2015, Bonn *et al.* 2016). Isso acontece porque a obesidade desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de anormalidades no metabolismo dos hormônios sexuais e nos níveis de insulina, devido ao acúmulo excessivo de tecido adiposo ou gordura corporal.

O nível de PSA pode aumentar com outros fatores que não o câncer de próstata, tais como: hiperplasia benigna da próstata, idade, prostatite, ejaculação e certos procedimentos urológicos. Também existem medicamentos que podem ter relação com a diminuição ou o aumento dos níveis séricos de PSA (Oliveira, 2022).

Foi demonstrado que concentração sérica de PSA diminuiu com o aumento do IMC entre os participantes que não foram diagnosticados com câncer de próstata (Abel, 2018). Isso se assemelha aos resultados que mostraram uma correlação entre indivíduos obesos e o PSA sérico menores (Zhang *et al.* 2015, Bonn *et al.* 2016). No entanto, a especificidade do PSA é baixa e a taxa de falsos positivos é alta, já que a maioria dos homens que fazem biópsia para níveis elevados de PSA não são diagnosticados com câncer de próstata. Neste estudo, os resultados demonstraram que a concentração sérica de PSA está diretamente associada à idade, à utilização de medicamentos e ao IMC.

Estudos analisaram uma possível relação entre os níveis de vitamina D e IMC, onde os níveis de vitamina D sérica foram significativamente maiores no grupo abaixo do peso e apresentaram declínio significativo conforme as classes de obesidade (Chen *et al.*, 2024.). Em seguida, em um mesmo raciocínio um igualitário resultado foi encontrado em outros estudos ao relacionar IMC com os valores de vitamina D sérica (Caron-Jobin *et al.*, 2011; Drincic *et al.*, 2012; Vimalleswaran *et al.*, 2013; De Pergola *et al.*, 2019.), no nosso estudo esta associação não foi demonstrada de forma significativa, o que não exclui a necessidade de atenção e que apenas parâmetros isolados não definem uma doença sistêmica como a obesidade.

Foi apontado o cenário em que um maior volume de adiposidade parece reduzir a biodisponibilidade de vitamina D (colecalfiferol e ergocalciferol) diluição volumétrica. A hipótese da diluição volumétrica como causa da deficiência de vitamina D compreende que em um cenário de grande massa de tecido adiposo tem-se consequentemente a existência de um reservatório de vitamina D, com isso, uma quantidade maior de vitamina D deve ser depositada para saturar a grande massa de tecido adiposo. Sendo assim, uma ingestão inadequada, resulta em níveis séricos insuficientes de vitamina D (Menezes *et al.*, 2022)

Diante determinada hipótese entende-se o porquê de os estudos citados apresentarem determinada associação entre os níveis séricos de vitamina D e obesidade, uma vez que, apesar de os dados que investigam possíveis causas de deficiência de vitamina D em adultos obesos ainda serem controversos, estudos apontam para a hipótese da diluição

volumétrica da vitamina D e do sequestro no tecido de adiposo como um mecanismo considerável. (Caron-Jobin *et al.*, 2011; Drincic *et al.*, 2012; Vimalleswaran *et al.*, 2013; De Pergola *et al.*, 2019).

Todavia, em um estudo obteve como resultado um IMC mais alto leva a uma apresentação de menor concentração de vitamina D, mas sem correspondência de uma relação causal da vitamina D no desenvolvimento da obesidade, nem tampouco da redução da biodisponibilidade através do aumento do sequestro de vitamina D no tecido adiposo (Vimalleswaran *et al.*, 2013). Há então uma divergência ainda quanto uma afirmação a relação causal entre valores séricos de vitamina D no desenvolvimento e até mesmo predisposição a um quadro de obesidade. (Melo *et al.*, 2020).

O fato é que como possível explicação para esta não associação, tem-se o fato de que é possível que talvez o IMC não seja a melhor medida antropométrica a ser utilizada como fator de causalidade entre os níveis séricos de vitamina D e a obesidade. A razão é que, o IMC se baseia no valor do peso, que é uma medida de variação interindividual no tamanho do corpo versus a estatura, assim, dois indivíduos com o mesmo peso e IMC podem não ter a mesma característica quanto ao tecido adiposo. Logo, com base na hipótese da diluição volumétrica da vitamina D e do sequestro no tecido de adiposo como um mecanismo considerável de deficiência de vitamina D em obesos, percebe-se a razão pela qual, talvez, não seja interessante usar o IMC e pensar na circunferência abdominal como alternativa (De Pergola *et al.*, 2019.).

Assim, diante da prevalência da obesidade no país, pôde-se entender a importância da relação entre a obesidade e os níveis séricos de vitamina D. Nesse sentido, é necessário o entendimento dessa relação, uma vez que existem fatores metabólicos importantes a serem considerados como parâmetros hormonais, microbiota intestinal e composição corporal com foco na quantidade de gordura corporal (Yuzbashian *et al.*, 2019).

O presente estudo, no entanto, apresenta limitação, pois o IMC (calculado a partir da altura e do peso autorreferidos) pode ser uma medida imperfeita da obesidade, levando a possíveis desvios das medidas reais dos pacientes, pois ele não diferencia massa muscular de massa adiposa. Logo uma pessoa pode ter um alto IMC por apresentar alta porcentagem de músculo e, não necessariamente, de gordura. No entanto, ainda é muito utilizado devido à

captação mais usual em relação aos outros parâmetros como a medida da circunferência abdominal nos protocolos, pois a maioria dos prontuários possuem peso e altura.

Apesar de avanços e caracterizações relevantes apresentadas neste estudo, algumas limitações inerentes ao escopo metodológico e a definição de apenas o IMC podem ser revistos em estudos posteriores. A análise concentrou-se em aspectos específicos do processo diagnóstico e fisiopatológico, o que pode restringir a generalização dos achados a diferentes contextos clínicos e epidemiológico. Mesmo com essas restrições abrem importantes perspectivas para outros estudos, como expansão e comparação com outras populações, investigações experimentais que elucidem mecanismos ainda pouco compreendidos e abordagens que integrem impacto social, econômico e tecnológico, além de aprofundamento em novos parâmetros hormonais ou com dosagens de adipocitocinas.

## CONCLUSÃO

É importante destacar que o crescimento endêmico da obesidade se apresenta com uma grande realidade de saúde pública sendo relacionado fatores hormonais e neuroquímicos como importantes elementos associados a essa doença. Assim, esse presente estudo, demonstrou associações entre os fatores hormonais e neuroquímicos com a obesidade, por meio de uma análise entre os níveis de TSH e IMC, corroborada, uma demonstração de uma associação entre alteração dos níveis de TSH e hormônios da tireoide com um maior IMC. Em seguida, com a associação feita entre o IMC e PSA constatou uma interação significativa. Por fim, com a associação baseada nos níveis séricos de vitamina D e IMC, a análise estatística resultou em um valor de comparação negativo.

É notória a importância do presente estudo ao analisar a relação endócrina entre um quadro de obesidade e os precursores vitamina D, TSH e PSA em seus respectivos papéis fisiológicos importantes nessa relação. Assim, as associações demonstradas nesse estudo são interessantes para serem consideradas quanto a um melhor entendimento da doença e no manejo de um melhor tratamento para com pacientes obesos.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

**Conceituação – Ideias:** Paula, G. P. e Rocha, T. G. **Curadoria de dados:** Gomes, C. M. **Análise formal:** Paula, G. P. e Rocha, T. G. **Investigação:** Gomes, C. M. **Metodologia:** Paula, G. P. e

Rocha, T. G. **Administração do projeto:** Gomes, C. M. **Supervisão:** Gomes, C. M. **Validação:** Neves, R. A. e Costa, S. H.N. **Visualização:** Neves, R. A. e Costa, S. H.N. **Escrita (rascunho original):** Paula, G. P. e Rocha, T. G. **Escrita (revisão e edição):** Paula, G. P. e Rocha, T. G.

#### CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

#### DECLARAÇÃO DE IA GENERATIVA NA ESCRITA CIENTÍFICA

Os autores declaram que não utilizaram ferramentas de inteligência artificial generativa na redação, análise ou revisão do presente manuscrito.

#### REFERÊNCIAS

AREF Adel; VINCENT Andrew; CALLAGHAN Michael; MARTIN Sean; SUNTHERLAND Peter; HOY Andrew; BUTLER Lisa; WITTERT Gary. The inverse relationship between prostate specific antigen (PSA) and obesity. **Endocrine-Related Cancer**, v. 25, n. 11, p. 933-941, 2018. <https://doi.org/10.1530/erc-17-0438>

BONN Stephanie; SJÖLANDER Arvid; TILLANDER Annika; WIKLUND Fredrik; GRÖNBERG Henrik; BÄLTER Katarina Body mass index in relation to serum prostate-specific antigen levels and prostate cancer risk. **International journal of cancer**, v. 139, n. 1, p. 50-57, 2016. <https://doi.org/10.1002/ijc.30052>.

BROWN Vicki; ANANTHAPAVAN Jaithri; SONNTAG Diana; TAN Eng; HAYES Alison; MOODIE MARJ. The potential for long-term cost- effectiveness of obesity prevention interventions in the early years of life. **Pediatric obesity**, v. 14, n. 8, p. e12517, 2019. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12517>.

CARON-JOBIN Maude; MORISSET Anne-Sophie; TREMBLAY Angelo; HUOT Céline; LÉGARÉ Denis; TCHERNOF André et al. Elevated serum 25 (OH) D concentrations, vitamin D, and calcium intakes are associated with reduced adipocyte size in women. **Obesity**, v. 19, n. 7, p. 1335-1341, 2011. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.90>.

CEFALO Chiara; CONTE Catarina; SORICE Gian; MOFFA Simona; SUN Vinsin; CINTI Francesca; SALOMONE Enrica; MUSCOGIURI Giovanna; BROCCHI Alex; PONTECORVI Alfredo; MEZZA Teresa; GIACCARI Andrea. Effect of Vitamin D Supplementation on Obesity-Induced Insulin Resistance: A Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial. **Obesity**, v. 26, n. 4, p. 651-657, 2018. <https://doi.org/10.1002/oby.22132>.

CHEN Zizu; QIU Xiaojun; WANG Qiong; WU Jing; LI Min; NIU Wenquan. Serum vitamin D and obesity among US adolescents, NHANES 2011–2018. **Frontiers in Pediatrics**, v. 12, 2024. <https://doi.org/10.3389/fped.2024.1334139>. <https://doi.org/10.1016/bs.vh.2024.07.005>.

COSTA-E-SOUSA Ricardo; BROOKS, Virginia. The growing complexity of the control of the hypothalamic pituitary thyroid axis and brown adipose tissue by leptin. **Vitamins and Hormones**, v. 127, p. 305–362, 2025.

DE PERGOLA Giovanni; MARTINO Tommaso; ZUPO Roberta; CACCAVO Domenico; PECORELLA Claudio; PARADISO Silvia; SILVESTRIS Franco; TRIGGIANI Vincenzo. 25 Hydroxyvitamin D levels are negatively and independently associated with fat mass in a cohort of healthy overweight and obese subjects. **Endocrine, Metabolic & Immune Disorders Drug Targets**, v. 19, n. 6, p. 83 2019.

<https://doi.org/10.2174/1871530319666190122094039>.

DE SOUSA MELO Stéfany Rodrigues; SANTOS Raissa; SANTOS Loanne; MORAES Jennifer; SEVERO Juliana; SOUZA Mickael; CRUZ Kyria; OLIVEIRA Ana Raquel; MARREIRO Dilina. Relação da vitamina D sobre a inflamação na obesidade. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. 8, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1726>.

DU Fu-man; KUANG Hong-Yu; DUAN Bin-Hong; LIU Da-Na; YU Xin-Yan. Effects of thyroid hormone and depression on common components of central obesity. **Journal of International Medical Research**, v. 47, n. 7, p. 3040-3049, 2019.

<https://doi.org/10.1177/0300060519851624>.

DUAN, F. *et al.* Deciphering endocrine function of adipose tissue and its significant influences in obesity-related diseases caused by its dysfunction. **Differentiation**, v. 141, p. 100832, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.diff.2024.100832>.

DUGGAN Catherine; TAPSOBA Jean; MASON Caitlin; IMAYAMA Ikuyo; KORDE Larissa; WANG Ching-Yun; McTIERNAN Anne. Effect of vitamin D3 supplementation in combination with weight loss on inflammatory biomarkers in postmenopausal women: a randomized controlled trial. **Cancer Prevention Research**, v. 8, n. 7, p. 628-635, 2015.

<https://doi.org/10.1158/1940-6207.CAPR-14-0449>.

DRINCIC Andjela; ARMAS Laura; VAN DIEST Eileen; HEANEY Robert. Volumetric dilution, rather than sequestration best explains the low vitamin D status of obesity. **Obesity**, v. 20, n. 7, p. 1444-1448, 2012. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.404>.

FAZYLOV Rafael; SOTO Eliana; STEVE Cohen; STHEPEN Merola. Laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass surgery on morbidly obese patients with hypothyroidism. **Obesity surgery**, v. 18, p. 644-647, 2008. <https://doi.org/10.1007/s11695-007-9279-8>.

HEKAL I; IBRAHIEM E. Obesity–PSA relationship: a new formula. **Prostate Cancer and Prostatic Diseases**, v. 13, n. 2, p. 186-190, 2010. <https://doi.org/10.1038/pcan.2009.53>.

JAVED A; KULLO I; BALAGOPAL Babu; SUMAR S. Effect of vitamin D3 treatment on endothelial function in obese adolescents. **Pediatric obesity**, v. 11, n. 4, p. 279-284, 2016. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12059>.

MARCHI-JÚNIOR Adriano Francisco. **Influência do grau de obesidade em indivíduos obesos eutireoideos: correlação entre índice de massa corpórea (IMC) e hormônio estimulante da**

**tireoide (TSH) de pacientes do ambulatório do Hospital das Clínicas de Botucatu.**  
Universidade Estadual paulista (UNESP), 2021.

KIM Hanseul; CHANDLER Paulette; NG Kimmie; MANSON joann; GIOVANNUCCI Edward. Obesity and efficacy of vitamin D 3 supplementation in healthy black adults. **Cancer Causes & Control**, v. 31, p. 303-307, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10552-020-01275-3>.

KUMAR Sugantha; DAYAL Devi; ATTRI Savita; GUPTA Atul; BHALLA Anil. Levothyroxine supplementation for obesity-associated thyroid dysfunction in children: a prospective, randomized, case control study. **Pediatric Endocrinology Diabetes and Metabolism**, v. 25, n. 3, p. 107- 113, 2019. <https://doi.org/10.5114/pedim.2019.87709>.

LICENZIATI Maria Rosaria; VALERIO Giuliana; VETRANI Ilaria; DE MARIA Gaetano; LIOTTA Fabrizia; RADETTI Giorgio. Altered thyroid function and structure in children and adolescents who are overweight and obese: reversal after weight loss. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 104, n. 7, p. 2757-2765, 2019. <https://doi.org/10.1210/jc.2018-02399>

LIU G; LIANG L; BRAY G; QI L; HU F; ROOD J; SACKS F; SUN Q. Thyroid hormones and changes in body weight and metabolic parameters in response to weight loss diets: the POUNDS LOST trial. **International journal of obesity**, v. 41, n. 6, p. 878-886, 2017. <https://doi.org/10.1038/ijo.2017.28>.

LORDELO Roberta; Mancini Marcio; CERCATO Cíntia; HALPERN Alfredo. Eixos hormonais na obesidade: causa ou efeito? **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 51, p. 34-41, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0004-27302007000100007>.

MACEDO J. L. *et al.* Níveis séricos de Vitamina D em indivíduos Obesos. **RBONE- Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 13, n. 77, p. 166-172, 2019.

MAI Stefania, WALKER Gillian; VIETTI Roberta; CATTALDO Stefania; MELE Chiara; PRIANO Lorenzo; MAURO Alessandro; BONA Gianni; AIMARETTI Gianluca; SCACCHI Massimo; MARZULLO Paolo. Acute vitamin D3 supplementation in severe obesity: Evaluation of multimeric adiponectin. **Nutrients**, v. 9, n. 5, p. 459, 2017. <https://doi.org/10.3390/nu9050459>.

MARTINS Vinicius; FILGUEIRAS Andrea; ALMEIDA Viviane; MORAES Rúbia; SAWAYA Ana. Changes in thyroid and glycemic status and food intake in children with excess weight who were submitted for a multi-component school intervention for 16 months. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 11, p. 3825, 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113825>.

OLIVEIRA Ludmila Felipe; MESQUITA Pedro Henrique Vaz; MACIEL Wanessa; GOMES Clayson; CARDOSO Alessandra. Níveis séricos de antígeno prostático específico em pacientes de um Hospital de Goiânia - GO. **Rev Cient Esc Estadual Saúde Pública Goiás "Cândido Santiago"**, v.8; n.80015, p.01-09, 2022

RAJAKUMAR Kumaravel; MOORE Charity; KHALID Arshad; VALLEJO Abbe; VIRJI Mohamed; HOLICK Michael; GREENSPAN Susan; ARSLANIAN Silva; REIS Steven. Effect of vitamin D3 supplementation on vascular and metabolic health of vitamin D– deficient overweight and obese children: a randomized clinical trial. **The American journal of clinical nutrition**, v. 111, n. 4, p. 757- 768, 2020. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz340>.

RIJKS Jesse; PENDERS Nas; DORENBOS Elke; STRAETEMANS; GERVER Willem-Jan; VREUGDENHIL Anita. Pituitary response to thyrotropin releasing hormone in children with overweight and obesity. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 1-6, 2016. <https://doi.org/10.1038/srep31032>.

SARMA Aruna; HOTALING James; DUNN Rodney; BRAFETT Barbara; KIM Catherine; MARTIN Catherine; HERMAN Willian; GATCOMB Patricia; JACOBSON Alan; HOLT Sarah; WESSELLS Hunter. Poor glycemic control is associated with reduced prostate specific antigen concentrations in men with type 1 diabetes. **The Journal of urology**, v. 193, n. 3, p. 786-793, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2014.08.115>.

VIMALESWARAN, Karani S. *et al.* Causal relationship between obesity and vitamin D status: bi-directional Mendelian randomization analysis of multiple cohorts. **PLoS medicine**, v. 10, n. 2, p. e1001383, 2013. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.100138>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity: preventing and managing the global epidemic**. 2000. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42330>.

YUZHASHIAN Emad; ASGHARI Golaleh; HEDAYATI Mehdi; ZARKESH Maryam; MIRMIRAN Parvin; KHALAJ Alireza. Determinants of vitamin D receptor gene expression in visceral and subcutaneous adipose tissue in non- obese, obese, and morbidly obese subjects. **The Journal of steroid biochemistry and molecular biology**, v. 187, p. 82-87, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2018.11.004>.

ZHANG Jianqin; SHENG Binwu; Ma Mao; NAN Xunyi. An inverse association of body mass index and prostate-specific antigen in northwest men of China: a population-based analysis. **International Journal of Clinical and Experimental Medicine**, v. 8, n. 3, p. 4557, 2015.