

MESTRADO EM NUTRIÇÃO CLÍNICA

Evolução da densidade mineral óssea em doentes submetidos a cirurgia bariátrica

Beatriz Guimarães Pereira

M
2019



Evolução da densidade mineral óssea em doentes submetidos a cirurgia bariátrica

Evolution of bone mineral density in obese patients
submitted to bariatric surgery

Beatriz Isabel Guimarães Pereira

Trabalho sob orientação de:

**Professora Doutora Maria Flora Ferreira Sampaio de
Carvalho Correia**

Trabalho sob coorientação de:

Prof. Doutor Bruno Miguel Paz Mendes de Oliveira

Trabalho investigação desenvolvido no Grupo de Avaliação
Multidisciplinar para o Tratamento Cirúrgico da Obesidade do Centro
Hospitalar de São João, E.P.E., Portugal

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências da Nutrição e
Alimentação da Universidade do Porto para obtenção do grau de
mestre em Nutrição Clínica.

Porto, 2019

"The future belongs to those who believe in the beauty of their dreams."
Eleanor Roosevelt

Dedicatória

*Aos meus pais, por me permitirem seguir todos os meus sonhos.
Obrigada pelo vosso apoio incondicional!*

Agradecimentos

Aos meus pais, por me terem permitido chegar até aqui, por todo o carinho, por todo o amor e apoio incondicional, por serem o meu porto seguro, por me permitirem sempre seguir os meus sonhos e acima de tudo por acreditarem sempre em mim mesmo quando eu não acreditava. Nunca vos poderei agradecer o suficiente. São sem dúvida um exemplo que irei sempre seguir.

À minha avó, por todo o amor, por todo o mimo, por toda a preocupação, por nunca deixar que nada me faltasse e por ser simplesmente uma pessoa excepcional.

À Mariana e ao Sérgio por terem acompanhado de perto este meu percurso, por tornarem esta caminhada menos difícil e bem mais divertida. Obrigada por todo o apoio e amizade.

Aos meus amigos, pela paciência infinita, pelo ânimo e por acreditarem sempre em mim.

A todos os doentes que aceitaram participar no estudo, o meu mais sincero agradecimento.

Ao Tiago Montanha, por toda a simpatia e disponibilidade na elaboração deste trabalho, sem a tua ajuda não teria sido possível.

Ao meu coorientador Prof. Doutor Bruno Oliveira, por todas as ideias, disponibilidade e ajuda na elaboração desta dissertação, pela amizade e paciência inesgotável. Pela sua genialidade, por todo o ânimo e sentido de humor nas horas de maior aflição.

À minha orientadora Professora Doutora Flora Correia, por toda a partilha de saber, pela compreensão, pela orientação e amizade ao longo destes anos. Obrigada por

me ter inspirado a tirar este mestrado, por ser um exemplo tanto a nível profissional como pessoal. Sem dúvida que foi um privilégio poder aprender consigo e que contribuiu muito para a minha formação. Acredite que nunca esquecerei todos os seus ensinamentos.

Resumo

Introdução: Evidências crescentes sugerem que as consequências antropométrico-metabólicas da cirurgia bariátrica afetam adversamente a saúde óssea. Parece existir uma correlação direta entre a perda de peso e a diminuição da densidade mineral óssea (DMO), sendo que os possíveis mecanismos fisiopatológicos envolvidos na diminuição da densidade mineral óssea em doentes obesos são a diminuição da carga mecânica, alteração no metabolismo do cálcio e das hormonas calcitropicadas, diminuição da absorção de vitamina D e alterações no metabolismo dos peptídeos gastrointestinais.

Objetivo: Estudar a densidade mineral óssea em indivíduos obesos no pré e pós-cirurgia bariátrica.

Métodos: Neste estudo prospetivo foram avaliados doentes da Consulta de Avaliação Multidisciplinar para o Tratamento Cirúrgico da Obesidade no Centro Hospitalar São João, E.P.E., durante 6 meses. Realizaram-se avaliações antropométricas e avaliações da densidade e conteúdo mineral ósseo com recurso à Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia bem como analisados os doseamentos séricos de cálcio, fósforo, vitamina D e PTH.

Resultados: A amostra foi constituída por 22 doentes, 81,8% do sexo feminino e 18,2% do sexo masculino. Comparando a avaliação pré-operatória com a pós-operatória, ocorreu uma diminuição significativa do conteúdo mineral ósseo total nas doentes do sexo feminino ($p=0,004$), um aumento significativo da DMO total quer para o sexo feminino ($p<0,001$) quer para o masculino ($p=0,005$) e um aumento significativo do conteúdo mineral ósseo da coluna lombar nas doentes do sexo feminino ($p=0,002$). Menores valores da DMO estavam associados a mulheres mais velhas, com maior percentagem de massa gorda, com menores níveis de fósforo sérico, com menores valores de PTH e menos ativas fisicamente; não estando a DMO associada nem com os níveis séricos de vitamina D nem de cálcio.

Conclusão: Verificamos que no período pré e pós-operatório, a maioria dos doentes apresentavam uma densidade mineral óssea normal na coluna lombar e no colo do fémur. No entanto, verificamos que esta variou significativamente após a realização da cirurgia.

Palavras-Chave: Obesidade; Cirurgia Bariátrica; Densidade Mineral Óssea; Cálcio; Vitamina D.

Abstract

Introduction: Increasing evidences suggest that the anthropometric-metabolic consequences of bariatric surgery adversely affect bone health. There seems to be a direct correlation between weight loss and decreased bone mineral density (BMD). The possible pathophysiological mechanisms involved in decreasing bone mineral density in obese patients are decreased mechanical load, changes in calcium and calciotropic hormones metabolism, decreased absorption of vitamin D and changes in metabolism of gastrointestinal peptides.

Aim: To study bone mineral density and content in obese individuals before and after bariatric surgery.

Methods: In this prospective study, we studied patients from “Consulta de Avaliação Multidisciplinar para o Tratamento Cirúrgico da Obesidade” in Centro Hospitalar de São João, E.P.E., throughout 6 months. Anthropometric and bone mineral density evaluations were performed using Dual Energy X-ray absorptiometry. We analyzed serum calcium, phosphorus, vitamin D and PTH.

Results: The sample consisted of 22 patients, 81.8% female and 18.2% male. Comparing preoperative and postoperative evaluation, there was a significant decrease in total bone mineral content in female patients ($p = 0.004$), a significant increase in total bone mineral density for both women ($p < 0.001$) and males ($p = 0.005$) and a significant increase in lumbar spine bone mineral content in female patients ($p = 0.002$). Lower values of BMD were associated to women that were older, with a higher body fat percentage, with lower serum levels of phosphorus and PTH and less physically active; BMD was not associated with serum levels of vitamin D and calcium.

Conclusion: We found that in the preoperative and postoperative period, most patients had a normal lumbar spine and femoral neck bone mineral density. However, we found that it varied significantly after surgery.

Keywords: Obesity; Bariatric surgery; Bone mineral density; Calcium; vitamin D.

Índice

<i>Dedicatória</i>	<i>I</i>
<i>Agradecimentos</i>	<i>II</i>
<i>Resumo</i>	<i>IV</i>
<i>Abstract</i>	<i>V</i>
<i>Índice de Tabelas</i>	<i>VII</i>
<i>Acrónimos e Abreviaturas</i>	<i>VIII</i>
<i>I. Introdução</i>	<i>1</i>
<i>II. Metodologia</i>	<i>7</i>
<i>III. Resultados</i>	<i>11</i>
<i>IV. Discussão e conclusões</i>	<i>22</i>
<i>V. Referências Bibliográficas</i>	<i>30</i>

Índice de Tabelas

Tabela 1 Intervalos de referência dos dados analíticos.....	9
Tabela 2 Caracterização pré-cirúrgica da amostra quanto à idade e parâmetros antropométricos de acordo com o sexo	12
Tabela 3 Caracterização pré-cirúrgica relativa à DMO de acordo com o sexo.....	13
Tabela 4 Caracterização bioquímica pré-cirúrgica de acordo com o sexo.....	14
Tabela 5 Tipo de cirurgia realizada de acordo com o sexo.....	15
Tabela 6 Caracterização da amostra do ponto de vista antropométrico ao 6º mês pós-operatório	15
Tabela 7 Variação dos parâmetros antropométricos ao longo do estudo	15
Tabela 8 Caracterização dos parâmetros relativos à DMO ao 6º mês pós-operatório	16
Tabela 9 Variação dos parâmetros relativos à DMO ao longo do estudo	17
Tabela 10 Percentagem de variação do CMO e da DMO ao longo do estudo.....	18
Tabela 11 Classificação do T-score do colo do fêmur de acordo com o sexo nos dois momentos de avaliação.....	18
Tabela 12 Classificação do T-Score da coluna lombar de acordo com o sexo nos dois momentos de avaliação.....	19
Tabela 13 Caracterização da amostra do ponto de vista bioquímico ao 6º mês pós-operatório.....	19
Tabela 14 Variação dos parâmetros bioquímicos ao longo do estudo.....	20
Tabela 15 Prática de atividade física de acordo com o sexo nos dois momentos de avaliação	21

Acrónimos e Abreviaturas

AF – Atividade Física

BGYR – *Bypass* Gástrico em *Y-de-Roux*

CHSJ – Centro Hospitalar São João E.P.E.

CMO – Conteúdo Mineral Ósseo

DMO – Densidade Mineral Óssea

dp – desvio-padrão

DXA – Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia

IMC – Índice de Massa Corporal

IPAQ – Questionário Internacional de Atividade Física

OMS – Organização Mundial de Saúde

PTH – Paratormona

SG – *Sleeve* Gástrico

%MG – Percentagem de Massa Gorda

I. INTRODUÇÃO



A obesidade é uma doença crónica multifatorial caracterizada por uma acumulação de gordura anormal ou excessiva que pode ter um impacto negativo na saúde do indivíduo ^(1, 2). Prevê-se que em 2025, na população mundial, 18% dos homens e 21% das mulheres serão considerados obesos, e 6% dos homens e 9% das mulheres apresentarão um índice de massa corporal (IMC) superior a 40 kg/m² ⁽³⁾.

A cirurgia bariátrica surge em 1954 como adjuvante ao tratamento clássico da obesidade sendo uma opção cada vez mais utilizada, com eficácia demonstrada a curto prazo relativamente à perda de peso e na redução de comorbidades associadas à obesidade ⁽⁴⁻⁶⁾. No entanto, este tipo de tratamento altera a anatomia e a fisiologia do trato gastrointestinal, o que, em vários casos, pode provocar défices nutricionais⁽⁷⁾. Em Portugal, o aval para a realização da cirurgia bariátrica é dado caso os doentes preencham os critérios de acordo com a circular normativa Nº 20/2008 de 13/08/2008 da Direção Geral da Saúde⁽⁸⁾. Os procedimentos cirúrgicos podem ser divididos em restritivos (com diminuição da capacidade gástrica), mal-absortivos (com ressecção cirúrgica de parte do intestino) ou mistos. A diminuição da capacidade gástrica leva a uma sensação de saciedade precoce, e deste modo a uma perda de peso. Estes procedimentos, em particular os mal-absortivos, levam a uma menor absorção de nutrientes, conduzindo a uma perda de peso mais significativa, contudo com uma maior taxa de complicações nutricionais⁽⁵⁾.

O número de cirurgias bariátricas realizadas internacionalmente está a aumentar. Esse ganho de popularidade é explicado por vários fatores, incluindo a sua eficácia na perda de peso bem como a melhoria do controlo glicémico podendo mesmo levar à remissão da diabetes em doentes com diabetes tipo 2 ⁽³⁾. Para além disso, a cirurgia bariátrica melhora algumas comorbidades associadas à obesidade, incluindo dislipidemia, apneia obstrutiva do sono, e doenças cardiovasculares^(3, 9, 10). No entanto, evidências crescentes sugerem que as alterações associadas à cirurgia bariátrica afetam adversamente a saúde óssea^(3, 11).

Estudos reportam uma diminuição significativa da densidade mineral óssea (DMO) após a realização de cirurgia bariátrica, sendo os resultados diferentes dependendo do tipo de cirurgia ^(11, 12). A maioria das informações disponíveis sobre o impacto deste tipo de tratamento na DMO são relativos a estudos realizados em doentes submetidos a *Bypass* Gástrico em *Y-de-Roux* (BGYR). Este tipo de cirurgia parece levar a uma diminuição mais acentuada da DMO quando comparado com a Banda Gástrica Ajustável e o *Sleeve* Gástrico (SG), bem como a um aumento do risco de fraturas ósseas⁽¹¹⁻¹³⁾. Alguns estudos têm sugerido que após a cirurgia bariátrica ocorre um aumento dos marcadores de remodelação óssea e uma diminuição da DMO que irão acelerar a perda de massa óssea e aumentar a sua fragilidade, aumentando consequentemente o risco de fraturas ^(6, 14). Parece existir uma correlação direta entre a perda de peso e a diminuição da DMO^(15, 16), sendo que os possíveis mecanismos fisiopatológicos envolvidos na diminuição da DMO nestes doentes são: diminuição da carga mecânica (devido à perda de peso), alteração no metabolismo do cálcio e das hormonas calciotrópicas, diminuição da absorção de vitamina D e alterações no metabolismo dos peptídeos gastrointestinais^(17, 18)

A *Endocrine Society* recomenda que todos os doentes submetidos a cirurgia bariátrica devem ser seguidos regularmente, a cada seis meses, com doseamentos séricos de vitamina D, cálcio, fósforo e paratormona (PTH), e as deficiências vitamínicas e minerais devem ser colmatadas através de suplementação específica para além da polivitamínica que terão de fazer para toda a vida⁽¹⁹⁾. A vitamina D e o cálcio são dois fatores fundamentais para a formação óssea, e estão entre as substâncias em que a sua absorção intestinal está altamente comprometida nos doentes submetidos a estes tipos de intervenção ⁽¹¹⁾.

No metabolismo ósseo, o efeito primário da vitamina D é estimular a absorção de cálcio no intestino aumentando assim os níveis de cálcio sérico⁽²⁰⁾. As alterações anatómicas gastrointestinais originam uma diminuição da absorção de vitamina D e de cálcio. Níveis baixos deste mineral são

contrarregulados por um aumento da PTH e consequente mobilização de cálcio a partir do osso, podendo o aumento da PTH nesta população estar associado a um hiperparatiroidismo secundário⁽²⁰⁻²²⁾.

Algumas hormonas gastrointestinais também parecem ter um papel importante na saúde óssea. A grelina é uma hormona intestinal segregada pela mucosa gástrica, que estimula a hormona do crescimento, e sabe-se que esta hormona promove a formação óssea. A grelina pode afetar positivamente o metabolismo ósseo, através do eixo da hormona do crescimento, mas também parece promover a formação óssea diretamente⁽¹⁸⁾. Nos doentes submetidos a cirurgia bariátrica, ao ser removida uma porção substancial do estômago, ocorre uma diminuição da produção de grelina, o que poderá contribuir para a diminuição da DMO⁽¹¹⁾.

A técnica mais utilizada para a realização da densitometria óssea tem sido a Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia (DXA), desde a sua introdução há mais de trinta anos^(23, 24). O motivo da sua popularidade é a capacidade de aferir a DMO tanto na coluna como no colo do fémur, os dois locais mais comuns para a ocorrência de fraturas osteoporóticas. Outras vantagens da DXA incluem a baixa dose de radiação, o tempo de exame reduzido, imagens de alta resolução, boa precisão e estabilidade inerente da calibração. Por estas razões, a DXA é amplamente utilizada para diagnosticar a osteoporose⁽²⁴⁾.

O princípio físico base da DXA é a medição da transmissão de Raios-X de dois níveis diferentes de energia, alta e baixa, pelo local avaliado. Esta técnica avalia o corpo inteiro ou por região, e é baseada em dois compartimentos, conteúdo mineral ósseo (CMO) e tecido mole⁽²⁴⁾. A energia do feixe de Raios-X é atenuada durante a passagem pelo tecido (por absorção e por dispersão) e esta atenuação é influenciada pela densidade e espessura do tecido. Os tecidos moles (de baixa densidade) fazem uma menor atenuação do feixe de Raios-X do que a massa óssea (de alta densidade). Em áreas onde existe osso, a DXA avalia conteúdo mineral ósseo e tecido mole, e

em áreas onde não existe osso, a DXA avalia a massa gorda e massa isenta de gordura, fornecendo resultados de três compartimentos da composição corporal, massa gorda, massa isenta de gordura e conteúdo mineral ósseo⁽²⁴⁾.

A diminuição marcada da massa óssea pode resultar em osteoporose. Esta é uma doença esquelética sistémica, que se caracteriza também por uma alteração da qualidade microestrutural do osso, que levam a uma diminuição da resistência óssea e conseqüente aumento do risco de fraturas, sendo estas mais frequentes nas vértebras dorsais e lombares, na extremidade distal do rádio e no fémur proximal. A osteoporose é uma doença de elevada prevalência nos países ocidentais, onde Portugal se insere⁽⁸⁾. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o diagnóstico da osteoporose baseia-se essencialmente na quantificação da DMO avaliada por DXA. De acordo com esta classificação, a osteoporose é caracterizada por um *T-Score* < -2,5 da DMO medida na coluna lombar ou no colo do fémur; ou seja, terão osteoporose os indivíduos com um valor de DMO 2,5 desvios-padrão abaixo da média de um grupo jovem do mesmo sexo e etnia (correspondente ao grupo etário no pico de massa óssea). A osteopenia é caracterizada por valores de *T-Score* entre -2,5 e -1,0, e os valores considerados normais correspondem a um *T-Score* superior a -1,0. Apesar das suas limitações, que afetam principalmente as mulheres em pós-menopausa e homens com idades superiores a 50 anos, é este o critério utilizado atualmente. O *Z-Score* é semelhante ao *T-Score*, porém compara a DMO do indivíduo com a média do grupo, para além da mesma etnia e sexo, também da mesma idade⁽²⁵⁾.

Dados de vários estudos transversais demonstram uma associação positiva entre a DMO e a atividade física. Os efeitos da atividade física no tecido ósseo estão ligados principalmente aos mecanismos relacionados com a carga mecânica. No entanto, o tipo exato e a quantidade de atividade física que pode aumentar a DMO e reduzir o risco de fratura ainda é incerto devido à falta de estudos randomizados, e à presença de diversos confundidores⁽²⁶⁾.

Objetivos

Este trabalho tem como objetivos:

- Avaliar a DMO e CMO em indivíduos obesos no período pré e pós-cirurgia bariátrica;
- Estudar a associação entre a variação da DMO e CMO e os níveis séricos de vitamina D, cálcio, fósforo e PTH, os parâmetros antropométricos e a prática de atividade física.



II. METODOLOGIA



Neste estudo prospetivo foi avaliada uma amostra de doentes da Consulta de Avaliação Multidisciplinar para o Tratamento Cirúrgico da Obesidade, realizada no Centro Hospitalar São João E.P.E. (CHSJ), Porto, Portugal. Foram convidados todos os doentes submetidos a cirurgia bariátrica, nomeadamente BGYR e SG, entre 9 de outubro de 2018 e 31 de janeiro de 2019. Constituíram critérios de exclusão deste estudo mulheres que tenham engravidado após a cirurgia e doentes com diagnóstico de osteoporose, que estivessem a tomar fármacos que pudessem interferir com o metabolismo ósseo ou qualquer outra condição em que a avaliação da DMO seja inviabilizada. Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética para a Saúde do CHSJ.

O acompanhamento habitual dos nutricionistas a estes doentes inclui o fornecimento de um conjunto de recomendações relativas à ingestão alimentar pós-cirurgia, incluindo um plano alimentar (1200 kcal/dia para as mulheres e 1500 kcal/dia para os homens). A equipa que acompanha estes doentes preconiza a toma diária de um suplemento multivitamínico e aconselha a prática de atividade física.

Os doentes foram avaliados aquando do momento do internamento para a realização da cirurgia (com exceção dos dados analíticos que foram obtidos na altura da consulta do aval para a realização da cirurgia) e 6 meses após a mesma no momento da consulta de seguimento. Para a realização deste estudo foram recolhidos dados pessoais, antropométricos e relativos à composição corporal, de atividade física, dados analíticos bem como avaliada a DMO corporal total, da coluna lombar (L1-L4) e do colo do fémur.

Através da consulta do processo clínico do doente foram recolhidos o sexo, a idade à data da cirurgia, o tipo de cirurgia e os dados analíticos. O peso foi avaliado com recurso à balança Seca® 875, com precisão de 0,1 kg e a estatura medida com recurso ao estadiómetro Seca® 217, com precisão de 0,1 cm. Posteriormente foi calculado o IMC segundo a fórmula de *Quételet*⁽²⁷⁾

A composição corporal e a DMO foram avaliadas por DXA, que incluiu a avaliação da percentagem de massa gorda (%MG) total; da área (cm²), do conteúdo mineral ósseo (CMO, g) e da DMO (g/cm²), bem como dos *T-Score* e *Z-Score* total e subtotal (excluindo o crânio) e em locais específicos de diagnóstico – coluna lombar e colo do fémur. Os parâmetros foram avaliados com recurso ao aparelho *Hologic Explorer 4500 QDR*, do Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer, da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. O aparelho utilizado tem como limite de peso de 137 kg e uma área de digitalização de 195cm x 65cm. Para compensar a reduzida largura da área foi utilizada, quando necessário, a técnica de avaliação corporal de meio-corpo, partindo do pressuposto que o corpo é simétrico. Esta técnica tem mostrado ser precisa⁽²⁸⁾.

Foi também aplicado o Questionário Internacional De Atividade Física (IPAQ) – Versão Curta, que classifica a prática de atividade física dos indivíduos em 3 categorias: Sedentário, Atividade Física (AF) moderada e AF vigorosa⁽²⁹⁾.

Os dados analíticos dos níveis séricos em jejum de vitamina D, cálcio total e ionizado, fósforo inorgânico e PTH foram analisados no laboratório do CHSJ. Os seus intervalos de referência podem ser observados na **Tabela 1**.

Tabela 1 Intervalos de referência dos dados analíticos

Vitamina D (ng/mL)	Deficiência <20 Insuficiência ≤30
Cálcio Total (mEq/L)	[4,2; 5,8]
Cálcio ionizado (mEq/L)	[2,26; 2,64]
Fósforo (mg/dL)	[2,7; 4,5]
PTH (µg/mL)	[10,0; 65,0]

Análise Estatística

O tratamento estatístico dos dados foi realizado com recurso ao programa IBM® SPSS™ *Statistics* versão 25 para MacOS. A análise da estatística descritiva consistiu no cálculo de médias e

desvios-padrão (dp) das variáveis cardinais e as frequências das variáveis nominais e ordinais. A normalidade das distribuições das variáveis cardinais foi avaliada segundo o teste de *Shapiro-Wilk*. Todas as variáveis seguiam uma distribuição próxima da normal, à exceção da área do fémur na avaliação pré-operatória do grupo de doentes do sexo masculino, a %MG e os níveis séricos de PTH na avaliação pós-operatória do sexo feminino e área subtotal e do fémur na avaliação pós-operatória do grupo de doentes do sexo masculino. Para comparar 2 grupos independentes, utilizou-se o teste *t-Student* para amostras independentes quando as variáveis seguiam uma distribuição próxima da normal, e o teste de *Mann-Whitney* para variáveis que seguiam uma distribuição diferente da normal. Para comparar 2 medições da mesma variável realizou-se o teste *t-Student* para amostras emparelhadas, para as variáveis que seguiam uma distribuição próxima da normal e o teste de *Wilcoxon* para as variáveis que seguiam uma distribuição diferente da normal. Avaliou-se o grau de associação entre pares de variáveis cardinais usando o coeficiente de correlação de *Pearson* (r), quando ambas seguiam uma distribuição normal e o coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ) para variáveis ordinais ou cardinais com distribuição diferente da normal, tendo sido as correlações calculadas apenas para o sexo feminino (uma vez que a amostra continha apenas 4 homens). Rejeitou-se a hipótese nula quando o nível de significância crítico para a sua rejeição (p) foi inferior a 0,05.

III. RESULTADOS



Caracterização pré-cirúrgica da amostra

A amostra foi constituída por 22 doentes, dos quais 18 (81.8%) eram do sexo feminino e 4 (18,2%) do sexo masculino. Na **tabela 2** é possível verificar a caracterização da amostra em estudo quanto à idade (compreendida entre os 25 e os 63 anos), altura e parâmetros antropométricos. Comparando o grupo de doentes do sexo feminino e do sexo masculino verificamos que apresentavam médias semelhantes em todos os parâmetros exceto na %MG. Constatamos que a idade das doentes do sexo feminino se encontrava negativamente correlacionada com a DMO total ($r = -0,510$, $p = 0,030$), subtotal ($r = -0,627$, $p = 0,005$) e do fémur ($r = -0,538$, $p = 0,026$), indicando que doentes mais velhas apresentavam uma menor DMO. Observamos ainda que a %MG se encontrava significativamente correlacionada com o IMC, quer para o grupo do sexo feminino ($r = 0,666$, $p = 0,003$) quer para o masculino ($r = 0,951$, $p = 0,049$), mostrando que os doentes com uma maior %MG apresentam um maior IMC. Podemos também verificar que a %MG das mulheres se encontrava negativamente correlacionada com a DMO total ($r = -0,512$, $p = 0,030$), mostrando que as doentes com uma maior %MG apresentavam uma menor DMO total.

Tabela 2 Caracterização pré-cirúrgica da amostra quanto à idade e parâmetros antropométricos de acordo com o sexo

	Feminino		Masculino		p
	média	dp	média	dp	
Idade (anos)	47,8	9,8	52,5	9,1	0,393 [†]
Altura (cm)	158,7	7,0	163,4	10,7	0,277 [†]
IMC (kg/m ²)	42,4	4,1	43,4	5,2	0,686 [†]
MG (%)	50,5	4,6	42,3	3,6	0,004[†]

[†] teste *t-Student* para amostras independentes | ^{MW} teste *Mann-Whitney*

Na **tabela 3** encontram-se os parâmetros relativos à DMO, sendo que apenas se verificaram diferenças significativas entre o grupo de doentes do sexo feminino e masculino na DMO subtotal, CMO total e área da coluna. No que concerne à DMO, podemos observar que tanto os doentes do

sexo masculino como as doentes do sexo feminino apresentavam um *T-Score* médio superior a -1 na coluna lombar e colo do fémur, correspondente ao ponto de corte de DMO normal, de acordo com os critérios da OMS.

Tabela 3 Caracterização pré-cirúrgica relativa à DMO de acordo com o sexo

	Feminino		Masculino		p
	média	dp	média	dp	
Área Subtotal (cm ²)	1847,46	156,91	2002,33	301,03	0,147 ^t
CMO Subtotal (g)	1686,49	177,02	2089,46	511,85	0,213 ^t
DMO Subtotal (g/cm ²)	0,913	0,059	1,033	0,139	0,010^t
Área Total (cm ²)	2061,42	158,58	2223,01	310,16	0,138 ^t
CMO Total (g)	2191,75	231,89	2573,02	569,95	0,036^t
DMO Total (g/cm ²)	1,064	0,082	1,150	0,148	0,117 ^t
<i>T-Score</i> Total	-0,6	1,0	-0,5	1,5	0,968 ^t
<i>Z-Score</i> Total	-0,4	0,9	-0,3	1,4	0,954 ^t
Área Coluna (cm ²)	53,19	3,82	64,25	8,52	<0,001^t
CMO Coluna (g/cm ²)	56,49	5,79	67,35	16,05	0,270 ^t
DMO Coluna (g/cm ²)	1,059	0,099	1,041	0,174	0,775 ^t
<i>T-Score</i> Coluna	0,2	0,9	-0,5	1,6	0,306 ^t
<i>Z-Score</i> Coluna	0,9	1,0	0,0	1,6	0,162 ^t
Área Fémur (cm ²)	4,49	0,57	4,95	0,47	0,165 ^{MW}
CMO Fémur (g/cm ²)	3,88	0,76	4,23	1,00	0,439 ^t
DMO Fémur (g/cm ²)	0,866	0,152	0,847	0,138	0,820 ^t
<i>T-Score</i> Fémur	0,1	1,5	-0,6	1,0	0,418 ^t
<i>Z-Score</i> Fémur	0,8	1,3	0,3	0,9	0,474 ^t

^t teste *t-Student* para amostras independentes | ^{MW} teste *Mann-Whitney*

Na **tabela 4** podemos observar os dados bioquímicos em estudo. Não se verificaram diferenças significativas entre grupos nos parâmetros avaliados. Observamos que, em média, tanto os doentes do sexo masculino como feminino apresentavam défice de vitamina D, e que os homens apresentavam, em média, um valor sérico de PTH superior ao valor de referência. Constatamos ainda que a idade das doentes se encontrava negativamente correlacionada com os níveis séricos de fósforo ($r=-0,567$, $p=0,022$), indicando que as mulheres mais velhas apresentavam níveis séricos de fósforo mais baixos. Foi-nos também possível verificar que nas 5 mulheres que tinham registados

os níveis séricos de PTH, esta se encontra significativamente correlacionada com um maior CMO ($r=0,941$, $p=0,017$), maior DMO ($r=0,913$, $p=0,030$) e um maior Z-Score da coluna ($r=0,924$, $p=0,025$).

Tabela 4 Caracterização bioquímica pré-cirúrgica de acordo com o sexo

	Feminino		Masculino		p
	média	dp	média	dp	
Vitamina D (ng/mL)	15,3	4,3	13,0	2,6	0,430 ^t
Cálcio Total (mEq/L)	4,7	0,2	4,8	0,1	0,333 ^t
Cálcio Ionizado (mEq/L)	2,50	0,08	2,50	0,09	0,980 ^t
Fósforo (mg/dL)	3,3	0,5	3,3	0,5	0,876 ^t
PTH (µg/mL)	61,4	18,7	66,1	22,4	0,786 ^t

^t teste *t-Student* para amostras independentes | ^{MW} teste *Mann-Whitney*

No que concerne à prática de atividade física não se verificaram diferenças significativas nas classificações impostas pelo IPAQ entre grupos ($p=0,887$). Pudemos ainda verificar que no grupo de doentes do sexo feminino a prática de atividade física se encontrava significativamente correlacionada com o IMC ($\rho=0,603$, $p=0,008$), DMO da coluna $\rho=0,510$, $p=0,031$) e o Z-Score da coluna ($\rho=0,556$, $p=0,017$), indicando que uma maior prática de atividade física está relacionada com um maior IMC e DMO na zona da coluna.

Caracterização pós-cirúrgica da amostra

No que diz respeito ao tipo de cirurgia, 17 doentes (77,3%) foram submetidos a BGYR e 5 doentes (22,7%) a SG, sendo a distribuição por sexos semelhante (**tabela 5**).

Tabela 5 Tipo de cirurgia realizada de acordo com o sexo

	BGYR	SG	Total
Feminino	14 (77,8%)	4 (22,2%)	18 (100%)
Masculino	3 (75%)	1 (25%)	4 (100%)
Total	17 (77,3%)	5 (22,7%)	22 (100%)

Antropometria

Relativamente ao IMC dos indivíduos em estudo, no 6º mês pós-operatório, ambos os sexos apresentavam valores médios próximos de 31 kg/m². Em ambos os grupos o IMC diminuiu significativamente entre a avaliação inicial e o 6º mês pós-operatório. Em relação à %MG, no 6º mês pós-operatório, o valor médio de %MG diminuiu significativamente para 42,7% nas mulheres e para 32,8% nos homens. Verificamos a existência de diferenças significativas entre a %MG dos dois grupos ao 6º mês pós-operatório (**Tabela 6 e 7**).

Tabela 6 Caracterização da amostra do ponto de vista antropométrico ao 6º mês pós-operatório

	Feminino		Masculino		p
	média	dp	média	dp	
IMC (kg/m²)	31,6	3,5	31,0	4,7	0,777 ^t
MG (%)	42,7	5,8	32,8	2,8	0,006^{MW}

^t teste *t-Student* para amostras independentes | ^{MW} teste *Mann-Whitney*

Tabela 7 Variação dos parâmetros antropométricos ao longo do estudo

	Feminino			Masculino		
	Variação média	dp	P	Variação média	dp	p
IMC (kg/m²) 6M – Inicial	-10,8	1,7	<0,001 ^t	-12,4	2,5	0,002^t
MG (%) 6M – Inicial	-7,7	3,4	<0,001 ^w	-9,5	1,3	0,001^t

^t teste *t-Student* para amostras emparelhadas | ^w teste *Wilcoxon*

Observamos ainda que, 6 meses após a cirurgia, no grupo de doentes do sexo feminino a %MG se encontra significativamente correlacionada com o IMC ($\rho=0,721$, $p<0,001$), mostrando que as doentes com uma maior %MG apresentam um maior IMC.

Densidade Mineral Óssea

Quanto aos parâmetros relativos à DMO, observamos que ambos os grupos apresentavam na avaliação pós-operatória um *T-Score* médio superior a -1, na coluna lombar e colo do fémur que segundo os critérios da OMS é classificado como normal. Verificamos a existência de diferenças significativas entre a DMO subtotal dos dois grupos ao 6º mês pós-operatório (**Tabela 8**)

Tabela 8 Caracterização dos parâmetros relativos à DMO ao 6º mês pós-operatório

	Feminino		Masculino		p
	média	dp	média	dp	
Área Subtotal (cm ²)	1732,57	137,28	1903,64	294,80	0,125 ^{MW}
CMO Subtotal (g)	1619,98	185,05	2047,68	513,07	0,194 ^t
DMO Subtotal (g/cm ²)	0,934	0,069	1,065	0,145	0,012^t
Área Total (cm ²)	1950,73	141,00	2131,84	303,11	0,321 ^t
CMO Total (g)	2144,10	237,07	2569,21	597,42	0,251 ^t
DMO Total (g/cm ²)	1,099	0,087	1,196	0,161	0,099 ^t
<i>T-Score</i> Total	-0,1	1,1	-0,1	1,6	0,980 ^t
<i>Z-Score</i> Total	0,1	0,9	0,1	1,4	0,925 ^t
Área Coluna (cm ²)	56,65	4,00	67,18	9,71	0,117 ^t
CMO Coluna (g)	59,98	4,40	71,96	22,12	0,359 ^t
DMO Coluna (g/cm ²)	1,061	0,075	1,055	0,205	0,958 ^t
<i>T-Score</i> Coluna	0,1	0,7	-0,5	1,9	0,597 ^t
<i>Z-Score</i> Coluna	0,8	0,9	0,1	1,9	0,249 ^t
Área Fémur (cm ²)	4,57	0,68	5,16	0,50	0,148 ^{MW}
CMO Fémur (g)	3,90	0,77	4,34	0,99	0,331 ^t
DMO Fémur (g/cm ²)	0,854	0,124	0,835	0,128	0,783 ^t
<i>T-Score</i> Fémur	0,0	1,1	-0,7	0,9	0,253 ^t
<i>Z-Score</i> Fémur	0,8	1,0	0,5	0,8	0,558 ^t

^t teste *t-Student* para amostras independentes | ^{MW} teste *Mann-Whitney*

No grupo de doentes do sexo feminino constatamos uma diminuição significativa da área subtotal e total, CMO subtotal e total entre o período pré e pós-operatório; e um aumento significativo da DMO subtotal e total, *T-Score* e *Z-Score* total, área da coluna e CMO da coluna. Nos doentes do sexo masculino, verificamos uma diminuição da área total e um aumento significativo da DMO subtotal e total e do *T-Score* e *Z-Score* total. Em ambos os grupos verificamos uma diminuição, ainda que não significativa da DMO do colo do fémur (**Tabela 9**).

Tabela 9 Variação dos parâmetros relativos à DMO ao longo do estudo

	Feminino			Masculino		
	Variação média	dp	p	Variação média	dp	p
Área Subtotal 6M (cm ²) – Inicial	-114,88	60,83	<0,001 ^t	-98,70	33,19	0,068 ^w
CMO Subtotal 6M (g) – Inicial	-66,52	44,67	<0,001 ^t	-41,78	50,06	0,194 ^t
DMO Subtotal 6M (g/cm ²) – Inicial	0,021	0,030	0,008 ^t	0,032	0,012	0,013 ^t
Área Total 6M (cm ²) – Inicial	-110,69	56,86	<0,001 ^t	-91,17	26,27	0,006 ^t
CMO Total 6M (g) – Inicial	-47,64	61,36	0,004 ^t	-3,81	42,79	0,870 ^t
DMO Total 6M (g/cm ²) – Inicial	0,035	0,033	<0,001 ^t	0,046	0,013	0,005 ^t
<i>T-Score</i> Total 6M – Inicial	0,4	0,4	<0,001 ^t	0,4	0,1	0,003 ^t
<i>Z-Score</i> Total 6M – Inicial	0,4	0,4	<0,001 ^t	0,4	0,1	<0,001 ^t
Área Coluna 6M (cm ²) – Inicial	3,46	1,45	<0,001 ^t	2,93	5,19	0,341 ^t
CMO Coluna 6M (g) – Inicial	3,49	3,97	0,002 ^t	4,61	8,33	0,349 ^t
DMO Coluna 6M (g/cm ²) – Inicial	0,002	0,056	0,865 ^t	0,015	0,035	0,463 ^t
<i>T-Score</i> Coluna 6M – Inicial	0,0	0,5	0,787 ^t	0,0	0,5	1,000 ^t
<i>Z-Score</i> Coluna 6M – Inicial	0,0	0,4	0,704 ^t	0,1	0,3	0,504 ^t
Área Fémur 6M (cm ²) – Inicial	0,06	0,28	0,404 ^t	0,20	0,06	0,068 ^w
CMO Fémur 6M (g) – Inicial	0,00	0,29	0,947 ^t	0,11	0,15	0,230 ^t
DMO Fémur 6M (g/cm ²) – Inicial	-0,014	0,043	0,195 ^t	-0,012	0,027	0,438 ^t
<i>T-Score</i> Fémur 6M – Inicial	-0,1	0,5	0,642 ^t	-0,1	0,3	0,495 ^t
<i>Z-Score</i> Fémur 6M – Inicial	-0,1	0,4	0,482 ^t	0,1	1,1	0,828 ^t

^t teste *t-Student* para amostras emparelhadas | ^w teste *Wilcoxon*

A percentagem de variação dos parâmetros relativos à DMO entre a avaliação pré e pós-operatória encontra-se descrita na **tabela 10**, sendo que não se encontraram diferenças significativas entre sexos.

Tabela 10 Percentagem de variação do CMO e da DMO ao longo do estudo

	FEMININO		MASCULINO		p
	% média de variação	dp	% média de variação	dp	
CMO SUBTOTAL (%)	-4,0	2,8	-2,1	2,3	0,216 ^t
DMO SUBTOTAL (%)	2,3	3,2	3,0	1,0	0,663 ^t
CMO TOTAL (%)	-2,2	2,8	-0,3	1,7	0,230 ^t
DMO TOTAL (%)	3,3	3,1	4,0	0,6	0,421 ^t
CMO COLUNA (%)	6,8	8,7	5,9	10,2	0,856 ^t
DMO COLUNA (%)	0,6	6,0	1,1	2,7	0,865 ^t
CMO FÉMUR (%)	-0,1	7,9	2,9	4,1	0,476 ^t
DMO FÉMUR (%)	-1,2	4,4	-1,2	3,5	0,995 ^t

^t teste *t-Student* para amostras independentes

Constatamos, tal como no período pré-operatório, que a idade das doentes se encontrava negativamente correlacionada com a DMO total ($r=-0,613$, $p=0,007$), subtotal ($r=-0,706$, $p<0,001$) e do fémur ($r=-0,516$, $p=0,028$), bem como com o *T-Score* total ($r=-0,606$, $p=0,008$) e do fémur ($r=-0,513$, $p=0,029$), indicando que no pós-operatório as doentes mais velhas apresentavam uma menor DMO.

Em relação à classificação do *T-Score* do colo do fémur, comparando o período pré-operatório e o 6º mês após a cirurgia, verificamos uma diminuição (embora não significativa) da percentagem de doentes com osteopenia para ambos os sexos (**tabela 11**).

Tabela 11 Classificação do *T-score* do colo do fémur de acordo com o sexo nos dois momentos de avaliação

	Classificação <i>T-Score</i> colo do fémur pré-operatório			
	Normal	Osteopenia	Osteoporose	Total
Feminino	12 (70,6%)	5 (29,4%)	0 (0%)	17 (100%)
Masculino	2 (50%)	2 (50%)	0 (0%)	4 (100%)
	Classificação <i>T-Score</i> colo do fémur pós-operatório			
	Normal	Osteopenia	Osteoporose	Total
Feminino	13 (76,5%)	4 (23,5%)	0 (0%)	17(100%)
Masculino	3 (75%)	1 (25%)	0 (0%)	4 (100%)

Comparando o período pré-operatório e o 6º mês após a cirurgia não se verificaram alterações relativamente à classificação dos *T-Score* da coluna lombar (**tabela 12**).

Tabela 12 Classificação do *T-Score* da coluna lombar de acordo com o sexo nos dois momentos de avaliação

	Classificação <i>T-Score</i> coluna lombar pré-operatório			
	Normal	Osteopenia	Osteoporose	Total
Feminino	16 (88,9%)	2 (11,1%)	0 (0%)	18 (100%)
Masculino	2 (50%)	2 (50%)	0 (0%)	4 (100%)
	Classificação <i>T-Score</i> coluna lombar pós-operatório			
	Normal	Osteopenia	Osteoporose	Total
Feminino	16 (88,9%)	2 (11,1%)	0 (0%)	18 (100%)
Masculino	2 (50%)	2 (50%)	0 (0%)	4 (100%)

Parâmetros Bioquímicos

Em relação aos parâmetros bioquímicos observamos que 6 meses após a cirurgia, em média, todos os valores se encontravam dentro do intervalo de referência, exceto a Vitamina D que se encontrava insuficiente nos dois grupos em estudo. Pudemos ainda verificar a existência de diferenças significativas entre os níveis séricos de cálcio total no grupo de doentes do sexo feminino e masculino (**Tabela 13**).

Tabela 13 Caracterização da amostra do ponto de vista bioquímico ao 6º mês pós-operatório

	Feminino		Masculino		p
	média	dp	média	dp	
Vitamina D (ng/mL)	28,1	5,9	23,8	14,2	0,592 ^t
Cálcio Total (mEq/L)	4,8	0,2	5,0	0,1	0,044^t
Cálcio Ionizado (mEq/L)	2,60	0,07	2,57	0,06	0,442 ^t
Fósforo (mg/dL)	3,6	0,4	3,7	0,1	0,674 ^t
PTH (µg/mL)	37,1	11,4	34,7	14,4	0,339 ^{MW}

^t teste *t-Student* para amostras independentes | ^{MW} teste *Mann-Whitney*

No grupo de doentes do sexo feminino verificamos um aumento significativo dos valores séricos de vitamina D, cálcio total, cálcio ionizado e fósforo entre o período pré e pós-operatório, e uma diminuição não significativa dos valores séricos de PTH. No grupo de doentes do sexo masculino as variações foram semelhantes, mas não significativas (**Tabela 14**).

Tabela 14 Variação dos parâmetros bioquímicos ao longo do estudo

	Feminino			Masculino		
	Varição média	dp	p	Varição média	dp	p
Vitamina D 6M – Inicial	10,1	4,5	0,001^t	14,0	18,0	0,310 ^t
Cálcio Total 6M – Inicial	0,1	0,2	0,041^t	0,2	0,2	0,117 ^t
Cálcio Ionizado 6M – Inicial	0,10	0,11	0,005^t	0,08	0,04	0,074 ^t
Fósforo 6M – Inicial	0,3	0,4	0,016^t	0,4	0,4	0,120 ^t
PTH 6M – Inicial	-15,1	10,4	0,068 ^w	-23,0	39,9	0,564 ^t

^t teste *t-Student* para amostras emparelhadas | ^w teste *Wilcoxon*

As correlações verificadas no período pós-operatório, em geral, são similares às encontradas no período pré-operatório. No grupo de doentes do sexo feminino, observamos que a idade se encontrava negativamente correlacionada com os níveis séricos de fósforo ($r=-0,673$, $p=0,004$), indicando que doentes mais velhas apresentavam níveis séricos de fósforo mais baixos. Também podemos verificar que níveis séricos mais elevados de fósforo se encontram significativamente correlacionados com uma maior DMO total ($r= 0,558$, $p= 0,025$) e um maior *Z-Score* total ($r= 0,548$, $p=0,028$). Foi-nos também possível constatar que níveis séricos mais elevados de PTH se encontravam correlacionados com uma maior DMO ($p= 0,704$, $p=0,005$), um maior *T-Score* ($p= 0,698$, $p=0,005$) e *Z-Score* da coluna ($p=0,692$, $p=0,006$).

Atividade Física

No que respeita à prática de atividade física (**tabela 15**), comparando o período pré-operatório e o 6º mês após a cirurgia no grupo de doentes do sexo feminino, verificamos que houve

menos 1 pessoa classificada como sedentária, mais 3 doentes que praticavam atividade física moderada e menos 2 mulheres que praticavam atividade física vigorosa ($p=0,763$). No grupo de doentes do sexo masculino, 1 dos homens passou a praticar mais atividade física ($p=0,317$).

Tabela 15 Prática de atividade física de acordo com o sexo nos dois momentos de avaliação

	Categorias IPAQ pré-operatório			
	Sedentário	AF Moderada	AF Vigorosa	Total
Feminino	6 (33,3%)	9 (50%)	3 (16,7%)	18 (100%)
Masculino	1 (25%)	3 (75%)	0 (0%)	4 (100%)
	Categorias IPAQ pós-operatório			
	Sedentário	AF Moderada	AF Vigorosa	Total
Feminino	5 (27,8%)	12 (66,7%)	1(5,6%)	18 (100%)
Masculino	0 (0%)	4 (100%)	0 (0%)	4 (100%)

IV. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES



Com a crescente popularidade da cirurgia bariátrica é imperativo compreender o impacto que a rápida redução de peso obtida por este procedimento poderá causar na saúde óssea. Os mecanismos de diminuição da DMO após estes procedimentos são multifatoriais e incluem a diminuição da absorção de cálcio e vitamina D, que pode levar a hiperparatiroidismo secundário, diminuição da carga mecânica e alterações dos níveis de hormonas gastrointestinais como é o caso da grelina. O aumento dos marcadores de reabsorção óssea após cirurgia bariátrica, os seus efeitos a longo prazo e o seu impacto no risco de fratura não são completamente conhecidos. Assim, com o aumento do número de cirurgias, especialmente em indivíduos jovens, é importante que estes efeitos sejam totalmente compreendidos, particularmente o potencial efeito deletério da cirurgia bariátrica no risco de fraturas a longo prazo.

A DXA é método padrão (*gold standard*) para a avaliação da DMO, para o diagnóstico de osteoporose e a predição do risco de fratura⁽²³⁾. Contudo, os erros de precisão verificados são maiores numa amostra de indivíduos obesos quando comparada com as amostras de validação das medidas de composição corporal dos aparelhos de DXA, compostas maioritariamente por indivíduos normoponderais^(28, 30). Uma das causas de erro poderá dever-se a uma maior espessura dos tecidos dos indivíduos obesos, levando a uma maior atenuação dos Raios-X, o que resulta numa diminuição da razão sinal/ruído⁽³⁰⁾. Para além disso, os indivíduos do nosso trabalho, por serem obesos apresentam uma distribuição diferente da gordura corporal, em particular na região abdominal, quando comparados com indivíduos das amostras de validação^(28, 30). Assim, poderá haver erros adicionais de estimativa ao serem usadas as equações preditivas da composição corporal. Os efeitos do aumento do erro de precisão com o aumento do IMC são mais visíveis nas regiões de interesse (coluna lombar e colo do fémur), particularmente na coluna lombar⁽³¹⁾. Os erros de precisão em populações obesas tenderão a ser cada vez mais comuns devido ao aumento da incidência de obesidade na população⁽³²⁾.

Estudos reportaram uma diminuição significativa da DMO após cirurgia bariátrica, sendo os resultados diferentes dependendo do tipo de cirurgia realizada e do intervalo de tempo decorrido^(12, 13). Um estudo realizado por Vilarrasa *et al.*, avaliou a DMO em 59 mulheres submetidas a BGYR em 3 momentos, antes da cirurgia, 1 ano e 3 anos após a cirurgia. Os autores verificaram uma diminuição média de 10,2% da DMO no colo do fémur e de 3,2% na coluna lombar um ano após a cirurgia e, 3 anos após a cirurgia, uma diminuição adicional de 2,7% e de 3,1%, respetivamente⁽¹⁶⁾. Yu *et al.* avaliaram a DMO de 30 indivíduos submetidos a BGYR e 20 controlos não cirúrgicos. No grupo submetido a BGYR, a DMO da coluna lombar diminuiu progressivamente ao longo dos 24 meses de estudo, enquanto no grupo controlo esta permaneceu relativamente constante. Verificaram uma diminuição significativa de 6% da DMO total ao fim de 24 meses no grupo submetido a cirurgia bariátrica quando comparado com o grupo controlo⁽³³⁾. Um estudo realizado por Carrasco *et al.*, avaliou a evolução da DMO em 23 mulheres submetidas a BGYR e 20 submetidas a SG, os autores observaram uma maior diminuição da DMO de 6,87% do colo do fémur nas doentes submetidas a BGYR em comparação com 2,99% nas doentes submetidas a SG⁽³¹⁾. Schafer *et al.*, estudaram 33 doentes submetidos a BGYR e observaram uma diminuição de 4,7% da DMO do colo do fémur 6 meses após a realização da cirurgia⁽³⁴⁾. Outro trabalho realizado por Schafer *et al.*, avaliou 48 doentes submetidos a BGYR e observou uma diminuição progressiva da DMO no colo do fémur, sendo que 6 meses após a cirurgia ocorreu uma diminuição de 5% e 12 meses após a cirurgia uma diminuição de 8%. Relativamente à DMO da coluna lombar não se verificaram diferenças significativas 12 meses após a realização da cirurgia⁽³⁵⁾. Um trabalho realizado por Bredella *et al.*, avaliou 11 doentes submetidos a BGYR e 10 doentes submetidos a SG antes e após 12 meses da realização da cirurgia. A DMO da coluna lombar e colo do fémur diminuiu em ambos os grupos, no entanto a diminuição da DMO do colo do fémur foi maior no grupo de doentes submetidos a BGYR em comparação com os doentes submetidos a SG. Apesar da rápida perda de massa óssea, a média

dos *T-Score* permaneceu normal um ano após a cirurgia em ambos os grupos⁽³⁶⁾. Marengo *et al.*, estudaram 38 mulheres submetidas a BGYR, em 3 momentos, antes da cirurgia 1 ano e 3 anos após a mesma. Observaram uma diminuição da DMO no colo do fémur e na coluna lombar de 13,5% e 6,8% respetivamente 3 anos após a cirurgia, no entanto esta diminuição foi mais acentuada no 1º ano pós-operatório⁽³⁷⁾. Luhrs *et al.* avaliou a evolução da DMO em 28 doentes submetidos a cirurgia bariátrica, dos quais 16 foram submetidos a BGYR e 12 a SG, observou uma diminuição significativa do CMO total e da coluna um ano após a cirurgia⁽³⁸⁾. Um estudo de Geoffroy *et al.* avaliou 110 doentes submetidos a cirurgia bariátrica 6 meses e 1 ano após a realização da cirurgia. Observaram uma diminuição de 1,2% da DMO do colo do fémur 6 meses após a cirurgia e de 3,4%, 1 ano após a cirurgia, no entanto tal como no nosso estudo observaram um aumento da DMO da coluna de 5,8% 6 meses após a cirurgia e de 5,6% 1 ano após a cirurgia⁽¹¹⁾. Guerrero-Pérez *et al.* avaliaram 30 doentes com diabetes tipo 2 submetidos a cirurgia bariátrica, dos quais 15 foram submetidos a BGYR e 15 a SG no período pré-operatório e 1 ano após a cirurgia, constataram uma diminuição significativa de 10,3% da DMO do colo do fémur no grupo de doentes submetido a BGYR e de 5,3% no grupo de doentes submetido a SG e uma diminuição significativa de 7,29% da DMO da coluna lombar no grupo de doentes submetido a BGYR⁽³⁹⁾.

Uma meta-análise conduzida por Liu *et al.*, incluindo 344 indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica, verificou uma diminuição significativa da DMO⁽⁴⁰⁾. Ko *et al.*, realizaram uma meta-análise, incluindo 241 doentes submetidos a cirurgia bariátrica e 261 indivíduos controlos, observaram uma diminuição significativa da DMO do grupo cirúrgico em comparação com o grupo controlo⁽⁴¹⁾.

No presente estudo, observamos uma diminuição significativa de 2,2% do CMO total nas doentes do sexo feminino o que vai de encontro ao encontrado na literatura. No entanto ao contrário do que seria espectável, verificamos um aumento significativo da DMO total e subtotal, do CMO da coluna e da área respetiva, sem alterações significativas da DMO da coluna,

possivelmente devido ao facto da nossa amostra apresentar uma elevada %MG o que poderá levar a uma menor precisão da avaliação da DMO inicial. Verificamos também uma diminuição, ainda que não significativa da DMO do colo do fémur em ambos os sexos, zona onde é descrita na literatura uma maior variação da DMO. Por outro lado, o nosso período de *follow-up* de apenas 6 meses foi menor comparativamente aos restantes trabalhos o que poderá também contribuir para estes achados.

Blom-Høgestøl *et al.* avaliaram 124 doentes submetidos a BGYR 10 anos após a cirurgia, dos quais 94 eram do sexo feminino e 30 do sexo masculino verificaram que 75% dos doentes apresentavam défice de vitamina D e observaram também uma relação inversa entre os níveis de PTH e a DMO do colo do fémur⁽⁴²⁾. Costa *et al.* estudaram 56 doentes 1 ano após serem submetidos a BGYR (dos quais 47 eram do sexo feminino) e 27 controlos não cirúrgicos, verificaram que a DMO da coluna lombar era significativamente menor no grupo cirúrgico e que 60% dos doentes deste grupo apresentavam défice de vitamina D. Não observaram nenhuma correlação significativa entre os parâmetros bioquímicos (albumina, cálcio, fósforo, magnésio, vitamina D e PTH) e a DMO⁽⁴³⁾. Um trabalho de Botella-Carretero *et al.* avaliou 91 mulheres submetidas a cirurgia bariátrica com um tempo de *follow-up* médio de 7 ± 2 anos, observaram uma prevalência de défice de vitamina D de 62% e verificaram também correlações negativas entre os níveis séricos de PTH e de vitamina D, DMO da coluna lombar e colo do fémur. Por outro lado, a vitamina D não se correlacionou significativamente com a DMO da coluna lombar e colo do fémur⁽⁴⁴⁾. Estes resultados estão em desacordo com os resultados por nós encontrados uma vez que não verificamos nenhuma associação significativa entre os parâmetros relacionados com a DMO e a vitamina D e, por outro lado, verificamos uma correlação positiva entre os níveis séricos de PTH e a DMO, *T-Score* e *Z-Score* da coluna lombar no grupo de doentes do sexo feminino, porém o tempo de seguimento dos trabalhos citados é muito superior ao do presente estudo. Ainda assim, a maioria dos doentes tinha

valores de PTH dentro do intervalo de referência. O aumento (embora não significativo) dos níveis séricos de vitamina D, poderá ter contribuído para o aumento da DMO e diminuição da PTH.

Campanha-Versiani *et al.* estudaram 37 doentes submetidos a cirurgia bariátrica, que foram divididos em dois grupos, o grupo treino (18 participantes) nos qual os doentes realizaram treino acompanhado durante 36 semanas e o grupo controlo (19 participantes) no qual os doentes foram instruídos a manter os seus níveis atividade física. Verificaram que 12 meses após a cirurgia a DMO total diminuiu significativamente nos dois grupos, mas que a redução significativamente maior no grupo controlo (11,26%) comparativamente ao grupo treino (5,72%). A diminuição da DMO da coluna lombar (6,87% vs 1,66%) e do colo do fémur (7,38% vs 2,73%) foi significativamente maior no grupo controlo comparativamente ao grupo treino⁽⁴⁵⁾. No nosso estudo apenas observamos uma associação positiva entre a prática de atividade física no período pré-operatório nas doentes do sexo feminino e a DMO da coluna lombar, indicando que as doentes que praticavam mais atividade física apresentavam uma maior DMO na coluna lombar. No período pós-operatório não verificamos qualquer associação entre a prática de atividade física e a DMO, talvez devido à maior homogeneidade da prática de atividade física aos 6 meses.

Uma das principais limitações do presente estudo prende-se com o reduzido tamanho amostral uma vez que o período da recolha de dados coincidiu com uma diminuição significativa da produção cirúrgica no CHSJ devido à greve das equipas de enfermagem. A duração do período de seguimento foi curta, contudo decidimos avaliar a evolução da DMO ao 6º mês pós-operatório por ser o final do período em que ocorre uma maior perda de peso, sendo este o principal fator descrito na literatura que poderá afetar a densidade mineral óssea. A própria perda de peso poderia por si só explicar as variações da DMO, no entanto não conseguimos identificar facilmente um grupo controlo de doentes com uma rápida perda de peso que não tenham sido submetidos a cirurgia bariátrica. Os eventuais efeitos sazonais (que podem afetar, por exemplo a ingestão alimentar e a

exposição solar) poderiam ser estudados com um grupo de controlo de indivíduos com valores similares de IMC inicial, porém a grande maioria dos indivíduos com IMC superior a 40 kg/m² acaba por ser encaminhado para a consulta de cirurgia bariátrica.

Avaliar o metabolismo ósseo em doentes obesos é um desafio. A penetração dos fotões é reduzida nos tecidos moles e o volume substancial de gordura pode afetar a interpretação da densidade mineral óssea. A falta de precisão na medição da DMO pelo exame DXA aumenta com o aumento do IMC⁽⁴⁶⁾. Assim, poderá existir a necessidade de adequar o tempo de exposição dos Raios-X ao peso do indivíduo. Quanto maior o peso do indivíduo maior quantidade de matéria os Raios-X irão atravessar e maior será a sua dispersão e absorção. No entanto, a DXA é um método padrão de avaliação da DMO.

Como aspeto positivo podemos destacar que, à luz do nosso conhecimento atual este é o primeiro estudo que avalia a evolução da densidade mineral óssea em doentes submetidos a cirurgia bariátrica em Portugal.

A natureza persistente da perda da DMO foi demonstrada até 24 meses após a cirurgia⁽³³⁾, confirmando que a perda da DMO se prolonga ao longo do tempo. Isso levanta a questão de como acompanhar os doentes submetidos a cirurgia bariátrica e o papel da avaliação da DMO por DXA durante esse acompanhamento. Torna-se importante considerar no futuro uma avaliação da DMO antes da realização da cirurgia, pois caso o doente já apresente um quadro de osteopenia ou osteoporose a cirurgia poderá acarretar um maior risco de fratura, sendo importante um acompanhamento adequado no pós-operatório. Outro ponto importante a considerar é a apertada monitorização dos níveis séricos de vitamina D e cálcio, a ingestão alimentar, a suplementação e a exposição solar, antes e após a realização da cirurgia, de modo a poder colmatar possíveis défices e adequar a suplementação, de forma a minimizar o impacto na DMO destes doentes a longo prazo.

Realça-se a necessidade de mais estudos prospetivos nesta área, e de longa duração, de modo a poder esclarecer qual o verdadeiro impacto da cirurgia bariátrica na saúde óssea.

Conclusões

Verificamos que no período pré e pós-operatório, tanto os doentes do sexo feminino como os do masculino apresentavam um *T-Score* médio na coluna lombar e colo do fémur superior ao ponto de corte de densidade normal, segundo os critérios da OMS. Podemos constatar variações da DMO após a realização da cirurgia, sendo que ocorreu um aumento significativo da DMO total, um aumento não significativo da DMO da coluna lombar e uma diminuição não significativa da DMO do colo do fémur. Estes achados levantam a questão da adequação da avaliação da DMO por DXA em doentes com obesidade mórbida. Constatou-se que, em traços gerais, menores valores da DMO estavam associados a mulheres mais velhas, com maior %MG, com menores níveis de fósforo sérico, com menores valores de PTH e menos ativas fisicamente; não estando a DMO associada nem com os níveis séricos de vitamina D nem de cálcio.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



1. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. World Health Organization; 2000.
2. Direção-Geral da Saúde. A obesidade como doença crónica [website]. [citado em: 2017 Maio 25]. Disponível em: <https://www.dgs.pt/doencas-cronicas/a-obesidade.aspx>.
3. Gagnon C, Schafer AL. Bone health after bariatric surgery. JBMR plus. 2018; 2(3):121-33.
4. Phillips ML, Lewis MC, Chew V, Kow L, Slavotinek JP, Daniels L, et al. The Early Effects of Weight Loss Surgery on Regional Adiposity [journal article]. Obesity Surgery. 2005; 15(10):1449-55.
5. Tavares A, Viveiros F, Cidade C, Maciel J. Bariatric surgery: epidemic of the XXI century. Acta Médica Portuguesa. 2011; 24(1):111-66.
6. Yu EW, Boussein ML, Roy AE, Baldwin C, Cange A, Neer RM, et al. Bone loss after bariatric surgery: discordant results between DXA and QCT bone density. Journal of Bone and Mineral Research. 2014; 29(3):542-50.
7. Rocha JCG. Deficiência de Vitamina B12 no pós-operatório de Cirurgia Bariátrica. International Journal of Nutrology. 2012; 5(2):82-89.
8. Direção Geral de Saúde. Gestão integrada da obesidade - prioridade de referência de doentes obesos para a avaliação multidisciplinar de tratamento da obesidade. DSCS/DPCD. 2008
9. Angrisani L, Santonicola A, Iovino P, Formisano G, Buchwald H, Scopinaro N. Bariatric Surgery Worldwide 2013. Obes Surg. 2015; 25(10):1822-32.
10. Madsen LR, Espersen R, Ornstrup MJ, Jorgensen NR, Langdahl BL, Richelsen B. Bone Health in Patients with Type 2 Diabetes Treated by Roux-En-Y Gastric Bypass and the Role of Diabetes Remission. Obes Surg. 2019; 29(6):1823-31.
11. Gregory NS. The Effects of Bariatric Surgery on Bone Metabolism. Endocrinology and Metabolism Clinics of North America. 2017; 46(1):105-16.
12. Vilarrasa N, de Gordejuela AGR, Gómez-Vaquero C, Pujol J, Elio I, San José P, et al. Effect of Bariatric Surgery on Bone Mineral Density: Comparison of Gastric Bypass and Sleeve Gastrectomy [journal article]. Obesity Surgery. 2013; 23(12):2086-91.
13. Ruiz-Tovar J, Oller I, Priego P, Arroyo A, Calero A, Diez M, et al. Short- and mid-term changes in bone mineral density after laparoscopic sleeve gastrectomy. Obes Surg. 2013; 23(7):861-6.
14. Lu CW, Chang YK, Chang HH, Kuo CS, Huang CT, Hsu CC, et al. Fracture Risk After Bariatric Surgery: A 12-Year Nationwide Cohort Study. Medicine. 2015; 94(48):e2087.
15. Coates PS, Fernstrom JD, Fernstrom MH, Schauer PR, Greenspan SL. Gastric bypass surgery for morbid obesity leads to an increase in bone turnover and a decrease in bone mass. The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 2004; 89(3):1061-5.
16. Vilarrasa N, San Jose P, Garcia I, Gomez-Vaquero C, Miras PM, de Gordejuela AG, et al. Evaluation of bone mineral density loss in morbidly obese women after gastric bypass: 3-year follow-up. Obes Surg. 2011; 21(4):465-72.
17. Sakhaee K, Poindexter J, Aguirre C. The effects of bariatric surgery on bone and nephrolithiasis. Bone. 2016; 84:1-8.
18. Hage M, Fuleihan GE-H. Bone and mineral metabolism in patients undergoing Roux-en-Y gastric bypass. Osteoporosis International. 2014; 25(2):423-39.
19. Heber D, Greenway FL, Kaplan LM, Livingston E, Salvador J, Still C. Endocrine and nutritional management of the post-bariatric surgery patient: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2010; 95(11):4823-43.
20. Hewitt S, Aasheim ET, Sovik TT, Jahnsen J, Kristinsson J, Eriksen EF, et al. Relationships of serum 25-hydroxyvitamin D, ionized calcium and parathyroid hormone after obesity surgery. Clinical Endocrinology. 2018; 88(3):372-79.

21. Andersen T, McNair P, Hyldstrup L, Fogh-Andersen N, Nielsen T, Astrup A, et al. Secondary hyperparathyroidism of morbid obesity regresses during weight reduction. *Metabolism*. 1988; 37(5):425-28.
22. Hamoui N, Kim K, Anthone G, Crookes PF. The significance of elevated levels of parathyroid hormone in patients with morbid obesity before and after bariatric surgery. *Archives of Surgery (Chicago, Ill : 1960)*. 2003; 138(8):891-7.
23. Bazzocchi A, Ponti F, Albisinni U, Battista G, Guglielmi G. DXA: technical aspects and application. *European Journal of Radiology*. 2016; 85(8):1481-92.
24. Blake GM, Fogelman I. Technical principles of dual energy x-ray absorptiometry. *Seminars in Nuclear Medicine*; 1997. Elsevier.
25. Tavares V, Canhão H, Gomes JAM, Simões E, Romeu JC, Coelho PC, et al. Recomendações para o Diagnóstico e Terapêutica da Osteoporose. *Acta Reumatologica Portuguesa*. 2007; 32(1):49-59.
26. Morseth B, Emaus N, Jørgensen L. Physical activity and bone: The importance of the various mechanical stimuli for bone mineral density. A review. *Norsk Epidemiologi*. 2011; 20(2)
27. Quetelet A. *Physique sociale, ou essai sur le développement des facultés de l'homme*. C. Muquardt; 1869.
28. Tataranni PA, Ravussin E. Use of dual-energy X-ray absorptiometry in obese individuals. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1995; 62(4):730-34.
29. Sjostrom M, Ainsworth B, Bauman A, Bull F, Hamilton-Craig C, J. S. Guidelines for data processing analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) - Short and long forms. 2005
30. Knapp KM, Welsman JR, Hopkins SJ, Fogelman I, Blake GM. Obesity increases precision errors in dual-energy X-ray absorptiometry measurements. *Journal of Clinical Densitometry : the Official Journal of the International Society for Clinical Densitometry*. 2012; 15(3):315-9.
31. Carrasco F, Basfi-Fer K, Rojas P, Valencia A, Csendes A, Codoceo J, et al. Changes in bone mineral density after sleeve gastrectomy or gastric bypass: relationships with variations in vitamin D, ghrelin, and adiponectin levels. *Obes Surg*. 2014; 24(6):877-84.
32. Zaninotto P, Head J, Stamatakis E, Wardle H, Mindell J. Trends in obesity among adults in England from 1993 to 2004 by age and social class and projections of prevalence to 2012. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2009; 63(2):140-6.
33. Yu EW, Boussein ML, Putman MS, Monis EL, Roy AE, Pratt JS, et al. Two-year changes in bone density after Roux-en-Y gastric bypass surgery. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2015; 100(4):1452-9.
34. Schafer AL, Weaver CM, Black DM, Wheeler AL, Chang H, Szefc GV, et al. Intestinal Calcium Absorption Decreases Dramatically After Gastric Bypass Surgery Despite Optimization of Vitamin D Status. *Journal of Bone and Mineral Research : the Official Journal of the American Society for Bone and Mineral Research*. 2015; 30(8):1377-85.
35. Schafer AL, Kazakia GJ, Vittinghoff E, Stewart L, Rogers SJ, Kim TY, et al. Effects of Gastric Bypass Surgery on Bone Mass and Microarchitecture Occur Early and Particularly Impact Postmenopausal Women. *Journal of Bone and Mineral Research : the Official Journal of the American Society for Bone and Mineral Research*. 2017
36. Bredella MA, Greenblatt LB, Eajazi A, Torriani M, Yu EW. Effects of Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy on bone mineral density and marrow adipose tissue. *Bone*. 2017; 95:85-90.
37. Marengo AP, Guerrero Perez F, San Martin L, Monseny R, Casajoana A, Valera R, et al. Is Trabecular Bone Score Valuable in Bone Microstructure Assessment after Gastric Bypass in Women with Morbid Obesity? *Nutrients*. 2017; 9(12)

38. Luhrs AR, Davalos G, Lerebours R, Yoo J, Park C, Tabone L, et al. Determining changes in bone metabolism after bariatric surgery in postmenopausal women. *Surgical endoscopy*. 2019;1-7.
39. Guerrero-Perez F, Casajoana A, Gomez-Vaquero C, Virgili N, Lopez-Urdiales R, Hernandez-Montoliu L, et al. Changes in Bone Mineral Density in Patients with Type 2 Diabetes After Different Bariatric Surgery Procedures and the Role of Gastrointestinal Hormones. *Obes Surg*. 2019
40. Liu C, Wu D, Zhang J-F, Xu D, Xu W-F, Chen Y, et al. Changes in Bone Metabolism in Morbidly Obese Patients After Bariatric Surgery: A Meta-Analysis [journal article]. *Obesity Surgery*. 2016; 26(1):91-97.
41. Ko BJ, Myung SK, Cho KH, Park YG, Kim SG, Kim do H, et al. Relationship Between Bariatric Surgery and Bone Mineral Density: a Meta-analysis. *Obes Surg*. 2016; 26(7):1414-21.
42. Blom-Hogestol IK, Hewitt S, Chahal-Kummen M, Brunborg C, Gulseth HL, Kristinsson JA, et al. Bone metabolism, bone mineral density and low-energy fractures 10years after Roux-en-Y gastric bypass. *Bone*. 2019; 127:436-45.
43. Costa TL, Paganotto M, Radominski RB, Kulak CM, Borba VC. Calcium metabolism, vitamin D and bone mineral density after bariatric surgery. *Osteoporosis International : a Journal Established as Result of Cooperation Between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2015; 26(2):757-64.
44. Botella-Carretero JJ, Lafuente C, Montes-Nieto R, Balsa J, Vega-Pinero B, Garcia-Moreno F, et al. Serum Bioavailable Vitamin D Concentrations and Bone Mineral Density in Women After Obesity Surgery. *Obes Surg*. 2016; 26(11):2732-37.
45. Campanha-Versiani L, Pereira DAG, Ribeiro-Samora GA, Ramos AV, de Sander Diniz MFH, De Marco LA, et al. The Effect of a Muscle Weight-Bearing and Aerobic Exercise Program on the Body Composition, Muscular Strength, Biochemical Markers, and Bone Mass of Obese Patients Who Have Undergone Gastric Bypass Surgery. *Obes Surg*. 2017; 27(8):2129-37.
46. Geoffroy M, Charlot-Lambrecht I, Chrusciel J, Gaubil-Kaladjian I, Diaz-Cives A, Eschard JP, et al. Impact of Bariatric Surgery on Bone Mineral Density: Observational Study of 110 Patients Followed up in a Specialized Center for the Treatment of Obesity in France. *Obes Surg*. 2019; 29(6):1765-72.

Evolução da Densidade Mineral Óssea em Doentes Submetidos a Cirurgia Bariátrica
Beatriz Isabel Guimarães Pereira

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO PORTO

