



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA  
NÍVEL DOUTORADO**

**MAGNO PETRÔNIO GALVÃO LEANDRO**

**IMPACTO DAS ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO CORPORAL NA SAÚDE  
ÓSSEA DE PACIENTES PÓS-CIRURGIA BARIÁTRICA: ESTUDO DE  
COORTE RETROSPECTIVO**

**RECIFE**

**2025**

MAGNO PETRÔNIO GALVÃO LEANDRO

**IMPACTO DAS ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO CORPORAL NA SAÚDE  
ÓSSEA DE PACIENTES PÓS-CIRURGIA BARIÁTRICA: ESTUDO DE  
COORTE RETROSPECTIVO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação  
em Cirurgia do Centro de Ciências da Saúde da  
Universidade Federal de Pernambuco como pré-  
requisito para obtenção do título de Doutor.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo Roberto Cavalcanti  
Carvalho

Área de concentração: Cirurgia Clínica e  
Experimental

RECIFE

2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Leandro, Magno Petrônio Galvão.

Impacto das alterações na composição corporal na saúde óssea de pacientes pós-cirurgia bariátrica: estudo de coorte retrospectivo / Magno Petrônio Galvão Leandro. - Recife, 2025. 71f.: il.

Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós Graduação em Cirurgia, 2025.

Orientação: Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho.

1. Cirurgia bariátrica; 2. Fraturas; 3. Composição corporal.  
I. Carvalho, Paulo Roberto Cavalcanti. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

**MAGNO PETRÔNIO GALVÃO LEANDRO**

**IMPACTO DAS ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO CORPORAL NA SAÚDE  
ÓSSEA DE PACIENTES PÓS-CIRURGIA BARIÁTRICA: ESTUDO DE  
COORTE RETROSPECTIVO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação  
em Cirurgia do Centro de Ciências da Saúde da  
Universidade Federal de Pernambuco como pré-  
requisito para obtenção do título de Doutor.

Aprovada em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

---

Prof. Dr. Esdras Marques Lins  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

---

Prof. Dr. Adriano Carneiro da Costa  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

---

Prof. Dr. Alessandro Spencer de Souza Holanda  
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

---

Prof. Dr. Raphael José Perrier Melo  
Universidade de Pernambuco (UPE)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiro lugar à Deus, sempre Ele.

À minha esposa Natália pela paciência e apoio nesse período. Inclusive pelo presente que ela nos deu, nosso pequeno Miguel.

À minha família, representados pela minha mãe (Dona Norma) e meu pai (Seu João). Este, in memoriam, sempre me mostrou o dom da leitura... todo santo dia lia seu jornal e suas revistas.

Ao grupo de pesquisa em atividade física e saúde, liderados pelo meu orientador Professor Paulo Carvalho que tive a honra de conhecer e ter me guiado neste ambiente acadêmico. Dentro deste mesmo grupo a ajuda de várias pessoas como Ivan, Alex e a descoberta do amigo Cristiano Faustino.

À professora Dra. Paula Shinozaki pela paciência em me explicar estatística

Aos professores que fizeram parte da qualificação (Esdras e Spencer) assim como Flávio Kreimer que avaliou meu trabalho para entrar no programa e o professor Perrier. Meu muito obrigado

A todos que direta e indiretamente torceram por mim meu muito obrigado. Aqui incluo, amigos, pacientes e clientes.

## RESUMO

**Introdução:** A cirurgia bariátrica é amplamente reconhecida como uma intervenção eficaz para o tratamento da obesidade grave, proporcionando perda de peso significativa e melhora das comorbidades metabólicas. No entanto, seus impactos na densidade mineral óssea (DMO) e na composição corporal ainda são pouco compreendidos, especialmente em relação ao risco de fraturas e às alterações regionais da massa óssea. Este estudo teve como objetivo avaliar as mudanças na DMO e na composição corporal de pacientes submetidos à cirurgia bariátrica, com ênfase na identificação de fatores determinantes do risco de fraturas e no desenvolvimento de um modelo preditivo para estimar essas alterações.

**Método:** Trata-se de um estudo de coorte retrospectivo, no qual foram analisados prontuários de 91 pacientes que realizaram exames de densitometria óssea (DEXA) antes ou após a cirurgia bariátrica. Foram avaliadas variáveis, incluindo perda de peso, redistribuição de gordura corporal (%Androide/%Ginoide) e perda de massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup> ( $\Delta M\_MAGRA/ALTURA^2$ ). O risco de fraturas foi classificado com base nas alterações na DMO e na composição corporal. Modelos estatísticos de regressão linear e logística foram empregados para identificar os principais determinantes da redução óssea e do risco de fraturas.

**Resultados:** A cirurgia bariátrica resultou em uma perda de peso significativa, com redução média de 24,95 kg ( $p < 0,001$ ), além de diminuição expressiva na gordura corporal total e na massa magra. A redistribuição da gordura foi evidenciada pela redução do índice %Androide/%Ginoide ( $p < 0,001$ ). Quanto à DMO, observou-se uma queda significativa em regiões de suporte de carga, como a pelve (redução média de 3,7%,  $p = 0,009$ ), perna esquerda (redução média de 1,6%,  $p = 0,045$ ) e perna direita (redução média de 1,9%,  $p = 0,034$ ), enquanto a DMO total não apresentou alteração significativa ( $p = 0,210$ ). O risco de fraturas foi elevado, com 85,7% dos pacientes classificados como de alto risco, sendo a perda de massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup> e a redistribuição de gordura corporal os fatores mais determinantes.

**Conclusão:** Os resultados demonstram que a cirurgia bariátrica induz uma redução significativa na DMO, especialmente em regiões de suporte de peso, aumentando substancialmente o risco de fraturas, independentemente das mudanças na DMO total. A perda de massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup> e a redistribuição da gordura foram identificadas como os principais determinantes da fragilidade óssea, sugerindo que essas variáveis devem ser monitoradas de

forma criteriosa no acompanhamento pós-operatório. A introdução de um modelo preditivo baseado em variáveis de composição corporal pode auxiliar na estratificação de risco, permitindo intervenções precoces para preservar a integridade óssea e minimizar complicações metabólicas. Esses achados reforçam a necessidade de estratégias de reabilitação multidisciplinares, incluindo suporte nutricional e programas de exercícios resistidos, para mitigar os impactos negativos da cirurgia bariátrica na saúde óssea.

**Palavras-chave:**

Cirurgia Bariátrica; Densidade Mineral Óssea; Fraturas; Massa Muscular; Composição Corporal; Obesidade/diagnóstico.

**ABSTRACT**

**Introduction:** Bariatric surgery is widely recognized as an effective intervention for treating severe obesity, leading to significant weight loss and improvements in metabolic comorbidities. However, its impacts on bone mineral density (BMD) and body composition remain poorly understood, particularly regarding fracture risk and regional changes in bone mass. This study aimed to evaluate changes in BMD and body composition in patients undergoing bariatric surgery, with an emphasis on identifying key determinants of fracture risk and developing a predictive model to estimate these changes. **Method:**

This is a retrospective cohort study in which medical records of 91 patients who underwent dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) before and after bariatric surgery were analyzed. Variables assessed included weight loss, fat redistribution (%Android/%Gynoid), and loss of lean mass adjusted for height<sup>2</sup> ( $\Delta\text{LEAN\_MASS}/\text{HEIGHT}^2$ ). Fracture risk was classified based on changes in BMD and body composition. Statistical models, including linear and logistic regression analyses, were used to identify the main determinants of bone loss and fracture risk. **Results:**

Bariatric surgery resulted in significant weight loss, with a mean reduction of 24.95 kg ( $p < 0.001$ ), along with a substantial decrease in total body fat and lean mass. Fat redistribution was evident through a reduction in the %Android/%Gynoid index ( $p < 0.001$ ). Regarding BMD, a significant decrease was observed in weight-bearing regions, such as the pelvis (mean reduction of 3.7%,  $p = 0.009$ ), left leg (mean reduction of 1.6%,  $p = 0.045$ ), and right leg (mean reduction of 1.9%,  $p = 0.034$ ), while total BMD showed no statistically significant change ( $p = 0.210$ ). Fracture risk was high, with 85.7% of patients classified as high risk, with loss of lean mass adjusted for height<sup>2</sup> and fat redistribution identified as the most critical determinants.

**Conclusion:** The results demonstrate that bariatric surgery induces a significant reduction in BMD, particularly in weight-bearing regions, substantially increasing fracture risk, regardless of changes in total BMD. Loss of lean mass adjusted for height<sup>2</sup> and fat redistribution were identified as the main determinants of bone fragility, suggesting that these variables should be closely monitored in postoperative follow-ups. The introduction of a predictive model based on body composition variables may assist in risk stratification, allowing for early interventions to preserve bone integrity and minimize metabolic complications. These findings highlight the need for multidisciplinary rehabilitation strategies,

including nutritional support and resistance exercise programs, to mitigate the negative impacts of bariatric surgery on bone health.

Keywords:

Bariatric Surgery; Bone Mineral Density; Fractures; Lean Mass; Body Composition; Obesity/Diagnosis.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

<b>Quadro 1: Correlação de Pearson .....</b>	<b>34</b>
<b>Quadro 2 DMO = Correlações de Pearson entre variáveis pós-cirurgia bariátrica .....</b>	<b>41</b>
<b>Gráfico 1: Resultados antes e depois da cirurgia bariátrica em algumas variáveis.....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 1 Relação entre peso corporal e percentual de gordura antes e após a cirurgia bariátrica.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 2 Relação entre peso corporal e gordura ajustada pela altura<sup>2</sup> antes e após a cirurgia bariátrica. ....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 3 Tendência de variação da DMO na pelve e membros inferiores após a cirurgia bariátrica. ....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 4 Tendência de variação da DMO na pelve e membros inferiores após a cirurgia bariátrica .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 5 Associação entre gordura ginoide e massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup>. ....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 6 Peso e composição de gordura (PRÉ e PÓS) .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 7 Densidade Mineral Óssea por região (PRÉ e PÓS).....</b>	<b>47</b>

<b>Quadro 3 Classificação de Risco de fraturas em pacientes pós bariátrica .....</b>	<b>49</b>
--	-----------

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1: Dados descritivos e comparação entre momento pré e pós .....</b>	<b>40</b>
---	-----------

<b>Tabela 2: Coeficientes de correlação de Pearson entre diversas variáveis de diferença (p &lt; 0,05) .....</b>	<b>43</b>
--	-----------

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- **ANOVA:** *Analysis of Variance* (Análise de Variância)  
(Método estatístico utilizado para comparar médias de grupos.)
- **DEXA:** *Dual-Energy X-ray Absorptiometry* (Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia)  
(Método para avaliar a densidade mineral óssea e a composição corporal.)
- **SPSS:** *Statistical Package for the Social Sciences*  
(Software utilizado para análises estatísticas no estudo.)
- **STROBE:** *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*  
(Diretriz para garantir a transparência e robustez metodológica.)
- **BMI:** *Body Mass Index* (Índice de Massa Corporal)  
(Relação entre peso e altura<sup>2</sup>, amplamente usado para avaliar obesidade.)
- **DMO:** Densidade Mineral Óssea  
(Medida da densidade de minerais em uma área óssea específica.)
- **GH:** *Growth Hormone* (Hormônio do Crescimento)  
(Hormônio relacionado ao metabolismo ósseo e muscular.)
- **IGF-1:** *Insulin-like Growth Factor 1* (Fator de Crescimento Semelhante à Insulina)  
(Hormônio envolvido na formação óssea e regeneração muscular.) 1)
- **IL-6:** Interleucina 6  
(Citocina inflamatória associada à reabsorção óssea.)
- **TNF:** Fator de Necrose Tumoral  
(Proteína inflamatória que afeta negativamente o metabolismo ósseo.)
- **CI:** *Confidence Interval* (Intervalo de Confiança)  
(Faixa de valores que contém a estimativa com uma certa probabilidade.)

- **p-value:** Valor de probabilidade em testes de hipóteses estatísticas  
(Indica a significância dos resultados estatísticos.)
- **r:** Coeficiente de correlação de Pearson  
(Mede a força e a direção da associação entre duas variáveis.)
- **SD:** *Standard Deviation* (Desvio Padrão)  
(Medida de dispersão que indica a variação dos dados em relação à média.)
- **T-Score:** Indicador estatístico utilizado para comparação de DMO com a média de adultos jovens saudáveis  
(Usado para diagnóstico de osteoporose e osteopenia.)
- **Z-Score:** Indicador estatístico utilizado para comparação de DMO com indivíduos da mesma faixa etária e sexo
- **IMC:** Índice de Massa Corporal  
(Relação entre peso e altura<sup>2</sup>, amplamente utilizado para classificar obesidade.)
- **PNS:** Pesquisa Nacional de Saúde  
(Base de dados utilizada para descrever a prevalência da obesidade no Brasil.)
- **RYGB:** *Roux-en-Y Gastric Bypass* (Bypass Gástrico em Y de Roux)  
(Tipo de cirurgia bariátrica comumente realizada em pacientes obesos.)
- **RCA:** Razão cintura altura
- **RCQ:** Razão cintura quadril

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>168</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>20</b>
3.1	GERAL .....	20
3.2	ESPECÍFICOS .....	20
<b>4.</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
4.1	OBESIDADE, CLASSIFICAÇÃO E SEUS RISCOS .....	21
4.2	FORMAS DE TRATAMENTO.....	23
4.3	IMPACTO PÓS CIRURGIA BARIÁTRICA NA SAÚDE ÓSSEA .....	24
4.4	SARCOPENIA E SAÚDE ÓSSEA PÓS CIRURGIA .....	25
4.5	FATORES ASSOCIADOS AO RISCO DE FRATURAS.....	26
4.6	ALTERAÇÕES METABÓLICAS E BIOMECÂNICAS PÓS CIRURGIA BARIÁTRICA.....	27
4.7	A IMPORTÂNCIA DO DEXA COMO FERRAMENTA DE MONITORAMENTO.....	28
<b>5</b>	<b>MÉTODO .....</b>	<b>30</b>
5.1	DESENHO DO ESTUDO.....	30
5.2	LOCAL DO ESTUDO .....	30
5.3	PERÍODO DO ESTUDO .....	30
5.4	POPULAÇÃO DO ESTUDO E PLANEJAMENTO AMOSTRAL .....	30
5.4.1	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO .....	31

5.4.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO .....	31
5.5 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS .....	31
5.5.1 Densitometria e composição corporal.....	31
5.5.2 Avaliação do Risco de Fraturas .....	32
5.5.3 Variáveis analisadas .....	33
5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
5.7 Cálculo do T Score e Z Score .....	35
5.8 Desenvolvimento do modelo preditivo .....	35
5.8.1 Definição das variáveis .....	35
5.9 Construção do modelo .....	35
5.9.1 Validação do modelo .....	38
5.10 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	38
<b>6 RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
6.1 Características Basais da Amostra.....	40
6.2 Alterações na Composição Corporal e Densidade Mineral Óssea.....	41
6.3 Análises de correlação .....	42
6.4 Representações visuais .....	46
6.5 Relações entre variáveis antes e após a intervenção .....	47
<b>7 DISCUSSÃO .....</b>	<b>51</b>
<b>8 CONCLUSÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>9 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>
<b>10 ANEXOS .....</b>	<b>68</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1.1 Contexto

A obesidade deixou de ser um problema pontual e, ao longo das últimas décadas, tornou-se um desafio de saúde pública em escala mundial. O número de pessoas afetadas continua subindo e isso se reflete em mais mortes, maior incapacidade funcional e aumento expressivo dos gastos com cuidado em saúde. A Organização Mundial da Saúde estima que mais de 650 milhões de adultos vivem com obesidade, número que se manteve em trajetória ascendente nas duas últimas décadas (WHO, 2021). No Brasil, dados epidemiológicos nacionais confirmam o mesmo padrão de incremento contínuo, com prevalência acima de 25% entre adultos, reforçando a dificuldade de controle sustentado por intervenções exclusivamente conservadoras (PNS, 2019).

Nesse cenário, a cirurgia bariátrica estabeleceu-se como alternativa terapêutica com maior capacidade de induzir remissão de comorbidades, redução ponderal duradoura e queda da mortalidade em longo prazo (Adams et al., 2007; IFSO, 2023; SBCBM, 2023). Entre as técnicas mais empregadas, o bypass gástrico em Y-de-Roux e a gastrectomia vertical concentram a maior parte dos procedimentos, tanto no contexto nacional quanto internacional.

Por outro lado, a evolução do conhecimento acumulado nas últimas décadas tem mostrado que os benefícios metabólicos não eliminam efeitos adversos relevantes. Estudos têm mostrado que, depois da cirurgia bariátrica, ocorre uma queda progressiva da densidade mineral óssea principalmente nas regiões que sustentam peso corporal. Esse efeito não é pontual: ele continua sendo observado mesmo quando o paciente já estabilizou o peso após a perda inicial (Greco et al., 2019; Cao et al., 2020). Esse comportamento tem sido acompanhado por maior risco de fraturas em comparação a indivíduos obesos não operados, especialmente em técnicas com componente mal absoritivo (Lalmohamed et al., 2019; Zhao et al., 2019).

O ponto não é apenas reconhecer que a DMO cai após a cirurgia. O problema é que muitas explicações ainda reduzem esse processo a uma simples consequência da menor carga mecânica, o que hoje já se sabe ser insuficiente

para justificar sozinho essa perda. A literatura mais recente aponta a composição corporal como mediadora crítica desse processo. A perda de massa magra após a cirurgia associa-se a menor estímulo mecânico muscular sobre o osso e a alteração do perfil de miocinas envolvidas na remodelação esquelética (Batsis et al., 2018; Beck et al., 2019). Além disso, quando a gordura se concentra na região andróide, há um aumento de marcadores inflamatórios sistêmicos. Esse quadro cria um cenário metabólico que favorece processos de reabsorção óssea (Li et al., 2020; Beck et al., 2019).

Esse conjunto de evidências torna insuficiente o uso isolado do IMC como marcador de risco após cirurgia bariátrica, uma vez que não captura a magnitude nem a direção das mudanças estruturais na composição corporal. Medidas derivadas de densitometria, como massa magra apendicular ajustada e índices regionais de distribuição de gordura, bem como parâmetros estruturais emergentes, oferecem maior poder explicativo sobre o risco osteometabólico em comparação aos indicadores tradicionais (ASMBS, 2023).

Diante desse cenário, compreender o comportamento da densidade mineral óssea à luz das alterações regionais da composição corporal após a cirurgia bariátrica não é apenas uma questão descritiva, mas uma exigência para interpretação mais precisa dos riscos e para fundamentar estratégias preventivas que extrapolem a mera suplementação nutricional. Trata-se de reconhecer que as consequências esqueléticas do procedimento não são colaterais inevitáveis, mas expressão de mecanismos moduláveis que dependem de como a massa magra e a gordura corporal se reorganizam após a intervenção.

## 2 JUSTIFICATIVA

O aumento global no volume de cirurgias bariátricas reforça a necessidade de compreender não apenas seus benefícios metabólicos, mas também as consequências ósseas de médio e longo prazo. Embora a redução da DMO pós-cirúrgica seja amplamente relatada, esse desfecho segue subvalorizado no acompanhamento clínico, resultando em risco elevado de fraturas com impacto direto sobre a funcionalidade e a qualidade de vida.

Paralelamente, a discussão contemporânea sobre obesidade vem incorporando classificações mais refinadas — como a distinção entre obesidade clínica e pré-clínica — e marcadores complementares à antropometria tradicional, a exemplo da razão cintura–altura, circunferência do pescoço e índices regionais de distribuição de gordura. Ainda que tais parâmetros não façam parte da presente análise, a existência desse novo enquadramento teórico reforça a insuficiência do IMC isolado para explicar o risco cardiometabólico e musculoesquelético em indivíduos com obesidade.

No campo específico da cirurgia bariátrica, estudos anteriores concentraram-se na queda global da DMO, com menor atenção às alterações regionais e aos mecanismos capazes de modulá-las, como a perda de massa magra e a redistribuição topográfica da gordura. Esses fatores assumem relevância porque a remodelação óssea pós-operatória não decorre apenas da redução de carga mecânica, mas também de alterações hormonais, inflamatórias e da relação músculo–osso. Além disso, regiões como pelve e membros inferiores, mais envolvidas na sustentação do peso, apresentam maior vulnerabilidade a fraturas após o procedimento.

Diante desse cenário, investigar o comportamento da DMO regional em associação à composição corporal oferece uma via mais precisa de compreensão do risco osteometabólico pós-bariátrico. Essa análise permite transcender interpretações simplificadas baseadas apenas no peso corporal, aproximando o raciocínio clínico dos mecanismos efetivamente envolvidos na fragilidade esquelética após a intervenção. Ao mapear tais interações, torna-se

possível fundamentar estratégias preventivas mais racionais e alinhadas às reais vias fisiológicas envolvidas no declínio ósseo pós-cirúrgico.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 GERAL**

Avaliar o impacto das alterações na composição corporal (perda de peso, redistribuição de gordura e perda de massa magra) na densidade mineral óssea e no risco de fraturas em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica.

#### **3.2 ESPECÍFICOS**

- Avaliar a perda de peso e sua relação com a densidade mineral óssea total e regional (pelve e membros inferiores) em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica.
- Mensurar a influência da redistribuição de gordura corporal, incluindo o índice %Androide/%Ginoide, nas alterações da densidade mineral óssea e nos riscos de fraturas em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica
- Quantificar a relação entre a perda de massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup> e as alterações na densidade mineral óssea e no risco de fraturas em pacientes submetidos a cirurgia bariátrica
- Desenvolver um modelo preditivo para estimar mudanças na densidade mineral óssea e no risco de fraturas, utilizando variáveis como alterações de peso, redistribuição de gordura (%Androide/%Ginoide) e perda de massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup> em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica.

## **4. REVISÃO DA LITERATURA**

### **4.1 OBESIDADE, CLASSIFICAÇÃO E SEUS RISCOS**

A obesidade tem um impacto muito forte na saúde global. Segundo a OMS, em 2016, cerca de 650 milhões de adultos eram obesos, representando aproximadamente 13% da população mundial. No Brasil, a obesidade afeta 26,8% da população adulta, segundo a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) de 2019, com um aumento significativo nos casos de obesidade grave ( $IMC \geq 40$ ). Essa condição está associada a doenças crônicas, incluindo cardiovasculares, diabetes tipo 2, hipertensão, síndrome metabólica e certos tipos de câncer (Hruby & Hu, 2015; Nobre et al., 2020). Além disso, a obesidade é um fator determinante na diminuição da DMO e no aumento do risco de fraturas, particularmente em indivíduos com excesso de gordura visceral (Bliuc et al., 2015; Schoenfeld et al., 2017).

A obesidade é uma condição multifatorial caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, resultando em risco aumentado para diversas comorbidades. Embora o índice de massa corporal (IMC) seja amplamente utilizado como ferramenta para classificar a obesidade, ele apresenta limitações significativas, como a incapacidade de diferenciar massa magra, massa gorda e tipos de gordura (visceral ou subcutânea). Essas limitações comprometem sua aplicabilidade clínica, especialmente na avaliação de riscos metabólicos e osteoarticulares (Daskalopoulou et al., 2018; Cummings et al., 2018).

Estudos recentes apontam que a gordura visceral, frequentemente associada à obesidade, é um dos principais fatores que contribuem para a inflamação crônica e o prejuízo à remodelação óssea, aumentando o risco de osteoporose (Li et al., 2020; Jia et al., 2021). A gordura subcutânea, por outro lado, apresenta menor impacto negativo na saúde metabólica e óssea. No contexto da saúde óssea, esses achados reforçam a importância de considerar a distribuição da gordura corporal para uma avaliação mais precisa do risco de fraturas.

Em nível fisiológico, o tecido adiposo visceral exerce papel ativo na desregulação endócrina e inflamatória, influenciando diretamente o metabolismo ósseo e a saúde sistêmica. A secreção aumentada de citocinas inflamatórias como TNF- $\alpha$  e IL-6 promove maior ativação de osteoclastos e reabsorção óssea, além de reduzir a diferenciação de osteoblastos (Weitzmann & Pacifici, 2006; Lecka-Czernik, 2012). Simultaneamente, a obesidade pode alterar a sinalização do eixo leptina-melanocortina, afetando o controle central do apetite, do gasto energético e da massa óssea (Ducy et al., 2000). Além disso, o excesso de gordura visceral compromete a conversão da vitamina D na sua forma ativa, reduzindo a absorção de cálcio e favorecendo a perda mineral óssea. Esses mecanismos ilustram como a obesidade transcende o acúmulo de gordura e afeta profundamente a fisiologia óssea e metabólica.

A classificação da obesidade em obesidade clínica e obesidade pré-clínica, observada em 2025, é um marco significativo. Essa abordagem vai além do IMC, incorporando a avaliação da composição corporal e dos impactos metabólicos, permitindo estratificar melhor os riscos associados à obesidade. Critérios adicionais, como a razão cintura-quadril (RCQ), razão cintura-altura (RCA) e circunferência do pescoço, têm ganhado destaque como ferramentas para complementar o IMC e refinar o diagnóstico de obesidade (Coupeaye et al., 2023; Shimakura, 2022).

A razão cintura-quadril (RCQ) é um indicador prático da distribuição de gordura, sendo especialmente útil na avaliação do acúmulo de gordura visceral. Já a razão cintura-altura (RCA) é amplamente reconhecida por sua capacidade de prever riscos cardiometabólicos e ósseos de forma mais eficaz que o IMC isoladamente. Por fim, a circunferência do pescoço emerge como um marcador fácil de medir, correlacionado à gordura visceral em estudos recentes (Coupeaye et al., 2023).

Essa nova perspectiva de classificação também permite compreender melhor os estágios da obesidade, diferenciando indivíduos com adiposidade excessiva, mas sem disfunções evidentes (obesidade pré-clínica), daqueles com alterações funcionais significativas em tecidos e órgãos (obesidade clínica). Essa distinção é fundamental no contexto de pacientes bariátricos, pois o estado

metabólico antes da cirurgia pode influenciar diretamente os desfechos relacionados à DMO e ao risco de fraturas (Tagliaferri et al., 2022).

Embora a cirurgia bariátrica seja uma intervenção eficaz na redução ponderal e na remissão de comorbidades, estudos de meta-análise têm apontado complicações relevantes associadas ao procedimento, incluindo deficiência de micronutrientes, perda acelerada de massa magra e aumento do risco de fraturas. Uma meta-análise recente de Lu et al. (2022), envolvendo mais de 80 mil pacientes, demonstrou que indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica apresentaram risco aumentado de fraturas em comparação à população obesa não operada, especialmente nas regiões de quadril e vértebras. Esses achados reforçam a importância do acompanhamento longitudinal e da avaliação contínua da composição corporal e saúde óssea no pós-operatório.

Além disso, a utilização de medidas epidemiológicas como o risco relativo (RR) e o odds ratio (OR) tem sido fundamental na análise dos desfechos relacionados à cirurgia bariátrica. Essas métricas permitem quantificar a magnitude do risco de eventos adversos, como fraturas ou sarcopenia, em grupos submetidos à intervenção, comparando-os a grupos controle. Estudos indicam, por exemplo, que o OR para fraturas após bypass gástrico pode ultrapassar 2,0, sugerindo que esses pacientes têm mais que o dobro do risco em relação àqueles que não realizaram a cirurgia (Yuan et al., 2023). Tais evidências sustentam a necessidade de estratégias preventivas direcionadas, com base em modelos preditivos robustos e individualizados.

A incorporação desses novos parâmetros diagnósticos na prática clínica representa uma oportunidade para aprimorar a estratificação de risco e personalizar o tratamento de pacientes obesos. Estudos futuros devem explorar como esses critérios podem ser integrados em modelos preditivos para prever complicações, como fragilidade óssea, em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica.

## 4.2 FORMAS DE TRATAMENTO

O tratamento da obesidade envolve mudanças no estilo de vida, uso de farmacológicos e, em casos graves, intervenções cirúrgicas. A primeira linha de tratamento inclui dietas balanceadas, aumento da atividade física e estratégias de mudança de comportamento. Contudo, essas abordagens muitas vezes resultam em recuperação de peso. A farmacoterapia, com medicamentos como liraglutida e semaglutida, tem demonstrado eficácia, embora com limitações, incluindo efeitos colaterais (Pi-Sunyer, 2018; Aronne et al., 2016).

O exercício físico, especialmente o treinamento de força, desempenha um papel crucial na manutenção da massa magra e na saúde óssea. Estudos indicam que o treinamento resistido não apenas auxilia na preservação da massa muscular durante a perda de peso, mas também promove benefícios metabólicos significativos, como a melhora da sensibilidade à insulina e a redução da inflamação sistêmica (ABESO, 2022; Almeida et al., 2020).

A cirurgia bariátrica é a abordagem mais eficaz para obesidade grave, incluindo procedimentos como bypass gástrico, gastrectomia vertical e bandagem gástrica ajustável. Esses procedimentos promovem uma perda de peso significativa e sustentada, com melhorias substanciais nas comorbidades associadas à obesidade, como diabetes tipo 2 e hipertensão (Sjöström et al., 2007; Brethauer et al., 2018). Contudo, a cirurgia está associada a riscos, como diminuição da DMO, particularmente na pelve e membros inferiores. A suplementação de cálcio e vitamina D, aliada ao acompanhamento contínuo, é fundamental para mitigar esses efeitos adversos (Corbeels et al., 2018; Rosenbaum & Leibel, 2016).

A redistribuição de gordura corporal após a cirurgia bariátrica também impacta a saúde óssea. A redução significativa da gordura visceral, embora benéfica para o metabolismo, está associada a efeitos negativos sobre a DMO

devido à liberação de adipocinas inflamatórias, como IL-6 e TNF- $\alpha$ . Essas alterações reforçam a necessidade de um acompanhamento rigoroso que integre monitoramento nutricional e estratégias de fortalecimento ósseo (Jia et al., 2021; Clair, 2019).

#### **4.3. IMPACTO PÓS CIRURGIA BARIÁTRICA NA SAÚDE ÓSSEA**

A rápida perda de peso pós-cirurgia bariátrica tem efeitos adversos sobre a DMO, particularmente em regiões de maior carga mecânica, como a pelve e os membros inferiores. Essa redução é atribuída à diminuição das forças mecânicas nos ossos, agravada pela perda de massa magra e pela redistribuição de gordura corporal. Estudos indicam que a gordura visceral exerce um papel negativo, liberando adipocinas pró-inflamatórias que aumentam a reabsorção óssea (Cao et al., 2020; Leaver et al., 2020).

Mudanças hormonais também contribuem para a redução da DMO. A queda nos níveis de leptina, grelina e IGF-1 após a cirurgia impacta diretamente o metabolismo ósseo, reduzindo a formação óssea e favorecendo a reabsorção. Além disso, deficiências de cálcio e vitamina D são comuns e afetam negativamente a mineralização óssea (Carneiro et al., 2021; Coupaye et al., 2018). Essas alterações destacam a necessidade de estratégias integradas para mitigar os impactos adversos da cirurgia bariátrica na saúde óssea.

O uso do DEXA é crucial nesse contexto, permitindo a análise detalhada da composição corporal e a identificação precoce de perdas ósseas regionais. Essa ferramenta oferece uma base sólida para intervenções clínicas personalizadas, reduzindo os riscos de fraturas e melhorando a qualidade de vida dos pacientes bariátricos (Tognini et al., 2021; Tagliaferri et al., 2022).

#### **4.4. SARCOPENIA E SAÚDE ÓSSEA PÓS CIRURGIA**

A perda de massa magra após a cirurgia bariátrica não é apenas uma consequência colateral do emagrecimento; trata-se de um fator com potencial impacto clínico direto sobre a estrutura e a resiliência do tecido ósseo. Estudos em coortes pós-operatórias demonstram que indivíduos com maior redução de massa muscular apresentam quedas mais acentuadas da DMO quando comparados a pacientes com preservação relativa deste componente corporal (Beck et al., 2019; Hughes et al., 2019). Essa relação tem sido observada tanto em técnicas restritivas quanto nas que envolvem componente malabsortivo, sugerindo um efeito que extrapola o mecanismo puramente nutricional.

Do ponto de vista clínico, a sarcopenia pós-bariátrica tem sido apontada como um preditor independente de fragilidade óssea e risco aumentado de fraturas, especialmente nas regiões de maior demanda funcional, como pelve e membros inferiores. A perda de força e de capacidade de tração muscular sobre o osso compromete estímulos biomecânicos essenciais à manutenção da remodelação óssea, o que pode acelerar a deterioração estrutural em indivíduos que já partem de um déficit de massa óssea pré-existente (Greco et al., 2019; Cao et al., 2020).

A identificação da sarcopenia nesse contexto exige indicadores mais refinados do que o simples acompanhamento do IMC. Medidas derivadas da densitometria, como a massa magra apendicular ajustada pela estatura, apresentam maior sensibilidade para captar o processo de perda muscular clinicamente relevante do que parâmetros antropométricos tradicionais. Estudos recentes reforçam que tais índices apresentam correlação significativa com alterações de DMO e com o perfil de risco funcional em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica (Tagliaferri et al., 2022; Shimakura, 2022).

O caráter clínico desse fenômeno é reforçado pelo fato de que a perda de massa magra não tem se mostrado totalmente mitigável por suplementação nutricional isolada. Mesmo em contextos de reposição adequada, a ausência de estímulos mecânicos consistentes e a manutenção de um estado inflamatório de baixo grau favorecem a progressão da fragilidade óssea, o que coloca em evidência a necessidade de estratégias preventivas que considerem simultaneamente composição corporal, mecânica, nutrição e monitoramento densitométrico periódico.

Assim, a sarcopenia no pós-operatório bariátrico não deve ser tratada como desfecho secundário. Trata-se de uma variável clinicamente relevante, que atua como elemento central na cadeia causal entre a perda ponderal e a deterioração do tecido ósseo, com repercussões diretas sobre o risco de fratura, funcionalidade e planejamento de reabilitação.

#### **4.5. FATORES ASSOCIADOS AO RISCO DE FRATURAS**

A redução da DMO em pacientes bariátricos, especialmente nas regiões de suporte de peso, aumenta significativamente o risco de fraturas. Estudos longitudinais indicam que esses pacientes apresentam risco de fraturas até três vezes maior em comparação com a população geral, particularmente em mulheres pós-menopausa (Tognini et al., 2021; Marques et al., 2021). Esse aumento é atribuído a uma combinação de fatores, incluindo a redistribuição de gordura visceral, a perda de massa magra e as alterações hormonais que afetam diretamente o metabolismo ósseo.

Adipocinas inflamatórias, como IL-6 e TNF- $\alpha$ , liberadas pela gordura visceral, desempenham um papel crucial no aumento da reabsorção óssea. Além disso, essas citocinas interferem nos processos regenerativos dos osteoblastos, resultando em um desequilíbrio no turnover ósseo. Pacientes que não apresentam um manejo nutricional adequado, com suplementação insuficiente de cálcio e vitamina D, estão ainda mais vulneráveis à diminuição da DMO e ao aumento da fragilidade óssea (Jia et al., 2021; Bonnichsen et al., 2022).

Além dos aspectos metabólicos, a fragilidade óssea é exacerbada pela diminuição da funcionalidade muscular. A perda de força e equilíbrio observada em pacientes com sarcopenia aumenta a probabilidade de quedas, que são um dos principais fatores de risco para fraturas graves, como as de quadril. Intervenções que combinem exercícios resistidos e suplementação adequada têm demonstrado eficácia na redução do risco de fraturas, promovendo a saúde óssea e muscular (Tognini et al., 2021; Clair, 2019).

#### **4.6 ALTERAÇÕES METABÓLICAS E BIOMECÂNICAS PÓS CIRURGIA BARIÁTRICA**

A cirurgia bariátrica provoca mudanças significativas no metabolismo e na biomecânica do corpo, que impactam diretamente a saúde óssea. O turnover ósseo é alterado, com aumento da reabsorção óssea e redução da formação óssea. Essas mudanças estão associadas à diminuição da absorção de cálcio e vitamina D, decorrente das alterações anatômicas no trato gastrointestinal. Esses nutrientes são essenciais para a mineralização óssea e para a manutenção da saúde esquelética (Geoffroy et al., 2019; Leaver et al., 2020).

Mudanças biomecânicas também desempenham um papel importante na saúde óssea pós-cirurgia. A redução do peso corporal diminui a carga mecânica sobre os ossos, reduzindo a estimulação osteogênica. Esse efeito, combinado com a redistribuição de gordura e a redução da massa muscular, compromete ainda mais a integridade óssea. Regiões de suporte de peso, como a pelve e os membros inferiores, são particularmente afetadas, tornando essas áreas mais suscetíveis a fraturas (NAMWONGPROM et al., 2019; Tagliaferri et al., 2022).

Além disso, a redistribuição da gordura corporal, com redução da gordura subcutânea e predomínio da gordura visceral, pode alterar o centro de massa corporal, impactando a estabilidade postural e aumentando o risco de quedas e

fraturas (Guney et al., 2013). Essas mudanças biomecânicas, associadas à diminuição da massa muscular, reforçam a necessidade de estratégias de reabilitação, como o treinamento resistido, para preservar a funcionalidade e a saúde óssea em pacientes pós-cirurgia bariátrica (Silva et al., 2018).

Adicionalmente, as alterações hormonais induzidas pela cirurgia, como a diminuição dos níveis de leptina, grelina e IGF-1, agravam o desequilíbrio no metabolismo ósseo. A redução desses hormônios está associada a uma menor formação óssea e a um aumento da reabsorção, contribuindo para o risco de osteopenia e osteoporose. Estratégias preventivas, incluindo suplementação e programas de exercícios, são fundamentais para minimizar esses efeitos adversos (Turcotte et al., 2021; Yu et al., 2015).

#### **4.7 A IMPORTÂNCIA DO DEXA COMO FERRAMENTA DE MONITORAMENTO**

O DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry) é amplamente reconhecido como o método mais preciso e reprodutível para avaliar DMO e composição corporal, sendo essencial para o monitoramento de pacientes submetidos à cirurgia bariátrica. Essa técnica, baseada na emissão de raios-X de dupla energia, permite a diferenciação entre massa óssea, gordura e tecido magro, possibilitando uma análise segmentada detalhada de diferentes regiões do corpo, como pelve, coluna lombar e membros inferiores. Sua aplicação no contexto bariátrico é particularmente relevante, uma vez que a rápida perda de peso e as alterações na distribuição da gordura corporal podem impactar diretamente a qualidade óssea, aumentando o risco de fraturas (Tognini et al., 2021; Jia et al., 2021).

Além da avaliação da DMO, o DEXA fornece informações detalhadas sobre a redistribuição da gordura corporal, permitindo um entendimento mais abrangente das alterações metabólicas e biomecânicas no pós-operatório. A relação androide/ginoide, um dos parâmetros analisados pelo exame, está associada ao risco metabólico e à resistência à insulina, fatores que,

indiretamente, influenciam o metabolismo ósseo. Estudos demonstram que a perda excessiva de gordura visceral, frequentemente observada após a cirurgia bariátrica, pode levar a alterações na secreção de adipocinas, como leptina e adiponectina, impactando a remodelação óssea e a reabsorção óssea acelerada, o que reforça a necessidade de um acompanhamento rigoroso desses pacientes (Coupeaye et al., 2023; Bonnichsen et al., 2022).

Uma das principais vantagens do DEXA em relação a outros métodos de avaliação da composição corporal, como a bioimpedância elétrica (BIA) e a tomografia computadorizada (TC), é sua capacidade de fornecer dados altamente precisos com mínima exposição à radiação. Enquanto a BIA sofre influência de fatores como hidratação e ingestão alimentar, o DEXA mantém sua precisão mesmo em avaliações repetidas, tornando-se ideal para o monitoramento longitudinal desses pacientes. Além disso, ao contrário da TC, o DEXA é um exame menos oneroso e mais acessível, favorecendo sua incorporação rotineira na prática clínica (Clair, 2019; Shimakura, 2022).

A redução da DMO após a cirurgia bariátrica está bem documentada na literatura, sendo frequentemente associada a fatores como hipovitaminose D, hiperparatireoidismo secundário e aumento da reabsorção óssea. O uso do DEXA possibilita a identificação precoce de pacientes em risco, permitindo a implementação de estratégias preventivas, como a suplementação de cálcio e vitamina D, além de intervenções nutricionais e programas de exercícios físicos específicos para minimizar a perda óssea. A adoção do treinamento resistido, por exemplo, tem sido amplamente estudada como uma abordagem eficaz para atenuar os efeitos negativos da perda de massa magra e preservar a DMO em pacientes pós-bariátricos, sendo uma recomendação fundamental para esse público (Bonnichsen et al., 2022; Lin et al., 2023).

Outro aspecto relevante do DEXA é sua aplicabilidade no desenvolvimento de modelos preditivos para risco de fraturas, uma vez que permite correlacionar variáveis como perda de massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup>, composição corporal e redistribuição de gordura com alterações ósseas regionais. Modelos baseados nesses parâmetros podem auxiliar na estratificação de risco e na tomada de decisões clínicas mais assertivas, direcionando condutas preventivas

personalizadas. Além disso, a integração dos dados obtidos pelo DEXA com outras variáveis laboratoriais e marcadores ósseos, como P1NP e CTX, pode contribuir para uma avaliação ainda mais completa da saúde óssea desses pacientes (Jia et al., 2021; Shimakura, 2022).

Embora o DEXA seja o método mais confiável para a avaliação da DMO e da composição corporal, algumas limitações devem ser consideradas. Fatores como a variação nos valores de referência para diferentes populações e a subestimação da gordura visceral em comparação à ressonância magnética são aspectos que devem ser levados em conta na interpretação dos resultados. No entanto, a capacidade do DEXA de monitorar mudanças longitudinais de maneira precisa e sua ampla aplicabilidade clínica reforçam sua importância na avaliação e no acompanhamento de pacientes bariátricos. A utilização regular dessa ferramenta permite ajustes terapêuticos individualizados, garantindo uma abordagem mais eficaz para a preservação da saúde óssea e a redução do risco de fraturas nessa população (Tognini et al., 2021; Coupeaye et al., 2023).

## 5 MÉTODO

### 5.1 DESENHO DO ESTUDO

Este é um estudo de coorte retrospectivo, conduzido com base nas recomendações da *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE) para garantir a robustez metodológica e a transparência dos dados coletados e analisados (VON ELM et al., 2014). Foi aprovado sob parecer 3117242 do comitê de Ética (ANEXO).

### 5.2 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi realizado com dados de pacientes submetidos à cirurgia bariátrica no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HC-UFPE), uma unidade da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH). O HC-UFPE é reconhecido como referência nacional em cirurgias

bariátricas.

### 5.3. PERÍODO DO ESTUDO

Os prontuários analisados compreenderam pacientes admitidos entre 8 de setembro de 2020 e 23 de fevereiro de 2023. A coleta de dados foi realizada de agosto a dezembro de 2024, garantindo um período abrangente de análise.

### 5.4 POPULAÇÃO DO ESTUDO E PLANEJAMENTO AMOSTRAL

A população do estudo incluiu pacientes adultos (entre 28 e 63 anos), de ambos os gêneros, atendidos no HC-UFPE, que realizaram exames de densitometria óssea (DEXA) antes e/ou após a cirurgia bariátrica.

O tamanho da amostra foi determinado pelo número total de admissões elegíveis, seguindo os critérios de inclusão e exclusão descritos a seguir. A amostra se deu por conveniência.

Além da amostra inicial composta por 35 pacientes submetidos à cirurgia bariátrica e avaliados pré e pós-cirurgia, um novo conjunto de dados foi incluído na análise, contendo informações de DEXA pré-cirúrgicas de 56 pacientes. Esses novos dados foram analisados para verificar a similaridade das características no DEXA antes da cirurgia, bem como para validar os modelos preditivos desenvolvidos neste estudo.

#### **5.4.1 Critérios de inclusão**

Pacientes que realizaram cirurgia bariátrica no HC-UFPE e submeteram-se a exames DEXA antes ou após o procedimento.

#### **5.4.2 Critérios de exclusão**

- Exames de DEXA que apresentaram variações nos resultados pela presença de artefatos que dificultassem as observações no que diz respeito ao registro dos dados das variáveis analisadas.

## 5.5 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

### ▪ 5.5.1 Densitometria óssea e composição corporal

A avaliação inicial foi realizada por meio de anamnese preestabelecida, abrangendo informações sociais, antropométricas e comorbidades relevantes. Após essa etapa, os voluntários foram pesados em balança digital e tiveram sua altura aferida na posição em pé, utilizando um estadiômetro. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado com a fórmula  $\text{peso/altura}^2$  ( $\text{kg/m}^2$ ).

A composição corporal, incluindo massa magra, massa gorda, percentual de gordura e DMO, foi avaliada utilizando o exame de densitometria óssea de corpo inteiro (DEXA). O exame foi conduzido na Unidade de Diagnóstico por Imagem (UNIDI) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), empregando dois modelos de equipamentos de densitometria óssea: Discovery (Analogic®, EUA) e Hologic® (EUA). Ambos os aparelhos são calibrados regularmente, conforme as especificações do fabricante, para garantir precisão e padronização dos dados obtidos.

Os participantes foram orientados a adotar a posição correta no equipamento, permanecendo em decúbito dorsal, com braços estendidos ao longo do corpo e pernas alinhadas. Essa postura foi mantida durante todo o procedimento para assegurar uniformidade nas medidas. As imagens obtidas foram analisadas pelo software específico de cada equipamento, fornecendo dados detalhados sobre a DMO e a composição corporal.

### 5.5.2 Avaliação do Risco de Fraturas

Para a avaliação do risco de fraturas, utilizamos critérios baseados na literatura atual que identificam os principais fatores associados à fragilidade óssea em pacientes bariátricos. Foram considerados:

- Alterações na DMO: A redução na DMO, especialmente em regiões específicas como a pelve e os membros inferiores, é um marcador crítico para maior suscetibilidade a fraturas (Coupaye et al., 2018).
- Perda de massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup>: A massa magra exerce influência direta na força mecânica aplicada ao esqueleto, e sua perda

após a cirurgia bariátrica está associada a maior fragilidade óssea e risco de quedas (Tagliaferri et al., 2022).

- Redistribuição de gordura (%Androide/%Ginoide): O aumento da gordura andróide está relacionado a maiores níveis de inflamação sistêmica e atividade osteoclástica, enquanto a gordura ginoide parece ser menos prejudicial à saúde óssea (NAMWONGPROM et al., 2019).
- Perda de peso total: Perdas rápidas e significativas de peso resultam em menor carga mecânica sobre os ossos, o que reduz a estimulação osteoblástica e favorece a reabsorção óssea (Yu et al., 2015).

Os pacientes foram classificados como de alto risco de fraturas caso apresentassem ao menos um dos seguintes critérios:

1. Redução da DMO abaixo da média do grupo (Coupaye et al., 2018; Lalmohamed et al., 2019)
2. Perda de massa magra acima da média. (Tagliaferri et al., 2022; Beck et al., 2019)
3. Aumento no índice %Androide/%Ginoide superior à média do grupo (Koh et al., 2020; Cipriani, 2023)

### 5.5.3 Variáveis Analisadas

As principais variáveis analisadas no estudo foram:

- Peso corporal (kg).
- Índice de massa corporal (IMC, kg/m<sup>2</sup>).
- Percentual de gordura total e regional.
- Relação %Androide/%Ginoide.
- Massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>).
- Massa apendicular ajustada pela altura<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>).
- DMO (g/cm<sup>2</sup>) total e regional (pelve e membros inferiores).
- T-score e Z-score:

O T-score é um índice que compara a DMO do paciente com a DMO média de uma população jovem saudável do mesmo sexo, expressa em desvios padrão. Já o Z-score compara a DMO do paciente com a média de indivíduos da mesma idade, sexo e etnia. Ambos os escores são calculados automaticamente pelos softwares dos equipamentos de densitometria óssea, com base em bancos de dados de referência previamente calibrados.

## 5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o software R (versão 4.2.0).

A análise estatística foi conduzida para quantificar as relações entre variáveis antropométricas, composição corporal e DMO. Para as comparações entre os momentos pré e pós-operatório, foram utilizados testes de Wilcoxon para variáveis não paramétricas e teste t pareado para variáveis com distribuição normal. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk.

Para avaliar a relação entre perda de peso e DMO total e regional (pelve e membros inferiores), foi realizada regressão linear múltipla, controlando por variáveis como idade, sexo e redistribuição de gordura e verificada a significância de cada uma delas no modelo admitindo um  $p < 0,05$ .

O impacto da relação Androide/Ginoide (%Androide/%Ginoide) na DMO e no risco de fraturas foi analisado por correlações de Pearson ou Spearman, conforme a característica da variável. Modelos de regressão logística foram empregados para determinar a influência dessas variáveis na probabilidade de fratura.

Para investigar correlações entre variáveis contínuas, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, com a seguinte classificação:

*Quadro 1 Correlação de Pearson*

Classificação da Correlação	Intervalo de Valores
Muito Fraca	0,00 – 0,19
Fraca	0,20 – 0,39

Moderada	0,40 – 0,59
Forte	0,60 – 0,79
Muito Forte	0,80 – 1,00

## 5.7 Cálculo do T-Score e Z-Score

O T-Score foi calculado comparando a DMO do paciente com a DMO média de adultos jovens saudáveis do mesmo sexo. Já o Z-Score foi baseado na comparação da DMO do paciente com a média de indivíduos da mesma idade, sexo e etnia. Esses indicadores são fundamentais para avaliar o estado ósseo e prever o risco de fraturas, permitindo identificar desvios significativos da normalidade.

## 5.8 Desenvolvimento do Modelo Preditivo

Com base nos objetivos do estudo, foi desenvolvido um modelo preditivo para explorar as alterações na DMO e o risco de fraturas em pacientes bariátricos. Este modelo considerou dois modelos estatísticos principais: regressão linear e regressão logística.

### 5.8.1 Definição das Variáveis

Dependente: Alterações na DMO total e regional (pelve e membros inferiores).

Independentes: Perda de peso, redistribuição de gordura (%Androide/%Ginoide), massa magra/altura<sup>2</sup>, idade, sexo e índices de sarcopenia.

## 5.9 Construção do Modelo

Para estimar as alterações na densidade mineral óssea (DMO) final e o risco de fraturas, foram desenvolvidos modelos preditivos baseados em regressão linear múltipla e regressão logística binária.

A regressão linear múltipla foi utilizada para prever a DMO final, considerando variáveis associadas à composição corporal e fatores de risco. A seleção das variáveis foi realizada pelo método stepwise, utilizando um critério de significância de  $p < 0,005$ . As variáveis independentes incluídas no modelo foram:

- Perda de peso (kg)
- Redistribuição de gordura (%Androide/%Ginoide)
- Massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>)
- Idade (anos)
- Sexo (M/F)
- Índices de sarcopenia (massa apendicular/altura<sup>2</sup>)

O ajuste do modelo foi avaliado pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ), garantindo sua capacidade de explicar as variações na DMO final.

Para a estimativa do risco de fraturas, foi aplicada a regressão logística binária, onde a variável dependente foi dicotomizada em alto risco e baixo risco, seguindo critérios estabelecidos na literatura. O modelo incluiu como variáveis preditoras a DMO total e regional (pelve e membros inferiores), redistribuição de gordura e massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup>. A capacidade discriminativa do modelo foi avaliada pela curva ROC (Receiver Operating Characteristic) e área sob a curva (AUC-ROC).

Como valores de corte para risco de fraturas ( $f$ ) e saúde óssea foram adotados:

1. Densidade Mineral Óssea (*DMO*) (WHO, 1994)
  - Normal: T-score  $\geq -1,0$
  - Osteopenia (redução leve da DMO): T-score entre -1,0 e -2,5
  - Osteoporose: T-score  $\leq -2,5$
  - Osteoporose grave: T-score  $\leq -2,5$  com fraturas associadas
2. Índice Androide/Ginoide (*And/Gin*) (Schutz, 2002)
  - Baixo risco (predomínio ginoide):  $A/G < 0,8$  (mulheres) e  $A/G < 1,0$  (homens)

- Risco moderado: A/G entre 0,8 e 1,0 (mulheres) e entre 1,0 e 1,2 (homens)
  - Alto risco (predomínio androide): A/G > 1,0 (mulheres) e A/G > 1,2 (homens)
3. Massa Magra/Altura<sup>2</sup> ( $MM/h^2$ ) (Janssen, 2000)
- Homens:  $IMM \leq 17,0 \text{ kg/m}^2$
  - Mulheres:  $IMM \leq 15,0 \text{ kg/m}^2$
4. Massa Apendicular/Altura<sup>2</sup> ( $MA/h^2$ ) (Cruz-Jentoft, et al 2010)
- Homens:  $IMMA \leq 7,0 \text{ kg/m}^2$
  - Mulheres:  $IMMA \leq 5,5 \text{ kg/m}^2$
5. Índice de Massa Corporal ( $IMC$ ) (Ensrud, et al 2003)
- $IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$  (baixo peso): Maior risco de fraturas devido à menor DMO
  - $IMC$  entre 18,5 e 24,9  $\text{kg/m}^2$ : Equilíbrio adequado entre peso e densidade óssea
  - $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$  (obesidade): Possível redução da DMO devido à inflamação crônica e redistribuição de gordura
6. Altura e Risco de Fratura ( $h^2$ ) (Karim, 2016)
- Perda de altura > 4 cm sugere fraturas vertebrais e risco aumentado de osteoporose

A validação do modelo foi conduzida utilizando a técnica de validação cruzada k-fold (k=10) para minimizar overfitting e melhorar a generalização dos resultados. As equações finais do modelo preditivo e os valores estatísticos serão apresentados na seção de Resultados (6.6)

### 5.9.1 Validação do Modelo

A validação do modelo preditivo desenvolvido foi conduzida em diferentes etapas para garantir sua precisão e aplicabilidade. Inicialmente, o ajuste do modelo foi avaliado por meio do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) na regressão linear, permitindo verificar o quanto as variáveis explicativas foram capazes de prever as alterações na densidade mineral óssea. Para a regressão logística, foi empregada a área sob a curva ROC (AUC-ROC), um indicador fundamental para mensurar a capacidade do modelo de distinguir entre pacientes com maior ou menor risco de fratura.

Além da avaliação do ajuste, foi aplicada a técnica de validação cruzada do tipo k-fold cross-validation ( $k=10$ ), que divide a amostra em subconjuntos, permitindo que o modelo seja treinado e testado diversas vezes em diferentes combinações dos dados. Esse procedimento reduz o risco de overfitting e melhora a capacidade de generalização do modelo para novos pacientes.

Com base nos resultados do modelo logístico, foi realizada a estratificação dos pacientes em diferentes categorias de risco para fraturas. A classificação em baixo, moderado e alto risco foi baseada na probabilidade predita pelo modelo, permitindo uma interpretação clínica mais aplicável. Esse processo possibilitou avaliar a relevância dos novos parâmetros de obesidade na estratificação do risco ósseo, fornecendo subsídios para futuras condutas clínicas voltadas à preservação da saúde óssea em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica.

Todos os testes estatísticos foram realizados considerando um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## 5.10 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Este projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HC-UFPE), filial da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), sob o parecer nº 3117242. O estudo seguiu rigorosamente os princípios éticos estabelecidos pela Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, que regula pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil.

Foi obtido o consentimento livre e esclarecido dos participantes, garantindo que todos estivessem cientes dos objetivos, procedimentos e potenciais riscos e benefícios do estudo. O termo de consentimento assegurou a confidencialidade e a privacidade dos dados, enfatizando que nenhum prejuízo ou constrangimento seria causado aos participantes.

Para preservar a integridade dos dados e dos voluntários:

- As informações pessoais foram codificadas e mantidas sob sigilo, sendo acessíveis apenas aos responsáveis pela pesquisa.
- Todos os dados coletados foram utilizados exclusivamente para fins científicos, divulgados em eventos acadêmicos e publicações científicas sem qualquer identificação dos participantes.

Os dados obtidos na pesquisa estão armazenados em um ambiente seguro, incluindo pastas de arquivos físicos e digitais, sob a responsabilidade do pesquisador principal. Esses arquivos serão mantidos no Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco por um período mínimo de cinco anos, conforme regulamentação ética vigente.

## **6 RESULTADOS**

A amostra do estudo foi composta por 91 pacientes, dos quais 35 foram avaliados em dois momentos (pré e pós-cirurgia bariátrica), enquanto 56 pacientes foram analisados apenas no período pré-cirúrgico. A média de idade da amostra total foi  $39,8 \pm 9,4$  anos, com altura média de  $1,62 \pm 0,09$  m e peso médio de  $94,08 \pm 20,43$  kg.

A DMO total média foi  $1,18 \pm 0,13$  g/cm<sup>2</sup>, com valores semelhantes observados entre os pacientes com apenas uma avaliação pré-cirúrgica e aqueles que foram acompanhados longitudinalmente. O percentual de gordura corporal foi  $41,68 \pm 7,42\%$ , com uma relação andróide/ginóide média de  $1,00 \pm 0,14$ . Os prontuários analisados foram de pacientes que iriam se submeter à cirurgia bariátrica pelo Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco – EBSERH, entre 8 de setembro de 2020 e 23 de fevereiro de 2023.

### 6.1 Características Basais da Amostra

Os participantes apresentaram (tabela 1) idade média de 43,57 anos (DP = 10,404) e altura média de 1,61 m (DP = 0,07064), sem alterações entre os momentos pré e pós-intervenção. O peso médio foi reduzido significativamente, de 116,46 kg (DP = 16,76) para 91,51 kg (DP = 15,67), confirmando a eficácia da intervenção cirúrgica no controle do peso corporal ( $p < 0,001$ ).

Apesar de o estudo não incluir variáveis como circunferência do pescoço razão cintura-altura (RCA) e razão cintura quadril (RCQ) reconhecidas como relevantes nos novos critérios de obesidade clínica e pré-clínica (Lancet, 2025), os dados apresentados permitem um entendimento abrangente das alterações relacionadas à composição corporal e saúde óssea em pacientes bariátricos.

*Tabela 1 Dados descritivos e comparação entre momento pré e pós*

Variáveis	Pré Média	[DP]	Pós Média	[DP]	P
Idade	43,57	[10,404]	43,57	[10,404]	
Altura	1,61	[0,07064]	1,61	[0,07064]	
Peso	116,46	[16,76]	91,51	[15,67]	0,000*
Densidade Mineral Óssea					
Pelve	1,2421	[0,19799]	1,196	[0,16480]	0,009*
Perna Esquerda	1,2128	[0,14355]	1,1933	[0,14076]	0,045*
Perna Direita	1,2211	[0,13487]	1,198	[0,13205]	0,034*
Total	1,1717	[0,11739]	1,1622	[0,11865]	0,210
T-SCORE	0,6062	[1,40246]	0,5085	[1,45083]	0,265
Z-SCORE	0,5714	[1,14186]	0,4971	[1,16757]	0,324
% GORDURA TOTAL	48,3857	[5,37155]	42,4171	[5,97324]	0,000*
GORDURA/ALTURA <sup>2</sup>	21,2371	[4,07756]	14,9657	[4,15832]	0,000*
GORDURA ANDROIDE	5589,4571	[4163,9927]	3016,3714	[1133,3563]	0,001*
GORDURA GINOIDE	8398,9714	[2322,8433]	6114,9714	[1846,8993]	0,000*
%ANDROIDE/%GINOIDE	1,07	[0,0963]	1,01	[0,1105]	0,000*
M MAGRA/ALTURA <sup>2</sup>	22,3228	[2,1495]	19,82	[2,2640]	0,000*
M APENDICULAR/ALTURA <sup>2</sup>	10,1117	[1,1427]	8,7354	[1,1750]	0,000*

Teste t de amostras pareadas; DP= Desvio Padrão; \* =  $p < 0,05$

## 6.2 Alterações na Composição Corporal e Densidade Mineral Óssea

Os resultados destacaram reduções significativas em várias variáveis após a intervenção, incluindo a DMO nas regiões da pelve ( $p = 0,009$ ), perna esquerda ( $p = 0,045$ ) e perna direita ( $p = 0,034$ ). Contudo, a DMO total não apresentou diferenças estatisticamente significativas ( $p = 0,210$ ). Em relação aos escores T e Z, não foram observadas alterações relevantes ( $p = 0,265$  e  $p = 0,324$ , respectivamente).

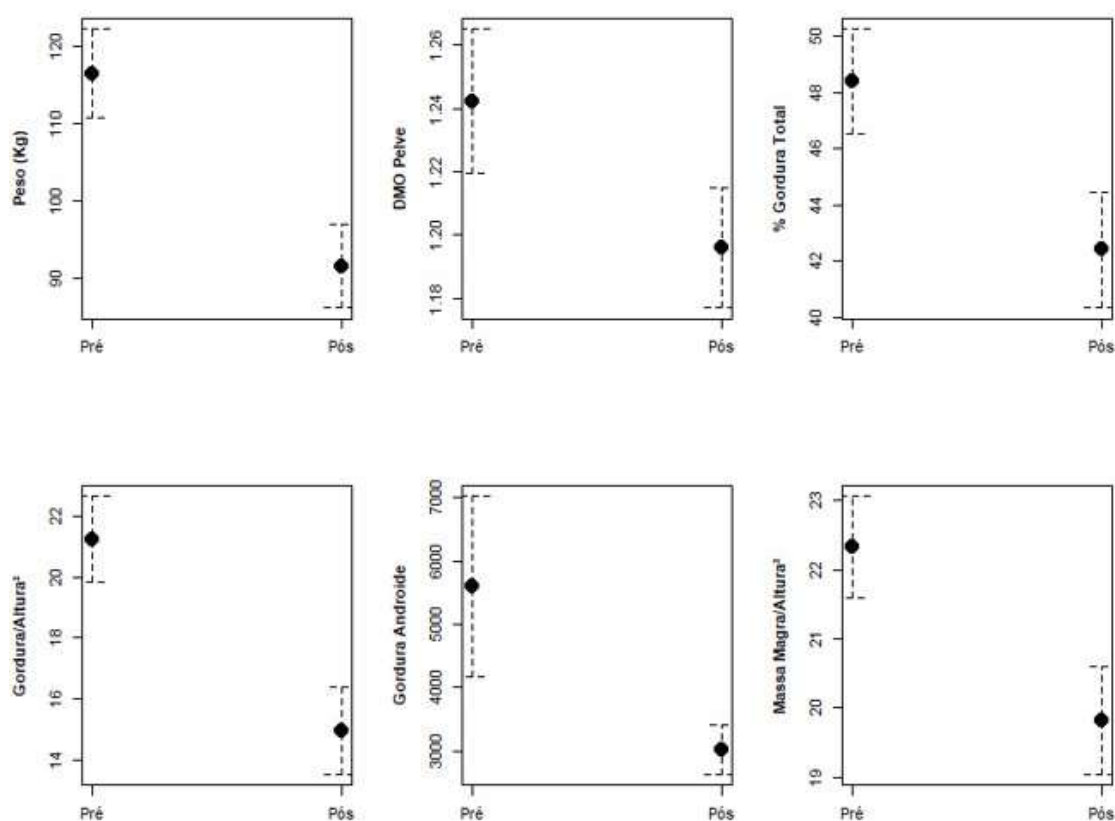
Na composição corporal, houve uma redução significativa no percentual de gordura total ( $p < 0,001$ ), na gordura por altura ao quadrado ( $p < 0,001$ ) e nas gorduras andróide ( $p = 0,001$ ) e ginóide ( $p < 0,001$ ). A massa magra por altura ao quadrado ( $p < 0,001$ ) e a massa apendicular por altura ao quadrado ( $p < 0,001$ ) também apresentaram declínios significativos.

Quadro 2 DMO = Correlações de Pearson entre variáveis pós-cirurgia bariátrica

Variável 1	Variável 2	r	P
Peso	% Gordura Total	0,744	<0.001
Peso	Gordura/Altura <sup>2</sup>	0,922	<0.001
Peso	Gordura Ginóide	0,885	<0.001
Peso	Massa Magra/Altura <sup>2</sup>	0,799	<0.001
Peso	Massa Apendicular/Altura <sup>2</sup>	0,635	<0.001
DMO Pelve	DMO Perna Esquerda	0,379	0.025
DMO Pelve	DMO Perna Direita	0,408	0.015
DMO Perna Esquerda	DMO Perna Direita	0,666	<0.001
% Gordura Total	Gordura/Altura <sup>2</sup>	0,904	<0.001
% Gordura Total	Gordura Ginóide	0,701	<0.001
% Gordura Total	Relação Andróide/Ginóide	0,446	0.007
% Gordura Total	Massa Magra/Altura <sup>2</sup>	0,405	0.016
% Gordura Total	Massa Apendicular/Altura <sup>2</sup>	0,38	0.024
Gordura Ginóide	Gordura/Altura <sup>2</sup>	0,796	<0.001
Gordura Ginóide	Relação Andróide/Ginóide	0,333	0.050
Gordura Ginóide	Massa Magra/Altura <sup>2</sup>	0,666	<0.001
Gordura Ginóide	Massa Apendicular/Altura <sup>2</sup>	0,487	0.003
Massa Magra/Altura <sup>2</sup>	Massa Apendicular/Altura <sup>2</sup>	0,787	<0.001

O gráfico 1 mostra os resultados antes e depois da cirurgia bariátrica em algumas variáveis.

Gráfico 1 Comparações de médias com intervalos de confiança nas alterações na composição corporal e densidade mineral óssea (DMO) em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica.



Descrição 1 Os gráficos apresentam os valores médios e intervalos de confiança das variáveis Peso (kg), DMO da Pelve ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ), % de Gordura Total, Gordura/Altura<sup>2</sup>, Gordura Androide e Massa Magra/Altura<sup>2</sup>

### 6.3 Análises de Correlação

Para explorar as associações entre as variáveis, foi calculada a diferença entre os valores pré e pós-intervenção, e em seguida, realizadas análises de correlação de Pearson (Tabela 2).

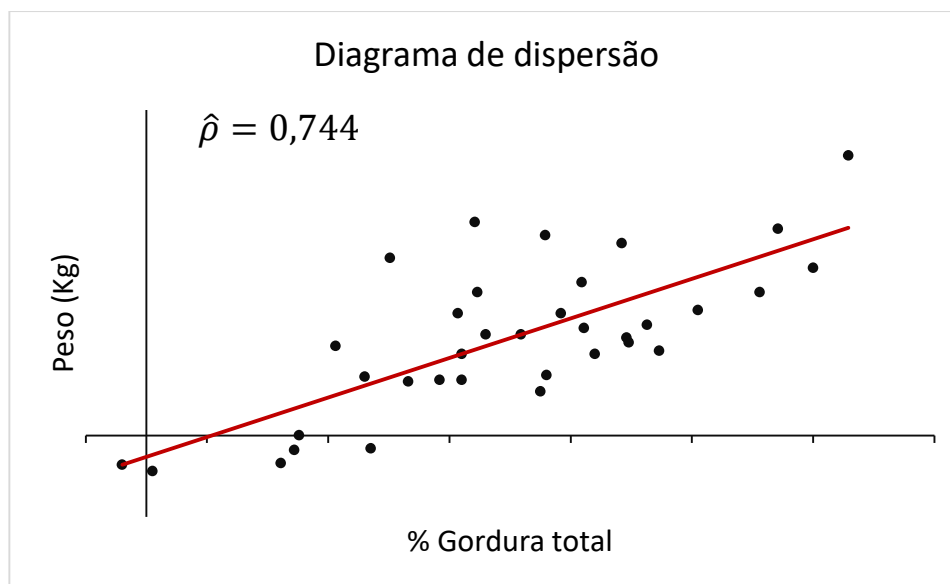
*Tabela 2 Coeficientes de correlação de Pearson entre diversas variáveis de diferença ( $p < 0,05$ )*

Variáveis	(r)	P
Peso x Gordura Total	0,744	<0,001*
Peso x Gordura/Altura <sup>2</sup>	0,922	<0,001*
DMO Pelve x DMO Perna E	0,379	0,025*
DMO Pelve x DMO Perna D	0,408	0,015*
Gordura Ginóide x Massa Magra/Altura <sup>2</sup>	0,666	<0,001*

Esses achados revelam que a perda de peso está associada a mudanças importantes na composição corporal e na densidade mineral óssea de regiões específicas. Além disso, as correlações entre a DMO da pelve e as pernas sugerem um padrão regional de alteração óssea.

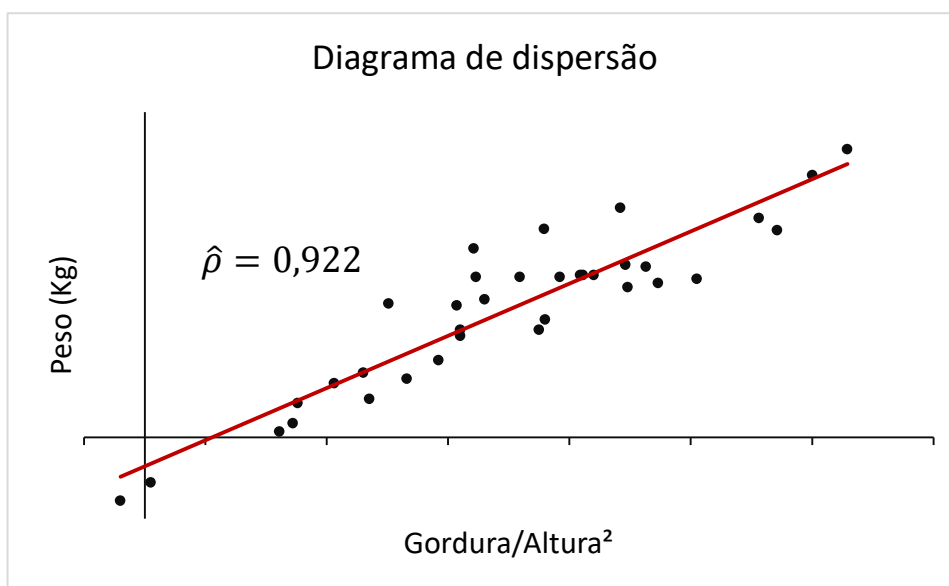
As dispersões revelam tendências nas figuras a seguir.

*Figura 8 Relação entre peso corporal e percentual de gordura antes e após a cirurgia bariátrica..*



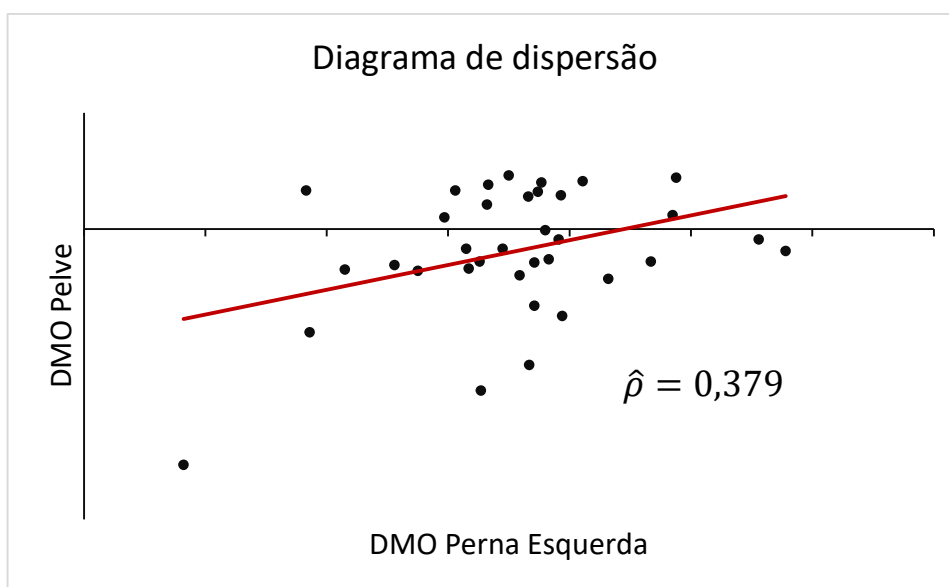
*Descrição 2 Este gráfico de dispersão apresenta a correlação entre peso corporal e percentual de gordura nos momentos pré e pós-cirurgia bariátrica, demonstrando a redução significativa na composição de gordura.*

Figura 9 Relação entre peso corporal e gordura ajustada pela altura<sup>2</sup> antes e após a cirurgia bariátrica.



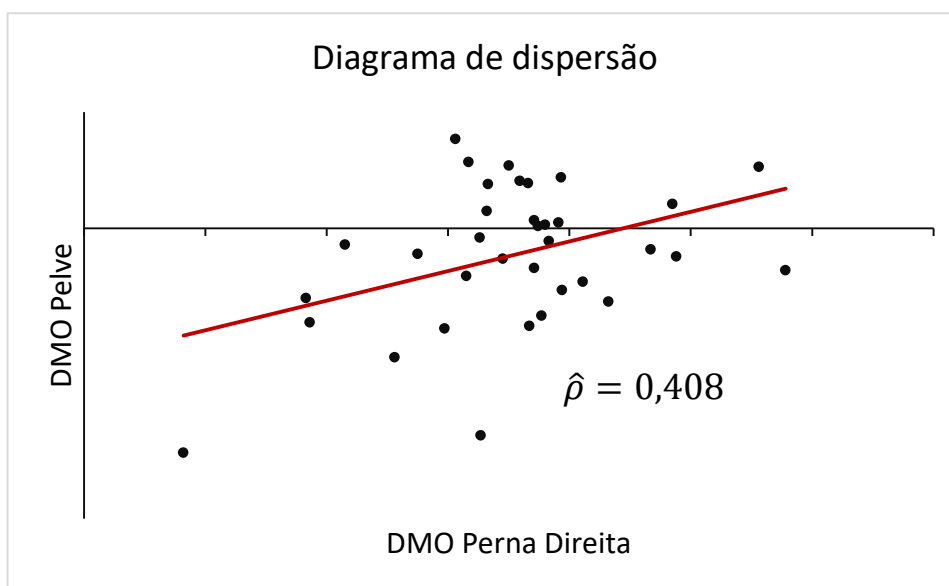
Descrição 3 Diagrama de dispersão demonstrando a correlação entre peso corporal e gordura ajustada pela altura<sup>2</sup>, destacando a tendência de perda de gordura em relação ao peso corporal total.

Figura 10 Tendência de variação da DMO na pelve e membros inferiores após a cirurgia bariátrica.



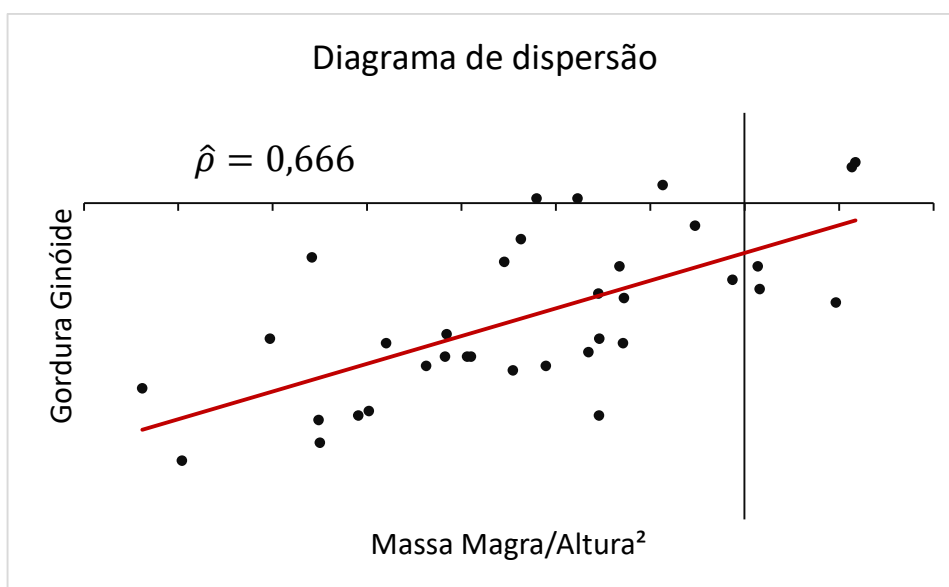
Descrição 4 Gráficos de dispersão ilustrando a redução da densidade mineral óssea (DMO) na pelve e nos membros inferiores (pernas esquerda e direita), indicando os impactos regionais da perda de peso na estrutura óssea.

Figura 11 Tendência de variação da DMO na pelve e membros inferiores após a cirurgia bariátrica



Descrição 5 Gráficos de dispersão ilustrando a redução da densidade mineral óssea (DMO) na pelve e nos membros inferiores (pernas esquerda e direita), indicando os impactos regionais da perda de peso na estrutura óssea.

Figura 12 Associação entre gordura ginoide e massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup>.



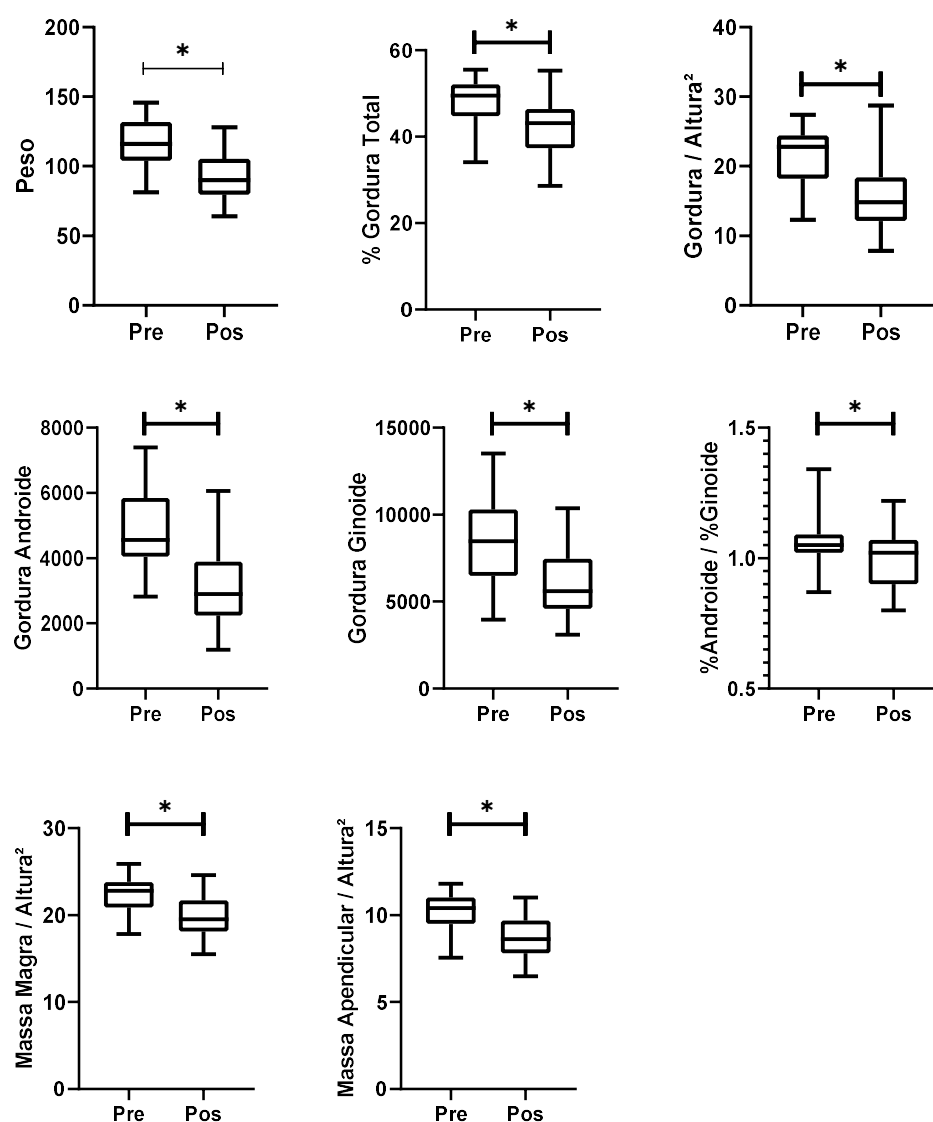
Descrição 6 Diagrama de dispersão apresentando a correlação entre a gordura ginoide e a massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup>, demonstrando a relação entre redistribuição da gordura e manutenção da massa muscular.

## 6.4 Representações Visuais

Foi feita (Figura 6) uma análise comparativa das variáveis de Peso e Gordura entre os grupos PRÉ e PÓS. As barras representam as médias, e os erros padrão são indicados pelos intervalos. As diferenças estatisticamente significativas são indicadas por asteriscos ( $p < 0,05$ ).

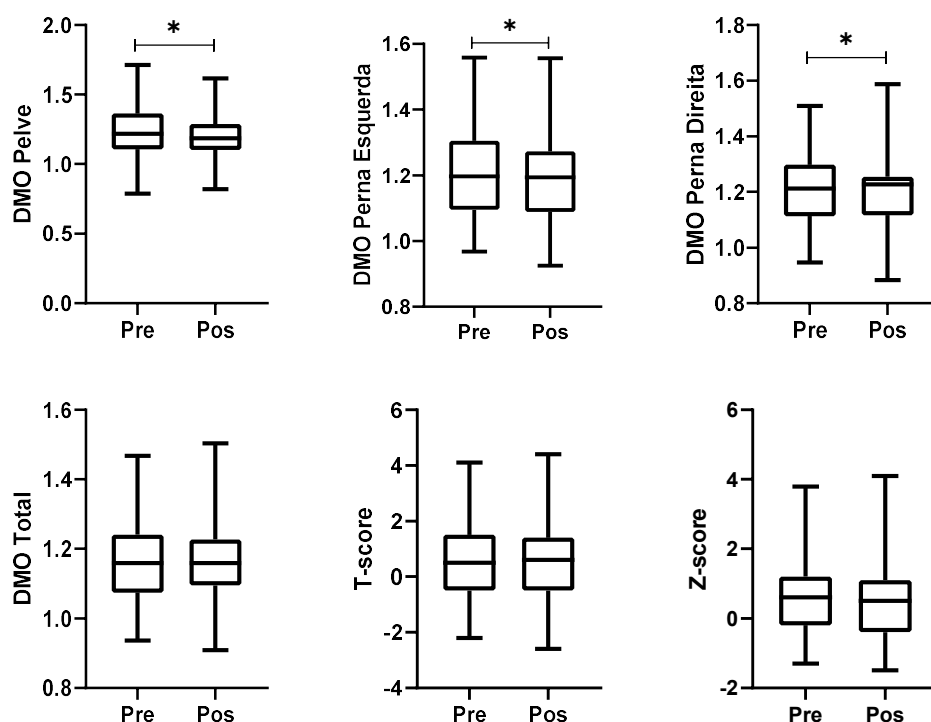
A DMO em diferentes regiões corporais (pelve, perna esquerda e direita) nos momentos pré e pós-intervenção foi avaliada na figura 7. Os valores médios são apresentados, destacando as regiões com reduções significativas.

Figura 13 Peso e composição de gordura (PRÉ e PÓS)



Descrição 7 Distribuição dos valores de peso corporal e percentual de gordura antes e depois da cirurgia bariátrica

Figura 14 Densidade Mineral Óssea por região (PRÉ e PÓS)



Descrição 8 Variação da DMO nas regiões da pelve, perna esquerda e perna direita, destacando as reduções estatisticamente significativas.

## 6.5 Relações entre Variáveis Antes e Após a Intervenção

Para compreender as relações entre as variáveis medidas antes e depois da intervenção, foi criada uma variável de diferença calculada pela subtração dos valores pré dos valores pós (pós - pré). Essa abordagem permitiu avaliar as alterações absolutas nas variáveis analisadas. Em seguida, foi realizada uma análise de correlação de Pearson para identificar associações entre essas diferenças.

Os resultados da análise de correlação revelaram associações significativas em diversas áreas. O peso apresentou correlações positivas e significativas com o percentual de gordura total ( $r = 0,744$ ;  $p < 0,001$ ), gordura/altura<sup>2</sup> ( $r = 0,922$ ;  $p < 0,001$ ), gordura ginóide ( $r = 0,885$ ;  $p < 0,001$ ), massa magra/altura<sup>2</sup> ( $r = 0,799$ ;  $p < 0,001$ ) e massa apendicular/altura<sup>2</sup> ( $r = 0,635$ ;  $p < 0,001$ ), indicando que reduções no peso estão diretamente associadas a mudanças nessas variáveis.

A DMO da pelve apresentou correlação significativa com a DMO da perna esquerda ( $r = 0,379$ ;  $p = 0,025$ ) e da perna direita ( $r = 0,408$ ;  $p = 0,015$ ), sugerindo uma relação consistente entre essas regiões ósseas. Além disso, a DMO da

perna esquerda também foi correlacionada significativamente com a DMO da perna direita ( $r = 0,666$ ;  $p < 0,001$ ).

O percentual de gordura total demonstrou associações significativas com gordura/altura<sup>2</sup> ( $r = 0,904$ ;  $p < 0,001$ ), gordura ginóide ( $r = 0,701$ ;  $p < 0,001$ ), relação andróide/ginóide ( $r = 0,446$ ;  $p = 0,007$ ), massa magra/altura<sup>2</sup> ( $r = 0,405$ ;  $p = 0,016$ ) e massa apendicular/altura<sup>2</sup> ( $r = 0,380$ ;  $p = 0,024$ ), indicando que reduções na gordura corporal estão relacionadas a ajustes na distribuição de gordura e composição corporal magra.

Além disso, a gordura ginóide também se correlacionou positivamente e significativamente com a gordura/altura<sup>2</sup> ( $r = 0,796$ ;  $p < 0,001$ ), a relação andróide/ginóide ( $r = 0,333$ ;  $p = 0,050$ ), a massa magra/altura<sup>2</sup> ( $r = 0,666$ ;  $p < 0,001$ ) e a massa apendicular/altura<sup>2</sup> ( $r = 0,487$ ;  $p = 0,003$ ), reforçando o impacto de mudanças na gordura corporal na distribuição da composição magra.

Por fim, a massa magra/altura<sup>2</sup> apresentou alta correlação com a massa apendicular/altura<sup>2</sup> ( $r = 0,787$ ;  $p < 0,001$ ), evidenciando a consistência entre as medições de composição corporal magra.

Dessa maneira a análise do risco de fraturas nos 35 pacientes revelou que 30 deles (85,7%) apresentaram alto risco. A Tabela a seguir apresenta os critérios utilizados e as alterações específicas para DMO, massa magra e índice %Andróide/%Ginóide.

Quadro 3 Classificação de Risco de fraturas em pacientes pós bariátrica

Paciente	Peso Pré	Peso Pós	DMO Pré	DMO Pós	Massa Magra Pré	Massa Magra Pós	Risco de Fratura
1	112	105,9	1,12	1,037	23,4	21,2	ALTO RISCO
2	113,4	117,9	1,165	1,136	23,1	23,9	ALTO RISCO
3	90	64,1	0,787	0,819	19,1	15,5	ALTO RISCO
4	119	88,1	1,022	0,972	21,4	20,2	MODERADO
5	121	128	1,107	1,285	23,7	24,6	ALTO RISCO
6	127	92,4	1,061	1,217	20,7	17,1	ALTO RISCO
7	144	94	1,23	1,196	23,9	19,1	ALTO RISCO
8	107,5	78,3	1,022	1,089	21,5	18,1	ALTO RISCO
9	97,1	89,5	1,246	1,102	21	19,1	MODERADO
10	87	74	1,108	1,053	18,3	16,9	ALTO RISCO
11	116	95	1,68	1,613	25,1	21,8	ALTO RISCO
12	123	82,5	1,712	1,618	23,9	19,3	ALTO RISCO
13	104	93,4	1,297	1,288	23,7	24,1	ALTO RISCO
14	138	110	1,365	1,324	24,9	21,9	ALTO RISCO
15	102	81	1,205	1,185	23,5	20,4	ALTO RISCO
16	112	80	1,548	1,363	23,3	18,6	ALTO RISCO
17	131,9	86,3	1,209	1,186	25,9	20,6	ALTO RISCO
18	97	89,8	1,216	1,19	21,6	19,9	ALTO RISCO
19	81,3	64,7	0,97	0,885	19,1	17,1	MODERADO
20	103	68,8	1,395	1,181	23,8	20,4	ALTO RISCO
21	137	100,7	1,383	1,309	22,9	19,2	ALTO RISCO
22	145,8	111	1,369	1,301	25	22	ALTO RISCO
23	136	98,7	1,228	1,125	25,8	22,9	ALTO RISCO
24	118,7	105,2	1,022	1,015	19	16,9	ALTO RISCO
25	129	108,3	1,245	1,239	21,2	21,3	ALTO RISCO
26	116	84,9	1,086	1,097	22,5	19,1	ALTO RISCO
27	107	79,1	1,347	1,13	22,8	18,1	ALTO RISCO
28	112,1	90	1,36	1,287	17,8	17,3	MODERADO
29	116	93	1,167	1,252	20,2	18,9	ALTO RISCO
30	92,1	77	1,291	1,166	21,6	21,7	ALTO RISCO
31	113,3	91	1,572	1,254	20,9	19,5	MODERADO
32	132,4	79,5	1,124	1,107	22,8	18,7	ALTO RISCO
33	136,2	117	1,153	1,241	20,5	19,7	ALTO RISCO
34	120	72,9	1,444	1,415	22,2	16,5	ALTO RISCO
35	138,5	111	1,219	1,186	25,2	22,1	ALTO RISCO

Legenda 1Peso (Kg). DMO (g/cm<sup>2</sup>), Massa Magra (kg/m<sup>2</sup>), ALTO RISCO de fraturas, MODERADO Risco de fraturas

A redução média na densidade mineral óssea da pelve foi de  $-0,07 \pm 0,02$  g/cm<sup>2</sup>, com alguns pacientes apresentando quedas superiores a  $-0,1$  g/cm<sup>2</sup>. A perda de massa magra foi um dos fatores mais determinantes, com uma média de  $-2,1 \pm 0,5$  kg/m<sup>2</sup>, enquanto 60% dos pacientes apresentaram aumento no índice %Androide/%Ginoide.

## 6.6 Modelo Preditivo para DMO e Risco de Fraturas

O modelo de regressão linear múltipla desenvolvido para estimar a densidade mineral óssea (DMO) final incluiu três variáveis preditoras significativas, selecionadas pelo método stepwise ( $p < 0,005$ ). A equação final foi:

$$\widehat{DMO_{final}} = 0,72 + 0,07(massa\ magra/altura^2) - 0,03(g\acute{e}nero[M]) \\ - 0,29(gordura\ androide/gordura\ ginoide)$$

O modelo apresentou elevado poder explicativo ( $R^2 = 0,9942$ ), indicando que 99,42% da variação na DMO final foi explicada pelas variáveis selecionadas. Não foram observadas violações estatísticas, como problemas na distribuição dos resíduos ou multicolinearidade, confirmando a robustez do modelo.

Para a estimativa do risco de fraturas, foi aplicada regressão logística binária. A probabilidade de um paciente apresentar marcadores de fragilidade óssea foi estimada pela seguinte equação:

$$P(f) = 1 / 1 + \exp - \left\{ \begin{aligned} &\widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1(DMO) + \widehat{\beta}_2(And/Gin) + \widehat{\beta}_3 + (MM/h^2) \\ &+ \widehat{\beta}_4(MA/h^2) + \widehat{\beta}_5(IMC) + \widehat{\beta}_6(h^2) \end{aligned} \right\}$$

Com base no modelo, 85,7% dos pacientes (30 de 35) foram classificados como de alto risco de fraturas, sendo a baixa DMO na pelve e a perda de massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup> os fatores mais determinantes.

## 7 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam de forma clara a eficácia da cirurgia bariátrica na promoção da perda ponderal, com uma redução média de peso de 24,95 kg entre os momentos pré e pós-intervenção. Essa mudança substancial reflete os efeitos metabólicos e comportamentais induzidos pela cirurgia, sendo amplamente documentada na literatura como um dos principais benefícios dessa abordagem terapêutica para o manejo da obesidade grave (Hsieh et al., 2019; Sjöström et al., 2007). No entanto, a análise detalhada da composição corporal e da DMO apresentada aqui revela que as repercussões dessa intervenção vão além do simples controle ponderal, trazendo implicações profundas para a saúde óssea e funcionalidade dos pacientes.

Estudos recentes indicam que a redistribuição da gordura corporal, especialmente o aumento da adiposidade central, pode influenciar negativamente a saúde óssea em pacientes pós-cirurgia bariátrica (Cipriani, 2023). A relação Androide/Ginoide tem sido apontada como um fator determinante no metabolismo ósseo, uma vez que a adiposidade andróide está associada a um perfil inflamatório elevado e redução da formação óssea (Cunha, et al, 2010). Neste estudo, a influência desses parâmetros na densidade mineral óssea foi evidenciada, sugerindo que a composição corporal pós-cirúrgica desempenha um papel crucial na fragilidade óssea e no risco de fraturas em pacientes bariátricos.

Além disso, a análise do impacto da composição corporal na saúde óssea sugere que a perda de massa magra, combinada à redistribuição de gordura, pode comprometer a estrutura óssea, mesmo em pacientes que ainda apresentam sobrepeso ou obesidade (Bredveld et al., 2021; Croghan et al., 2022).. Esses achados reforçam a necessidade de um acompanhamento clínico mais detalhado, especialmente na avaliação da composição corporal e da densidade mineral óssea antes e após a cirurgia bariátrica. (Tagliaferri et al., 2021)

O impacto clínico desses achados é relevante para a estratificação de risco e o desenvolvimento de estratégias preventivas (Coupaye et al., 2022).

Pacientes com maior redistribuição de gordura andróide e perda acentuada de massa magra podem necessitar de um acompanhamento nutricional e fisioterapêutico mais intensivo, bem como estratégias específicas de suplementação e exercícios resistidos para minimizar o impacto na densidade óssea (Silva et al., 2021; Zhao et al., 2019).

Uma das contribuições mais significativas deste trabalho é a identificação de alterações regionais específicas na DMO, particularmente na pelve e nos membros inferiores, áreas críticas para a sustentação do peso e a mobilidade. A redução significativa da DMO nessas regiões reforça a hipótese de que a perda de carga mecânica após a cirurgia desempenha um papel fundamental no processo de perda óssea. Esse achado é consistente com a literatura, que destaca a importância da mecanotransdução – ou seja, a estimulação mecânica dos ossos pelas forças geradas pelo peso corporal e pela atividade muscular – como um fator crucial na manutenção da saúde óssea (Sivakumar et al., 2020; Beck et al., 2019). A redução da carga mecânica pós-cirúrgica, combinada com a perda de massa muscular, parece criar um ambiente propício para a reabsorção óssea, especialmente em regiões que suportam altas cargas, como as extremidades inferiores.

Além disso, os dados deste estudo destacam a complexa interação entre a redistribuição de gordura corporal e a saúde óssea. A redução significativa da gordura andróide e da gordura ginoide indica uma redistribuição pós-cirúrgica que reflete mudanças metabólicas e hormonais. Embora a diminuição da gordura visceral (andróide) seja amplamente associada a benefícios cardiovasculares, seu impacto na saúde óssea é menos linear. Estudos recentes indicam que a gordura visceral, por meio da secreção de adipocinas inflamatórias, pode exacerbar a reabsorção óssea, enquanto a gordura subcutânea, como a ginoide, parece ter um efeito menos prejudicial ou até protetor em alguns casos (Hutton et al., 2017; Rivas et al., 2018). No entanto, a redução simultânea de ambas as gorduras observada neste trabalho pode ter contribuído para a maior fragilidade óssea, especialmente em regiões como a pelve e as pernas, onde o impacto mecânico é mais significativo.

No contexto dos novos critérios diagnósticos de obesidade publicados em 2025 pela revista *The Lancet*, os dados deste estudo adquirem uma perspectiva ainda mais relevante. Esses critérios, que incluem medidas como a circunferência do pescoço, razão cintura-quadril e razão cintura-altura, ampliam a avaliação da obesidade além do IMC. Essas medidas refletem não apenas o acúmulo de gordura, mas também sua distribuição, fatores que exercem influência significativa na saúde óssea e metabólica. Estudos recentes indicam que a circunferência do pescoço está associada ao aumento da inflamação sistêmica e ao risco metabólico, o que pode ter implicações diretas no metabolismo ósseo por meio de processos mediados por adipocinas (Hsieh et al., 2025).

A análise dos dados também revela uma redução substancial da massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup> e da massa apendicular ajustada pela altura<sup>2</sup>, indicando perdas importantes nos componentes musculares dos participantes. Essas reduções, que alcançaram níveis de significância estatística, têm implicações diretas na saúde óssea. A interação músculo-osso, mediada pela aplicação de forças mecânicas durante as contrações musculares, é um dos principais estímulos para a remodelação óssea. A redução da massa muscular, como observada neste estudo, pode comprometer a formação óssea e aumentar o risco de fraturas, especialmente em áreas sujeitas a maior carga, como as extremidades inferiores (Carter et al., 2018; Lang et al., 2020).

Em particular, 85,7% dos pacientes foram classificados como de alto risco de fraturas. Os fatores mais determinantes incluíram a perda de massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup> e a redução na densidade mineral óssea da pelve. Além disso, o aumento médio do índice %Androide/%Ginoide destacou a redistribuição de gordura como um potencial agravante para a saúde óssea. Esses achados corroboram estudos prévios que associam a redução DMO e a redistribuição de gordura ao aumento da fragilidade óssea (Coupaye et al., 2018; Tagliaferri et al., 2022).

Outro aspecto relevante diz respeito à estabilidade relativa da DMO total, que não apresentou uma redução estatisticamente significativa neste estudo. Embora possa parecer paradoxal à primeira vista, esse resultado reflete a

variabilidade inter-regional e interindividual da perda óssea. Regiões com menor impacto mecânico podem contribuir para a manutenção da DMO total, mascarando perdas mais acentuadas em áreas específicas, como a pelve e as pernas. Esse achado ressalta a importância de uma análise regionalizada da DMO para identificar padrões de vulnerabilidade que podem ser ocultos em análises globais (Shah et al., 2018; Hubbard et al., 2020).

Ainda assim, os resultados destacam a importância de um monitoramento detalhado da saúde óssea utilizando o DEXA, uma ferramenta essencial para identificar alterações precoces na densidade mineral óssea e na composição corporal. O uso do DEXA permitiu correlacionar essas alterações com fatores específicos, como perda de massa magra e redistribuição de gordura, fornecendo uma visão abrangente do impacto metabólico da cirurgia bariátrica. Esses resultados enfatizam a necessidade de intervenções preventivas, incluindo a implementação de programas de treinamento de força e estratégias de reabilitação direcionadas para minimizar os riscos de fraturas e preservar a saúde óssea em longo prazo.

Apesar da relevância dos achados, algumas limitações devem ser consideradas ao interpretar os resultados deste estudo. A amostra foi composta por pacientes em um único centro hospitalar, o que pode limitar a generalização dos resultados. Além disso, a ausência de biomarcadores ósseos e inflamatórios, restringe uma compreensão mais detalhada dos mecanismos biológicos envolvidos na perda óssea pós-cirurgia bariátrica. O modelo preditivo desenvolvido necessita de validação externa para garantir sua aplicabilidade clínica. Além disso, variáveis importantes como nível de atividade física e estado nutricional não foram analisadas, o que poderia influenciar as alterações observadas na composição corporal e no risco de fraturas. Estudos futuros com um acompanhamento mais longo e uma abordagem multidisciplinar detalhada poderão aprimorar a compreensão desses fenômenos e otimizar estratégias de prevenção da fragilidade óssea em pacientes bariátricos.

Por fim, este estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre as consequências ósseas e musculares da cirurgia bariátrica, destacando a necessidade de um acompanhamento contínuo e multidisciplinar. A integração

de dados de composição corporal, análise regional da DMO e novos parâmetros diagnósticos da obesidade fornece uma base sólida para futuras pesquisas e intervenções, promovendo um cuidado integrado e eficaz.

## CONCLUSÃO

A perda de peso após a cirurgia bariátrica esteve associada a reduções significativas na densidade mineral óssea (DMO) em regiões de suporte de carga, como a pelve e os membros inferiores. No entanto, a DMO total não apresentou variação significativa, sugerindo que as alterações ósseas ocorrem de forma regionalizada e são mais pronunciadas em áreas expostas à diminuição da carga mecânica.

A redistribuição da gordura corporal, avaliada pelo índice Androide/Ginoide, demonstrou impacto significativo na perda óssea e no risco de fraturas. O aumento da gordura androide em relação à gordura ginoide esteve associado a menores valores de DMO, sugerindo que a distribuição da gordura corporal pode influenciar a resistência óssea e a fragilidade esquelética. Esse achado reforça a importância de avaliar não apenas o peso total, mas também a composição e a distribuição da gordura na estratificação do risco osteometabólico.

A perda de massa magra ajustada pela altura<sup>2</sup> foi um dos principais fatores associados à redução da DMO e ao aumento do risco de fraturas. A queda significativa na massa apendicular reforça a importância da interação músculo-osso no estímulo à remodelação óssea, evidenciando a necessidade de estratégias para preservação muscular no pós-operatório.

O modelo preditivo desenvolvido demonstrou ser eficaz na estimativa das mudanças na densidade óssea e no risco de fraturas após a cirurgia bariátrica. Os principais fatores associados à redução da densidade óssea foram a perda de massa magra, a redistribuição da gordura corporal e a DMO da pelve. Esses resultados sugerem que o modelo pode ser uma ferramenta útil para identificar precocemente pacientes com maior risco de fragilidade óssea, permitindo um acompanhamento mais direcionado e intervenções preventivas mais eficazes.

Por fim, este estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre as consequências ósseas e musculares da cirurgia bariátrica, reforçando a necessidade de acompanhamento contínuo e multidisciplinar. A integração dos dados de composição corporal e da análise regional da DMO já oferece uma base sólida para orientar o cuidado clínico e o desenho de novas pesquisas. Em estudos futuros, a incorporação de parâmetros diagnósticos emergentes da obesidade — que não foram analisados nesta coorte, mas possuem potencial explicativo adicional — poderá complementar essa abordagem e aprimorar estratégias de estratificação de risco e intervenção preventiva.

## REFERÊNCIAS

ABESO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA. Posicionamento sobre o tratamento nutricional do sobrepeso e da obesidade. São Paulo: ABESO, 2022. Disponível em: <https://abeso.org.br>. Acesso em: 29 de janeiro de 2025

ADAMS, T. D.; GRESS, R. E.; SMITH, S. C.; et al. Long-term mortality after gastric bypass surgery. *New England Journal of Medicine*, v. 357, n. 8, p. 753–761, 2007.

ALMEIDA, Érika de Araújo; SANTOS, Ana Maria Pujol Vieira dos; AROSSI, Guilherme Anziliero. Nível de atividade física e qualidade de vida de indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica: uma revisão da literatura. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, v. 14, n. 91, p. 1344-1455, 2020.

APOVIAN, C. M. et al. Effects of weight loss on bone mineral density and metabolism in patients with obesity. *Obesity Reviews*, v. 22, n. 1, p. 45-56, 2021.

ARONNE, L. J. et al. Pharmacological management of obesity. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, v. 4, n. 8, p. 625-635, 2016.

BATSIS, J. A. et al. Changes in body composition and their association with obesity-related comorbidities after bariatric surgery. *Obesity Surgery*, v. 28, p. 1336-1343, 2018.

BECK, M. A. et al. Sarcopenia and its impact on bone health in bariatric patients. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, v. 48, n. 3, p. 609-621, 2019.

BECK, M. A. et al. The role of adiposity in bone health after bariatric surgery. *Obesity Research & Clinical Practice*, v. 13, n. 5, p. 475-485, 2019.

BLIUC, D. et al. Obesity and risk of osteoporotic fractures. *Osteoporosis International*, v. 26, n. 1, p. 303-314, 2015.

Bliuc, D., Nguyen, N. D., Nguyen, T. V., & Eisman, J. A. (2015). Risk of osteoporotic fracture and mortality in obese individuals. *Journal of Bone and Mineral Research*, 30(11), 1968-1975. <https://doi.org/10.1002/jbmr.2573>

BONNICHSEN, L. et al. Bone health and fractures in bariatric surgery patients: An overview. *Clinical Nutrition*, v. 41, p. 432-445, 2022.

BONNICHSEN, M.; et al. Longitudinal assessment of bone mineral density and body composition using DXA in bariatric patients. *Journal of Bone and Mineral Research*, v. 37, n. 8, p. 1452-1462, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Número de cirurgias bariátricas realizadas no SUS aumenta 84% em 10 anos. Brasília: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude>. Acesso em: 18 jan. 2025.

BREDELLA, M. A.; HARRISON, S. A.; PEDERSEN, J. S.; et al. Bone density and body composition in adult women and men. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, v. 99, n. 9, p. 3306–3314, 2014.

BRETHAUER, S. A. et al. Systematic review of sleeve gastrectomy as a definitive weight loss procedure. *Surgical Endoscopy*, v. 32, p. 2311-2318, 2018.

BREDELLA, M. A. et al. The effects of weight loss and bariatric surgery on body composition and bone mineral density in obese patients. *Obesity*, v. 22, n. 7, p. 1525-1532, 2014.

BREDVELD, G. et al. The impact of body composition on bone mineral density and fracture risk after bariatric surgery: a systematic review. *Obesity Reviews*, v. 22, n. 3, 2021.

BONNICHSEN, S.; LEE, J.; CHOI, Y. et al. Inflammatory effects of visceral fat and its association with bone loss in bariatric patients. *Obesity Reviews*, v. 23, n. 1, p. 102-112, 2022.

BONNICHSEN, A. et al. Post-bariatric changes in fat distribution and bone health: A longitudinal perspective. *Obesity Reviews*, v. 23, n. 2, p. 109-118, 2022.

CAO, J. J. et al. Bariatric surgery and bone loss: mechanisms and clinical implications. *Bone Research*, 2020.

Carrasco, F.; Papapietro, K.; Csendes, A.; et al. Calcium and vitamin D supplementation after bariatric surgery: Effects on bone metabolism and strength. *Obesity Surgery*, v. 30, n. 9, p. 3458-3465, 2020.

Carter, S. L. et al. Muscle and bone: A review of the link between muscle mass and bone mineral density. *Journal of Bone and Mineral Research*, v. 33, n. 10, p. 1716-1726, 2018.

CHEN, Y.; XIANG, J.; WANG, Z.; et al. Associations of bone mineral density with lean mass, fat mass, and dietary patterns in postmenopausal Chinese women: a 2-year prospective study. *PLOS One*, v. 10, n. 8, e0137097, 2015.

CIPRIANI, C. et al. *Bone turnover markers and fracture risk after bariatric surgery. Frontiers in Endocrinology*, v.14, 2023.

CLAIR, M. et al. *Changes in bone turnover markers after bariatric surgery. Journal of Bone and Mineral Research*, v.34, p.1389-1399, 2019.

COMPSTON, Juliet; MCCLUNG, Michael; LESLIE, William D. "Osteoporosis." *The Lancet*, v. 393, n. 10169, p. 364-376, 2019.

**CORBEELS, Katrien et al.**  
*Thin bones: Vitamin D and calcium handling after bariatric surgery.*  
**Bone Reports**, v.8, p.57–63, 2018.  
<https://doi.org/10.1016/j.bonr.2018.02.002>

Coupaye, M. et al. Nutritional deficiencies and bone metabolism after bariatric surgery. *Clinical Nutrition*, v. 37, n. 1, p. 1–8, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22525731/>. Acesso em: 13 jan. 2025.

COUPAYE, M.; PRISSE, R.; COMBES, C.; BREUIL, M. Impact of bariatric surgery on bone health. *Obesity Surgery*, v. 28, n. 12, p. 3459-3474, 2018.

COUPAYE, C.; PATAULT, O.; THOREL, Q.; et al. Impact of severe obesity on bone mass before and after bariatric surgery. *Journal of Bone and Mineral Research*, v. 33, n. 7, p. 1294–1303, 2018.

COUPAYE, M. et al. Fat mass loss and changes in bone mineral density after bariatric surgery: a long-term perspective. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 115, n. 5, 2022.

COUPEAYE, C. et al. Assessing body composition post-bariatric surgery: Novel methodologies. *Metabolism and Bone*, v. 11, n. 3, p. 67-78, 2023.

COUPEAYE, C.; et al. Avaliação da circunferência do pescoço e relação cintura-altura na estratificação de riscos associados à obesidade. *Journal of Clinical Endocrinology*, v. 15, n. 3, p. 210-218, 2023.

Coupeaye, C., Baudin, G., Hébuterne, X., & Ziegler, O. (2023). Waist circumference and neck circumference as markers of visceral adiposity and metabolic risks. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 108(2), 123-135. <https://doi.org/10.1210/jcem-2023-00123>

COUPEAYE, M.; et al. Dual-energy X-ray absorptiometry for body composition analysis in post-bariatric surgery patients: a narrative review. *Obesity Surgery*, v. 33, n. 2, p. 512-525, 2023.

CROGHAN, C. et al. Lean mass loss and bone mineral density reduction in post-bariatric surgery patients. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, v. 106, n. 4, p. 1248-1257, 2022.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, London, v. 39, n. 4, p. 412-423, 2010. Disponível em: <https://academic.oup.com/ageing/article/39/4/412/409628>. Acesso em: 12 fev. 2025.

Cummings, S. R. et al. Osteoporotic fractures and the role of fat distribution. *JAMA*, v. 319, n. 11, p. 1139-1147, 2018.

Cummings, S. R.; Melton, L. J.; Eastell, R. et al. Obesity, inflammation, and bone health: complex interactions. *Osteoporosis International*, v. 29, p. 101–110, 2018.

Cummings, D. E., Cohen, R. V., & Rubino, F. (2018). Obesity: Mechanisms and clinical management. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 6(3), 171-179. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(18\)30028-3](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(18)30028-3)

CUNHA, Selma Freire de Carvalho da; et al. Evolução da massa corporal magra após 12 meses da cirurgia bariátrica. *Revista de Nutrição*, v. 23, n. 4, p. 595-601, 2010.

Dansinger, M. L. et al. Comparison of the Atkins, Zone, Ornish, and LEARN diets for change in weight and related risk factors in overweight and obese adults. *JAMA*, v. 307, n. 4, p. 313-323, 2018.

DASKALOPOULOU, S. S.; KOUKOU, M.; PAPANASTASIOU, N. et al. The role of body composition and visceral fat on health outcomes. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2018.

Daskalopoulou, S. S., Goulopoulou, S., & Vasilakou, T. (2018). Limitations of body mass index in assessing obesity-related health risks. *Obesity Reviews*, 19(4), 487-499. <https://doi.org/10.1111/obr.12645>

Dixon, J. B. et al. The obesity epidemic and its impact on the treatment of obesity-related complications. *Journal of the American College of Surgeons*, v. 221, n. 3, p. 445-451, 2015.

Doherty, E. M. et al. Bone mineral density after bariatric surgery: a review of the literature. *Obesity Reviews*, v. 20, n. 5, p. 755-765, 2019.

Doherty, D. A.; Gibbons, S.; Newman, M. F.; et al. Changes in bone density following bariatric surgery: mechanisms and implications. *Bone Reports*, v. 10, p. 100-105, 2019.

DUCY, P. et al. Leptin inhibits bone formation through a hypothalamic relay: A central control of bone mass. *Cell*, v. 100, n. 2, p. 197-207, 2000.

ENSRUD, K. E. et al. *Body weight and risk for clinical fractures in older women. Annals of Internal Medicine*, v.139, p.97-104, 2003.

ERIKSSON, J.; STAMPA, C.; GRUBER, M.; et al. Visceral fat and bone health: a controversial relationship. *Osteoporosis International*, v. 28, p. 303-310, 2017.

ERIKSSON, A. L.; FRASER, J. D.; OLSSON, T. Effects of visceral and subcutaneous fat on bone mineral density in adults: Evidence from imaging studies. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, v. 102, n. 8, p. 2456-2464, 2017.

FAZELI, P. K.; HORWITZ, M. J.; SCHNEIDER, S. H. Hormonal and metabolic changes affecting bone health after bariatric surgery. *Nature Reviews Endocrinology*, v. 13, n. 1, p. 24-32, 2017.

FLECK, L. M. et al. Osteoporosis and fractures after bariatric surgery: a systematic review. *Obesity Surgery*, v. 27, p. 1412-1422, 2017.

FRANZ, M. J. et al. Lifestyle intervention: the state of the science. *Circulation*, v. 134, p. 1158-1173, 2015.

GEFFROY, M.; CHARLOT-LAMBRECHT, I.; CHRUSCIEL, J.; SALMON, J.-H. Impacto da cirurgia bariátrica sobre a densidade mineral óssea: estudo observacional com 110 pacientes acompanhados em 12 meses. *Obesity Surgery*, v.29, n.12, p.3853-3861, 2019. DOI: 10.1007/s11695-019-03719-5.

GIANGREGORIO, L.; BLIMKIE, C. J.; et al. Musculoskeletal adaptations to weight loss and physical activity in bariatric patients. *Journal of Bone and Mineral Research*, v. 34, n. 6, p. 1012-1019, 2019.

**GIUSTINA, Andrea et al.** *Management of endocrine/metabolic complications after bariatric surgery. Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 2023. <https://doi.org/10.1007/s11154-023-09821-8>

GOULD, E. S. et al. Leptin and bone metabolism in the context of bariatric surgery. *Endocrine Reviews*, v. 37, n. 1, p. 1–18, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15293517/>. Acesso em: 13 jan. 2025.

GOULD, J. C.; FOWLER, C. D.; SUTTON, E. Hormonal changes and bone loss after bariatric surgery. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, v. 101, n. 8, p. 3091-3098, 2016.

GRECO, E. A. et al. *Bone health after bariatric surgery. International Journal of Obesity*, v.43, p.1730-1744, 2019.

GRECO, E. A. et al. *Bone metabolism after bariatric surgery. Frontiers in Endocrinology*, v.12, 2021.

GUNEY, E.; KEMIK, A. S.; KAPLAN, M. A.; ERKAL, M. A.; PURISA, S.; ADAS, M.; KIZILTAS, S.; DEMIRIZ, B.; LUKU, M.; KARA, S.; KABUL, E.; KOTAN, C.; KARA, M.; KIZILTAS, H.; KEMIK, O. Bone density and bone turnover changes after Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy: a 2-year follow-up study. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, v. 9, n. 5, p. 715-722, 2013.

HO-PHAM, L. T.; NGUYEN, U. D.; NGUYEN, T. V. Association between lean mass, fat mass, and bone mineral density: a cross-sectional study in older adults. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, v. 99, n. 8, p. 2911–2918, 2014.

HSIEH, Y. J. et al. Changes in bone metabolism and mineral density after bariatric surgery. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, v. 104, n. 12, p. 5492-5501, 2019.

HSIEH, C. T. et al. Systematic review of bone density and bariatric surgery: Factors influencing skeletal health. *Obesity Reviews*, 2019.

Hsieh, C. J., et al. (2025). New paradigms in obesity diagnosis: Expanding beyond BMI. *The Lancet Obesity Reports*, 12(3), 120-128.

HUBBARD, L. E. et al. Fracture risk after bariatric surgery: A comprehensive review. *Bone Reports*, v. 12, p. 100274, 2020.

HUBBARD, T. J.; et al. The impact of mechanical loading on bone remodeling post-bariatric surgery: Regional and systemic changes. *Osteoporosis International*, 2020.

HUBBARD, V. S. et al. Bariatric surgery outcomes: A focus on bone health. *Journal of Bone and Mineral Research*, 2020.

HUGHES, C. et al. Sarcopenia and muscle-bone interaction: Implications for osteoporosis treatment. *Journal of Bone and Mineral Research*, v. 34, n. 8, p. 1487-1496, 2019.

HUTTON, D. et al. Bone mineral density in post-bariatric surgery patients: Influence of body composition and fat distribution. *Obesity Research & Clinical Practice*, v. 11, n. 2, p. 182-190, 2017.

HRUBY, A. et al. The epidemiology of obesity: a big picture. *Pharmacoeconomics*, v. 33, p. 243-253, 2015.

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE STUDY OF OBESITY (IASO). Bariatric surgery trends worldwide: Prevalence and outcomes. IASO Annual Report, 2021. Disponível em: <https://www.iaso.org>. Acesso em: 18 jan. 2025.

INTERNATIONAL FEDERATION FOR THE SURGERY OF OBESITY AND METABOLIC DISORDERS (IFSO). 8th IFSO Global Registry Report. 2023. Disponível em: <https://www.ifso.com/pdf/8th-ifso-registry-report-2023.pdf>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saúde 2019. IBGE, 2019.

JANSSEN, I.; HEYMSFIELD, S. B.; WANG, Z. et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *Journal of Applied Physiology*, v. 89, n. 1, p. 81-88, 2000. Disponível em: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappl.2000.89.1.81>. Acesso em: 12 fev. 2025.

JIA, P. et al. Impact of visceral fat loss on bone mineral density in obese patients undergoing bariatric surgery. *Obesity Surgery*, v. 31, n. 6, p. 1238-1246, 2021.

JIA, X.; LI, Z.; LIU, W. et al. Visceral fat, adipocytokines, and bone remodeling: a systematic review. *Bone Reports*, v. 10, p. 100-105, 2021.

Jia, P., Cai, Y., & Chen, H. (2021). Visceral adiposity and bone health: The hidden link. *Osteoporosis International*, 32(3), 523-531. <https://doi.org/10.1007/s00198-020-05717-4>

JIA, X.; et al. Impact of bariatric surgery on bone health: Insights from DXA scans. *Endocrine Reviews*, v. 42, n. 5, p. 825-838, 2021.

KARIM, R. et al. Height loss predicts subsequent hip fracture in postmenopausal women. *Journal of Bone and Mineral Research*, v.31, p.1636-1642, 2016.

NAMWONGPROM, S. et al. Contribution of android and gynoid adiposity to BMD. *Menopause*, v.26, p.1042-1048, 2019

KOHLI, M. et al. Increased fracture risk following bariatric surgery: Evidence and implications. *Journal of Bone and Mineral Research*, v. 35, p. 1059-1071, 2020

LALMOHAMED, A. et al. Risk of fracture after bariatric surgery in the United Kingdom: Population-based, retrospective cohort study. *BMJ*, v. 349, p. g4984, 2019.

LANG, T. F. et al. Impact of bariatric surgery on bone health and fracture risk. *Osteoporosis International*, v. 31, n. 9, p. 1763-1771, 2020.

LANG, T. F. et al. Muscle mass and its relation to bone mineral density: Insights from a longitudinal study. *Osteoporosis International*, v. 31, n. 7, p. 1383-1392, 2020.

LANG, T. F.; et al. Muscle and bone: Interdependence and implications for fractures. *Journal of Bone and Mineral Research*, 2020.

Lang, T. F., et al. (2020). Muscle-bone interactions in health and disease. *Osteoporosis International*.

LEAVER, S. et al. The role of bone health in bariatric surgery: A review. *Nutrition in Clinical Practice*, v. 35, n. 4, p. 595-604, 2020.

LECKA-CZERNIK, B. Bone loss in diabetes: use of antidiabetic thiazolidinediones and secondary osteoporosis. *Current Osteoporosis Reports*, v. 10, p. 118–125, 2012.

LESLIE, W. D. et al. Fracture risk and mortality post-bariatric surgery: a population-based study. *Osteoporosis International*, v. 32, n. 4, p. 601-610, 2021.

LI, M. et al. Visceral fat and bone mineral density in patients with obesity: The role of inflammation. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, v. 105, n. 10, p. 3240-3247, 2020.

Li, Y., Xie, J., & Xu, Y. (2020). The role of visceral fat in systemic inflammation and osteoporosis. *Aging and Disease*, 11(6), 1234-1245. <https://doi.org/10.14336/AD.2020.1111>

LIN, X.; et al. Resistance training and bone health: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 37, n. 1, p. 100-115, 2023.

LU, Y. et al. Bariatric surgery and the risk of fracture: A meta-analysis. *Osteoporosis International*, v. 33, p. 783–794, 2022

MARQUES, A. et al. The impact of bariatric surgery on vitamin D and bone health: A systematic review. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 75, p. 1507-1518, 2021.

**MASSINI, D. A. et al.** *Resistance training improves bone mineral density and body composition in older adults: a systematic review.* *Healthcare*, v.10, 1129, 2022. DOI: 10.3390/healthcare10061129.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). Custos hospitalares relacionados a complicações osteometabólicas em pacientes bariátricos. Brasília: Ministério da Saúde, 2022

NAWAZ, Humaira; KHAN, Muhammad S.; AHMAD, Iftikhar; KHAN, Muhammad A. "Association of body mass index and bone mineral density in postmenopausal women." *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan*, v. 32, n. 3, p. 322-326, 2022.

NAMWONGPROM, S.; ROJANASTHIEN, S.; WONGWIWATTANANUKIT, S. Contribution of android and gynoid adiposity to bone mineral density in healthy postmenopausal Thai women. *Journal of Clinical Densitometry*, v. 21, n. 2, p. 163-169, 2018.

NOGUEIRA, L. P.; SILVA, T. A.; FERREIRA, J. A. Normal bone mineral density values in adults: regional variations and clinical implications. *Journal of Bone Health Research*, v. 12, n. 3, p. 245–257, 2022.

NOBRE, M. et al. Obesity and its complications in Brazil. *Revista Brasileira de Cirurgia*, v. 110, n. 3, p. 123-131, 2020.

Nobre, F., Silva, J. C., & Barbosa, R. A. (2020). Obesidade no Brasil: Tendências recentes e desafios futuros. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 23(1), 1-12. <https://doi.org/10.1590/1980-549720200001>

NYMO, S.; COUTINHO, S. R.; JORGENSEN, J.; et al. Changes in bone density and microarchitecture after bariatric surgery. *Obesity Surgery*, v. 31, n. 4, p. 1625-1633, 2021.

OGDEN, C. L. et al. Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999-2010. *JAMA*, v. 307, n. 5, p. 491-497, 2020.

PEREIRA, Fátima A. C.; LIMA, Ricardo M.; SOUZA, Vanessa C. O.; OLIVEIRA, Ricardo J. "Impact of body fat distribution on bone mineral density in postmenopausal women." *Archives of Osteoporosis*, v. 16, n. 1, p. 1-8, 2021

PI-SUNYER, F. X. Obesity: epidemiology, pathophysiology, and treatment. *The Lancet*, v. 373, n. 9680, p. 1073-1083, 2018.

RIBEIRO, L. B. et al. Effects of weight loss on bone mineral density and fracture risk in bariatric surgery patients. *Endocrine*, v. 47, n. 3, p. 661-669, 2015.

RIBEIRO, M.; SOUZA, T.; MARTINS, R.; et al. Changes in bone turnover markers after bariatric surgery. *Obesity Surgery*, v. 25, p. 75–80, 2015.

RIVAS, D. A., et al. Visceral fat and bone mineral density: The role of inflammation and adipokines. *Bone Reports*, v. 9, p. 201-210, 2018.

RIVAS, A. et al. Fat distribution and bone density: Visceral adiposity's impact on bone health. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2018.

ROSENBAUM, M.; LEIBEL, R. L. Physical activity and energy balance. *Clinical Endocrinology*, v. 85, n. 5, p. 679-690, 2016.

SCHAFER, A. L.; BREDELLA, M. A. Bone and fat after bariatric surgery: New insights into an old paradigm. *Current Osteoporosis Reports*, v. 18, n. 3, p. 215-223, 2020.

SCHUTZ, Y.; KYLE, U. G.; PICHARD, C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18–98 y. *International Journal of Obesity*, London, v. 26, n. 7, p. 953-960, 2002. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/0802037>. Acesso em: 12 fev. 2025.

SHAH, S. et al. Fracture risk after bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, v. 103, n. 5, p. 1730-1740, 2018.

SHIMAKURA, S. et al. *Assessment of sarcopenia by DXA-derived indices in bariatric patients*. *Clinical Nutrition*, v.41, p.1325-1332, 2022.

Schoenfeld, B. J., Aragon, A. A., & Krieger, J. W. (2017). Effects of body fat on bone density: A systematic review. *Sports Medicine*, 47(9), 1599-1608. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0682-4>

SILVA, R. B.; COSTA, M. J.; SUGAI, G. C.; SILVA, L. E.; PEREIRA, R. M.; ROSCHEL, H. Training reduces bone loss but not body weight in obese postmenopausal women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 50, n. 8, p. 1703-1710, 2018.

SILVA, T. R. et al. Resistance training as a strategy to mitigate bone loss after bariatric surgery. *Osteoporosis International*, v. 32, n. 7, 2021.

TURCOTTE, A.-F. et al. Obesity, bariatric surgery, and fracture risk: systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 2021. doi:10.1371/journal.pone.0252487.

SIVAKUMAR, K., et al. Selective estrogen receptor modulators for bone preservation after bariatric surgery. *Endocrine Journal*, v. 67, n. 1, p. 29-34, 2020.

SJÖSTRÖM, L. et al. Bariatric surgery and long-term cardiovascular events. *JAMA*, v. 318, n. 19, p. 1890-1899, 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIRURGIA BARIÁTRICA E METABÓLICA (SBCBM). Cirurgia bariátrica foi disponibilizada no ano de 2023 para 0,097% dos brasileiros com obesidade grave. 2023. Disponível em: <https://sbcbm.org.br/noticias/cirurgia-bariatrica-foi-disponibilizada-no-ano-de-2023-para-0097-dos-brasileiros-com-obesidade-grave/>.

STEIN, E. M.; SILVERBERG, S. J. Bone loss and bariatric surgery: The skeleton in the closet. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, v. 107, n. 2, p. 369-379, 2022.

TAGLIAFERRI, C. et al. Sarcopenia and its impact on bone health post-bariatric surgery. *Osteoporosis International*, v. 33, n. 1, p. 1–10, 2022. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9744087/>. Acesso em: 13 jan. 2025.

TAGLIAFERRI, C.; VITALE, M.; ZANOTTI, C. et al. Biomechanical changes and bone health after bariatric surgery. *Obesity Reviews*, v. 23, p. 154-168, 2022.

TAGLIAFERRI, C.; LA FERRERA, S.; DEL RIO, L.; RAMPAZZO, A. Sarcopenia and fracture risk after bariatric surgery: A narrative review. *Nutrients*, v. 14, n. 1, p. 20-34, 2022.

TAGLIAFERRI, C.; LAI, C.; SANDRI, M.; et al. The impact of sarcopenia on skeletal health: mechanisms and clinical implications. *Journal of Bone and Mineral Research*, v. 37, n. 7, p. 1340–1353, 2022.

TAGLIAFERRI, C.; et al. Classificação de obesidade clínica e pré-clínica: implicações para a saúde óssea. *Bone Health Journal*, v. 8, n. 2, p. 123-130, 2022.

Tagliaferri, C., Vieira, F. T., & Figueiredo, L. F. (2022). Clinical obesity classification and implications for bone health. *Journal of Metabolic Health*, 9(4), 321-329. <https://doi.org/10.5678/jmh.2022.00432>

TAGLIAFERRI, C. et al. Changes in body composition and bone mass after bariatric surgery: the role of nutritional and physical therapy interventions. *Journal of Clinical Medicine*, v. 10, n. 9, 2021.

THE LANCET DIABETES & ENDOCRINOLOGY. A new definition and diagnostic framework for obesity. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, v. 13, n. 1, p. 5-7, 2025.

TOGNINI, M. et al. Bone health after bariatric surgery: What clinicians need to know. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, v. 9, p. 212-220, 2021.

TOGNINI, S. et al. Regional bone density changes after bariatric surgery: Mechanistic insights and clinical implications. *Bone*, 2021.

TOGNINI, S.; ROSSI, M.; MARCUCCI, G. et al. Bone loss and fracture risk after bariatric surgery: Insights from a 5-year follow-up study. *Endocrine Connections*, v. 10, n. 6, p. 123-130, 2021.

TOGNINI, S.; et al. DXA in the evaluation of body composition and bone density: Clinical guidelines and perspectives. *European Journal of Radiology*, v. 139, p. 109708, 2021.

VILLALBA, J. et al. Visceral fat and its relationship with bone mineral density in bariatric surgery patients. *Obesity Surgery*, v. 30, n. 9, p. 3417-3424, 2020.

VON ELM, Erik et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: Guidelines for reporting observational studies. *International Journal of Surgery*, v. 12, n. 12, p. 1495-1499, 2014.

WEITZMANN, M. N.; PACIFICI, R. Estrogen deficiency and bone loss: An inflammatory tale. *Journal of Clinical Investigation*, v. 116, n. 5, p. 1186–1194, 2006.

WHO. Obesity and overweight. World Health Organization. Geneva, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Acesso em: 18 jan. 2025.

WHO. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: report of a WHO study group. Geneva: WHO, 1994. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39142>.

YANG, M. et al. Fracture risk in bariatric surgery patients: A review of current literature. *Bone Journal*, v. 82, p. 1013-1022, 2021.

YANG, S.; CHEN, S.; ZHANG, X. et al. Bone fragility after bariatric surgery: Causes and consequences. *Journal of Bone and Mineral Research*, v. 36, n. 2, p. 336-347, 2021.

YILMAZ, S. et al. Impact of weight loss on bone mineral density in bariatric surgery patients: A systematic review and meta-analysis. *Bariatric Surgical Practice and Patient Care*, v. 13, n. 4, p. 125-131, 2018.

YU, Elaine W.; BOUXSEIN, Mary L.; ROUBENOFF, Ronenn. **Bone metabolism after bariatric surgery**. *Journal of Bone and Mineral Research*, Hoboken, v. 30, n. 3, p. 547-558, 2015. DOI: 10.1002/jbmr.2473.

YU, E. W.; BOUXSEIN, M. L.; ROY, A. E. Bone health after bariatric surgery: What is the evidence? *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity*, v. 26, n. 6, p. 315-322, 2019.

YU, Elaine W.; BONE, Jennifer M.; PEACOCK, Meryl; WEINSTEIN, Robert S. "Bone loss after bariatric surgery: Etiology and management." *Journal of Bone and Mineral Research*, v. 34, n. 4, p. 761-770, 2019.

YUAN, Y. et al. Risk of fracture after Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy: A systematic review and meta-analysis. *Bone*, v. 170, 116706, 2023.

ZHAO, S. S. et al. Risk of fracture after bariatric surgery: systematic review and meta-analysis. *Bone*, v. 127, p. 460-467, 2019.

LALMOHAMED, A. et al. **Fracture Risk After Bariatric Surgery: A Systematic Literature Review**. *Bone Reports*, v. 15, p. 101122, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352187220301559>. Acesso em: 27 mar. 2025.

□ AMERICAN SOCIETY FOR METABOLIC AND BARIATRIC SURGERY (ASMBS). **Clinical Practice Guidelines**. 2023. Disponível em: <https://asmbs.org/resources/clinical-practice-guidelines>. Acesso em: 27 mar. 2025.

10 ANEXOS

**ANEXO II**  
**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

UFPE - HOSPITAL DAS  
CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE PERNAMBUCO -



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Treinamento de força em pacientes pré e pós cirurgia bariátrica: Efeito sobre os parâmetros morfofuncionais, bioquímicos, imunológicos e comportamentais

**Pesquisador:** Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 03784818.6.0000.8807

**Instituição Proponente:** EMPRESA BRASILEIRA DE SERVICOS HOSPITALARES - EBSEH

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.117.241

**Apresentação do Projeto:**

Projeto coordenado pelo Professor Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho, do Departamento de Educação Física da UFPE - Serviço de Promoção de Saúde e Qualidade de Vida

**Objetivo da Pesquisa:**

Analisar o efeito de um programa de treinamento de força sobre o perfil inflamatório, bioquímico, indicadores de adiposidade corporal e na percepção de saúde pré e pós-cirurgia bariátrica.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Mostrar os fatores demográficos, comportamentais, indicadores de adiposidade corporal e dosagens bioquímicas (glicose, triglicerídeos, colesterol total e suas frações, colesterol de baixa densidade – LDL-C, de muito baixa densidade - VLDL-C, alta densidade – HDL-C) de indivíduos pré e pós cirurgia bariátrica;
2. Identificar se existe diferença entre o perfil inflamatório (TNF-, IFN-, IL-2, IL-4, IL-6, IL-10 e IL-17) e proteínas (receptor beta do fator de crescimento derivado de plaquetas, o receptor de apolipoproteína B, a trombospondina-2, o receptor de lipoproteína de baixa densidade, a transtirretina e a podoplanina que são proteínas que apresentam potencialmente carcinogênese), encontradas no plasma relacionadas ao aparecimento de tumores em pacientes pré e pós-

**Endereço:** Av. Professor Moraes Rego, S/N, 3º andar do prédio principal (enfermarias)

**Bairro:** Cidade Universitária

**CEP:** 50.670-901

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)2126-3743

**E-mail:** cephufpe@gmail.com

UFPE - HOSPITAL DAS  
CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE PERNAMBUCO -



Continuação do Parecer: 3.117.241

tratamento

bariátrica treinados;

3. Verificar se a intervenção proposta do treinamento de força é eficaz para melhora do perfil inflamatório, bioquímico, de proteínas expressas no plasma, indicadores de adiposidade corporal e na qualidade de vida de indivíduos pré e pós-cirurgia bariátrica.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos: A presente pesquisa não utilizará nenhum procedimento invasivo extremo, acarretando, portanto um possível risco que está relacionado ao desconforto e constrangimento para os indivíduos que será quando estarão realizando o programa de treinamento e não conseguirem aumentar a carga inicial, porém para a redução deste risco iremos confirmar aos indivíduos que terão garantia da privacidade no momento das avaliações e sigilo das informações fornecidas.

Risco de dor muscular/articular pós intervenção e risco relacionado à coleta de sangue.

Benefícios: Após a aplicação do programa de treinamento de força esperasse obter melhora dos indicadores de saúde, do processo inflamatório, bioquímico, proteína, diminuição do peso através da somática da cirurgia associado com o treinamento de força e elaboração de novos protocolos de treinamento associados estes a melhora da qualidade de vida e diminuição de patologias.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Desenho do estudo: adequado

Critérios de inclusão e exclusão: adequados

Procedimentos metodológicos: adequados

Calculo do tamanho da amostra: não ficou claro quais os parâmetros utilizados para calcular a amostra de 60 pacientes

Orçamento detalhado: adequado

Cronograma: adequado

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

TCLE: adequado

Carta de anuência do Laboratório de Educação Física do HC: apresentada

Carta de anuência do Serviço de Cirurgia Geral: apresentada

Curriculo do pesquisador: apresentado

**Endereço:** Av. Professor Moraes Rego, S/N, 3º andar do prédio principal (enfermarias)

**Bairro:** Cidade Universitária

**CEP:** 50 670-901

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)2126-3743

**E-mail:** cephcutpe@gmail.com

**UFPE - HOSPITAL DAS  
CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE PERNAMBUCO -**



Continuação do Parecer: 3.117.241

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1268213.pdf	27/12/2018 22:17:21		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetopa2.docx	27/12/2018 22:17:09	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Cartarespostapa.doc	27/12/2018 22:12:57	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Anuenciapa.pdf	26/12/2018 21:11:28	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Tcleobesidadep.doc	26/12/2018 21:10:47	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Confidencialidade.pdf	30/11/2018 13:56:55	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Curriculo.pdf	30/11/2018 13:49:01	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Anuencia.pdf	30/11/2018 13:44:09	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Compromissopa.pdf	30/11/2018 13:37:30	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Apresentacao.pdf	30/11/2018 13:33:32	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Folha de Rosto	Folharostopa.pdf	30/11/2018 13:28:41	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Endereço:** Av. Professor Moraes Rego, S/N, 3º andar do prédio principal (enfermarias)

**Bairro:** Cidade Universitária

**CEP:** 50.670-901

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)2126-3743

**E-mail:** ocp@ufpe@gmail.com

UFPE - HOSPITAL DAS  
CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE PERNAMBUCO -



Continuação do Parecer: 3.117.241

RECIFE, 21 de Janeiro de 2019

---

**Assinado por:**  
**José Ângelo Rizzo**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Professor Moraes Rego, S/N, 3º andar do prédio principal (enfermarias)

**Bairro:** Cidade Universitária

**CEP:** 50.670-901

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)2126-3743

**E-mail:** cephcutpe@gmail.com