

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GÉRIAS**

**LUCIANA CAMPANHA VERSIANI**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE UM PROGRAMA COMBINADO DE  
EXERCÍCIOS DE HIPERTROFIA MUSCULAR E AERÓBIO NA  
COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA MUSCULAR, MARCADORES  
BIOQUÍMICOS E TECIDO ÓSSEO DE OBESOS SUBMETIDOS A CIRURGIA  
BARIÁTRICA**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação  
em Medicina Molecular da Universidade Federal  
de Minas Gerais, como requisito para  
obtenção do título de Doutor.**

**Orientadora: Dra. Maria Marta Sarquis**

**Co-orientadora: Dra. Maria de Fátima H. Sander Diniz**

**Colaboradora: Dra. Danielle P. Gomes**

Belo Horizonte

2014

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE UM PROGRAMA COMBINADO DE  
EXERCÍCIOS DE HIPERTROFIA MUSCULAR E AERÓBIO NA  
COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA MUSCULAR, MARCADORES  
BIOQUÍMICOS E TECIDO ÓSSEO DE OBESOS SUBMETIDOS A CIRURGIA  
BARIÁTRICA**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação  
em Medicina Molecular da Universidade Federal  
de Minas Gerais, como requisito para  
obtenção do título de Doutor.**

**Orientadora: Dra. Maria Marta Sarquis**

**Co-orientadora: Dra. Maria de Fátima H. Sander Diniz**

**Colaboradora: Dra. Danielle P. Gomes**

Belo Horizonte

2014

Senhor!

Não Te peço que me troques a cruz. Ajuda-me a carregá-la.

Não Te peço que me encurtes o caminho! Vem conversando comigo.

Não Te peço que me troques a água em vinho.

Dá-me de beber o que for do Teu agrado.

Se me deixas chorar é porque me amas assim.

Unicamente rindo é difícil ser bom.

Se consentes que me firam, é para que eu saiba amar.

Porque só existe amor, onde houver perdão.

E só os feridos têm o que perdoar.

Não Te peço que me troques a cruz.

Ajuda-me a carregá-la e fazer da minha vida, um hino de louvor a Ti.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu esposo **Adauto**, companheiro fiel desta jornada de busca incessante pelo saber. Obrigada pela compreensão, apoio incondicional e participação ativa nas tristezas e alegrias desta caminhada! Você ajudou-me a tornar este sonho possível!

Aos meus filhos **Felipe e Nanda**, que tiveram que sacrificar horas do nosso convívio para que eu pudesse me dedicar mais a este sonho!

Às minhas irmãs **Aline e Alessandra**, que tornaram minha vida menos estressante nestes longos quatro anos. Obrigada por me fazerem sorrir!

Aos meus pais **Álvaro e Julieta**, que desde cedo, me mostraram a importância de investir em educação e foram grandes incentivadores.

À professora e orientadora **Maria Marta Sarquis**, sempre disponível, que me guiou nesta trajetória e impediu várias vezes que eu desanimasse. Seu apoio foi essencial!

À professora e amiga **Danielle Gomes**, que ajudou-me a desvendar cada pedacinho da estatística e ampliou minhas discussões fisioterápicas. Sua parceria foi fundamental!

Às amigas e professoras **Lygia Paccini e Giane Amorim e**, que tanto contribuíram na concepção deste projeto e na posterior discussão de idéias e resultados. Obrigada pela sua orientação!

À professora **Dra. Maria de Fátima H. Diniz**, pela colaboração e participação na minha formação de doutora.

À Professora **Lívia Lazzarotto**, que abriu as portas do Uni-BH, facilitando minhas coletas e sempre incentivando novas conquistas!

**Ao Centro Universitário de Belo Horizonte**, onde trabalho há 12 anos, que mais uma vez me apoiou durante esta longa trajetória.

Aos meus **alunos de graduação**, que souberam entender minhas ausências, algumas vezes freqüentes, nestes quatro longos anos.

Aos **voluntários obesos**, que em meio a tantas dúvidas e incertezas em relação à cirurgia e ao pós-operatório participaram deste estudo e tornaram este trabalho grandioso. A participação de vocês foi fundamental!

Aos médicos **Dr. Aduino Versiani, Dr. Marcelo Girundi e Dra. Adelaide Rodrigues**.

Obrigada pela confiança e incentivo!

A **CAPES**, pelo apoio financeiro na realização deste projeto.

O fundamental é que se inicie a busca.

O resto certamente virá...

por acréscimo!

*Renato Nogueira Costa*

## SUMÁRIO

Lista de figuras	09
Lista de tabelas	10
Lista de abreviaturas e siglas	11
Glossário	13
Resumo	15
Abstract	17
1- Introdução	19
1-1. Metabolismo do cálcio e Vitamina D	21
1-2. Densitometria	22
1-3. Marcadores de remodelação óssea	23
1-4. Composição corporal e exercício físico	25
1-5. Avaliação de força muscular e treinamento muscular	26
2- Objetivo	32
3- Casuística e Métodos	33
3-1 Critérios de Exclusão	33
3-2 Procedimentos	34
3-3 Exames laboratoriais	34
3-4 Exames de Imagem	35
3-5 Avaliação Fisioterápica	37
3-6 Controle nutricional e metabólico	47
3-7 Análise Estatística	48
4- Resultados	49
5- Discussão	61
5-1. Densidade Mineral Óssea, exercício e cirurgia bariátrica	62

5-2. Metabolismo do Cálcio, exercício e cirurgia bariátrica	64
5-3. MRO, exercício e cirurgia bariátrica	66
5-4. Composição corporal, exercício e cirurgia bariátrica	68
5-5 Força muscular, exercício, e cirurgia bariátrica	70
5-6 Limitações do estudo	74
6- Conclusão	77
7- Referências Bibliográficas	78
8- Apêndice	86
9- Anexos	90
9-1 Cópia da ata de defesa	90
9-2 Folha de aprovação	91
9-3 Apresentação em congresso	92



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Trato gastrointestinal normal e após o desvio gástrico em Y de <i>Roux</i> .	20
Figura 2	Adaptações ao treinamento de força baseado no número de repetições.	27
Figura 3	Adaptações ósseas decorrentes de uma sobrecarga mecânica	29
Figura 4	Densitometria de corpo inteiro - Análise da composição corporal.	36
Figura 5	Densitometria de corpo inteiro - Análise da densidade mineral óssea.	37
Figura 6	Mensuração da força de preensão manual pelo dinamômetro. JAMAR®.	38
Figura 7	Voluntária realizando o teste de deslocamento vertical.	39
Figura 8	Voluntária utilizando o aparelho <i>leg press</i> .	40
Figura 9	Voluntária utilizando o aparelho cadeira flexora	41
Figura 10	Voluntária utilizando o aparelho <i>pulley</i> .	41
Figura 11	Voluntária utilizando o aparelho voador.	42
Figura 12	Fluxograma demonstrando a redução da amostra inicial ao longo do estudo.	49
Figura 13	Níveis sanguíneos de CTX-1 no GT e GC no pré e pós-operatório cirurgia bariátrica.	51
Figura 14	Estimativa da força muscular teste de 10RM no aparelho <i>leg press</i> no GT e o GC.	55
Figura 15	Estimativa da força muscular teste de 10RM no aparelho cadeira flexora entre no GT e o GC.	55
Figura 16	Estimativa da força muscular teste de 10RM no aparelho supino no GT e o GC.	56
Figura 17	Estimativa da força muscular teste de 10RM no aparelho dorsal posterior entre no GT e o GC.	56

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classificação do peso pelo índice de massa corporal (IMC).	19
Tabela 2	Critérios Densitométricos da Organização Mundial da Saúde.	23
Tabela 3	Métodos de dosagem, coeficientes de variação e os valores de referências utilizados neste estudo.	35
Tabela 4	Exemplo de progressão da carga-volume (carga x séries x repetição) durante 6 semanas.	44
Tabela 5	Dados antropométricos da amostra no pré e pós-operatório.	50
Tabela 6	Dados antropométricos dos GT e GC no pré e pós-operatório.	50
Tabela 7	Marcadores de remodelação óssea da amostra no pré e pós-operatório.	51
Tabela 8	Marcadores do metabolismo do cálcio da amostra no pré e pós-operatórios.	52
Tabela 9	Marcadores do metabolismo do cálcio do GT e GC no pré e pós-operatórios.	52
Tabela 10	Estimativa da força muscular no GT ao longo do primeiro ano de cirurgia.	54
Tabela 11	Estimativa da força muscular no GC ao longo do primeiro ano de cirurgia.	54
Tabela 12	Avaliação densitométrica da amostra no pré e pós-operatório.	57
Tabela 13	Avaliação densitométrica do GT e GC no pré e pós-operatórios.	57
Tabela 14	Avaliação da composição corporal em % de massa magra encontrada em MMSS, MMII e tronco, no GT e GC, no pré e pós-operatórios.	58
Tabela 15	Avaliação da composição corporal do GT e GC no pré e pós-operatórios.	59
Tabela 16	Avaliação da composição corporal em quilos de massa magra no GT e GC no pré e pós-operatórios.	59

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

10RM: 10 repetições máximas

1RM: 1 repetição máxima

25(OH) Vit D: 25 hidroxí Vitamina D

ANOVA: análise de variância

AT1: receptor AT1 da angiotensina 2

CA: circunferência abdominal

CMO: conteúdo mineral ósseo

CTX-1: C-telopeptídeo-1

DEXA: dual x ray absorptiometry

DGYR: desvio gástrico em Y de Roux

DMO: densidade mineral óssea

DNA: ácido desoxiribonucleico

DPY: deoxipiridinolina

ECA: enzima conversora da angiotensina

FAO: fosfatase alcalina óssea

FC: frequência cardíaca

FC max: frequência cardíaca máxima prevista pela idade

FCT: frequência cardíaca de treinamento

GC: grupo controle

GT: grupo treinamento

HAS: hipertensão arterial sistêmica

IMC: índice de massa corporal

KGF: quilogramasforça

MCT: massa corporal total

MG: massa gorda

MID: membro inferior direito

MLG: massa livre de gordura

MMG: massa magra

MMII: membros motores inferiores

MMSS: membros motores superiores

MRO: marcadores de remodelação óssea

NTX-1: N-telopeptídeo 1

OM: obesidade mórbida

OMS: Organização Mundial da Saúde (WHO)

PA: pressão arterial

PO: pós-operatório

PAA: potência anaeróbia aláctica

PSE: percepção subjetiva do esforço

PTH: paratormônio

PYD: piridinolina

TEM: tensão essencial mínima

TRACP: fosfatase ácida tártaro resistente

UNI-BH: Centro Universitário de Belo Horizonte

UV: ultra-violeta

VDR: receptor da vitamina D

Vit D: vitamina D

## GLOSSÁRIO

**CONTRAÇÃO CONCÊNTRICA:** ocorre quando o músculo se encurta e observa-se o movimento articular a medida que a tensão aumenta.

**CONTRAÇÃO EXCÊNTRICA:** ocorre quando a resistência externa ultrapassa a força muscular e o músculo se alonga a medida que a tensão aumenta.

**FC máxima prevista pela idade:** corresponde a frequência cardíaca máxima de um indivíduo calculada a partir da fórmula;  $FC_{max} = 220 - \text{idade em anos}$ .

**FORÇA MUSCULAR:** é a capacidade máxima de um músculo ou grupamento muscular de gerar tensão; é a capacidade de vencer a resistência que se opõe ao movimento.

**HIPERPARATIREOIDISMO PRIMÁRIO:** trata-se do aumento do funcionamento das glândulas paratireóides, elevando os níveis séricos do paratormônio (PTH), sendo considerado primário quando a hipersecreção glandular é causada por uma doença da própria glândula.

**HIPERPARATIREOIDISMO SECUNDÁRIO:** é caracterizado pela hiperplasia das glândulas paratireóides, secundário a reduções nos níveis de vitamina D ou alguma doença sistêmica (geralmente renal).

**HIPERTROFIA MUSCULAR:** é o aumento da área de secção transversa do músculo, que pode ocorrer a partir de aumentos do sarcoplasma e ou de tecido conjuntivo, do número de sarcômeros e do número dos filamentos de actina e miosina. Essas alterações ocorrem em resposta ao treinamento com cargas elevadas.

**MASSA GORDA:** é a massa corporal formada por todos os lipídeos que podem ser extraídos dos tecidos corporais adiposos e de outros tipos.

**MASSA MAGRA OU ISENTA DE GORDURA:** é a massa corporal formada por substâncias e tecidos isentos de lipídeos, incluindo água, músculo, osso, tecido conjuntivo e órgãos internos.

**POTÊNCIA MUSCULAR MÁXIMA:** também chamada de potencia anaeróbica; é a capacidade de um músculo em gerar grande quantidade de força com alta velocidade de contração.

**RESISTÊNCIA MUSCULAR:** é a capacidade de um músculo em realizar contrações repetidas contra uma carga; é a capacidade de aplicar força repetidas vezes.

**TENSÃO ESSENCIAL MÍNIMA:** refere-se ao limiar mínimo de estímulo que dá início a uma remodelação óssea. Equivale a 1/10 da força necessária para fraturar o osso.

**TESTE DE 1RM:** é um teste utilizado para avaliar a força muscular. É definido como a maior carga que pode ser movida por uma amplitude específica de movimento uma única vez e com execução correta.

**TESTE DE 10RM:** é uma adaptação do teste de 1RM e consiste em identificar a carga máxima que o indivíduo consegue realizar por apenas 10 repetições. Indicado para

testar a força muscular em indivíduos com comprometimento cardiovascular ou que seja contra-indicado a manobra de Valsalva excessiva.

**TREINAMENTO DE FORÇA MUSCULAR:** tem como objetivo o ganho de massa muscular, resistência muscular, potência e força máxima. Consiste basicamente em séries de exercícios que objetivam aumentar as capacidades musculares.

**TREINAMENTO DE HIPERTROFIA MUSCULAR:** tem como objetivo incrementar a a força máxima através do aumento da massa muscular.

**TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA MUSCULAR:** tem como objetivo aumentar a resistência muscular absoluta, isto é, o número máximo de repetições que pode ser realizado com uma carga relativa.

## RESUMO

### **AVALIAÇÃO DO EFEITO DE UM PROGRAMA COMBINADO DE EXERCÍCIOS DE HIPERTROFIA MUSCULAR E AERÓBIO NA COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA MUSCULAR, MARCADORES BIOQUÍMICOS E TECIDO ÓSSEO DE OBESOS SUBMETIDOS A CIRURGIA BARIÁTRICA**

A cirurgia bariátrica tem sido uma alternativa frequentemente utilizada para tratamento da obesidade. Entretanto, têm sido observadas alterações na composição corporal e no metabolismo ósseo nos indivíduos submetidos a esse tipo de procedimento. O objetivo desse estudo foi avaliar o impacto de um programa combinado de exercícios de hipertrofia muscular e aeróbio supervisionado, na composição corporal, força muscular, marcadores bioquímicos e na massa óssea em indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica. A amostra foi formada por 37 indivíduos obesos (81,1% mulheres, média de idade  $38,2 \pm 11,1$  anos,  $IMC = 42,4 \pm 3,7$   $Kg/m^2$ ) submetidos a cirurgia de desvio gástrico em Y de Roux e acompanhados após o período de 1 ano de pós-operatório. Utilizou-se a densitometria de corpo inteiro (DEXA) para avaliação da densidade mineral óssea (DMO), massas gorda e magra totais no pré e pós-operatórios. Os exames laboratoriais consistiam de dosagem sanguínea de cálcio, paratormônio (PTH) e Vitamina D além dos marcadores de remodelação óssea - MRO (C-telopeptídeo de colágeno tipo-1 CTX-1 e fosfatase alcalina óssea - FAO). A força muscular foi estimada pelo teste de 10 repetições máximas (10RM) e pelo dinamômetro de preensão manual (JAMAR®), sendo realizadas 3 medidas em cada mão, de forma alternada, e escolhido o maior valor obtido durante as medidas. Nesse mesmo período foi realizado o teste de deslocamento vertical para avaliação da potência anaeróbica aláctica (PAA). O teste consiste em subir uma escada de 13 degraus de 15,8 cm cada, na maior velocidade possível, sendo mensurado o tempo de execução do teste e posteriormente calculado a PAA. No pós-operatório os voluntários foram divididos em 2 grupos: Grupo Treinamento (GT) - 18 voluntários que participaram de um programa de exercícios combinados de hipertrofia muscular e aeróbio supervisionado, 2 dias por semana, não consecutivos, durante 35 semanas. Cada sessão tinha a duração de 90 minutos e incluía 8 exercícios para hipertrofia muscular (posterior de ombros, pulley posterior, supino, tríceps em pronação, voador, cadeira extensora, leg press, cadeira flexora) que foram prescritos em 1-3 séries de 10-12 repetições na intensidade pré determinada no teste de 10RM, estimada em cada exercício. Após este treinamento foram realizados 25 minutos de exercícios aeróbicos em esteira ou bicicleta ergométrica na intensidade de 60-80% da frequência cardíaca (FC) máxima prevista para idade. O Grupo Controle (GC) era formado por 19 voluntários que não participaram do programa de exercícios citado acima. O GT foi reavaliado a cada 06 semanas pelos teste de força e deslocamento e o GC a cada 04 meses de acompanhamento. Os exames de sangue foram repetidos para todos os voluntários com 02, 09 e 12 meses de PO. Na análise estatística foi utilizado o teste *t-student* independente e ANOVA de medidas repetidas 4x2 com *post hoc* de *Bonferroni*, com nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Os resultados demonstraram que o GT e GC apresentaram reduções significativas de peso ao final do primeiro ano de cirurgia ( $109,88 \pm 11,39$  vs  $73,6 \pm 8,1$  Kg e  $108,8 \pm 9,9$  vs  $77,5 \pm 11,9$  Kg, respectivamente), porém sem diferença estatística entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Não houve diferença significativa entre os grupos em relação aos MRO ou de metabolismo do cálcio. Após 1 ano de pós-operatório o GT apresentou menores decréscimos na DMO de corpo inteiro ( $0,07 \pm 0,049$  vs  $0,140 \pm 0,081$   $g/cm^3$ , respectivamente) e nas massas ósseas da região da coluna ( $1,19 \pm 0,13$  vs  $1,13 \pm 0,14$   $g/cm^3$ ;  $p < 0,05$ ) e do membro inferior direito (MID) ( $1,26 \pm$

0,04 vs  $1,22 \pm 0,14 \text{g/cm}^3$ ) em relação ao GC ( $p < 0,05$ ). Na composição corporal, o GT teve menor redução de massa em Kg que o GC ( $2,17 \pm 3,60$  vs  $4,8 \pm 2,22$  Kg;  $p < 0,05$ ). Além disto, o GT apresentou um aumento significativo do percentual de massa magra na região dos braços em relação ao GC ( $66,17 \pm 7,5$  vs  $63,6 \pm 8,1$  %;  $p < 0,05$ ). A força muscular global obtida pelo dinamômetro e nos grupos musculares analisados por meio do teste de 10RM foi estatisticamente superior no GT em relação ao GC no final de 1 ano de pós-operatório ( $36,0 \pm 8,9$  vs  $31,0 \pm 8,0$  Kg;  $p < 0,05$ ). O GT apresentou resultados estatisticamente superiores para o tempo de realização do teste de deslocamento vertical em relação ao GC ao final do acompanhamento ( $3,28 \pm 0,5$  vs  $3,8 \pm 0,7$  segundos, respectivamente;  $p > 0,05$ ). Os valores de PAA não foram estatisticamente diferentes entre os grupos ( $p < 0,05$ ). Esse estudo demonstrou que o programa combinado de exercícios de hipertrofia muscular e aeróbico, supervisionado, não influenciou os MRO, mas atenuou a perda óssea na coluna e MID, atenuou a perda de massa magra, aumentou a massa muscular nos braços e a força muscular total da população avaliada.

Descritores: força muscular, exercício, obesidade, tecido ósseo, cirurgia bariátrica, remodelação óssea, densitometria, composição corporal.



## ABSTRACT

### **ASSESSMENT OF MUSCULAR HYPERTROPHY AND AEROBIC COMBINED EXERCISES PROGRAM EFFECT IN BODY COMPOSITION, MUSCULAR FORCE, BIOCHEMICAL MARKERS AND BONE MASS OF OBESE INDIVIDUALS SUBMITTED TO BARIATRIC SURGERY**

Bariatric surgery has been frequently used as an alternative for treatment of obesity. However, the patients undergoing this type of procedure have changes in body composition and bone metabolism. The objective of this study was to assess the impact of a supervised muscular hypertrophy and aerobic combined exercises program in body composition, muscular force, biochemical markers and bone mass in individuals submitted to bariatric surgery. The sample consisted in 37 obese subjects (81.1% female, mean age=38.2 ± 11.1, BMI=42.4 ± 3.7 Kg/m<sup>2</sup>) submitted to bariatric surgery and follow-up one year after Roux-en-Y gastric bypass surgery. The whole body densitometry (DXA) was used to evaluate the body mineral density (BMD), total body fat and lean body mass in pre and postoperative. Laboratory investigations consisted of serum calcium, PTH, 25-hydroxyvitamin D and bone remodeling markers (C-telopeptide of collagen type I- CTX and bone specific alkaline phosphatase - BAP). Muscle strength was determined by concentric 10 repetition maximum test (10RM) and hand grip dynamometer (JAMAR®), 3 measures being carried out in each hand, alternately, and choose the highest value obtained during the measurements. In the same period were performed the vertical displacement test to evaluate aláctica anaerobic power. The test consists of climbing a staircase of 13 steps of 15.8 cm each, at the highest possible speed, and measured the test execution time and subsequently calculated the PAA. Postoperatively, subjects were divided into two groups: training group (TG) - 18 volunteers who participated in a supervised exercise program of muscle strengthening, two nonconsecutive days per week, during 35 weeks. Each session lasted 90 minutes and included eight exercises for muscular hypertrophy: seated chess press, lat pull down, standing biceps curl, standing triceps extension, fly machine, leg extension, leg press and leg curl, that have been prescribed 1-3 sets of 10-12 repetitions an intensity that was determined by 10RM test for each exercise. After these training 25 minutes o aerobic exercises were performed n a treadmill or cycle ergometer at intensity of 60-80% heart rate (HR) maximum for his age. The control group (CG) consisted of 19 volunteers who were not part of the exercise program. The TG was re-evaluated every 06 weeks for the test of strength and displacement and the GC every 04 months follow-up. Blood tests were repeated for all volunteers with 02, 09 and 12 months postoperatively. Statistical analysis were done by Student's t-test and ANOVA for repeated measures with post hoc by Bonferroni, with a significance level of 5% (p <0.05). The results showed that the TG and CG presented significant reductions in weight at the end of the first year of surgery (109.88 ± 11.39 vs 73.6 ± 8.1 Kg e 108.8 ± 9.9 vs 77.5 ± 11.9 Kg, respectively), but without significant differences between groups (p>0,05). There was no significant difference between groups in relation to bone markers or calcium metabolism. After one year, TG showed smaller decreases in total BMD (0.07 ± 0.049 vs 0.140± 0.081 g/cm<sup>3</sup>, respectively); bone mass at the spine (1.19 ± 0.13 vs 1.13 ± 0.14g/cm<sup>3</sup>) and right lower limb (RLL) (1.26 ± 0.04 vs 1.22 ± 0.14g/cm<sup>3</sup>) when it was compared with CG (p<0.05). In body composition, the GT had lowest mass reduction (Kg) than the GC (2.17 ± 3.60 vs 4.8 ± 2.22 kg, p <0.05). Furthermore, TG had a significant increase in arms lean mass relative to CG (66.17 ± 7.5 vs 63.6 ± 8.1 %; p<0.05). The overall strength measure by hand grip dynamometer

and specific muscle strength analyzed by 10RM test was statistically greater in the TG compared with CG at the end of one year postoperative ( $36.0 \pm 8.9$  vs  $31.0 \pm 8.0$  Kgf;  $p < 0.05$ ). TG showed statistically superior results to the time between the vertical displacement test compared to the CG at the end of follow-up ( $3.28 \pm 0.5$  vs  $3.8 \pm 0.7$  seconds respectively;  $p > 0.05$ ). The PAA values were not statistically different between groups ( $p < 0.05$ ). This study demonstrated that supervised muscular hypertrophy and aerobic combined exercises program did not influence bone remodeling markers, but attenuated spine and RLL bone loss and improved muscle mass in the arms and the overall muscle strength of the study population.

Descriptors: muscle strength, exercise, obesidade, bone, bariatric surgery, bone remodeling, densitometry, body composition.

## 1-INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença universal, de prevalência crescente, com características de epidemia global e vem se tornando um dos mais graves problemas de saúde pública da sociedade moderna (NHLBI - EXPERT PANEL ON THE IDENTIFICATION, EVALUATION AND TREATMENT OF OVERWEIGHT AND OBESITY IN ADULTS, 1998).

De forma geral, utiliza-se o índice de massa corpórea (IMC) para classificar os pacientes em baixo peso, peso normal, sobrepeso e obesidade. O cálculo do IMC é realizado segundo a fórmula:  $IMC = \text{peso (kg)} / (\text{altura (m)})^2$  e a classificação está apresentada no tabela 1.

Tabela 1- Classificação do peso pelo índice de massa corporal (IMC). Adaptado da Organização Mundial da Saúde (WHO), 1998.

Classificação	IMC (peso/altura <sup>2</sup> = kg/m <sup>2</sup> )	Riscos de co-morbidades
Baixo peso	< 18,5	Baixo (porém maiores riscos de outros problemas clínicos)
Normal	18,5 - 24,9	Ausente
Excesso de peso	≥ 25	
Pré-obeso	25 - 29,9	Aumentado
Obeso classe I	30 - 34,9	Moderado
Obeso classe II	35 - 39,9	Severo
Obeso classe III	≥ 40	Muito severo

Adaptado de: WHO, 1998<sup>84</sup>.

O termo “obesidade mórbida” (OM) é aplicado àqueles indivíduos que apresentam o  $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$  – obeso classe 3 (BROLIN 2001). A morte precoce, abaixo dos cinquenta anos, é comum entre esses pacientes, devido a um significativo aumento de enfermidades coronarianas, hipertensão arterial sistêmica (HAS), insuficiência cardíaca, *diabetes mellitus* tipo II, síndrome metabólica, síndrome da apnéia obstrutiva do sono, estase venosa com hipercoagulabilidade e embolia pulmonar (MATHIER & RAMANATHAN 2007; DAVIS, PATEL & GAGNE, 2007).

Além do prognóstico ruim o obeso mórbido também apresenta baixa capacidade funcional. A obesidade impõe um estresse ventilatório adicional durante o exercício, como resultado direto da massa corporal aumentada, que requer grandes trocas metabólicas de energia e também acarreta prejuízo funcional secundário causado por função pulmonar alterada (LI *et al.*, 2001). O excesso de tecido adiposo em região de tórax e abdome, os coxins de gordura nos quadris e coxas e desgastes osteoarticulares, devido à sobrecarga de peso constante, conduzem a passos lentos, com menor cadência, que limitam a deambulação contribuindo ainda mais para a instabilidade da marcha e aumento do risco de quedas e lesões nesta população (HULENS *et al.*, 2003; FORHAN AND GILL 2013).

O tratamento cirúrgico tem sido utilizado com o objetivo de alcançar redução permanente de peso, quando o tratamento convencional (dieta, exercícios e drogas anorexígenas) falha em controlar de forma definitiva a obesidade e evitar os múltiplos problemas associados (NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH CONSENSUS GASTROINTESTINAL SURGERY FOR SEVERE OBESITY, 1992).

A principal técnica operatória de cirurgia bariátrica realizada atualmente tem sido o desvio gástrico em Y de *Roux* (DGYR). Nessa técnica realiza-se uma gastroplastia vertical com bandagem, sendo caracterizada pela redução do reservatório gástrico e restrição ao seu esvaziamento pelo emprego de um anel de contenção além de derivação gastrojejunal em Y de *Roux* (figura 1) (BROLIN *et al.*, 1994; CHOBAN *et al.*, 2002).

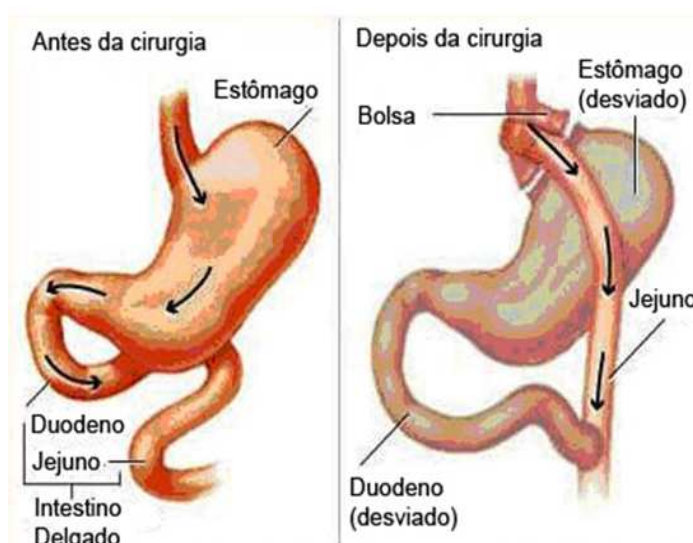


Figura 1 - Trato gastrointestinal normal e após o desvio gástrico em Y de *Roux*.

A redução de peso induzida cirurgicamente promove uma melhora significativa da função cardiopulmonar tanto em repouso quanto no exercício (SERES *et al.*, 2006; MANISCALCO *et al.*, 2006; MATHIER & RAMANATHAN 2007; DAVIS, PATEL & GAGNE 2007). Alguns estudos têm demonstrado uma tolerância melhor ao esforço, redução dos sintomas limitantes e melhora na qualidade de vida desta população (BYRNE 2001; TOMPKINS *et al.*, 2008). Por outro lado, a médio e longo prazos evidencia-se a ocorrência de distúrbios de má absorção alimentar com deficiências de sais minerais e vitaminas, como vitamina D e cálcio (WILLIAMS 2008; VIEGAS 2010).

### **1-1. Metabolismo do Cálcio e Vitamina D**

O cálcio é absorvido primariamente no duodeno e no jejuno proximal passivamente ou por meio de um processo ativo mediado pela vitamina D. A deficiência pode ocorrer com a redução da ingestão de cálcio e vitamina D contidos nos alimentos, redução da absorção devido ao desvio do duodeno e má absorção da vitamina D (OTT *et al.*, 1992). Estudos têm demonstrado que este tipo de procedimento pode levar ao hiperparatireoidismo secundário e doenças metabólicas ósseas (COATES *et al.*, 2004; SCHWEITZER 2007; GÓMEZ *et al.*, 2009). Essas alterações poderiam ser atribuídas a redução da área de superfície intestinal para absorção calórica, levando a má absorção de minerais e vitaminas lipo-solúveis como o cálcio e a vitamina D, principalmente nos procedimentos de malabsorção (SCHWEITZER 2007; STEIN 2013). A deficiência de vitamina D e conseqüentemente um hiperparatireoidismo secundário ainda apresentam mecanismos incertos. Tem sido proposto que a obesidade levaria a um aumento do clearance de 25(OH)VitD e uma maior quantidade de estoque desta vitamina no tecido adiposo em excesso. Outros autores sugerem que a deficiência de vitamina D é atribuída a uma insuficiente exposição a radiação ultravioleta e conseqüente comprometimento na produção de 25(OH)VitD no fígado devido à esteatose hepática, também comum nesta população (VIEGAS 2010).

Em relação ao hiperparatireoidismo os resultados são variáveis. Goode *et al.*, (2004) encontraram valores normais, porém mais elevados de paratormônio (PTH) em indivíduos 3 anos pós BGYR quando comparados com grupo controle. Esta diferença persistiu por 6 meses, mesmo após suplementação de vitamina D e cálcio. Johnson *et*

*al.*, (2006) demonstraram redução progressiva na vitamina D e um aumento progressivo no PTH em 243 indivíduos que foram acompanhados por um período de 3,1 a 5,7 anos pós DGYR. Contrariando estes 2 estudos, Ott *et al.*, (1992); Coates *et al.*, (2004), Von Mach *et al.*, (2004) e Carrasco *et al.*, (2009) não mencionaram hiperparatireoidismo secundário ou decréscimo nos níveis séricos de cálcio na população por eles avaliada.

Embora alguns estudos demonstrem que o excesso de peso pode se associar a efeitos benéficos sobre a massa óssea, tais como aumento da carga mecânica sobre o esqueleto e prevenção de osteoporose, existe um paradoxo, visto que esse osso não é de melhor qualidade (VILARRASA *et al.*, 2010). O sequestro de vitamina D pelos adipócitos, associados a deficiências de cálcio e o hiperparatireoidismo secundário que podem estar presentes em alguns obesos no pré-operatório (WILLIAMS 2011) podem potencializar a redução da densidade mineral óssea (DMO) e aumentar o risco de fraturas (LANGLOIS *et al.*, 2001), especialmente quando a perda de peso ocorre rapidamente, como no caso do desvio gástrico.

### **1-2.Densitometria**

A DMO tem sido preconizada para avaliar a medida de massa óssea para diagnóstico da osteoporose. Vários trabalhos populacionais demonstraram elevada correlação entre resistência óssea e quantidade de matriz mineralizada, característica medida por esse exame (MARONE *et al.*, 1989). A técnica mais empregada para medição da DMO é realizada por meio de absorção de raios-X de dupla energia (DXA – Dual X-Ray Absorptiometry). O exame é considerado mais adequado e preciso, e sua medida é considerada o melhor método disponível para determinar o risco de fraturas e assim iniciar um tratamento preventivo (MEUNIER *et al.*, 1999; NIH 2001). O diagnóstico de osteoporose foi proposto pela Organização Mundial de Saúde (OMS), em 1994, como uma desordem esquelética caracterizada por redução da massa óssea com alterações da microarquitetura do tecido ósseo levando a redução da resistência óssea e a aumento da suscetibilidade a fraturas. A definição operacional de osteoporose sugerida pela OMS (tabela 2) indica que valores da densidade mineral óssea inferiores a 2,5 desvios padrão da média de valor de pico em adultos jovens (escore T < -2,5) são compatíveis com o diagnóstico, devido ao alto risco de fraturas.

Tabela 2 - Critérios Densitométricos da Organização Mundial da Saúde, estabelecidos para: coluna lombar, colo do fêmur e 1/3 médio do rádio. (WHO Technical Report Series – 843, Geneva, 1994; NIH Consensus Development Panel. Osteoporosis Prevention, Diagnosis and Therapy; Eastell R,1998).

<b>Critérios para o diagnóstico de osteoporose</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Densitometria normal: escore T de até -1 desvio padrão ou maior</li> <li>• Osteopenia: escore T entre - 1 e -2,5 desvios padrão</li> <li>• Osteoporose: escore T de -2,5 ou menor</li> <li>• Osteoporose estabelecida ou grave: escore T igual ou inferior a -2,5 desvios-padrão ou uma ou mais fraturas associadas</li> </ul>

O emprego da DXA teve início em 1987 e tornou-se o método de escolha para a quantificação da massa óssea, sendo utilizado para diagnóstico e seguimento terapêutico (LANG *et al.*, 1991). É um método não-invasivo, mais preciso na avaliação de risco de fratura, com radiação extremamente baixa e recomendada como o meio disponível mais adequado, até o momento, para avaliação de indivíduos com risco de desenvolver osteoporose (SEELEY *et al.*, 1991). Outra adaptação à densitometria óssea convencional é a densitometria de corpo inteiro, que permite avaliar também a composição corporal total e específica de determinadas regiões do corpo por meio dos valores absolutos e percentuais de massas magra e gorda nos membros superiores (MMSS), membros inferiores (MMII), toráx, abdômem, etc...

A DMO, por ser uma medida estática, tem como principal limitação não refletir a reabsorção e a formação ósseas, que são processos dinâmicos, e desta forma a opção é a utilização da dosagem dos marcadores de remodelação óssea (MRO) para determinar a evolução da osteoporose e a resposta terapêutica.

### **1.3 Marcadores de remodelação óssea**

Temos disponíveis vários MRO, sendo exemplos de formação óssea a osteocalcina, a fosfatase alcalina total, a fosfatase alcalina óssea (FAO) e o pro-peptídeo do colágeno tipo I e os de reabsorção óssea, como a fosfatase ácida târtaro resistente (TRACP), as moléculas interligadoras do colágeno tipo I (CTX e NTX) que são séricas e a deoxipiridinolina (DPY) e a piridinolina (PYD) que são urinários. A CTX-1 é uma

molécula, liberada no processo de reabsorção óssea, onde fragmentos amino e carboxiterminais do colágeno são liberadas com ligações cruzadas acopladas, denominadas telopeptídeos. A FAO é um marcador de formação óssea secretado pelos osteoblastos, com predomínio na infância até o fim do crescimento logitudinal. É uma isoforma da fosfatase alcalina total com maior sensibilidade e especificidade para indicar formação óssea. Valores elevados de CTX-1 indicam maior reabsorção óssea e elevados de FAO indicam maior formação óssea. Os valores de normalidade para a CTX-1 podem variar de 0,016-0,584 ng/mL (homens entre 30-50 anos) e inferiores a 0,704 ng/mL (homens acima de 50 anos) e 0,025-0,57 ng/mL (mulheres pré menopausa) e 0,104-1,008 ng/mL (pós-menopausa). Os valores de normalidade para a FAO podem variar de 12-23 UL para os homens e 10-22 UL para as mulheres (Laboratório Hermes Pardini, 2011; vide tabela na página 35).

Wucher *et al.*, (2008) realizaram uma revisão bibliográfica para mensurar o impacto da cirurgia de obesidade no metabolismo ósseo, analisar os mecanismos subordinados e sua relação com as adipocinas. Foram analisados tanto estudos retrospectivos quanto prospectivos, com acompanhamento de 6 meses a 6 anos. Estes estudos demonstraram evidências precoces de aumento do remodelamento ósseo. Von Mach *et al.*, (2004) encontraram um aumento significativo de deoxipiridinolina após 3 meses de acompanhamento e de osteocalcina após 6 meses comparando-se a DGYR com outra técnica cirúrgica (gastroplastia com bandagem vertical). Fleischer *et al.*, (2008) observaram aumento de 106% no NTX-1 sanguíneo acompanhado de um aumento de 39% nos níveis de osteocalcina após um ano de pós-operatório. Coates *et al.*, (2004) encontraram um aumento de 288% no C-telopeptídeo urinário e 53% na osteocalcina em indivíduos submetidos ao DGYR quando comparados com obesos do grupo controle. Por outro lado, Goode *et al.*, (2004) encontraram um aumento significativo no C-telopeptídeo urinário, mas não na osteocalcina, que não foi corrigido mesmo após 6 meses de suplementação com vitamina D e cálcio. O decréscimo de DMO ocorreu predominantemente no quadril e parecia iniciar no primeiro ano após a cirurgia (JOHNSON *et al.*, 2005). Carrasco *et al.*, (2009) também avaliaram as alterações na DMO em indivíduos submetidos a DGYR e observaram 3% de redução na DMO após 1 ano de cirurgia, sendo os locais mais acometidos a coluna e a pelve (7,4 e 10,5%, respectivamente). As mudanças na DMO em relação aos locais de acometimento



sugeriram que o efeito da redução de peso acompanhado de menor sobrecarga mecânica é altamente relevante para determinação da DMO.

Alguma citocinas como a leptina e a adiponectina, que são sintetizados pelo tecido adiposo, também podem estar associados a essas alterações osteometabólicas, porém a controvérsia de resultados sugere a necessidade de estudos intervencionais para elucidar melhor o papel dessas substâncias no metabolismo ósseo de humanos (JOHNSON *et al.*, 2005; AHIMA 2006; WUCHER *et al.*, 2008; GOMEZ-AMBROSI *et al.*, 2008; CARRASCO *et al.*, 2009; CAO 2011; GRETHEN *et al.*, 2012).

#### **1.4 Composição corporal e exercício físico**

A rápida e profunda redução de peso no DGYR é ocasionada principalmente pela redução da massa corporal total (MCT) e pela massa gorda (MG), podendo resultar também na redução de massa livre de gordura (MLG ou massa magra) (RABKIN *et al.*, 2004). O componente restritivo da cirurgia pode levar a redução do volume de nutrientes ingeridos, principalmente proteínas essenciais de construção e manutenção da MLG. Metcalf *et al.*, (2005) relataram que a prática de exercício físico pode influenciar a composição corporal, embora sua realização não altere o percentual de massa corporal perdida após a cirurgia, e sim altere a composição corporal pelo aumento da MLG e redução da MG.

A prática de exercícios físicos no pós-operatório de cirurgia bariátrica tem sido estudada por vários autores (PALAZUELOS-GENIS *et al.*, 2008; PETERING *et al.*, 2009; LIVHITS *et al.*, 2010). A realização de exercícios supervisionados, de forma regular e contínua auxiliaria na adesão efetiva a um estilo de vida mais saudável, promoveria ganhos de massa magra e força muscular e garantiria uma melhora ou manutenção dos ganhos osteomusculares adquiridos com a cirurgia (FAINTUCH *et al.*, 2013; FORHAN & GILL, 2013). De forma contrária, a ausência de exercício após 1 ano de cirurgia favorece uma redução de 33% na força muscular máxima em MMII, resultando em atrofia e perda de massa muscular. Além disso, o declínio da força máxima pode também estar diretamente relacionado à magnitude da redução de peso corporal (HUE *et al.*, 2008).

Faintuch *et al.*,(2013) e Forhan & Gill (2013) relataram vários prejuízos osteomusculares que acometem o obeso mórbido como osteoartrite, posturas inadequadas, dores lombares e risco aumentado para quedas, que limitam a mobilidade funcional e quando associados a hábitos de vida sedentários deterioram ainda mais a qualidade de vida deste indivíduo. As alterações na geometria corporal, aumento da massa em diferentes segmentos do corpo e os limites impostos devido a biomecânica predispõe os obesos a lesões na realização de atividades (FABRIS DE SOUZA 2005; WEARING *et al.*,2006; HUE *et al.*,2008). Associado a isto percebe-se também alguns sentimentos negativos como o constrangimento em realizar exercícios em determinados locais e o medo de se machucar quando se exercita (WOUTERS *et al.*,2011). Algumas dessas alterações e receios tendem a desaparecer ou atenuar após a cirurgia bariátrica, entretanto, com o passar dos meses alguns hábitos característicos de patologias crônicas como a obesidade persistem, como o estilo de vida pouco saudável e a baixa aderência a recomendações iniciais do pós-operatório, tornando-se um desafio importante enfrentá-los precocemente (ELKINS *et al.*, 2005; FAINTUCH *et al.*,2013).

Kam *et al.*,(2009) realizaram uma extensa revisão sistemática sobre o efeito dos exercícios na redução de quedas, relacionadas a fraturas, e seus fatores de risco em indivíduos com baixa densidade óssea. Apesar dos artigos terem como referência principalmente mulheres pós-menopausa ou muito idosas, muitos achados importantes podem ser adequados a população submetida a cirurgia bariátrica, visto que a perda de massa óssea ou a osteopenia podem ser evidentes também nessa população.

### **1.5 Avaliação de força muscular e treinamento muscular**

Testes que avaliam a força muscular tem sido utilizados em grande escala na Fisiologia do Exercício (BAECHLE & EARLE, 2010). O dinamômetro isocinético tem sido considerado o "padrão-ouro" para a medida desta variável, entretanto, o custo elevado dessa técnica além de necessidade de pessoal treinado para a sua execução, limitam a prática rotineira deste equipamento (PEREIRA & GOMES 2003). Dessa forma, na prática clínica, a força muscular pode ser também medida pelo teste de 1 repetição máxima (1RM), ou estimada por testes sub-máximos como o teste de 10 repetições máximas (10RM). O teste de 10RM corresponde ao cálculo estimativo de

75% de 1RM e é considerado uma alternativa mais segura para a avaliação de força muscular em determinados grupos inexperientes ou frágeis (PEREIRA & GOMES 2003; BAECHLE & EARLE, 2010). Esses testes têm aplicação principal na investigação científica, em casos em que é necessário o conhecimento dos níveis de força muscular dos sujeitos, nas situações pré e pós-treinamento e, na própria prescrição de treinamento para exercícios de fortalecimento muscular (PEREIRA & GOMES 2003).

A utilização de protocolos padronizados de exercícios que visam hipertrofia muscular (também chamada de resistência de alta intensidade), mas que proporcionam ganhos concomitantes de resistência e principalmente de força muscular, além da própria hipertrofia estão bem descritos na literatura científica (CÂMARA *et al.*, 2006; ACSM *by* WESTCOTT 2009; ACSM *by* RATAMESS 2009; BAECHLE & EARLE 2010). A indicação desses protocolos para ganhos de força muscular torna-se útil quando aplicados em indivíduos inexperientes quanto ao treinamento ou que necessitem de ganhos mais funcionais que os proporcionados pelo treinamento de força clássico (figura 2).

	≤2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	≥20	
Objetivo de treinamento	Força			Força						Força			Força							
	*Potência						Potência			Potência			Potência							
	Hipertrofia			Hipertrofia						Hipertrofia			Hipertrofia							
	Resistência muscular						Resistência muscular						Resistência muscular							
	≤2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	≥20	
	Progressão de repetições máximas																			

Figura 2- Adaptações ao treinamento de força baseado no número de repetições (BAECHLE & EARLE 2010).

Programas que associaram exercícios aeróbios e principalmente exercícios de fortalecimento muscular demonstraram efeitos positivos na DMO ou conteúdo mineral ósseo (CMO) na maioria dos estudos. A escolha da carga ideal incrementa os ganhos de força muscular e otimiza o treinamento. O treinamento de força isolado também é capaz de aumentar a densidade óssea em mulheres pré e pós-menopausas (KELLEY *et al.*, 2001; KAM *et al.*, 2009).

A realização de exercícios de resistência muscular em geral podem favorecer o aumento da massa corporal magra, com conseqüente aumento de força e resistência muscular. A força muscular apresenta correlação com a DMO, particularmente devido à forte associação com a MLG (MILLER *et al.*, 2004). Além disso, exercícios com esses componentes permitem a aplicação de sobrecarga alta sobre o músculo e conseqüentemente sobre o esqueleto, favorecendo adaptações posteriores (NICHOLS-RICHARDSON *et al.*, 2007).

Outro estudo interessante foi desenvolvido por Schroeder, Hawkins & Jaque (2004), que observaram que o treinamento de resistência muscular por 16 semanas teve grande potencial para melhorar a estrutura do osso em locais específicos do esqueleto, sendo observados ganhos na força muscular, massa magra e conteúdo mineral ósseo. Outra vantagem foi a presença, na população estudada, de elevadas concentrações de osteocalcina em conjunto com ausência de alterações na deoxipiridinolina que poderiam otimizar o potencial de intensificação da massa óssea pelo aumento da formação e decréscimo da reabsorção óssea.

Enquanto os osteoclastos reabsorvem o osso mineralizado pré-existente, os osteoblastos constroem a matriz extracelular que será posteriormente mineralizada. O desequilíbrio entre a deposição e a reabsorção óssea levam a condições patológicas de excesso de massa óssea (osteopetrose) ou baixa de massa óssea (osteopenia e osteoporose) (ZAIDI 2007; GOMEZ-AMBROSI *et al.*, 2008). Quando a manutenção de uma sobrecarga ocorre por um período suficiente, esse tipo de exercício pode proporcionar meios seguros e satisfatórios de promover adaptações estruturais e funcionais nos tecidos ósseos e musculares (NICHOLS-RICHARDSON *et al.*, 2007).

Na figura 3 observa-se que a aplicação de uma força longitudinal decorrente da sustentação de peso corporal causa uma curvatura no osso criando estímulos para a remodelação óssea nas regiões deformadas. Este estímulo inicial promove uma tensão essencial mínima (TEM), ou seja, refere-se ao limiar de estímulo necessário para dar início a uma remodelação óssea (A). Em seguida, os osteoblastos migram para as fibras de colágenos extras existentes no local (B). Esses osteoblastos, antes inativos, migram para a área que sofreu deformação (C). Com esse processo as fibras de colágeno mineralizam-se e o diâmetro do osso aumenta efetivamente (D). Depois do crescimento ósseo, a mesma força que antes era suficiente para exceder a TEM ficará agora abaixo

do limiar, sendo necessária uma sobrecarga progressiva para aumentar o tamanho e a força do osso (BAECHLE & EARLE 2010).

Os exercícios de fortalecimento, hipertrofia e resistência muscular são considerados osteogênicos e têm sido uma ferramenta não-farmacológica para prevenção e tratamento da osteoporose (BORER *et al.*,2005; HILTON *et al.*,2006). A escolha apropriada desses exercícios deve envolver atividades em múltiplas articulações, com direcionamento de forças para coluna e quadril, que garantem o estímulo mecânico inicial e as adaptações ósseas subsequentes (BAECHLE & EARLE 2010), induzindo a remodelação óssea e seus efeitos positivos na densidade do osso cortical dos indivíduos com osteopenia ou osteoporose (LIU-AMBROSE *et al.*,2004; KLEIN-NULEND *et al.*,2005; KAM *et al.*, 2009).



Figura 3- Adaptações ósseas decorrentes de uma sobrecarga mecânica (Adaptado de BAECHLE & EARLE 2010).

A cirurgia bariátrica promove inúmeros benefícios para a população obesa decorrente da redução de peso. A diminuição da massa corporal por si só já promove alterações significativas na deambulação e na funcionalidade do obeso. Entretanto, o aprimoramento desses ganhos é essencial para se adquirir uma vida mais saudável e ampliar a qualidade de vida dessa população. O treinamento com exercícios para hipertrofia muscular apresentam como resposta global o incremento na forma muscular

decorrente do aumento no número de miofibrilas contráteis, aumentando a área de seção transversa. Essas modificações estruturais conferem ao músculo um maior potencial para produção de força máxima (NEGRÃO & BARRETO 2005). Além disto, a realização de exercícios excêntricos promove um potente estímulo para a hipertrofia funcional levando a um aumento da massa e de força muscular. As adaptações musculares decorrentes do treinamento de hipertrofia muscular aumentam o metabolismo corporal, permitem modificações benéficas na função muscular e preparam a estrutura muscular para suportar sobrecargas mecânicas agudas e intermitentes que ocorrem constantemente no dia a dia de um indivíduo, sem prejuízos osteoarticulares. Para o indivíduo que estará deixando de ser obeso a grande e rápida perda de peso interfere diretamente na dinâmica músculo-esquelética de um corpo que já estava habituado a grandes percentuais de massas magra e principalmente gorda. Não é incomum perceber que quando o obeso inicia a redução corporal relatos tornam-se frequentes de dores em região lombar e paravertebral, acompanhados de flacidez muscular generalizada e a adoção visível de uma postura cifótica. Isso ocorre porque qualquer perda de peso resulta na perda de tecido muscular, adquirido para sustentar o excesso de tecido adiposo. No caso da cirurgia bariátrica, todas essas alterações podem estar relacionadas em grande parte a redução da massa muscular de sustentação (principalmente latíssimo do dorso e paravertebrais) que ocorre de forma abrupta e descontrolada.

O treinamento com exercícios aeróbios aumenta a sensibilidade beta-adrenérgica, o que sugere maior modulação do sistema nervoso simpático no tecido adiposo (NEGRÃO & BARRETO 2005). Além disso, melhora a eficiência do coração enquanto bomba, aumenta a expansibilidade torácica e aumenta a captação de oxigênio a nível tecidual, que pode ser atribuída aos aumentos da densidade capilar e do número de mitocôndrias musculares. As adaptações cardiovasculares e respiratórias melhoram o condicionamento físico, proporcionando incrementos na tolerância ao esforço e no desempenho funcional do indivíduo.

Os benefícios da realização de exercício físico regular estão cada vez mais claros, entretanto, a maioria dos obesos resiste a essa mudança, que ainda não faz parte da nova rotina do obeso no pós-operatório. Nos primeiros meses de pós-operatório, em consequência da perda rápida de peso, os pacientes submetidos a DGYR experimentam uma sensação de grande euforia e satisfação. Alguns deles aproveitam dessa fase

prazerosa e iniciam mudanças significativas no estilo de vida, incluindo a prática regular de exercícios, que podem ser supervisionados ou não. Outros indivíduos acomodam-se com a perda de peso involuntária e continuam com os hábitos anteriores de sedentarismo e alimentação irregular, que podem contribuir ainda mais para a perda de massa óssea.

Apesar dos estudos relatados anteriormente com obesos realizando exercícios no pós-operatório de cirurgia bariátrica, os resultados ainda são inespecíficos e pouco controlados, sendo que vários questionamentos persistem como tipo de exercício, duração, intensidade adequada, e a relação do treinamento com os MRO, com as alterações na composição corporal e a prevenção de massa óssea.

## **2- OBJETIVO GERAL**

Avaliar o impacto de um programa combinado de exercícios de hipertrofia muscular e aeróbico supervisionado na composição corporal, na massa óssea e em marcadores bioquímicos nos indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica.

### **2.1- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar os marcadores de metabolismo do cálcio e os marcadores de remodelação óssea de indivíduos no pré e pós-operatório cirurgia bariátrica.

Avaliar a composição corporal, a densidade mineral óssea e percentuais de massa magra e gorda de indivíduos no pré e pós-operatórios de cirurgia bariátrica.

Comparar os valores obtidos para os marcadores de metabolismo do cálcio e de remodelação óssea, de indivíduos submetidos a um programa de hipertrofia muscular *versus* grupo controle, no pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Comparar os valores obtidos para composição corporal, a densidade mineral óssea e percentuais de massa magra e gorda de indivíduos submetidos a um programa combinado de treinamento de hipertrofia muscular e aeróbio *versus* grupo controle, no pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Correlacionar a densidade mineral óssea com os marcadores de remodelação óssea após a cirurgia bariátrica nos grupos treinamento e controle.

Correlacionar a força muscular com massa magra em indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica após um programa de treinamento de exercícios.



### 3- CASUÍSTICA E MÉTODOS

Trata-se de um estudo clínico longitudinal, prospectivo, intervencionista, aberto, que foi realizado na Clínica-Escola de Fisioterapia do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNI-BH), no período de agosto de 2010 a agosto 2013 após aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Uni-BH ( protocolo 023/2009).

O tamanho da amostra inicial total de 60 voluntários foi estimado considerando poder de 80% e um tamanho de efeito entre pequeno e médio ( $F=0,20$ ) para as variáveis peso, IMC, circunferência abdominal, CTX-1, FAO e vitamina D (PORTNEY & WATKINS 1993).

Inicialmente a amostra era formada por 60 voluntários, obesos, de ambos os sexos (50 mulheres e 10 homens), entre 20 e 60 anos,  $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$  ou  $\geq 35 \text{ kg/m}^2$  desde que apresentassem co-morbidades, que seriam submetidos à cirurgia de DGYR.

- **3-1. Critérios de exclusão:**

Obesidade muito grave ( $IMC \geq 55 \text{ kg/m}^2$ ); indivíduos que apresentavam alteração em potencial no metabolismo mineral ósseo (osteopenia ou osteoporose); usuários de drogas que interferissem no metabolismo ósseo (ex: corticóides, bisfosfonatos, estrogênio, exceto contraceptivos orais); mulheres que apresentassem menstruações irregulares ou outros sintomas de climatério; mulheres que estiverem na menopausa, com tempo inferior a 5 anos de amenorréia; história de fraturas de estresse; presença de cardiopatias não controladas ou doenças pulmonares prévias que contraindicassem o esforço; indivíduos que não compareceram nas datas estipuladas para reavaliação ou não apresentavam uma frequência satisfatória nas sessões de treinamento (90% da frequência total).

Optou-se por excluir indivíduos com osteopenia ou osteoporose, mulheres no climatério ou com menopausa recente devido a grande redução nos níveis de estrógeno que ocorrem nesta fase, podendo acelerar a perda de massa óssea e interferir no resultado final. Quanto às medicações, o uso de corticóides produz alterações no processo fisiológico de remodelação óssea, conduzindo a uma diminuição na massa mineral óssea; o uso de bisfosfonatos e estrogênio, por serem antirreabsortivos,

poderiam mascarar alguma perda óssea já iniciada; histórias de fraturas de estresse também podem estar associadas a redução da massa óssea.

Os participantes foram previamente informados sobre os procedimentos e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1).

- **3-2. Procedimentos:**

**Pré-operatório:**

Inicialmente os 60 voluntários foram submetidos a uma avaliação clínica e fisioterápica inicial, realizaram os exames laboratoriais de rotina além de dosagens de marcadores de metabolismo do cálcio e marcadores de formação e reabsorção óssea. Ainda no pré-operatório, foi realizada a densitometria de corpo inteiro. Estes exames são necessários para observação e quantificação das possíveis perdas ósseas que podem ocorrer nesta população.

Todos os voluntários foram submetidos a cirurgia pelo mesmo grupo de cirurgiões com mais de 15 anos de experiência. Após o segundo mês de PO, quando os participantes retornaram à avaliação clínica e fisioterápica foram submetidos novamente às dosagens laboratoriais iniciais. Neste momento, os voluntários foram divididos de forma não-randomizada pelo pesquisador responsável em 2 grupos: Grupo 1 - Treinamento (GT) 30 voluntários que tinham interesse em participar do programa de exercícios de hipertrofia muscular supervisionado e Grupo 2 - Controle (GC) 30 voluntários que não tinham interesse em participar deste programa de exercício, porém estavam dispostos a realizar os exames necessários nas datas estipuladas e participar das reavaliações periódicas.

- **3-3. Exames laboratoriais - marcadores bioquímicos:**

**Marcadores de remodelação óssea (MRO) e do metabolismo de cálcio:**

Os MRO foram dosados por meio de amostras de sangue venoso, pela manhã, após 12 horas de jejum. Foram dosados os seguintes marcadores: C-telopeptídeo (CTX-1) e fosfatase alcalina óssea (FAO), PTH; cálcio iônico e total, 25OH Vitamina D (25-hidroxicolecalciferol) e fósforo, sendo mensurados por meio de métodos padronizados

(tabela 3). Todos estes marcadores foram dosados no Laboratório Hermes Pardini, na cidade de Belo Horizonte.

Tabela 3- Métodos de dosagem, coeficientes de variação e os valores de referências utilizados neste estudo. CTX: C-telopeptídeo; FAO: fosfatase alcalina óssea; 25(OH)VIT D: Vitamina D; PTH: paratormônio; H: homens; M: mulheres; U.V: ultra-violeta.

Dosagem Sérica	Métodos de dosagem	Coefficiente de variação interensaio	Valor de referência
CTX-1	Ensaio automatizado, por técnica de eletroquimioluminescência que mede fragmentos de degradação do colágeno tipo I (CTX).	2,10-3,56%	H (30-50 anos): 0,016-0,584 ng/mL; H (50-70 anos): inferior a 0,704 ng/mL  M (pré-menopausa): 0,025-0,573 ng/mL; M (pós-menopausa): 0,104-1,008 ng/mL
FAO	Método de imunoensaio por captura.	5,2%	H: 12-23 UL ; M: 10-22 UL
25(OH) VITD	Cromatografia líquida de alta performance.	10,0%	20-76 pg/mL
PTH	Quimioluminescência.	7,0%	10-65 pg/mL
CÁLCIO SÉRICO	Colorimétrico.		8,5 a 10,4 mg/dL
CÁLCIO IÔNICO	Eletrodo seletivo com correção automática para variação do pH.		1,17 a 1,32 nmoL/ mL
FÓSFORO	Cinético ultra-violeta.		2,5 a 4,8 mg/dL

Fonte: Laboratório Hermes Pardini - 2011 (Valores de referência para adultos).

Estes marcadores foram dosados no pré-operatório (*baseline*), após 2 meses de cirurgia (início da intervenção do GT), 9 meses de cirurgia (correspondendo a 7 meses de intervenção no GT) e após 1 ano de PO (após 9 meses de intervenção no GT). As variáveis avaliadas foram dosadas em épocas semelhantes no GC e foram acompanhadas e comparadas ao longo do estudo.

- 3-4. Exames de imagem:

#### Densitometria de corpo inteiro:

A densitometria de corpo inteiro foi realizada em todos os participantes para mensurar o conteúdo mineral ósseo corporal total (CMO; gramas), densidade mineral óssea total (DMO; gramas por centímetro<sup>3</sup>), e a composição corporal. É possível medir a massa gorda (MG; percentual e Kg ) e massa magra (MM; percentual e Kg) em

tronco, MMSS e MMSS. A DMO foi também medida na região da coluna e membro inferior direito (MID), separadamente, para melhor caracterização dos ossos trabecular e cortical, respectivamente. Utilizou-se o aparelho i-DEXA, com versão de software 11,4, da General Electric (figuras 4 e 5).

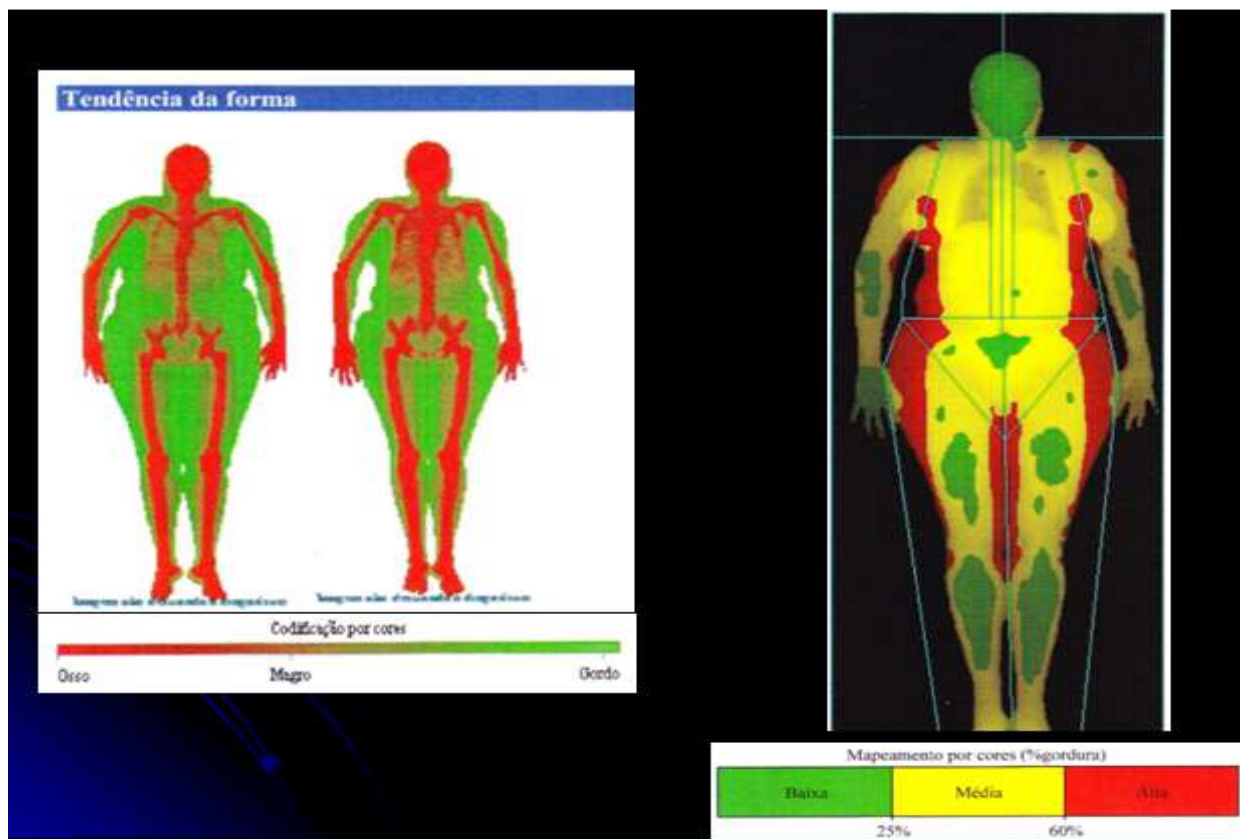


Figura 4: Densitometria de Corpo inteiro - Análise da composição corporal - Laboratório Hermes Pardini.

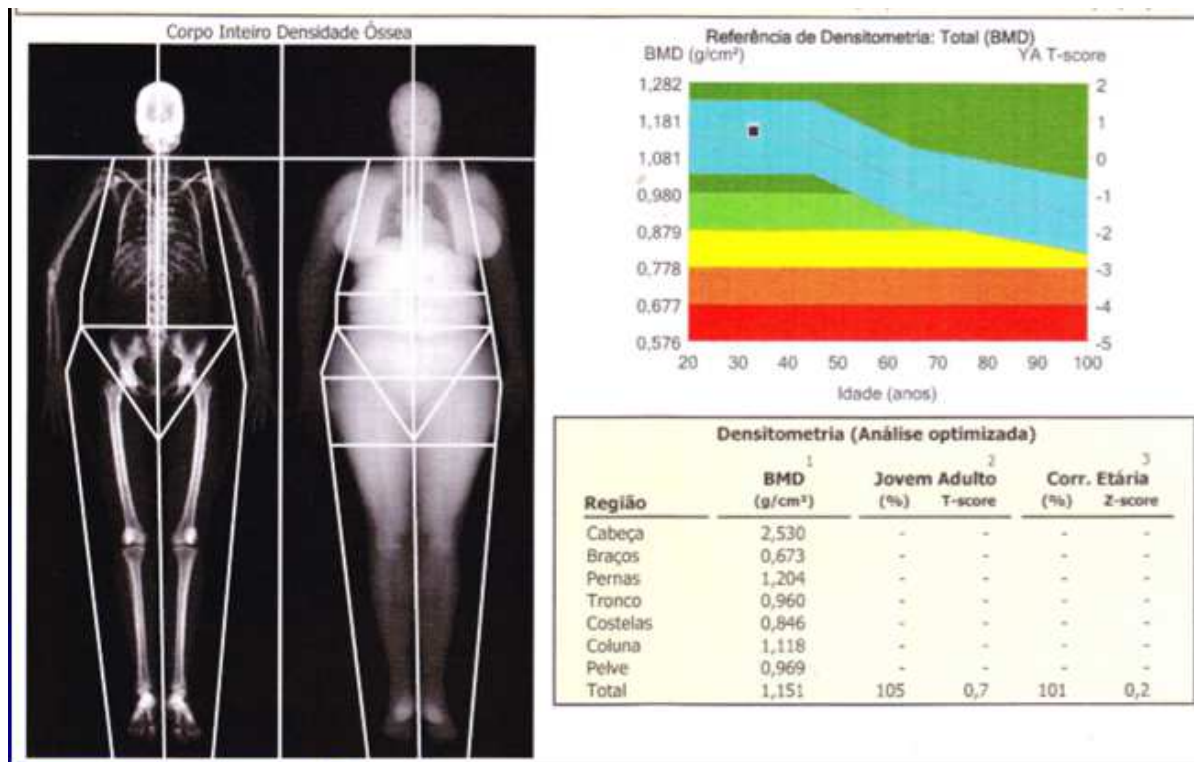


Figura 5: Densitometria de Corpo inteiro - Análise de Densidade Mineral Óssea (DMO) - Laboratório Hermes Pardini.

Este exame foi realizado no mesmo serviço de medicina nuclear tanto no pré-operatório quanto após o primeiro ano de cirurgia. Os dados foram analisados pelo mesmo operador.

- **3-5. Avaliação Fisioterápica:**

Esta avaliação foi realizada no ambulatório de Fisioterapia Cardiorrespiratória da Clínica-Escola do Uni-BH (Av. Professor Mario Werneck, 1685, Estoril, em Belo Horizonte) e consistia da anamnese e medida dos parâmetros que constam no exame físico abaixo.

Avaliação antropométrica:

- Circunferência abdominal (CA): foi mensurada com o auxílio de uma fita métrica, sendo aferida no ponto médio entre as últimas costelas e a borda superior da crista ilíaca, com os voluntários em ortostatismo (I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica, 2005).

- IMC: peso (kg) / (altura(m))<sup>2</sup>. O peso corporal e a altura foram mensurados por meio da balança WELMY (Modelo 110), com graduação de até 150 kg.

Avaliação da força de preensão manual:

A força muscular foi avaliada por um dinamômetro hidráulico da marca JAMAR®(Califórnia, EUA 1998), para determinação de medida preditora da força muscular global. O voluntário ficava sentado com o ombro aduzido, cotovelo fletido a 90°, antebraço em posição neutra, punho entre 0 e 30° de extensão e era orientado a apertar o dinamômetro o mais forte que pudesse após o comando verbal “Atenção! Já!” (figura 6). Foram realizadas três medidas em cada mão, de forma alternada, considerando a maior medida entre as duas mãos como resultado efetivo do teste. Antes da medida máxima foram feitas 3 medidas de força submáximas na forma de "aquecimento" (FIGUEIREDO, 2007). A força de preensão manual era reavaliada a cada 6 semanas.



Figura 6: Mensuração da força de preensão manual pelo dinamômetro JAMAR ®.

Avaliação do deslocamento vertical:

A potência anaeróbica alática de membros inferiores dos voluntários foi avaliada por meio do teste de deslocamento vertical, que foi adaptado por Sartorio *et al.*, (2004) para indivíduos obesos.

Para cálculo da potência anaeróbica alática foi utilizada a seguinte fórmula:  $W = (Wb \cdot g \cdot h) / t$ , na qual  $Wb$  é o peso corporal do voluntário (em kg),  $g$  é a aceleração de gravidade ( $9,81\text{ms}^{-1}$ ),  $h$  é a distância vertical total percorrida durante o teste (em metros) e  $t$  é o tempo gasto (em segundos) (Sartorio *et al.*, 2004).

Os indivíduos foram instruídos a subir uma escada de 13 degraus de 15,8cm cada na maior velocidade possível, totalizando 2,06m de distância vertical. O indivíduo ficava aproximadamente 10 cm de distância do primeiro degrau. Um dos avaliadores mensurou o tempo de execução do teste por meio de um cronômetro digital TECHNOS®. O teste foi iniciado quando o pé dominante foi colocado no primeiro degrau e terminou quando esse mesmo pé entrou em contato com o último degrau. Antes da execução do teste, os voluntários se familiarizaram com a técnica através de um treino experimental. Foram realizados 2 testes de deslocamento vertical, com um período de repouso de 5 minutos entre cada medida. Para a análise dos dados foi registrada a menor velocidade obtida entre os 2 testes e calculado a potência anaeróbica alática.

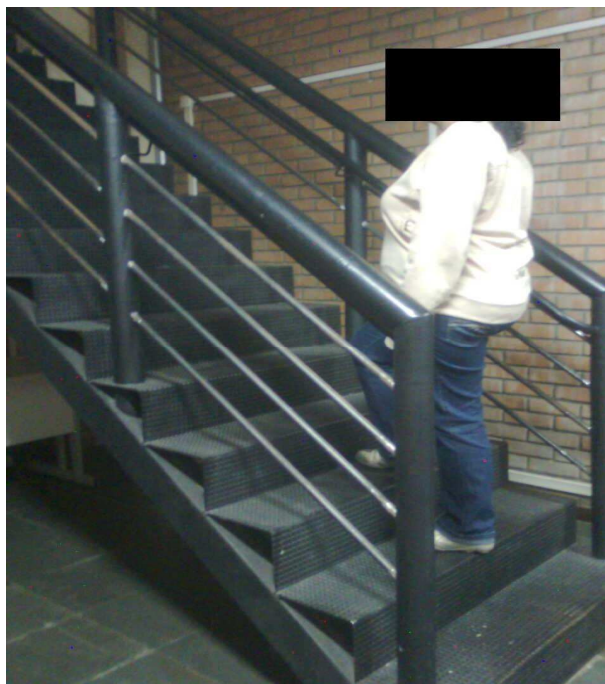


Figura 7: Voluntária realizando o teste de deslocamento vertical.

*Avaliação da força muscular localizada: Teste de 10 RM*

Este teste consiste em uma medida da força muscular indireta. Realiza-se um teste para avaliar a carga máxima suportada pelo voluntário para a realização de dez repetições máximas (10RM) em exercícios específicos. Todos os voluntários foram submetidos a determinação dessa carga de 10 RM nos seguintes aparelhos: membros superiores: *pulley* posterior, supino, tríceps, voador e dorsal posterior; e membros inferiores: cadeira flexora, cadeira extensora e *leg press* (marca MANEJO FITNESS;- Figuras 7, 8, 9 e 10). Inicialmente era realizada uma série de aquecimento (4-6 repetições) com aproximadamente 50% da carga que seria utilizada na primeira tentativa. Após esta sequência começava-se com uma carga baixa (5,0 kg para MMSS e 10,0 kg para MMII) sendo progredida com aumentos de 5,0 a 10 Kg até a determinação da carga máxima para todos os voluntários. Para facilitar a progressão da carga utilizou-se a escala de Borg (BORG, 1982. Escala de percepção subjetiva de esforço- PSE, com graduações de 6 - "muito, muito fácil" a 20 - "exaustivo") no intuito de avaliar a tolerância do indivíduo para cada carga. O teste era interrompido quando o voluntário não tolerava realizar 10RM em uma carga específica ou quando relatava a percepção do esforço como "muito difícil ou exaustivo".



Figura 8: Voluntária utilizando o aparelho *leg press*.





Figura 9: Voluntária utilizando o aparelho cadeira flexora.



Figura 10: Voluntária utilizando o aparelho *pulley*.



Figura 11: Voluntária utilizando o aparelho voador.

Na hipótese de não tolerar a realização de 10RM em uma carga, registrava-se a carga anterior que foi alcançada. A carga para 10RM foi ajustada com o máximo de 5 tentativas para cada aparelho. Para garantir uma recuperação muscular mais completa entre cada tentativa optou-se pela alternância entre exercícios de membros superiores e inferiores (BAECHLE & EARLE 2010). O tempo de repouso foi de 2 minutos entre cada carga. O exercício foi realizado na velocidade 1:2 segundos.

Foram realizados 2 testes de 10RM para cada aparelho utilizado, com intervalo de 2 dias entre eles, sendo considerados os maiores valores obtidos para cada grupo muscular.

Ao final da avaliação pré-operatória todos os participantes foram orientados quanto aos cuidados no pós-operatório (tosse assistida, mobilização precoce no leito, deambulação precoce), realização de caminhada leve quando liberado pelo médico, sendo também enfatizada a necessidade do controle com o endocrinologista responsável.

#### Pós-operatório:

Entre o 1º e o 2º mês de PO a pesquisadora responsável contactou os participantes do estudo e estes foram interrogados sobre as possíveis complicações no

pós-operatório, sobre a realização ou não de atividade física e sobre o uso de medicações e/ou suplementos nutricionais.

Após o 2º mês de PO, os participantes retornaram para a reavaliação e foram submetidos novamente aos mesmos exames sanguíneos descritos acima e a avaliação fisioterápica do pré-operatório.

O GT foi encaminhado para o programa de exercício físico de hipertrofia e o GC foi orientado a retornar nas datas estipuladas para reavaliações subsequentes.

A evolução do GC durante o período do projeto foi acompanhada sistematicamente por meio de um contato mensal por telefone. Esse contato tinha como objetivo averiguar se os mesmos realizavam alguma atividade física regular, uso de medicações e/ou suplementos nutricionais ou complicações que ocorreram neste período. A cada 3 meses os voluntários eram convidados a realizar nova reavaliação na clínica-escola e a repetir as dosagens sanguíneas até o término de 1 ano de pós-operatório (9 e 12 meses de PO). Os voluntários não receberam nenhuma orientação específica mas eram questionados sobre a realização de atividade física que segundo relatado não foi feita regularmente por nenhum participante do GC.

#### *Programa de Exercício Físico Supervisionado:*

Os participantes do GT iniciaram as atividades entre 60 e 70 dias de pós-operatório. Esta atividade consistia na realização de exercícios supervisionados combinados de hipertrofia muscular e aeróbio, 2 vezes por semana, dias não consecutivos, por um período de 9 meses (35 semanas). Esse treinamento foi realizado 2x/semana para proporcionar um descanso da musculatura trabalhada e garantir a frequência dos voluntários nos 2 dias de treinamento. Os voluntários não realizaram nenhuma outra atividade física nos outros dias da semana.

#### *Protocolo de exercício:*

-“Aquecimento”: 5 a 10 minutos de atividade leve, utilizando grandes grupos musculares como caminhada na esteira, pista ou cicloergômetro de MMII.

- Treino de Hipertrofia muscular”: 45 a 60 minutos de treinamento de hipertrofia muscular envolvendo contrações excêntricas, com 1-3 séries de 10-12 repetições, envolvendo oito tipos de exercícios, semelhantes aos utilizados no Teste de 10 RM. A carga inicial de treinamento utilizada foi a mesma determinada no teste de 10RM. O intervalo de repouso entre cada série foi de 30 a 90 segundos.

- Condicionamento aeróbico: 25 minutos de exercício aeróbico, continuamente, com FC de treinamento (FCT) entre 60 e 80% da FC máxima prevista para a idade ( $FC_{max}=220-idade$ ), visto que os mesmos não possuíam teste ergométrico recente. A prescrição era individualizada para cada participante. O ergômetro utilizado era esteira elétrica ou bicicleta eletromagnética (MOVIMENT®) e foi escolhido de acordo com a preferência do participante.

-“Resfriamento”: 5 minutos utilizando atividades como caminhada na esteira ou cicloergômetro e alongamento de grandes grupos musculares utilizados durante o exercício.

Cada voluntário era treinado durante 06 semanas com a mesma carga, sendo que havia uma progressão no número de séries e repetições realizadas (tabela 4). O objetivo final do treinamento de hipertrofia para cada carga era finalizar com 36 repetições que poderiam ser distribuídas em 3 a 6 séries com 6-12 repetições (BAECHLE & EARLE 2010).

Tabela 4- Exemplo de progressão da carga-volume (carga x séries x repetições) durante 6 semanas.

<i>Leg Press</i>	<b>Carga</b>	<b>Séries/Repetições</b>	<b>Carga/Volume</b>
<b>1ª semana</b>	<b>40 Kg</b>	<b>1 série de 10 repetições</b>	<b>400 Kg</b>
<b>2ª semana</b>	<b>40 Kg</b>	<b>2 séries de 10 repetições</b>	<b>800 Kg</b>
<b>3ª semana</b>	<b>40 Kg</b>	<b>3 séries de 10 repetições</b>	<b>1200 Kg</b>
<b>4ª semana</b>	<b>40 Kg</b>	<b>3 séries de 10 repetições</b>	<b>1200 Kg</b>
<b>5ª semana</b>	<b>40 Kg</b>	<b>3 séries de 12 repetições</b>	<b>1440 Kg</b>
<b>6ª semana</b>	<b>40 Kg</b>	<b>3 séries de 12 repetições</b>	<b>1440 Kg</b>
<b>7ª semana - Reavaliação</b>	<b>Determinação de nova carga</b>		
<b>1ª semana</b>	<b>50 Kg</b>	<b>1 série de 10 repetições</b>	<b>500 Kg</b>
<b>2ª semana</b>	<b>50 Kg</b>	<b>2 séries de 10 repetições</b>	<b>1000 Kg</b>
<b>3ª semana</b>	<b>50 Kg</b>	<b>3 séries de 10 repetições</b>	<b>1500 Kg</b>
<b>4ª semana</b>	<b>50 Kg</b>	<b>3 séries de 10 repetições</b>	<b>1500 Kg</b>
<b>5ª semana</b>	<b>50 Kg</b>	<b>3 séries de 12 repetições</b>	<b>1800 Kg</b>
<b>6ª semana</b>	<b>50 Kg</b>	<b>3 séries de 12 repetições</b>	<b>1800 Kg</b>
<b>7ª semana - Reavaliação</b>	<b>Determinação de nova carga</b>		

Optou-se por direcionar o treinamento muscular para ganho de hipertrofia muscular pois esta modalidade também contempla ganhos de resistência e principalmente força muscular.

Abaixo encontra-se a descrição de todos os exercícios de hipertrofia realizados e o correto posicionamento para a realização dos mesmos (DELAVIER 2003):

- 1. *leg press* vertical (figura 7):

Execução: sentado no equipamento com coluna lombar, quadris e nádegas pressionada contra a almofada, mãos segurando os pegadores laterais. Pés na plataforma na largura dos quadris. No início do movimento deve-se empurrar a plataforma, estendendo os quadris e joelhos. No momento da descida deve-se permitir que os quadris e joelhos se flexionem até as coxas estarem paralelas à plataforma.

Principais músculos envolvidos: glúteo máximo, semimembranáceo, semitendíneo, bíceps femoral e quadríceps femoral (vasto lateral, vasto intermédio, vasto medial e reto femoral).

- 2. cadeira flexora (figura 8):

Execução: sentado no equipamento com coluna lombar, quadris e nádegas pressionadas contra a almofadas, joelhos estendidos, tornozelos posicionados sobre o apoio, mãos segurando os pegadores laterais. A articulação do joelho deve estar alinhada ao eixo do aparelho. Realizar a flexão completa dos joelhos, mantendo o tronco imóvel.

Principais músculos envolvidos: semimembranáceo, semitendíneo e bíceps femoral.

- 3. cadeira extensora:

Execução: sentado no equipamento com pés apoiados, sacro pressionando a prancha, coluna lombar, quadris e nádegas pressionadas contra a almofadas, joelhos fletidos, tornozelos posicionados sob o apoio, mãos segurando os pegadores laterais. A articulação do joelho deve estar alinhada ao eixo do aparelho. Realizar a extensão completa dos joelhos, mantendo o tronco imóvel.

Principais músculos envolvidos: reto femoral, vasto medial, vasto lateral e vasto intermédio.

- 4. supino:

Execução: sentado no equipamento com pés apoiados, sacro pressionado contra a almofada, braços horizontais segurando os pegadores com a empunhadura fechada e pronada. Cabeça e pescoço em posição neutra. Alinhar os manetes com os mamilos. No início do movimento empurrar os pegadores para longe do peito, de modo que os cotovelos fiquem completamente estendidos. Ao final do movimento os manetes devem mover-se lentamente para trás até o nível do peito.

Principais músculos envolvidos: peitoral maior, deltóide anterior e tríceps braquial.

- 5. dorsal posterior:

Execução: sentado em frente ao aparelho, tronco apoiado sobre o encosto, membros superiores à frente, mãos segurando os puxadores. Realizar o movimento fazendo uma abdução horizontal dos ombros e adução das escápulas ao final do movimento.

Principais músculos envolvidos: deltóide, infra-espinal, redondo menor e trapézio e rombóide ao final do movimento.

- 6. pulley:

Execução: sentado, em frente ao aparelho, coxas posicionadas sob o apoio, mãos em pronação, bem afastadas, segurando as barras. Puxar a barra até a nuca, levando os cotovelos ao longo do corpo.

- 7. voador:

Execução: sentado no aparelho, membros superiores afastados em posição horizontal, cotovelos flexionados repousando sobre o ponto de aplicação de força, antebraço e punhos relaxados. Realizar o movimento aproximação os MMSS ao máximo, fazendo flexão e adução horizontal de ombros.

Principais músculos envolvidos: peitoral maior e bíceps braquial.

- 8. tríceps braquial em pronação:

Execução: em pé, em frente ao aparelho, mãos sobre o puxador, braços ao longo do corpo. Realizar a extensão dos cotovelos, sem afastá-los do corpo.

Principais músculos envolvidos: tríceps braquial (cabeça lateral, longa e medial).

A cada 6 semanas os voluntários eram reavaliados, sendo realizado dois testes de 10RM, em dias alternados, para reavaliação da força muscular.

Durante toda a atividade a frequência cardíaca (FC) foi medida constantemente pelo cardiófrequencímetro FS1 (POLAR®) e a pressão arterial (PA) e a PSE monitoradas no início, no meio e ao final da sessão. A FC não deveria atingir valores superiores a 85% da FCmax durante os teste ou o treinamento.

Foram excluídos também aqueles voluntários do GT que apresentaram faltas frequentes ao longo do estudo (superior a 5% do número de sessões totais, ou seja, 4 sessões ao longo do treinamento). No GC foram excluídos os voluntários que não compareceram às reavaliações periódicas ou que não realizaram as dosagens sanguíneas nos períodos estipulados.

- **3-6. Controle nutricional e metabólico**

A partir do 1 mês de pós-operatório todos os voluntários iniciaram a suplementação vitamínica com CENTRUM (WYETH - PFIZER - 1 comprimido 1x/dia), que persistiu durante todo o primeiro ano de cirurgia. Durante a realização do estudo era importante também que todos os voluntários apresentassem níveis sanguíneos de 25OH Vitamina D satisfatórios, sendo feita reposição nos voluntários que apresentassem valores inferiores a 20ng/mL. Esta reposição foi realizada pelo endocrinologista colaborador na prescrição de colecalciferol50000 IU/sem por 8 semanas, seguida por uma dose de manutenção de 50000 IU a cada 2 semanas. Se os níveis continuassem baixos era feita uma nova suplementação por mais 8 semanas. Optou-se por suplementação de 25OH Vitamina D não manipulada (DEPURA - SANOFIAVENTIS).

Em relação à alimentação seguida pelos voluntários, os mesmos eram encaminhados para um serviço de nutrição sendo seguido um protocolo individual.

- **3-7. Análise Estatística**

Os dados foram apresentados como medidas de tendência central e dispersão. A distribuição dos dados foi analisada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Para comparar os marcadores e as variáveis de força muscular entre os momentos (pré-cirurgia, pré-treinamento, após 9 e 12 meses) e entre grupos foi utilizada análise de variância (ANOVA 4x2) com *post-hoc* de *Bonferroni*. Para comparar a idade e o delta das variáveis da densitometria entre grupos foi utilizado o teste t independente. Para avaliar a correlação entre variáveis foi feito o coeficiente de correlação de *Pearson*. Foi considerado um alfa de 5% para significância estatística.



#### 4- RESULTADOS

Inicialmente, no pré-operatório, foram avaliados 60 voluntários, sendo que ao longo de estudo, 17 foram excluídos devido a faltas frequentes (faltas superiores a 5% do número total de sessões - 70), 03 por complicações no PO diversas (colecistectomia, cirurgia para correção de hérnia abdominal), 01 por artroscopia em ombro e 02 por entrarem na menopausa durante o estudo (1 do GT e 1 do GC), sendo excluídos 12 do GT e 11 do GC (figura 12).

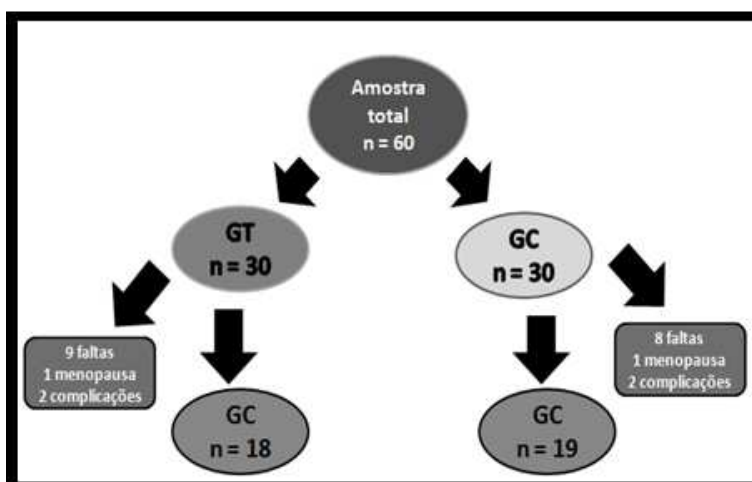


Figura 12- Fluxograma demonstrando a redução da amostra inicial ao longo do estudo.

Dos 37 participantes que completaram o primeiro ano do estudo, 85% eram mulheres, sendo a média de idade de  $38,2 \pm 11,1$  anos (tabela 5). Esses voluntários foram divididos em 2 grupos, sendo 18 participantes no GT e 19 no GC. Em cima desses 2 grupos foram feitas as análises apresentadas e os resultados obtidos. Os dois grupos contaram com a participação de 15 mulheres. As principais doenças associadas a obesidade na amostra foram HAS (n=13; GT=8 GC=5), Diabetes Mellitus (n=6; GT=3 GC=3), dislipidemia (n=5; GT=3 GC=2) e esteatose hepática (n=23; GT=10 GC=13). Os hipertensos faziam uso de diuréticos (n=2), beta-bloqueadores (n=3), inibidores da ECA (n=4), antagonistas da AT1 da Angio 2 (n=3) e bloqueadores dos canais de cálcio (n=2); os diabéticos usavam metformina e os dislipidêmicos usavam sinvastatina. Ao final do primeiro ano de cirurgia somente 3 voluntários faziam uso de alguma

medicação. Não foram observadas diferenças significativas entre idade, sexo e número de mulheres sabidamente na menopausa entre os grupos (duas em cada).

Tabela 5 - Dados antropométricos da amostra total no pré e pós-operatório.

VARIÁVEIS	AMOSTRA (n=37) PRÉ	AMOSTRA PÓS	P
PESO (Kg)	109,34 ± 10,5	75,59 ± 8,0*	0,001
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	40,8 ± 3,7	28,1 ± 2,4*	0,001
CA (cm)	131,4 ± 15,2	93,7 ± 7,9*	0,001
SEXO	7 H e 30 M		
IDADE (anos)	38,2 ± 11,1		

H: homens; M: mulheres; IMC: índice de massa corporal; CA: circunferência abdominal

A perda de peso ao longo do 1º ano de cirurgia da amostra foi estatisticamente significativa (33,75 Kg ou 30,86%). O IMC reduziu de 40,8 ± 3,7 Kg/m<sup>2</sup> (obeso mórbido) para 28,1 ± 2,4 Kg/m<sup>2</sup> (sobre-peso) após 1º ano de cirurgia (p<0,05). Quando a amostra foi dividida em 2 grupos (GT e GC), comparou-se a perda de peso, que não diferiu entre os grupos (p>0,05). Os dados antropométricos dos voluntários avaliados na amostra total e nos grupos separadamente encontram-se nas tabelas 5 e 6.

Tabela 6 - Dados antropométricos dos GT e GC no pré e pós-operatório.

VARIÁVEIS	GT PRÉ (n=18)	GT PÓS	GC PRÉ (n=19)	GC PÓS
PESO (Kg)	109,88 ± 11,38	73,6 ± 8,1*	108,8 ± 9,9	77,5 ± 11,9*
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	41,79 ± 3,2	27,9 ± 2,5*	39,81 ± 4,1	28,13 ± 2,7*
CA (cm)	129,7 ± 12,5	92,0 ± 6,5*	132,9 ± 17,5	95,3 ± 9,0*
SEXO	3 H e 15 M		4 H e 15 M	
IDADE (anos)	40,8 ± 9,2		35,7 ± 12,5	

\*p<0,001 - pré e pós-operatório (1 ano) intra-grupos

H: homens; M: mulheres; IMC: índice de massa corporal; CA: circunferência abdominal

### Marcadores ósseos no primeiro ano de cirurgia:

A tabela 7 mostra os valores de CTX-1 e FAO da amostra após o primeiro ano de cirurgia.

Tabela 7 - Marcadores de remodelação óssea da amostra no pré e pós-operatório.

VARIÁVEIS	AMOSTRA TOTAL (n=37)		P
	PRÉ	1 ANO	
CTX-1(ng/mL)	0,322 ± 0,176	0,616 ± 0,194*	<0,001
FAO (UL)	28,9 ± 9,37	33,2 ± 9,71	>0,05

CTX: C-telopeptídeo; FAO: fosfatase alcalina óssea

O CTX-1 apresentou um aumento significativo nos primeiros 9 meses de cirurgia, que persistiu até o final do primeiro ano de PO tanto no GT quanto no GC; entretanto, esses valores não diferiram significativamente entre os 2 grupos. O CTX-1 apresentou aumento de 224% no GT e 168% no GC, comparando-se o pré-operatório e o final do estudo (figura 12).

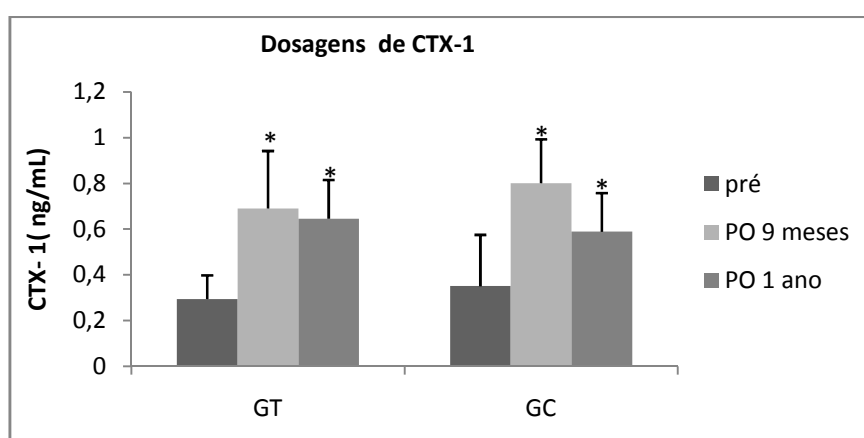


Figura 12: Níveis sanguíneos de CTX-1 no GT e GC no pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica. \* p<0,05 pré x PO 9 meses e pré x PO 1 ano - intra- grupos. CTX-1: C-telopeptídeo; GT: Grupo Treinamento; GC: Grupo Controle.

Os níveis de FAO no GT e no GC não aumentaram significativamente ao longo do primeiro ano de cirurgia ( $28,7 \pm 9,67$  e  $32,4 \pm 9,1$  UL no GT vs  $29,2 \pm 9,34$  e  $33,4 \pm 10,0$  UL no GC;  $p > 0,05$ ). De forma semelhante não foi observado diferença significativa para essa variável entre os grupos ao final do acompanhamento ( $p > 0,05$ ). A FAO apresentou aumento de 13,25 % no GT e 16,32% no GC, comparando-se o pré-operatório e o final do estudo.

#### Marcadores do metabolismo do cálcio no primeiro ano de cirurgia:

Os níveis sanguíneos de cálcio total e iônico não alteraram na amostra inteira, nem nos grupos avaliados ao longo do estudo (tabelas 8 e 9).

Tabela 8 - Marcadores do metabolismo do cálcio da amostra no pré e pós-operatórios.

VARIÁVEIS	AMOSTRA PRÉ (n=37)	AMOSTRA PÓS	P
Cálcio Total (mg/dL)	$9,13 \pm 0,45$	$9,25 \pm 0,35$	0,158
Cálcio iônico (nmol/mL)	$1,22 \pm 0,07$	$1,23 \pm 0,05$	0,971
PTH (pg/mL)	$39,56 \pm 12,64$	$45,17 \pm 18,23$	0,080
Fósforo (mg/dL)	$3,42 \pm 0,45$	$3,94 \pm 0,35^*$	<b>0,037</b>
25OH VitD (pg/mL)	$24,52 \pm 7,59$	$32,25 \pm 7,81^*$	<b>0,02</b>

PTH: paratormônio; 25OH VitD: Vitamina D

Tabela 9 - Marcadores do metabolismo do cálcio do GT e GC no pré e pós-operatórios.

VARIÁVEIS	GT		GC	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS
Cálcio Total (mg/dL)	$9,14 \pm 0,46$	$9,22 \pm 0,35$	$9,12 \pm 0,45$	$9,29 \pm 0,35$
Cálcio iônico (nmol/mL)	$1,21 \pm 0,08$	$1,24 \pm 0,04$	$1,21 \pm 0,07$	$1,23 \pm 0,05$
PTH (pg/mL)	$41,9 \pm 12,9$	$49,9 \pm 22,0^*$	$37,4 \pm 12,4$	$40,7 \pm 12,5$
Fósforo (mg/dL)	$3,38 \pm 0,48$	$3,92 \pm 0,30^*$	$3,45 \pm 0,43$	$3,97 \pm 0,4^*$
25OH VitD (pg/mL)	$22,39 \pm 6,7$	$31,77 \pm 8,5^*$	$26,55 \pm 8,0$	$32,71 \pm 7,3^*$

\* $p < 0,05$  pré e pós-operatórios (intra-grupo); PTH: paratormônio; 25OH VitD: Vitamina D

O PTH aumentou significativamente entre pré-operatório e o final do acompanhamento no GT, porém não diferiu no GC no mesmo período. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para esta variável ( $p=0,934$ ). Os níveis de fósforo aumentaram significativamente ao longo do estudo tanto no GT quanto no GC, porém não diferiram entre si. A 25OH Vitamina D aumentou ao longo do estudo tanto no GT ( $22,39 \pm 2,68$  pg/mL para  $31,77 \pm 8,45$  pg/mL) quanto no GC ( $26,55 \pm 6,31$  pg/mL para  $32,71 \pm 7,34$  pg/mL) ( $p<0,05$ ). Quando comparados os GT e GC não houve diferença estatística entre eles (tabela 9). A suplementação de colecalciferol foi realizada nos dois grupos (50000UI/sem), sendo 8 voluntários do GE (período médio de 16 semanas) e 3 do GC por um período semelhante.

#### Avaliação da força muscular e potência anaeróbia no primeiro ano de cirurgia:

A força de preensão manual foi obtida pelo dinamômetro e observou-se um aumento significativo ao longo do primeiro ano de cirurgia no GT ( $31,44 \pm 7,80$  Kgf para  $36,00 \pm 8,86$  Kgf), sendo esse incremento em torno de 14,5% ( $p=0,001$ ). No GC não foi observado aumento significativo dessa variável ao longo do estudo ( $p<0,09$ ). Ao final do estudo foi observado diferença significativa para essa variável entre os GT e GC ( $36,00 \pm 8,86$  e  $31,00 \pm 7,8$  Kgf, respectivamente;  $p=0,02$ ).

A potência anaeróbica aláctica foi avaliada pelo teste de deslocamento vertical, não sendo encontrado uma diferença estatisticamente significativa ao longo do estudo no GT ( $497,87 \pm 56,0$  para  $453,86 \pm 69,0$  watts;  $p=0,095$ ) e no GC  $427,00 \pm 56,0$  para  $413,28 \pm 41,0$  watts;  $p=0,571$ ). Já o tempo para a execução do teste de deslocamento vertical no GT foi de  $4,46 \pm 0,7$  segundos no início do acompanhamento, reduzindo-se significativamente para  $3,28 \pm 0,50$  segundos pós-treinamento ( $p=0,048$ ). No GC a redução foi de  $5,15 \pm 1,44$  para  $3,79 \pm 0,71$  segundos comparando-se pré-cirurgia e após 1 ano de acompanhamento ( $p=0,041$ ). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos comparando-se tempo de realização do teste ao final do estudo ( $p=0,790$ ) e para a variável potência anaeróbia aláctica ( $p=0,476$ ) ao final do primeiro ano de cirurgia.

Tabela 10 - Estimativa da força muscular no GT ao longo do primeiro ano de cirurgia.

VARIÁVEIS	GT		
	PRÉ	9 MESES	1 ANO
LEG PRESS (Kg)	24,7 ± 8,1	55,8 ± 17,2*	68,9 ± 21,4**
CADEIRA FLEXORA (Kg)	20,6 ± 4,8	39,4 ± 10,6*	45,0 ± 12,0**
SUPINO (Kg)	13,6 ± 6,6	26,1 ± 13,5*	30,0 ± 14,6**
DORSAL POSTERIOR (Kg)	14,4 ± 7,0	24,5 ± 8,7*	28,1 ± 9,4**

\* p=0,001 - pré e pós-operatório (9 meses); \*\* p=0,001 - pré e pós-operatório (1 ano); 10RM: teste de 10 repetições máximas

Tabela 11 - Estimativa da força muscular no GC ao longo do primeiro ano de cirurgia.

VARIÁVEIS	GC		
	PRÉ	9 MESES	1 ANO
LEG PRESS (Kg)	26,6 ± 18,9	39,2 ± 16,9*	45,8 ± 19,5**
CADEIRA FLEXORA (Kg)	20,8 ± 14,0	29,5 ± 11,3*	32,6 ± 12,3**
SUPINO (Kg)	13,4 ± 9,0	19,5 ± 9,6	21,3 ± 10,4**
DORSAL POSTERIOR (Kg)	11,6 ± 6,9	12,1 ± 6,5	13,7 ± 6,6

\* p=0,001 - pré e pós-operatório (9 meses); \*\* p=0,001 - pré e pós-operatório (1 ano); 10RM: teste de 10 repetições máximas

A variável força muscular foi estimada indiretamente pela carga máxima obtida no teste de 10RM. Foram escolhidas e analisadas, separadamente, as cargas obtidas em 4 aparelhos distintos (*leg press*, cadeira flexora, supino e posterior de ombros). O GT apresentou um aumento significativo ao longo do primeiro ano de cirurgia para os quatro aparelhos utilizados ( $p=0,001$ ) (tabela 10). No GC este aumento foi significativo para os aparelhos *leg press*, flexor de joelho e supino ( $p<0,01$ ) (tabela 11).

No aparelho *leg press* esse aumento foi de 178% no GT e de 72,27% no GC ao final do primeiro ano de acompanhamento. Na comparação da carga máxima entre os 2 grupos no *leg press*, o GT apresentou valores estatisticamente superiores ao GC a partir do 9 mês e esse aumento manteve-se até o final do estudo (figura 13;  $p=0,002$ ).

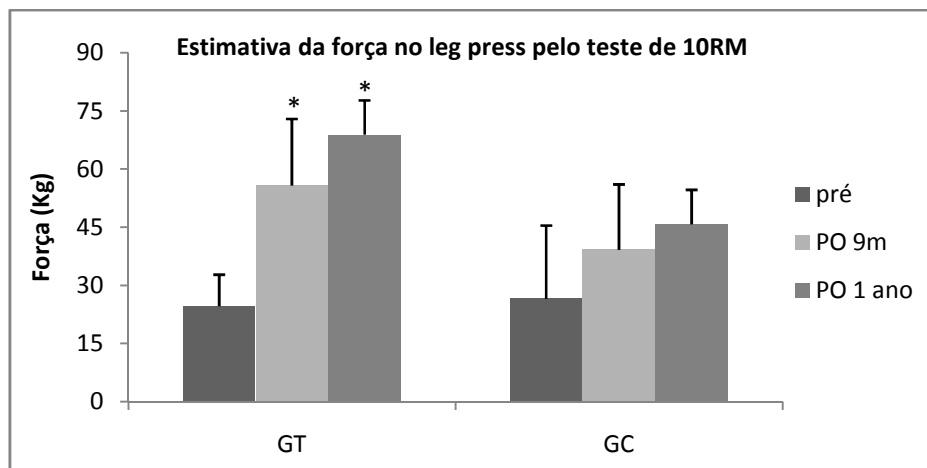


Figura 13: Estimativa da força muscular teste de 10RM no aparelho *leg press* entre o GT e o GC. \*  $p=0,001$  para GT vs GC (9 meses) \*\*  $p=0,002$  GT vs GC (1 ano). 10 RM: Teste de 10 repetições máximas; GT: Grupo Treinamento; GC: Grupo Controle; PO:pós-operatório.

O comportamento foi semelhante para a cadeira flexora, aumento este de 119% no GT e 57% no GC ( $p=0,001$  para os dois grupos; figura 14). Comparando-se os dois grupos para essa variável, o GT apresentou valores estatisticamente superiores no 9 e 12 mês de PO ( $p=0,009$  e  $p=0,004$ , respectivamente).

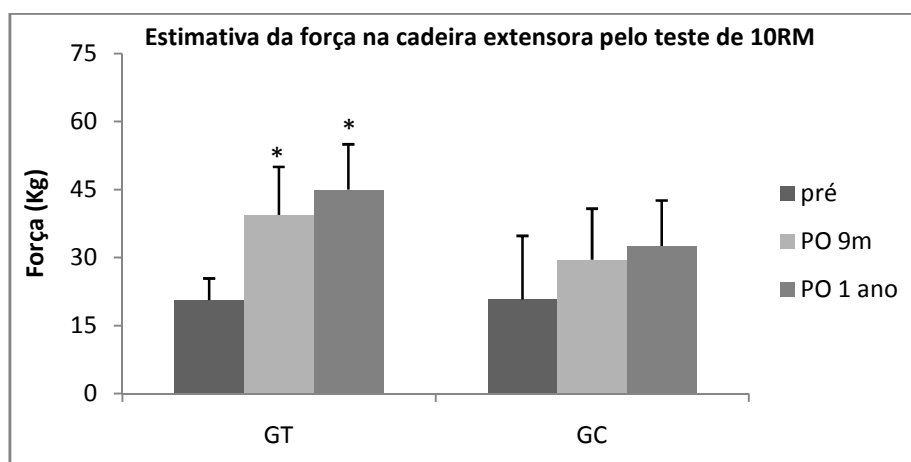


Figura 14: Avaliação da força muscular pelo teste de 10RM no aparelho cadeira flexora entre o GT e o GC. \*  $p=0,009$  GT vs GC (9 meses) \*\*  $p=0,004$  GT vs GC (1 ano). 10 RM: Teste de 10 repetições máximas; GT: Grupo Treinamento; GC: Grupo Controle; PO:pós-operatório.

Na estimativa da força muscular nos membros superiores, no aparelho supino, os 2 grupos apresentaram melhora significativa da carga obtida no primeiro ano de cirurgia, sendo este aumento de 121% no GT e de 58% no GC ( $p=0,016$  e  $p=0,027$  respectivamente). Na comparação entre os grupos, o GT apresentou valores estatisticamente superiores ao GC ao final do estudo ( $p=0,043$ ; figura 15). No aparelho

dorsal posterior o GT apresentou aumento significativo ao longo do estudo (94%), o que não foi observado no GC ( $p=0,001$ ; tabelas 10 e 11; figura 16).

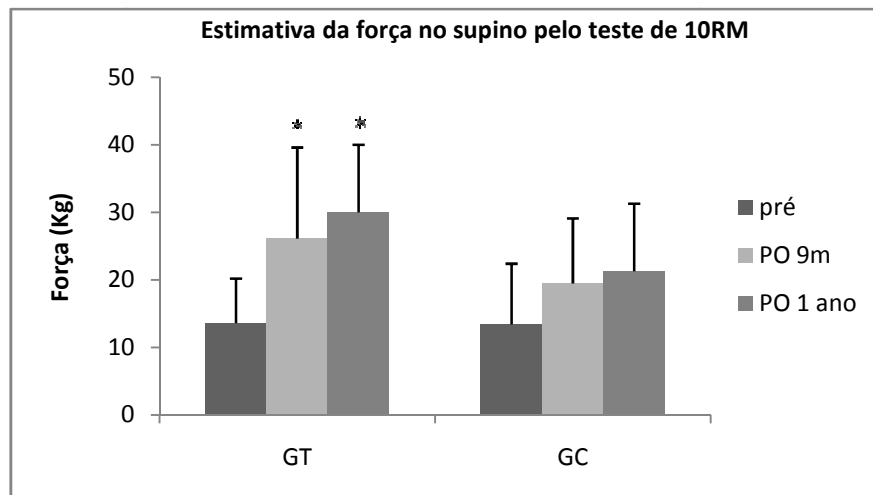


Figura 15: Estimativa da força muscular pelo teste de 10RM no aparelho supino entre o GT e o GC. \*  $p=0,043$  GT vs GC (9 meses) \*\*  $p=0,02$  GT vs GC (1 ano). 10 RM: Teste de 10 repetições máximas; GT: Grupo Treinamento; GC: Grupo Controle; PO: pós-operatório.

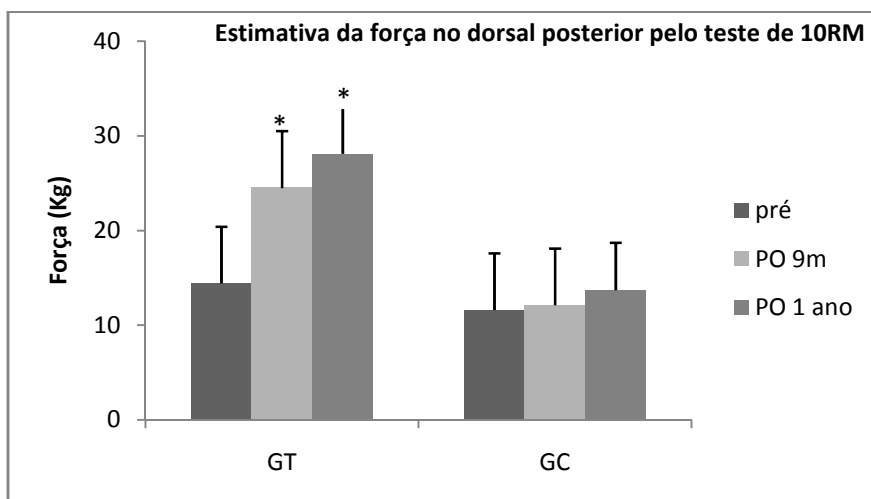


Figura 16: Estimativa da força muscular pelo teste de 10RM no aparelho dorsal posterior entre o GT e o GC. (\*  $p=0,001$  GT vs GC (9 meses) e \*\*  $p=0,002$  GT vs GC (1 ano)). 10 RM: Teste de 10 repetições máximas; GT: Grupo Treinamento; GC: Grupo Controle; PO: pós-operatório.



Avaliação densitométrica após o primeiro ano de cirurgia:

Na tabela 12 observa-se os valores de DMO e CMO de toda a amostra, com redução significativa dessas variáveis ( $p < 0,05$ ).

Tabela 12 - Avaliação densitométrica da amostra no pré e pós-operatório.

VARIÁVEIS	AMOSTRA (n=37)			
	PRÉ	1 ANO	DELTA	REDUÇÃO
DMO (g/cm <sup>3</sup> )	1,233 ± 0,111	1,127 ± 0,101*	- 0,11 ± 0,08	8,9 %
CMO (g)	2.791,4 ± 432,1	2.616,9 ± 423,5*	- 177,5 ± 187,7	6,3 %
DMO-COLUNA (g/cm <sup>3</sup> )	1,22 ± 0,13	1,16 ± 0,13*	- 0,06 ± 0,06	4,9 %
DMO-MID(g/cm <sup>3</sup> )	1,30 ± 0,15	1,25 ± 0,17*	- 0,05 ± 0,03	3,8 %

\*  $p < 0,05$  - pré e pós-operatório (1 ano); DMO: densidade mineral óssea; CMO: conteúdo mineral ósseo;

MID: membro inferior direito; DELTA= 1 ano- pré-operatório

Comparando-se os valores de DMO em Corpo Inteiro Total, entre os 2 grupos, não foi evidenciada diferença estatisticamente significativa no pós-operatório, entretanto, quando analisada a perda de massa óssea (DELTA DMO= 1 ano - pré-operatório) nos 2 grupos, a mesma foi mais significativa no GC que GT ( $p=0,003$ ; sendo  $0,140 \pm 0,081$  g/cm<sup>3</sup> e  $0,70 \pm 0,049$  g/cm<sup>3</sup> respectivamente). A redução foi de 11,26% no GC e de 5,72% no GT comparando-se com os valores pré e pós-operatórios (tabela 13).

Tabela 13 - Avaliação densitométrica do GT e GC no pré e pós-operatórios.

VARIÁVEIS	GT (n=18)			GC (n=19)		
	PRÉ	1 ANO	DELTA	PRÉ	1 ANO	DELTA
DMO (g/cm <sup>3</sup> )	1,222 ± 0,099	1,152 ± 0,101*	- 0,070 ± 0,049	1,243 ± 0,123	1,103 ± 0,098*	- 0,140 ± 0,081**
CMO (g)	2.812,9 ± 452,6	2.694,6 ± 430,7*	- 118,4 ± 248,3	2.771,1 ± 423,2	2.537,5 ± 413,3*	- 233,5 ± 73,9
DMO-COLUNA(g/cm <sup>3</sup> )	1,21 ± 0,13	1,19 ± 0,13	- 0,02 ± 0,007	1,22 ± 0,14	1,13 ± 0,14*	- 0,09 ± 0,03**
DMO-MID (g/cm <sup>3</sup> )	1,29 ± 0,17	1,26 ± 0,18	- 0,04 ± 0,04	1,31 ± 0,15	1,22 ± 0,14	- 0,09 ± 0,01**

\*  $p < 0,05$  - pré e pós-operatório (1 ano) intra-grupo; \*\*  $p=0,001$  - Delta GC x Delta GT;

DMO: densidade mineral óssea; CMO: conteúdo mineral ósseo; MID: membro inferior direito; DELTA= 1 ano- pré-operatório

De modo semelhante à DMO, o CMO em Corpo Inteiro Total não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos após 1º ano de acompanhamento ( $p=0,061$ ). Os dois grupos apresentaram redução desta variável comparando-se o pré e o pós-operatórios ( $p<0,05$ ), porém sem diferença estatisticamente significativa entre eles: Delta GT=  $-118,4 \pm 248,3 \text{ g/cm}^2$  (- 4,21%) e Delta GC=  $-233,5 \pm 73,9 \text{ g/cm}^2$  (- 8,43%) (tabela 13).

Na avaliação DMO da coluna, o GC apresentou uma perda estatisticamente superior ao GT ao final do primeiro ano de acompanhamento ( $p<0,05$ ). Na análise do DELTA coluna GC=  $-0,09 \pm 0,03 \text{ g/cm}^2$  e DELTA coluna GT=  $-0,02 \pm 0,07 \text{ g/cm}^2$  esta diferença significativa também foi observada após 1 ano de acompanhamento ( $p=0,001$ ). Quando avaliado a DMO do MID, o GC apresentou uma perda estatisticamente superior ao GT, sendo o DELTA GC=  $-0,09 \pm 0,005 \text{ g/cm}^2$  e DELTA GT=  $-0,04 \pm 0,04 \text{ g/cm}^2$  após 1 ano de acompanhamento ( $p=0,001$ ; tabela13).

A densitometria de corpo inteiro permite também avaliar os percentuais de massas magra e gorda totais de um indivíduo ou em áreas mais específicas como braços, pernas e abdome. No presente estudo houve aumento significativo do percentual de massa magra localizado em MMSS, MMII e tronco tanto no GT quanto GC ao final do primeiro ano de cirurgia ( $p<0,05$ ; tabela 14). Foi possível observar também que o aumento no percentual de massa magra em MMSS foi estatisticamente superior no GT em relação ao GC ( $p=0,018$ ; tabela 14).

Tabela 14 - Avaliação da composição corporal em % de massa magra encontrada em MMSS, MMII e tronco, no GT e GC, no pré e pós-operatórios.

VARIÁVEIS	GT			GC		
	PRÉ	1 ANO	DELTA	PRÉ	1 ANO	DELTA
MMSS (%)	50,12 ± 8,32	66,17 ± 7,48*	16,05 ± 5,79**	51,85 ± 7,14	63,65 ± 8,16*	11,81 ± 4,60
MMII (%)	51,61 ± 8,62	67,25 ± 8,74*	15,64 ± 7,36	51,95 ± 7,56	64,71 ± 8,41*	12,77 ± 3,55
TRONCO (%)	50,28 ± 5,37	63,64 ± 6,73*	13,36 ± 5,77	47,27 ± 7,33	63,19 ± 7,36*	15,93 ± 5,10

\*  $p<0,05$  - pré e pós-operatório (intra-grupo ano); \*\*  $p=0,018$  - Delta GT X Delta GC;

MMII: membros inferiores; MMII: membros superiores; DELTA: 1 ano - pré-operatório

Quando avaliado os percentuais totais de massas magra e gorda, para cada grupo, ao final do primeiro ano de acompanhamento observou-se um aumento

significativo do percentual da massa magra e uma redução na mesma proporção da massa gorda ( $p < 0,05$ ), porém sem diferenças estatísticas entre os grupos ( $p > 0,05$ ; tabela 15).

Tabela 15 - Avaliação da composição corporal do GT e GC no pré e pós-operatórios.

VARIÁVEIS	GT			GC		
	PRÉ	1 ANO	DELTA	PRÉ	1 ANO	DELTA
MASSA MAGRA (%)	51,91 ± 6,54	66,71 ± 6,87*	14,8 ± 5,04	49,84 ± 6,40	63,98 ± 4,95*	14,1 ± 4,2
MASSA GORDA (%)	48,09 ± 6,54	33,29 ± 6,87*	- 14,8 ± 5,04	50,16 ± 6,40	36,02 ± 4,95*	- 14,1 ± 4,2

\*  $p < 0,05$  - pré e pós-operatório (intra-grupo); DELTA: : 1 ano - pré-operatório

Esta análise permite também o cálculo correspondente à massa magra (em quilos), que foi reduzida na composição corporal dos voluntários em virtude da perda significativa de peso após 1 ano de pós-operatório. Foi encontrada uma redução significativa desta variável em MMSS, MMII e tronco nos dois grupos avaliados ( $p = 0,001$ ). Quanto avaliada as massas magras e gordas totais, em quilos, ao final do estudo, o GT apresentou menor perda de massa magra e maior perda de massa gorda que GC ( $p = 0,036$  e  $p = 0,04$ ; respectivamente; tabela 16).

Tabela 16 - Avaliação da composição corporal em quilos de massa magra no GT e GC no pré e pós-operatório.

VARIÁVEIS	GT			GC		
	PRÉ	1 ANO	DELTA	PRÉ	1 ANO	DELTA
MMSS (Kg)	6,0 ± 0,53	5,3 ± 0,2*	- 0,7 ± 0,09 (11,5%)	6,3 ± 1,24	5,5 ± 1,0*	- 0,8 ± 0,1 (12,0%)
MMII (Kg)	18,7 ± 2,21	16,3 ± 1,0*	- 2,4 ± 0,2 (12,7%)	19,5 ± 3,1	17,2 ± 2,5*	- 2,3 ± 0,4 (11,3%)
TRONCO (Kg)	32,2 ± 4,54	27,8 ± 3,3*	- 4,4 ± 0,2 (13,4%)	30,4 ± 6,0	25,6 ± 3,4*	- 5,1 ± 0,5 (15,9%)
MASSA MAGRA (Kg)	57,1 ± 6,91	54,9 ± 5,23*	- 2,2 ± 3,6 (3,9%)	54,2 ± 7,3	49,6 ± 4,7*	- 4,8 ± 2,2 (8,5%)**
MASSA GORDA (Kg)	52,8 ± 7,18	18,6 ± 3,14*	- 34,2 ± 10,1 (64,7%)	54,8 ± 6,40	27,9 ± 3,1*	- 26,9 ± 5,8 (49,1%)**

\*  $p < 0,05$  - pré e pós-operatório (intra-grupo); \*\*  $p < 0,05$  - DELTA GT x GC; DELTA= 1 ano - pré-operatório; MMSS: membros superiores;

MMII: membros inferiores. Os valores entre parênteses na coluna do delta referem-se aos percentuais de alterações da massa magra.

Quando avaliado isoladamente a redução da massa magra total, em quilogramas, após um ano de cirurgia, as médias foram de  $2,17 \pm 3,60$  Kg no GT e  $4,8 \pm 2,22$  Kg no GC, havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p < 0,05$ ).

Foram encontradas correlações altas e significativas entre força muscular (Kg) 1 ano de PO no *leg press* e massa magra (Kg) 1 ano de PO medida em MMII, sendo  $r=0,81$  e  $p<0,05$  e na força muscular (Kg) 1 ano de PO no supino e massa magra (Kg) ano de PO em MMSS, com  $r=0,89$  e  $p<0,05$  no GT. As mesmas correlações mostraram-se moderadas no GC, para o *leg press* e supino, respectivamente ( $r=0,61$ ;  $p<0,05$  e  $r=0,69$ ;  $p<0,05$ ). Não foram encontradas correlações significativas entre marcadores de remodelação óssea e DMO ( $p=0,876$ ).

Apesar da quantidade de homens ser pequena nos dois grupos (GT=3 e GC=4), foi realizada uma nova análise estatística somente com as mulheres e os resultados obtidos foram semelhantes aos resultados apresentados com participantes de ambos os sexos.

## 5- DISCUSSÃO

A cirurgia bariátrica tem sido considerada o tratamento mais efetivo para a obesidade severa produzindo uma significativa e duradoura perda de peso e amenizando ou curando as muitas condições de morbidade instaladas nesta população (MADAN *et al.*, 2006; MAHDY *et al.*, 2008).

Entretanto, indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica apresentam um risco aumentado para o desenvolvimento de doenças osteometabólicas devido a restrição severa da ingesta alimentar, má absorção de nutrientes e sais minerais, baixa aderência a suplementos prescritos e perda drástica e rápida de peso (WILLIAMS 2011). Além disto, este procedimento pode acarretar uma redução significativa de massas magra e óssea e força muscular, favorecendo ainda mais a perda óssea. Essas alterações já podem ser observadas a partir do primeiro ano de pós-operatório (FAINTUCH *et al.*, 2013; FORHAN & GILL, 2013.)

A literatura médica mundial tem sugerido triagens no pré-operatório, estratificação de risco e controle densitométrico de indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica, sendo que algumas diretrizes tem sido recomendadas para acompanhamento prévio da doença osteometabólica nessa população (COLLAZO-CLAVELL 2004; WILLIAMS 2011).

Dentre as formas de se evitar a perda óssea de forma evidente o exercício físico parece ser uma alternativa segura para esta população.

Em nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo a ser realizado utilizando-se um programa combinado de exercício físico de hipertrofia muscular e aeróbio, por um período de 35 semanas, como ferramenta para atenuar ou prevenir a perda óssea. Além disto foram feitas dosagens de marcadores de remodelamento ósseo e marcadores do metabolismo do cálcio, associados aos exames densitométricos no pré-operatório e ao longo do primeiro ano de cirurgia bariátrica para melhor acompanhamento osteometabólico desses obesos. Este estudo pioneiro permitiu acompanhar voluntários obesos, iniciando um protocolo de exercícios, por um período de tempo bastante razoável, e com a possibilidade de mudar um estilo de vida bastante deteriorado e prejudicial. Além disto foi possível presenciar todas as dificuldades e progressos

enfrentados por esses voluntários no intuito de uma vida mais saudável, buscando aumento da massa muscular e prevenindo-se as possíveis complicações ósseas.

### **5-1. Densidade mineral óssea, exercício e cirurgia bariátrica**

No presente estudo foram comparados a DMO em Corpo Inteiro Total no pré e pós-operatórios de toda a amostra (n=37) e entre os 2 grupos avaliados no pós-operatório. Observou-se uma redução significativa desta variável nos 2 grupos, entretanto, a redução da massa óssea foi mais evidente no GC que GT, sendo esta perda de 11,26% vs 5,72% respectivamente ( $p < 0,05$ ). Quando analisada a DMO na coluna, que representava osso trabecular, o GC apresentou uma perda estatisticamente superior ao GT (6,87 vs 1,66%;  $p < 0,05$ ). As alterações observadas em MID, que representava o osso cortical, também foram estatisticamente superiores no GC em relação ao GT (7,38 vs 2,73%;  $p < 0,005$ ).

A redução da DMO após um ano de cirurgia tem sido evidenciada em vários estudos (COATES *et al.*,2004; von MACH *et al.*,2004; FLEISCHER *et al.*,2008; CARRASCO *et al.*,2009; MAHDY *et al.*,2008; VILARRASA *et al.*,2011; STEIN *et al.*,2013). Uma menor DMO pode ser encontrada em diferentes sítios, entretanto, sugere-se que o efeito da redução de peso corporal acompanhado de uma menor sobrecarga mecânica são extremamente relevantes para a determinação da DMO, ou seja, áreas de sustentação de peso que tiveram redução maior do estímulo tendem a ser as mais afetadas.

Vilarrasa *et al.*,(2011) avaliaram mulheres obesas no seguimento de 3 anos após cirurgia e foi observado no primeiro ano redução da DMO de 10,2% no colo do fêmur e de 3,2% na coluna lombar, sendo que essas perdas aumentaram até o terceiro ano de acompanhamento. Outro fato interessante deste estudo é que as mulheres na menopausa apresentaram o dobro da perda óssea em relação as mulheres pré-menopausa. Além disto, os dados demonstraram que a perda óssea é um processo que continua após a perda máxima de peso ter sido atingida, mas em proporções menores e ocorrendo principalmente em mulheres na menopausa. Apesar da perda da DMO quando comparada com anos anteriores essas mulheres apresentavam valores acima dos

encontrados em mulheres da mesma idade (escore Z), sugerindo que o efeito protetor da gordura nos ossos, que é perdido com a cirurgia, persistia nesta amostra até o terceiro ano de cirurgia.

No estudo de Stein *et al.*, (2013), os principais sítios de perda óssea encontrados foram o quadril (5,2%) e colo do fêmur (4,5%), sem alterações na coluna e no antebraço. Com o auxílio de uma tomografia computadorizada de alta resolução esses autores confirmaram a perda óssea, demonstraram que o osso cortical é o primeiro a ser afetado e que estas alterações encontradas estavam associadas a um aumento nos níveis de PTH. Em contraste, a perda óssea no quadril associava-se primariamente a redução de peso. Além disto, estes autores também sugerem uma nova informação para o mecanismo de perda óssea, denominada deterioração cortical de microestruturas. A cirurgia bariátrica levaria a uma redução na área óssea total, conduzida por um declínio na área cortical, enquanto que a área trabecular tenderia a aumentar. Estas alterações estariam fortemente relacionadas com o aumento do PTH e sugeririam uma reabsorção óssea endocortical.

Nos ossos da pelve e colo do fêmur tem-se predominância do osso cortical, já a coluna vertebral tem uma maior proporção do osso trabecular, que é metabolicamente mais ativo e mais sensível aos fatores humorais (LENCHICK *et al.*, 2003; CARRASCO *et al.*, 2009). Estudos cross-seccionais sugerem que a perda do osso trabecular começa precocemente a partir da terceira década de vida, enquanto que o osso cortical aumenta ou permanece constante até a quinta década de vida (ACSM by KORTH *et al.*, 2004).

No presente estudo o GT apresentou perda de massa óssea em MID (2,73%) e em menor magnitude na região da coluna (1,66%). Já no GC a perda de massa óssea foi mais evidente em ambos os sítios (7,38% e 6,87% e respectivamente). Especula-se que a maior perda de massa óssea observada nestes sítios no GC poderia contribuir para a maior perda de massa óssea no corpo inteiro total encontrada no GC (11,26%). Essas evidências podem contribuir para demonstrar o efeito do programa de exercícios, implementado na atenuação da perda de massa óssea no GT.

Em um estudo conduzido por Carvalhais *et al.*, (2013) destaca-se que a tensão produzida por um músculo é transmitida para seu tendão, e também para os tecidos conjuntivos que envolvem o músculo e suas fibras e para tecidos conjuntivos não musculares, como fâscias e tratos neurovasculares. Essa força de transmissão miofascial

(com componentes intramusculares, intermusculares e extramusculares) percorre caminhos miofasciais que permitem que a tensão produzida por um músculo se propague para além dele e afete estruturas adjacentes. Essa justificativa pode ser aplicada nas adaptações ósseas produzidas pelos exercícios de MMII e principalmente de MMSS que ocorreram nas estruturas ósseas subjacentes, mas que também atingiram a coluna vertebral, atenuando a perda óssea nesse local, observado no GT em relação ao GC.

Além disso, o exercício aeróbio utilizado no estudo também provocou aumento da massa óssea, desde que a intensidade da atividade foi aumentada de forma sistemática para continuar a sobrecarga no osso. No presente protocolo a velocidade inicial da caminhada foi de 4,0 Km/h podendo atingir até 8,0 Km/h ao final do período de treinamento proposto.

Embora os estudos citados acima demonstrem uma perda de massa óssea significativa no pós-operatório de cirurgia bariátrica, uma extensa revisão realizada por Scibora *et al.*, (2012) questiona alguns achados e avalia que a magnitude deste efeito e os mecanismos subjacentes não são claros. Segundo este estudo existem evidências de redução de massa óssea no quadril, porém ainda são incertos os resultados de alterações de massa óssea na coluna, e inconclusivas as alterações encontradas no rádio. Enquanto alguns estudos apresentaram ganhos ou ausência de alterações na massa óssea da coluna após procedimentos restritivos, outros estudos demonstraram que existe uma perda de massa óssea após procedimentos malabsortivos como a DGYR. Uma das causas dos resultados conflitantes é a baixa acurácia da DXA para a medida da DMO na população obesa. A variabilidade de DMO aumenta significativamente em tecidos com profundidade superior a 25 cm e o excesso de gordura ao redor do osso superestima a DMO. Além disto a DMO no pré-operatório pode estar falsamente aumentada e a perda no pós-operatório ser menor que a demonstrada. O baixo controle em relação a suplementação nutricional e a dieta também podem interferir nos resultados de alterações ósseas.

### **5-2. Metabolismo do cálcio, exercício e cirurgia bariátrica**

A rápida e progressiva redução de peso observada nesta população pode produzir um impacto significativo no metabolismo do cálcio e nos marcadores de remodelação óssea.



Não foi observado uma prevalência elevada de hiperparatireoidismo na amostra avaliada (um voluntário no GT e um no GC), apesar de se observar um aumento de 19% nos níveis de PTH no GT comparando-se os valores de pré-operatório e após um ano de cirurgia. De toda amostra avaliada, 10% dos voluntários apresentavam valores sanguíneos elevados de PTH, sendo 5% em cada grupo, mas que normalizaram ao longo do estudo. Os níveis de cálcio total e cálcio iônico também se mantiveram dentro dos valores esperados para a população durante o período de duração do estudo, nos dois grupos avaliados. Dentre os pacientes estudados, somente um, do GT, utilizou suplementação de cálcio no pós-operatório. Esses resultados foram semelhantes a estudos anteriores onde os valores de cálcio e PTH encontraram-se normais após 1 ano de cirurgia, ou que apresentaram prevalência baixa de hiperparatireoidismo no PO (MAHDY 2008; VALDERAS *et al.*, 2014).

Em relação a 25(OH)VitD, 44% dos voluntários do GT e 33% do GC apresentavam valores iniciais e pré-operatórios de Vit D inferiores a 20 mg/dL, sendo necessário a suplementação antes da cirurgia.

Embora possa se pensar que os indivíduos obesos mórbidos tenham uma proteção adicional contra as doenças metabólicas ósseas em decorrência do excesso de peso, observa-se níveis de 25(OH)VitD e cálcio sanguíneo baixos, associados a elevados valores de PTH nesta população (WILLIAMS, 2008). Estas alterações nos níveis de 25(OH)Vit D e PTH tendem a ocorrer também após o procedimento cirúrgico, devido à combinação das técnicas de restrição do estômago e mal absorção de nutrientes no intestino associadas e a perda rápida de peso. Este quadro descrito acima faz com que estes pacientes apresentem um risco extremamente alto de desenvolverem rapidamente uma doença metabólica óssea.

Como alguns pacientes apresentaram queda da 25(OH)VitD nos primeiros meses de pós-operatório, a suplementação com colecalciferol foi realizada em 45% dos voluntários do GT e em 16% do GC no período de acompanhamento, sendo a mesma dosagem para os dois grupos (50000UI/sem) e por período semelhante.

Vários estudos já relataram as ações da vitamina D sobre a regulação do transporte de cálcio, síntese protéica e cinética da contração, além de ser importante para a manutenção da massa, da força e da velocidade de contração do músculo esquelético (PEDROSA & CASTRO 2005). Tem sido demonstrado que os metabólitos

da vitamina D afetam o metabolismo das células musculares através de várias vias: mediação da transcrição do gene, vias rápidas não envolvendo a síntese de DNA e pela variante alélica do receptor da vitamina D (VDR) (PEDROSA & CASTRO 2005). Já foi demonstrada a presença do VDR ligado a  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ , que é a forma ativa da vitamina D. As evidências indicam que a  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ , atua diretamente sobre a membrana da célula muscular favorecendo o transporte ativo do cálcio para dentro do retículo sarcoplasmático. A força muscular também parece sofrer influencia pelo genótipo do VDR na célula muscular. Alguns processos têm sido descritos em que a deficiência prolongada de vitamina D está associada com fraqueza muscular grave, sendo que essa melhorava com a suplementação de vitamina D (DEMAY 2003; MUSZKAT *et al.*, 2010). Como os valores finais de 25(OH)vit D aumentaram significativamente nos dois grupos e foram semelhantes entre os grupos ao final do acompanhamento (31,77 pg/mL no GT vs 32,71 pg/mL no GC), sugere-se que a vitamina D não tenha interferido diretamente nos ganhos de massa magra do GT.

### **5-3. Marcadores de remodelação óssea, exercício e cirurgia bariátrica**

No presente estudo, a reabsorção óssea identificada pela presença do marcador CTX-1 aumentou significativamente após a cirurgia, com incrementos de 224% no GT e 168% no GC, enquanto que a formação óssea, mensurada pela FAO, não alterou após o primeiro ano de cirurgia. Mesmo com a intervenção de exercícios realizada pelo GT, que a princípio estimularia a remodelação óssea, os valores de FAO mantiveram-se estatisticamente inalterados nos 2 grupos avaliados.

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Stein *et al.*, (2013) que observaram aumento de 144% no CTX-1 sanguíneo, enquanto que os níveis de FAO permaneceram inalterados por período semelhante, e Pereira *et al.*, (2007) que encontraram aumentos significativos na deoxipiridinolina urinária sem alterações na osteocalcina.

Riedt *et al.*,(2006) também demonstraram aumento mais significativo nos níveis de osteocalcina que nos níveis de NTX-1 no pós-operatório. Esses resultados sugerem que o aumento da formação óssea não ocorreu na mesma magnitude do aumento da

reabsorção óssea. Esse possível "desacoplamento" entre esses dois processos pode ser parcialmente explicado por uma mobilização reduzida e/ou aumento do catabolismo associado a cirurgia no pós-operatório imediato (RIEDT *et al.*, 2006 ). Outros mecanismos podem estar envolvidos na remodelação óssea como a mobilização e a liberação do cálcio pelo osso. É possível também que a ingestão de maiores quantidades de cálcio interfiram na formação óssea em relação ao menor consumo, no pós-operatório (VON MACH *et al.*, 2004; COATES *et al.*, 2004; RIEDT *et al.*, 2006). Apesar das orientações dietéticas que foram dadas no pós-operatório, inclusive sobre a necessidade de ingerir alimentos ricos em cálcio, essa ingesta não foi controlada ao longo do estudo.

Grethen *et al.*, (2012) demonstraram que os marcadores de remodelação óssea encontram-se aumentados nos obesos e identificaram uma forte e positiva correlação entre a FAO e os níveis de NTX-1. Entretanto, a informação mais relevante encontrada neste estudo demonstrou que o PTH e leptina previram positivamente a FAO, sugerindo um efeito direto da leptina nos osteoblastos.

Os valores de FAO não diferiram entre os grupos ao final do primeiro ano de cirurgia e apesar dos possíveis benefícios adquiridos com os incrementos de força muscular produzidos pelo treinamento, a princípio, este estímulo não foi suficiente para aumentar a formação óssea no GT.

Bruno *et al.*, (2010), encontraram aumentos significativos nos níveis séricos da FAO e do NTX-1 mesmo após 18 meses de cirurgia, indicando que a remodelação óssea continua evidente embora a perda de peso seja pequena ou tenha finalizado. Esses resultados sugerem que o aumento no remodelamento ósseo não está associado somente com a redução da sobrecarga mecânica no esqueleto, sendo necessário estabelecer quando esses valores retornam aos níveis basais.

No presente estudo, o acompanhamento dos MRO foi de apenas 1 ano e esse pequeno período parece não ter sido suficiente para detectar as possíveis alterações sanguíneas principalmente na FAO, o que poderia justificar as adaptações ósseas produzidas pelo exercício realizado, com formação de osso novo, principalmente no GT.

A ausência de correlações significativas entre marcadores de remodelação óssea (CTX-1) e DMO ( $p=0,876$ ) e FAO e DMO ( $p=0,744$ ) pode ser atribuído a características específicas de cada processo, ou seja as dosagens de MRO refletem processos dinâmicos, em contínuo movimento, já a DMO reflete um processo estático e pode não refletir com exatidão as alterações momentâneas que ocorrem na massa óssea. Outra possibilidade seria o fato de que marcadores sanguíneos como o CTX-1 ou a FAO podem ser também influenciados por outros fatores como estado emocional no dia da medida, horário da medida, etc..., que não foram controlados na época do estudo.

#### **5-4. Composição corporal, exercício e cirurgia bariátrica**

Um importante objetivo terapêutico, associado a grande perda de peso deve ser a redução da massa gorda enquanto preserva-se a massa magra, com o intuito de manutenção das capacidades físicas e metabólicas dos pacientes (NIH, 1998).

Nossos achados não demonstraram diferença significativa em relação aos resultados finais de massa corporal, IMC, CA e percentuais totais finais de massas gorda e magra, entre o grupo submetido ao treinamento físico e o GC (tabelas 6 e 15). Apesar dos resultados semelhantes entre os grupos é importante destacar a redução da gordura em região abdominal e a melhor composição corporal demonstrada pela diminuição dos percentuais totais de massa gorda e aumentos na massa magra em ambos os grupos. Segundo Madan *et al.*, (2006), um dos benefícios relevantes da cirurgia bariátrica é tornar a composição corporal mais saudável com consequente diminuição dos riscos para doenças cardiovasculares.

Em relação a perda média de massa magra (em quilos) encontrou-se 2,17 Kg ou 4,6% no GT e 4,6 Kg ou 9,7% no GC. A redução significativa de massa magra, principalmente no primeiro ano de cirurgia, pode trazer resultados indesejáveis e tem sido demonstrada em alguns estudos: Infanger (2003) média de 6,0 Kg; Giusti *et al.*, (2004) média de 4,8 Kg; Madan *et al.*, (2006) média de 6,8 Kg; Mahdy *et al.*, (2008) média de 1,44 Kg; Palazuelos-Gentis *et al.*, (2008) média de 8,0 Kg.

No presente estudo, a menor redução observada no GT pode ser atribuída ao treinamento de hipertrofia muscular implementados que amenizou a perda da massa magra. Além disto, ficou bastante evidente o ganho de força muscular tanto nos MMSS quanto nos MMII no GT em relação ao GC. Esta possível proteção pôde ser observada em alguns indivíduos do GT, visto que dos 18 voluntários, 5 não apresentaram redução da massa magra (Kg), enquanto que isto não foi observado no GC. A conservação ou ganho da massa muscular juntamente com ganhos de força e tamanho das fibras são características desse tipo de treinamento e podem ser atribuídos à carga utilizada, ao número de séries, repetições e intervalos de descanso propostos nesse protocolo que garantem alterações evidentes nas fibras tipo 2 como o aumento do diâmetro da secção transversa e do comprimento do músculo. Como o exercício foi realizado 2x/sem permitiu um descanso muscular adequado, sendo que foi garantida uma carga/volume progressivos ao longo das seis semanas de treinamento realizadas para cada carga (vide tabela 4).

Em relação ao treino aeróbio, às adaptações celulares incluem um aumento no tamanho e no número de mitocôndrias e aumento no conteúdo de mioglobina. Quando mitocôndrias maiores e em maior número são combinadas com um aumento na quantidade de oxigênio que pode ser entregue a elas pela maior concentração de mioglobinas, a capacidade do tecido muscular de extrair e utilizar o oxigênio é aumentada (BAECHLE & EARLE 2010).

Tem sido também demonstrado que quando indivíduos treinam com 8-12 repetições e cargas moderadas, os ganhos de força máxima e hipertrofia são bem expressivos, além de uma grande tendência a maior capilarização muscular (DIAS, *et al.*, 2010). Apesar de não ter sido realizado um exame muscular mais minucioso como a ressonância magnética para comprovar estas alterações, é provável que essas adaptações tenham ocorrido no GT e sejam suficientes para indicar uma atenuada redução de massa magra como foi observado pela densitometria.

Beneditti *et al.*, (2000) e Palazuelos-Genis, *et al.* (2008) corroboram com esta hipótese, e sugerem que o percentual de massa magra pode ser mantido com a realização de atividade física, sendo esta também eficaz para manutenção da redução de peso por um longo período. Apesar de nesses estudos, o exercício físico não ter sido quantificado nem supervisionado, foi capaz de já mostrar alterações que beneficiariam

esta população. Além disto, os autores indicam que um treinamento de força poderia melhorar a quantidade de massa magra desta população.

A massa magra correlaciona-se fortemente com a DMO em mulheres de meia-idade e sua preservação deve ser um fator de suma importância no pós-operatório (VILARRASA, 2010). Do ponto de vista clínico, indivíduos com maior quantidade de massa magra apresentam maior gasto metabólico diário, como resultado de grande *turnover* de proteínas musculares, além de estarem mais aptos para a realização das atividades funcionais (STRASSER & SCHOBERSBERGER 2011).

### **5-5. Força muscular, exercício e cirurgia bariátrica**

Apesar de alguns estudos sugerirem a prática de exercício físico para manutenção da massa magra e perda de peso (BENEDITTI *et al.*,2000; PALAZUELOS-GENIS *et al.*,2008; WOUTERS *et al.*,2011; FAINTUCH *et al.*,2013; FORHAN & GILL 2013), não é do nosso conhecimento um consenso na literatura de qual seria o protocolo de exercícios e o tempo de realização ideal para ser utilizado na população pós-cirurgia bariátrica, afim de minimizar as alterações musculares e ósseas tão comuns nesta fase além de tornar os pacientes mais ativos e comprometidos com o novo estilo de vida.

Acredita-se que a prescrição de exercícios de hipertrofia muscular, com intensidade entre 67 e 85% de 1 RM, com 6 a 12 exercícios por sessão durante 2 a 3 dias/semana seja benéfico para maximizar o ganho de massa muscular (Baechle TR & Earle 2010). Este tipo de exercício estimula o músculo esquelético a sintetizar novas proteínas musculares, produzindo hipertrofia e o ganho de força muscular. Este tipo de prescrição que prioriza inicialmente a hipertrofia muscular também garante incrementos de força e resistência muscular, tão necessários a uma população com passado de sedentarismo e que está sendo submetida a redução rápida e drástica de massa corporal.

Baseando-se nestes achados foi realizado um programa de treinamento de hipertrofia muscular associado a 25 minutos de exercícios aeróbios, que foram realizados 2x/sem, durante 35 semanas, em 8 aparelhos de musculação, sendo prescrito

1-3 séries de 10-12 repetições com carga correspondente a 75% de 1 RM. A sobrecarga imposta era incrementada sistematicamente a cada 6 semanas, durante a reavaliação, de acordo com a tolerância do voluntário. Os resultados demonstraram aumentos significantes na força muscular em MMSS e MMII e no percentual de massa magra nos MMSS no GT.

A aplicação de uma sobrecarga sobre o osso estimula uma resposta adaptativa, sendo que esta é mantida com um aumento progressivo desta força. Esse estímulo promove uma deformação física na células ósseas que podem ser captadas por medidores de tensão na superfície óssea. É necessário de 3 a 4 meses para se completar um ciclo de remodelamento ósseo, que inclui reabsorção, formação e mineralização óssea, e um mínimo de 6 a 8 semanas para que este novo estado de massa óssea seja mensurado (KOHRT *et al.*, 2004). O equilíbrio entre a deposição e a reabsorção óssea são determinantes para o desenvolvimento adequado e manutenção do tamanho, da forma e da integridade óssea. Enquanto os osteoclastos reabsorvem o osso mineralizado pré-existente, os osteoblastos constroem a matriz extracelular que será posteriormente mineralizada. O desequilíbrio entre a deposição e a reabsorção óssea levam a condições patológicas de excesso de massa óssea (osteopetrose) ou baixa de massa óssea (osteopenia e osteoporose) (ZAIDI 2007; GOMEZ-AMBROSI *et al.*, 2008).

Winters-Stone & Snow (2006) avaliaram a resposta óssea ao exercício de resistência muscular em mulheres pré-menopausa, não obesas, divididas em 3 grupos distintos: exercícios em MMII, exercícios em MMII + MMSS e grupo controle, durante o período de 1 ano. O grupo que realizou exercícios com MMII + MMSS apresentou aumento da DMO do quadril e da coluna, diferentemente do grupo exercícios somente em MMII que aumentou a DMO somente no quadril. Esses efeitos foram mais evidentes nas mulheres que apresentaram maior aderência e continuidade ao treinamento. Outro mérito deste estudo foi demonstrar que um programa de exercícios que envolve a aplicação de uma sobrecarga em locais específicos (quadril e tronco), consegue demonstrar diferentes respostas ósseas como o aumento da DMO nos locais que receberam maior estímulo.

No presente estudo, o GT apresentou aumentos de força muscular em MMII e MMSS. O aumento da força muscular estava associado a ganhos no percentual de massa magra, principalmente nos MMSS. Esses resultados positivos também podem ser

atribuídos ao efeito do treinamento implementado localizado, realizado com a musculatura do MMSS. Dos 8 exercícios realizados a cada sessão, 5 utilizavam musculatura de MMSS (cintura escapular) e coluna toracolombar, entre eles: supino (peitoral maior e deltóide), voador (peitoral maior e tríceps braquial), *pulley* posterior (latíssimo do dorso, rombóide, redondo maior), dorsal posterior (trapézio, redondo menor, rombóide, infra-espinhal e deltóide), tríceps com polia em pronação (tríceps braquial) o que garantiu um aumento significativo da massa muscular nestas regiões.

Apesar de não ter sido encontrado diferenças significativas no DELTA percentual da massa muscular em MMII do GT vs GC, como esperado, ( $15,64 \pm 7,36\%$  e  $12,77 \pm 3,55\%$ ;  $p < 0,05$ ) clinicamente é provável que isto tenha ocorrido, pois o aumento da força muscular foi muito significativo nas pernas desses indivíduos que fizeram treinamento, comparando-se o pré e pós-operatórios (*leg press*: aumento de 178% no GT vs 72% no GC e cadeira flexora, aumento de 119% no GT vs 57% no GC). Além disto o GT apresentou menor perda óssea nas regiões de coluna e MID, o que pode ser justificado por uma maior atividade muscular nessas regiões, atenuando perda de massa óssea.

Outro fator interessante que pode indicar um aumento na massa magra em MMII é a correlação obtida entre a força muscular (*leg press*) 1 ano e massa magra (MMII)1 ano, sendo  $r = 0,81$  ( $p < 0,05$ ) no GT e  $r = 0,61$  ( $p < 0,05$ ) no GC. As alterações nessas variáveis estão positivamente correlacionadas, sendo que, para que seja evidenciado um aumento significativo de força muscular espera-se também aumento na massa muscular, (tamanho e volume) dos músculos responsáveis pelo aumento de força.

Os ganhos de força muscular observados no GT foram expressivos e superaram em duas vezes os ganhos obtidos no GC. Os pequenos ganhos de força muscular observados no GC ocorreram principalmente ao longo dos primeiros 8 meses de cirurgia e podem ser atribuídos a maior funcionalidade adquirida pelos pacientes, principalmente na deambulação, em virtude da perda de peso. A redução de peso superior a 30% facilita a realização das atividades do dia a dia, melhora o equilíbrio e a marcha tornando o indivíduo mais ágil. Além disto, a redução da largura do passo e a menor sobrecarga em quadril e joelhos diminui as dores osteoarticulares (WARTIAINEN *et al.*, 2012) e o torna o obeso mais disposto e preparado a caminhar percursos maiores durante suas atividades. Após este incremento de força favorecido



pela redução de peso inicial, a força muscular manteve-se praticamente inalterada nos 3 meses seguintes de acompanhamento do GC.

No presente estudo os ganhos substanciais de força muscular observados no GT foram evidentes tanto nos primeiros 7 meses quanto ao final do primeiro ano de treinamento proposto (após 35 semanas). Esse aumento de força muscular também ficou evidente na medida de preensão manual avaliada pelo dinamômetro de força, sendo verificado um aumento estatisticamente significativo de 14,5% entre os valores de pré e pós-operatórios obtidos no GT e que não foram constatados no GC. Do ponto de vista clínico, o aumento de força medido por este instrumento pode facilitar a realização de atividades de vida diária e instrumentais. Apesar dos obesos avaliados não serem idosos, nem apresentarem lesões associadas, o objetivo da utilização deste instrumento foi de graduar e acompanhar a evolução da força muscular global, principalmente obtida nos MMSS, nos aparelhos supino e posterior de ombros. O aumento de força observado no GT, principalmente na musculatura do MMSS foi acompanhada pela melhor performance observada no dinamômetro neste mesmo grupo.

Outra variável que pode sofrer interferência direta do peso e do treinamento é a PAA. Ela pode ser usada para avaliar a capacidade de um indivíduo em reagir às atividades de explosão ou que necessitem de reação imediata (correr para pegar um ônibus ou um elevador). Como indivíduos obesos mórbidos apresentam um peso corporal elevado, o tempo para a realização do teste (subir uma escada de 15 degraus) também é elevado em relação aos indivíduos eutróficos. Com a redução de peso e a maior agilidade adquirida essa atividade passa a ser feita de forma mais fácil, gastando-se menos tempo e com menores valores de PAA. Esperava-se que com o intuito do treinamento no GT, valores inferiores de PAA fossem observados no GT em relação ao GC. A diferença estatística entre os 2 grupos não foi observada, entretanto, clinicamente indivíduos com maior força muscular e condicionamento físico desempenham atividades que exigem maior agilidade com mais desenvoltura e destreza. O menor tempo obtido no GT para realizar o teste pós-treinamento exemplifica bem essas informações, mesmo que a PAA permaneça inalterada entre os grupos. A velocidade para acionar ou desarmar o cronômetro também pode interferir no cálculo da PAA, visto que mesmo que o tempo seja pequeno, gasta-se uma fração de segundos para desarmar o cronômetro quando o indivíduo atinge o ponto estabelecido para finalizar o teste. O ideal seria a utilização de sensores que armariam e desarmariam o cronômetro quando o

indivíduo atingisse os locais demarcados. Essa alternativa poderia diminuir o risco de variações que estão sujeitas nessa medida.

Além dos ganhos osteomusculares proporcionados pela intervenção realizada, estudos tem destacado vantagens cognitivas adicionais podem ser enumeradas como aumento da auto-estima, socialização, prevenção da depressão, melhora do humor e da tolerância às emoções negativas, sem precisar recorrer a alimentação (COLLES, 2008). A realização de exercícios supervisionados, com profissionais especializados, e em grupos cria uma rotina cuidados para o controle de peso e de deficiências nutricionais tão necessária, e um compromisso à manutenção de hábitos saudáveis que condizem com a nova perspectiva de vida (SILVER, 2006).

Apesar de não terem sido avaliadas nesse estudo a auto-estima, socialização, e bom humor dos participantes, é inegável que a realização de exercício físico contínuo, durante 35 semanas, crie um clima de animosidade, descontração e bem-estar entre os participantes, que favorece a assiduidade, a perseverança e cumplicidade dos voluntários, tornando o tratamento menos penoso, mais agradável e conseqüentemente mais efetivo.

A cirurgia bariátrica não pode ser considerada como tratamento único e mágico para a obesidade mórbida (WELCH *et al.*, 2008). As deficiências nutricionais e metabólicas existem e devem ser evitadas ou controladas. A adição de terapias complementares como o exercício regular, supervisionado e principalmente o treinamento de hipertrofia muscular podem ajudar o paciente na manutenção da redução de peso e no ganho de massa magra e reduzir as alterações osteometabólicas que tem se tornado tão comuns no pós-operatório deste procedimento.

#### **5-6. Limitações do estudo**

O presente estudo apresenta algumas limitações como perda de 40% da amostra inicial, a não aleatorização da amostra na divisão dos grupos, a utilização do teste de 10RM no lugar de 1RM, além da análise da densitometria somente nas regiões da coluna e MID.

Ao longo do presente estudo o número de voluntários excluídos foi bastante significativo (n=23). As exclusões de alguns voluntários ocorreram por causas diversas como complicações no PO, entretanto, o principal fator foi o não comparecimento nos dias de treinamento estipulados (GT) ou nas reavaliações previstas (n=17). Essas ausências inviabilizaram a permanência dos voluntários no estudo impedindo a realização das medidas. Optou-se por excluir aqueles participantes que não apresentassem uma frequência superior a 90 % das sessões previstas para o estudo.

Em nosso estudo piloto inicial (n=8) os participantes, foram divididos de forma randomizada pelo médico colaborador em 2 grupos: Grupo 1 - Treinamento (GT) (exercício físico supervisionado) e Grupo 2 (GC - grupo controle). A divisão dos grupos foi feita da seguinte forma: primeiro participante - foi sorteado o grupo na qual faria parte e de forma cruzada os demais participantes foram direcionados ou para o GT ou para GC.

Apesar da intenção inicial de randomização da amostra no pós-operatório, essa alternativa tornou-se inviável após 3 meses de coleta. A frequência dos voluntários no GT era baixa o que impedia a sequência do treinamento, além de 1 voluntário do GC manifestar interesse em realizar exercício físico de forma regular. Desta forma iniciou-se novamente a coleta com novos participantes e cada participante foi direcionado para o grupo de interesse, ou seja recomeçamos o estudo novamente com 60 participantes.

Optou-se por não utilizar o teste de 1RM devido ao risco de lesão muscular e a manobra de Valsalva excessiva que esta sobrecarga poderia causar, principalmente em voluntários obesos, hipertensos, com incisões cirúrgicas abdominais e com algum nível de desgaste ósseo articular. Além disto, essa carga poderia estar subestimada em virtude do pós-operatório recente e o medo de sentir dor que poderia limitar os voluntários durante a execução da mesma.

A opção por se utilizar a técnica de densitometria de corpo inteiro também pode acarretar limitações ao estudo, pelo fato da mesma não ser tão precisa na localização de uma perda de massa óssea quanto a densitometria óssea tradicional ou a ressonância magnética. Entretanto, trata-se de um exame de custo mais baixo, e é inegável a perda de massa óssea em regiões de coluna e MID, e que possivelmente, as maiores contribuições foram da região da coluna lombar e colo do fêmur.

Diante das considerações expostas acima algumas lacunas ainda precisam ser preenchidas. Torna-se necessário o acompanhamento destes indivíduos por um tempo maior afim de se detectar a manutenção ou normalização dos marcadores de remodelação óssea, o comportamento da massa óssea nos indivíduos submetidos a este treinamento por um período mais prolongado, principalmente na prevenção de fraturas, além de delimitar de forma mais precisa o papel do exercício de hipertrofia muscular e aeróbio no pós-operatório da cirurgia bariátrica.

## 6- CONCLUSÃO

Após um ano de acompanhamento, o GT que foi submetido a 35 semanas de um protocolo para ganho de hipertrofia muscular combinado com exercícios aeróbios apresentou incrementos na força muscular em relação ao GC, com ênfase no aumento de massa muscular em MMSS. As perdas de massa muscular, principalmente massa óssea na coluna e MID, medidas pela densitometria, também foram atenuadas neste grupo. A maior força de preensão manual obtida pelo dinamômetro associada ao menor tempo para execução do teste de deslocamento vertical observados complementam os resultados obtidos no GT em relação ao GC após o treinamento implementado. Evidenciou-se um aumento acentuado na reabsorção óssea no GT e GC, que não foi acompanhado por alterações da formação óssea no período avaliado. Não foram observadas alterações significativas para os marcadores de remodelação óssea e do metabolismo do cálcio entre os dois grupos avaliados. As correlações altas e positivas entre a força muscular (Kg) e massa magra (Kg) em MMII e MMSS no GT e GC indicam que para que seja evidenciado um aumento significativo de força muscular espera-se também aumento na massa muscular dos músculos responsáveis pelo aumento de força. A ausência de correlações entre MRO e a DMO podem ser atribuídas às características específicas de cada medida, que podem não refletir momentos semelhantes de alterações ósseas de um mesmo indivíduo.

Os resultados sugerem que a menor redução da DMO e da massa óssea na coluna e MID e o aumento da massa muscular em MMSS do GT em relação ao GC podem ser atribuídos a uma maior proteção osteometabólica produzida pelo exercício físico supervisionado realizado no pós-operatório.

## 7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Segundo as normas de Vancouver, 1978([www.icmje.org](http://www.icmje.org))

- 1- ACSM by Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. Physical activity and bone health. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.2004;1985-93.
- 2- ACSM by Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, Housh TJ, Kibler WB, et al. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.2009;687-708.
- 3- ACSM by Westcott W. Strength Training guidelines. Role in body composition and health enhancement. *ACSM's Health & Fitness Journal*.2009;13(4):14-22.
- 4- Ahima RS. Metabolic actions of adipocyte hormones: focus on adiponectin. *Obesity*.2006;14(Suppl 1):9S-15S.
- 5- Baechle TR & Earle RW. Fundamentos do treinamento de força e do condicionamento. National Strength and Conditioning Association. 2010.Ed. Manole.97-98;364-77.
- 6- Benedetti G, Mingrone G, Marcoccia S, Benedetti M, Giancaterine A, Greco AV, et al. Body composition and energy expenditure after weight loss following bariatric surgery. *J Am Coll Nutr*.2000;19:270-4.
- 7- Borer KT. Physical activity in the prevention and amelioration of osteoporosis in women: interaction of mechanical, hormonal and dietary factors. *Sports Med*.2005;35:779-830.
- 8- Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine Science Esports Sports*. 1982;14:377-81.
- 9- Brandão AP. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*.2005.
- 10- Brolin RE, Robertson LB, Kenler HA, Cody RP. Weight loss and dietary intake after vertical banded gastroplasty and Roux-en Y gastric bypass. *Ann of Surg*.1994;220(9):782-90.
- 11- Brolin RE. Gastric bypass. *Surg Clin North Am*. 2001;81:1077-95.
- 12- Bruno C, Fulford A, Potts JR, McClintock R, Jones R, Cacucci BM, et al. Serum markers of bone turnover are increased at six and 18 months after Roux-en-Y bariatric surgery: correlation with the reduction in leptin. *J Clin Endocrinol Metab*. 2010;95(1):159-66.
- 13- Byrne TK. Complications of surgery for obesity. *Surg Clin North Am*.2001;81(13):1181-93.

14- Câmara LC, Sobrinho JMS, Jacob Filho W, Kuwakino MH. Exercícios resistidos em idosso portadores de insuficiência arterial periférica. ACTA FISIATRA 2006,13(2):96-102.

15- Campanha-Versiani L, Ribeiro-Samora GA, Leão AM, Souza RM. Avaliação da reprodutibilidade do teste de deslocamento vertical em obesos. Monografia apresentada como conclusão do Curso de Fisioterapia do Uni-BH, em 29-06-2009.

16- Cao JJ. Effects of obesity on bone metabolism. Journal of Orthopaedic Surgery and Research.2011;6:30.

17- Carrasco F, Ruz M, Rojas P, Csendes A, Rebolledo A, Codoceo J, et al. Changes in bone mineral density, body composition and adiponectin levels in morbidly obese patients after bariatric surgery. Obes Surg.2009;19:41-6.

18- Carvalhais VOC, Ocarino JM, Araújo VL, Souza TR, Silva PLP, Fonseca ST. Myofascial force transmission between the latissimus dorsi and gluteus maximus muscles: An in vivo experiment. Journal of Biomechanics.2013;46:1003-07.

19- Choban PS, Jackson B, Poplawski S, Bistolarides P. Bariatric surgery for morbid obesity: Why, who, when, how, where, and then what? Cleve Clin J Med.2002;69(7):897-903.

20- Coates PS, Fernstrom JD, Fernstrom MH, Schauer PR, Greenspan SL. Gastric bypass surgery form morbid obesity leads to an increase in bone turnover and a decrease in bone mass. J Clin Endocrinol Metab. 2004;89(3):1061-65.

21- Collazo-Clavell ML, Jimenez A, Hodgson SF, and Sarr MG. Osteomalacia after Roux-en-Y gastric bypass. Endocrine Practice.2004;10(3):287-88.

22-Colles SL, Dixon JB, O'Brien PE. Hunger control and regular physical activity facilitate weight loss after laparoscopic adjustable gastric banding. Obes Surg.2008;18:833-40.

23- Davis G, Patel JA, Gagne DJ. Pulmonary considerations in obesity and the bariatric surgery patient. Med Clin N Am.2007;91:433-42.

24- Delavier F. Guia dos movimentos de musculação - Abordagem anatômica. 2003. Ed. Manole. 13-15;40-55;65-85.

25- Demay M. Muscle: a nontraditional 1,25-dihydroxyvitamin D target tissue exhibiting classic hormone-dependent vitamin D receptor actions. Endocrinology.2003;144(12):5135-7.

26- Dias RMR, Cucato GG, Câmara LC, Wolosker, N. Reprodutibilidade do teste de 1 RM em indivíduos com doença arterial obstrutiva periférica. Rev Bras Med Esporte.2010;16(3):201-04.

27- Easted R. Treatment of postmenopausal osteoporosis. *N Engl J Med.*1998;338:736-46.

28- Elkins G, Whitfield P, Marcus J, Symmonds R, Rodriguez J, Cook T. Noncompliance with behavioral recommendations following bariatric surgery. *Obes Surg.*2005;15:546-51.

29- Fabris de Souza SA, Faintuch J, Valezi AC, Sant'Anna AF, Gama-Rodrigues JJ, de Batista Fonseca IC, et al. Postural Changes in morbidly obese patients. *Obes Surg.*2005;15:1013-6.

30- Faintuch J, Souza AF, Fabris SM, Cecconello L, Capodaglio P. Rehabilitation needs after bariatric surgery. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine.*2013;49(3):431-37.

31- Figueredo IM; Sampaio RF; Mancini MC. Teste de força de prensão utilizando o dinamômetro Jamar. *ACTA FISIATR.* 2007;14(2):104-10.

32- Fleischer J, Stein EM, Bessler M, Della Badia M, Restuccia N, Olivero-Rivera, et al. The decline in hip bone density after gastric bypass surgery is associated with extent of weight loss. *J Clin Endocrinol Metab.*2008;93(10):3735-40.

33- Forhan M, & Gill SV. Obesity, functional mobility and quality of life. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism.*2013;27:129-37.

34- Giusti V, Suter M, Héraief E, Gaillard RC, Bruckhardt P. Effects of laparoscopic gastric banding on body composition, metabolic profile and nutritional status of obese women:12-months follow-up. *Obes Surg.*2004;14:239-45.

35- Gomes-Ambrosi J, Rodriguez A, Catalán V, Frühbeck G. The bone-adipose axis in obesity and weight loss. *Obes Surg.*2008;18:1134-43.

36- Gómez JM, Vilarrasa N, Masdevall C, Pujol J, Solano E, Soler J, et al. Regulation of bone mineral density in morbidly obese women: a cross-sectional study in to cohorts before and after bypass surgery. *Obes Surg.*2009;19:345-50.

37- Goode LR, Brolin RE, Chowdhury HA, Shapses SA. Bone and gastric bypass surgery: effects of dietary calcium and vitamin D. *Obes Res.*2004;12:40-7.

38- Grethen E, Hill KM, Jones R, Cacucci BM, Gupta C, Acton A, et al. Serum leptin, parathyroid hormone, 1-25-dihydroxyvitamin D, fibroblast growth factor 23, bone alkaline phosphatase, and sclerostin relationships in obesity. *J Clin Endocrinol Metab.*2012;97(5).DOI 10.1210/jc.2011-2280.

39- Hilton PS, Rector RS, Thomas TR. Weight-bearing, aerobic exercise markers of bone formation during short-term weight loss in overweight and obese men and women. *Metabolism Clinical and Experimental.*2006;55:1616-18.

40- Hue O, Berrigan F, Simoneau M, Marcotte J, Marceau P, Marceau S, et al. Muscle force and force control after weight loss in obese and morbidly obese men. *Obes*



Surg.2008;18:1112-18.

41- Hulens M, Vansant G, Claessens AL, Lysens R, Muls, E. Predictors of 6-minute walk test results in lean, obese and morbidly obese women. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2003;13:98-105.

42- Infanger D, Baldinger R, Branson R, Barbier T, Steffen R, Horber FF. Effect of significant intermediate-term weight loss on serum leptin levels and body composition in severely obese subjects. *Obes Surg*.2003;13:239-45.

43- Johnson JM, Maber JW, DeMaria EJ, Downs RW, Wolfe LG, Kellum JL. The long-term effects of gastric bypass on vitamin D metabolism. *Ann Surg*.2006;243:701-4.

44- Kam D, Smulders E, Weerdesteyn V, Smits-Engelsman BCM. Exercise interventions to reduce fall-related fractures and their risk factors in individuals with low bone density: a systematic review of randomized controlled trials. *Osteoporos Int*.2009;20(12):2111-25.

45- Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trials. *Am J Phys Med Rehabil*.2001;80:65-77.

46- Klein-Nulend J, Bacabac RG, Mullender MG. Mechanobiology of bone tissue. *Pathol Biol (Paris)*.2005;53:576-80.

47- Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR, American College of Sports Medicine. Physical activity and bone health. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.2004:1985-93.

48- Lafortuna CL, Maffiuletti NA, Agosti F, Sartorio A. Gender variations of body composition, muscle strength and power output in morbid obesity. *Int J Obes*.2005;29:833- 41.

49- Lafortuna CL, Fumagalli E, Vangeli V, Sartorio A. Lower limb alactic anaerobic power output assessed with different techniques in morbid obesity. *J Endocrinol Invest*. 2002; 25: 134–41.

50- Lang P, Steiger P, Faulkner K, Gluer C, Genant HK. Osteoporosis. Current techniques and recent developments in quantitative bone densitometry. *Radiol Clin North Am*.1991;29(1):49-76.

51- Langlois JA, Mussilino ME, Visser M, Looker AC, Harris T, Madans J. Weight loss from maximum body weight among middle-age and older white women and the risk of hip fracture: the NHANES I epidemiologic follow-up study. *Osteoporos Int*.2001;12:763-8.

52- Lenchik L, Register TC, Hsu F-C, Lohman K, Nickilas BJ, Freedman BI. Adiponectin as a novel determinant of bone mineral density and visceral fat. *Bone*.2003;33:646-51.

53- Li J, Li S, Feuers RJ, Buffington CK, Cowan GS. Influence of body distribution on oxygen uptake and pulmonary performance in morbidly obese females during exercise. *Respirology*. 2001;6:9-13.

54- Liu-Ambrose TY, Khan KM, Eng JJ, Heinonen A, McKay HA. Both resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: a 6-month randomized, controlled trial. *J AM Geriatr Soc*.2004;7:390-98.

55- Livhits M, Mercado C, Yermilov I, Parikh JA, Dutson E, Mehran A, et al. Exercise following bariatric surgery: systematic review. *Obes Surg*.2010;20:657-665.

56- Madan AK, Kuykendall S, Orth WS, Ternovits CA, Tichansky DS. Does laparoscopic gastric bypass result in healthier body composition? An affirmative answer. *Obes Surg*.2006;16:465-68.

57- Mahdy T, Atia S, Farid M, Adulatif A. Effect of Roux-en Y gastric bypass on bone metabolism in patients with morbid obesity: Mansoura Experiences. *Obes Surg*.2008;18:1526-31.

58- Maniscalco M, Zedda A, Giardiello C, Faraone S, Cerbone MR, Cristiano S, et al. Effect of bariatric surgery on the six-minute walk test in severe uncomplicated obesity. *Obes Surg*. 2006;16:836-841.

59- Marone MM, Lewin S, Bianco AC, Correa PH. Diagnosis of osteoporosis using dual photon densitometry. *AMB Rev Assoc Med Bras*.1989;35(2):57-62.

60- Mathier MA, Ramanathan RC. Impact of obesity and bariatric surgery on cardiovascular disease. *Med Clin N Am*. 2007;91:415-31.

61- McMahon M, Sarr M, Clark M, Gall MM, Knoetgen J 3rd, Service FJ, et al. Clinical management after bariatric surgery: value of multidisciplinary team. *Mayo Clin Proc*.2006;81:S34-45.

62- Metcalf B, Rabkin RA, Rabkin JM, Metcalf LJ, Lehman-Becker LB. Weight loss composition: the effects of exercise following obesity surgery as measured by bioelectrical impedance analysis. *Obes Surg*.2005;15;183-6.

63- Meunier PJ, Delmas PD, Eastell R, McClung MR, Papapoulos S, Rizzoli R, et al. Diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women: clinical guidelines. International Committee for Osteoporosis Clinical Guidelines. *Clin Ther*.1999;21(6):1025-44.

64- Miller LE, Nickols-Richardson SM, Wootten DF, Ramp WK, Hebert WG. Relationships among bone mineral density, body composition, and isokinetic strength in young women. *Calcif Tissue Int*.2004;74:229-35.

65- Muszkat P, Camargo MBR, Griz LHM, Lazaretti-Castro M. Evidence-based non-skeletal actions of vitamin D. *Arq Bras Endocrinol Metab*.2010;54(2)110-17.

66- National Institute of Health Consensus Gastrointestinal Surger for Severe Obesity. *Am J Clin Nut.*1992;55:615-19.

67- National Institute of Health. Consensus Development Panel on Osteoporosis prevention, Diagnosis and Therapy. Osteoporosis: prevention, diagnosis and therapy. *J Am Med Assoc.*2001;285:785-95.

68- Negrão CE & Barreto ACP. *Cardiologia do Exercício - Do atleta ao cardiopata.* 2005. Ed. Manole. 37;57.

69- National Health LBI Expert Panel on the Identification, Evaluation and Treatment of Overweight and Obesity in Adults. Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults: The Evidence Report. *Obes Res.*1998;6(suppl 2);51S-209S.

70- Nichols-Richardson SM, Miller LE, Wootten DF, Ramp WK, Hebert WG. Concentric and excentric isokinetic resistance training similiary increases muscular strenght, fat-free soft tissue mass, and specific bone mineral measurements in young women. *Osteoporos Int.*2007;18:789-96.

71- Ott MT, Fanti P, Malluche HH, Ryo UY, Whaley FS, Strodel WE, et al. Biochemical evidence of metabolic bone disease in women following Roux-Y gastric bypass for morbid obesity. *Obes Surg.*1992;2;341-8.

72- Palazuelos-Genis T, Mosti M, Sànchez-Leenheer S, Hernández R, Garduno O, Herrera MF. Weight loss and body composition during the first postoperative year of laparoscopic Roux-em-Y gastric surgery. *Obes Surg.*2008;18;1-4.

73- Pedrosa MAC & Castro ML. Papel da Vitamina D na função neuro-mucular. *Arq. Bras Endocrinol Metab.*2005;49(4)495-502.

74- Pereira FA, Castro JAS, Santos JE, Foss MC, Paula FJA. Impact of marked weight loss induced by bariatric surgery on bone mineral density and remodeling. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.*2007;40:509-17.

75- Pereira MIR, Gomes PSC. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima - Revisão e novas evidências. *Rev Bras Med Esporte*2003;9(5)325-35.

76- Petering R, Webb CW. Exercise, fluid, and nutrition recommendations for the postgastric bypass exerciser. *Curr Sports Med Rep.*2009;8:92-7.

77- Portney LG & Watkins MP. *Foundations of Clinical Research. Applications to pratice.* Ed. Applenton & Lange. Norwalk Connecticut, USA.1993,655-57;667.

78- Rabkin RA, Rabkin JM, Metcalf B, Metacalf LJ, Lehmn-Becker LB. Nutritional markers following duodenal switch for morbid obesity. *Obes Surg.*2004;14:84-90.

79- Riedt CS, Brolin RE, Sherrell RM, Field P, Shapses SA. True fractional

calcium absorption is decreased after roux-en-Y gastric bypass surgery. *Obesity*.2006;14(11):1940-48.

80- Sartorio A, Proietti M, Marinone PG, Agosti F, Adorni F, Lafortuna CL. Influence of gender, age and BMI on lower limb muscular power output in a large population of obese men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord*.2004;28:91–8.

81-Schroeder ET, Hawkins SA, Jaque SV. Musculoskeletal adaptations to weeks of eccentric progressive resistance training in young women. *Journal of Strength and Conditioning Research*.2004;18(2):227-35.

82- Schweitzer DH. Mineral and bone disease after bariatric surgery and ways to optimize bone health. *Obes Surg*.2007;17:1510-16.

83- Scibora ML, Ikramuddin S, Buchwald H, Petit MA. Examining the link between bariatric surgery, bone loss and osteoporosis: a review of bone density studies. *Obes Surg*.2012;22:654-67.

84- Seeley DG, Browner WS, Nevitt MC. Which fractures are associated with low appendicular bone mass in elderly women? *Ann Intern Med*.1991;115:837-42.

85- Séres L, López-Ayerbe J, Coll R, Rodriguez O, Vila J, Formiguera X, et al. Increased exercise capacity after surgically induced weight loss in morbid obesity. *Obesity*. 2006;14:273-279.

86- Silver HJ, Torquatti A, Jensen GL, Richards WO. Weight, dietary and Physical activity behaviors two yeears after gastric bypass. *Obes Surg*.2006;16:859-64.

87- Stein EM, Carrelli A, Young P, Bucovsky M, Zhang C, Schrope B, et al. Bariatric surgery results in the cortical none loss. *J Clin Endocrin Metab*.2013,98(2)541-9.

88- Strasser B & Schobersberger W. Evidence of resistance training as a treatment therapy in obesity. *Journal of Obesity*. 2011.doi:10.1155/2011/482564.

89- Tompkins J, Bosch PR, Chenowith R, Tiede JL, Swain JM. Changes in functional walking distance and health-related quality of life after gastric bypass surgery. *Physical Therapy*. 2008;88:928-935.

90- Valderas JP, Padilla O, Solari S, Escalona M, González G. Feeding and bone turnover in gastric bypass. *JCEM*. 2014;99:491-97.

91- Viegas M, Vasconcelos RS, Neves AP. Bariatric surgery and bone metabolism: a systematic review. *Arq Bras Endocrinol Metab*.2010;54(2):158-63.

92- Vilarrasa N, San Jose P, Garcia I, Gómez-Vaquero C, Miras PM, Ruiz 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.

93- Von-Mach MA, Stoeckli R, Bilz S, Kraenzlin M, Langer I, Keller U. Changes in bone mineral content after surgical treatment of morbid obesity. *Metabolism*.2004;53(7):918-21.

93- Warttainen P, Bragge T, Lyytinen T, Hakkarainen M, Karjalainen PA, Arokoski JP. Kinematic and kinetic changes in obese gait in bariatric surgery-induced weight loss. *Journal of Biomechanics*.2012;45:1769-74.

94- Wearing SC, Hennig EM, Byrne NM, Steele JR, Hills AP. The biomechanics of restricted movement in adult obesity. *Obes Rev*.2006;7(1):13-24.

95- Welch G, Wesolowski C, Piepul B, Kuhn J, Romanelli J, Garb J. Physical activity predicts weight loss following gastric bypass surgery: findings from a support group survey. *Obes Surg*.2008;18:517-24.

96- Westcott W. ACSM Strength Training guidelines. Role in body composition and health enhancement. *ACSM's Health & Fitness Journal*.2009;13(4):14-22.

97- Williams SE, Cooper K, Richmond B, Schauer P. Perioperative management of bariatric surgery patients: focus on metabolic bone disease. *Cleveland Clinic Journal of medicine*.2008;75(5):333-49.

98- Williams SE. Metabolic bone disease in the bariatric surgery patient. *Journal of Obesity*,2011. DOI 10.1155/2011/634614.

99- Winters-Stone KM & Snow CM. Site-specific response of bone to exercise in premenopausal women. *Bone*.2006;39:1203-09.

100- World Health Organization. Assessment of fracture risk and application to screening for postmenopausal osteoporosis. Washington, DC: Technical Report Series 843.1994;1-129.

101- Wouters EJ, Larsen JK, Zijlstra H, van Ramshorst B, Geenen R. Physical activity after surgery for severe obesity: the role of exercise cognitions. *Obes Surg*.2011;21:1894-99.

102- Wucher H, Ciangura C, Poitou C, Czernichow S. Effects of weight loss on bone status after bariatric surgery: association between adipokines and bone markers. *Obes Surg*.2008;18:58-65.

103- Zaidi M. Skeletal remodeling in health and disease. *Nat Med*.2007;13:701-801.

## 8- APÊNDICE

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1- Eu \_\_\_\_\_ confirmo por meio deste que a Fisioterapeuta Luciana Campanha Versiani convidou-me a participar do estudo sobre **“AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO FÍSICO SOBRE A FORÇA MUSCULAR E MARCADORES DE REMODELAÇÃO ÓSSEA EM INDIVÍDUOS SUBMETIDOS A CIRURGIA DE BYPASS GÁSTRICO”**.

2- Fui informado (a) que o objetivo do estudo é avaliar e acompanhar as alterações ósseas que ocorrem nas pessoas submetidas a cirurgia de redução do estômago e verificar se a prática de exercício físico regular e supervisionado reduz estas alterações.

3- Fui informado (a) que este estudo será realizado na Clínica-Escola de Fisioterapia do Centro Universitário de Belo Horizonte (Uni-BH) pela fisioterapeuta e professora Luciana Campanha Versiani. Inicialmente, no pré-operatório, serei avaliado (a) pela fisioterapeuta, receberei algumas informações que ajudarão na minha plena recuperação no pós-operatório e realizarei também um teste que avalia minha força muscular total.

4- Fui informado (a) que após o segundo mês de cirurgia, ao voltar no meu médico endocrinologista, serei convidado(a) para participar de um programa de exercício físico supervisionado, com duração de 12 meses, que tem como objetivo melhorar a força e resistência dos músculos e conseqüentemente dos ossos do seu corpo.

5- Fui informado (a) que se eu aceitar participar desta atividade, realizarei um programa de exercício 3 vezes por semana, na Clínica-Escola de Fisioterapia do Centro Universitário de Belo Horizonte (Uni-BH), sob a supervisão da fisioterapeuta e

professora Luciana Campanha Versiani. Esta atividade acontecerá de forma gratuita, sem nenhum custo para mim.

6- Fui informado (a) que se eu for participar das atividades é importante que eu saiba que durante o exercício existe uma pequena chance de ocorrer mal-estar, tontura, aumento excessivo da pressão arterial e da frequência cardíaca (batimentos do coração). Se ocorrer algum destes sintomas eu deverei informar a fisioterapeuta que estiver acompanhando minha atividade. Todas as providências serão tomadas a fim de evitar qualquer problema. Caso ocorra qualquer problema eu poderei ser transferido (a) para o plantão médico e se for necessário será acionada a ambulância do SAMU (192) para atendimento médico especializado.

7- Fui informado (a) que na ocorrência de problemas de saúde todas as providências serão tomadas, porém eu não serei recompensado (a) financeiramente.

8- Fui informado (a) que se eu achar necessário poderei interromper minha participação neste estudo a qualquer momento que desejar sem que isso me traga qualquer prejuízo.

9- Fui informado (a) que se eu for participar das atividades é importante que eu saiba que deverei realizar os exercícios somente se estiver em bom estado geral, isto é, ter tido uma boa noite de sono e sem queixas de mal-estar.

10- Fui informado(a) que o meu médico assistente fornecerá algumas cópias dos meus exames para a pesquisadora e que isto não representará nenhum custo adicional para mim.

11- Fui informado(a) de que os exames de sangue e a densitometria (exame que avalia a consistência do osso) que realizarei são exames de rotina e que fazem parte do protocolo

de cirurgia de redução do estômago. Na época prevista para repetir os meus exames, se por algum motivo eu não puder realizá-los, não serei desligado(a) deste programa de exercícios.

12- Fui informado(a) de que para maior controle e confiabilidade dos resultados deste estudo as densitometrias deverão ser realizadas no Laboratório Hermes Pardini localizado à rua dos Aimorés n-º 66, bairro Funcionários em Belo Horizonte.

13- Fui informado (a) que todas as minhas dúvidas serão plenamente esclarecidas pela fisioterapeuta.

14- Fui informado (a) que eu poderei me recusar a participar deste estudo ou abandoná-lo se sofrer qualquer tipo de constrangimento em qualquer fase do estudo.

15- Fui informado (a) que qualquer informação coletada ao meu respeito ficará a minha disposição. Esta informação será mantida em sigilo e se os resultados forem publicados eu não será identificado (a), e quando o estudo terminar terei conhecimento sobre os resultados.

16- Fui informado (a) que eu serei esclarecido (a) a respeito do estudo a ser realizado, de forma individual, não expondo suas opiniões a outras pessoas.

17- Fui informado (a) que somente deverei assinar o Termo de Consentimento se não houver nenhuma dúvida a respeito desse estudo. Em caso de dúvida, você poderá procurar a fisioterapeuta Luciana Campanha Versiani através dos telefones (31) 3378-7619 ou (31) 91667040 ou na Clínica-Escola (Rua Líbero Leoni, 169, no Bairro Buritis em Belo Horizonte). Além disso, poderei procurar também o Comitê de Ética em Pesquisa do



Centro Universitário de Belo Horizonte (Uni-BH) na Av. Prof. Mario Werneck, 1685, no Barro Estoril em Belo Horizonte ou pelo telefone (31)3319-9263.

18- Informo que tenho cópia deste formulário, o qual foi assinado em duas vias idênticas e rubricado.

19- Confirmo por meio desta que concordo em participar deste estudo de maneira inteiramente voluntária.

\_\_\_\_\_




Assinatura do (a) voluntário (a)	Iniciais	Nome do (a) voluntário (a)
----------------------------------	----------	----------------------------

___/___/___	_____	___/___/___
Data de nascimento	Número	Data

_____	_____	___/___/___
Testemunha	Nome	Data

## 9- ANEXOS

### 9.1 - Cópia da Ata de defesa

	<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS</b> <b>PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA MOLECULAR</b>	
<b>ATA DA DEFESA DE TESE DA ALUNA</b>		
<b>LUCIANA CAMPANHA VERSIANI</b>		
<p>Realizou-se, no dia 29 de outubro de 2014, às 08:00 horas, Faculdade de Medicina, sala 340, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa da tese, intitulada <i>AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS DE HIPERTROFIA MUSCULAR NA COMPOSIÇÃO CORPORAL, MARCADORES BIOQUÍMICOS E MASSA ÓSSEA DE OBESOS SUBMETIDOS A CIRURGIA BARIÁTRICA</i>, apresentada por LUCIANA CAMPANHA VERSIANI, número de registro 2010723397, graduada no curso de FISIOTERAPIA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em MEDICINA MOLECULAR, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Maria Marta Sarquis Soares - Orientador (UFMG), Prof(a). Maria de Fatima Hauelsen Sander Diniz (UFMG), Prof(a). Lygia Paccini Lustosa (UFMG), Prof(a). Beatriz Santana Soares Rocha (UFMG), Prof(a). Daniela Maria da Cruz dos Anjos (Centro Universitário da Faculdade Estácio de Sá), Prof(a). Luciana Bastos Rodrigues (UFJF), Prof(a). Lidiene Aparecida Pereira de Sousa (Faculdade Newton Paiva).</p>		
<p>A Comissão considerou a tese:</p>		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Aprovada  <input type="checkbox"/> Reprovada</p>		
<p>Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, val assinada por mim e pelos membros da Comissão.          Belo Horizonte, 29 de outubro de 2014.</p>		
<p><i>Maria Marta Sarquis Soares</i>          Prof(a). Maria Marta Sarquis Soares ( Doutora )</p>		
<p><i>Maria de Fatima Hauelsen Sander Diniz</i>          Prof(a). Maria de Fatima Hauelsen Sander Diniz ( Doutora )</p>		
<p><i>Lidiene Aparecida Pereira de Sousa</i>          Prof(a). Lidiene Aparecida Pereira de Sousa ( Doutora )</p>		
<p><i>Lygia Paccini Lustosa</i>          Prof(a). Lygia Paccini Lustosa ( Doutora )</p>		
<p><i>Luciana Bastos Rodrigues</i>          Prof(a). Luciana Bastos Rodrigues ( Doutora )</p>		
<p><i>Beatriz Santana Soares Rocha</i>          Prof(a). Beatriz Santana Soares Rocha ( Doutora )</p>		
<p><i>Daniela Maria da Cruz dos Anjos</i>          Prof(a). Daniela Maria da Cruz dos Anjos ( Doutora )</p>		
		

## 9.2 - Folha de Aprovação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA MOLECULAR




## FOLHA DE APROVAÇÃO

**AValiação DO IMPACTO DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS DE HIPERTROFIA MUSCULAR NA COMPOSIÇÃO CORPORAL, MARCADORES BIOQUÍMICOS E MASSA ÓSSEA DE OBESOS SUBMETIDOS A CIRURGIA BARIÁTRICA**

**LUCIANA CAMPANHA VERSIANI**

Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em MEDICINA MOLECULAR, como requisito para obtenção do grau de Doutor em MEDICINA MOLECULAR, área de concentração MEDICINA MOLECULAR.

Aprovada em 29 de outubro de 2014, pela banca constituída pelos membros:

  
Prof(a). Maria Maria Sargis Soares - Orientador  
UFMG

  
Prof(a). Maria de Fátima Hausenli Sander Ortiz  
UFMG

  
Prof(a). Lygia Pacini Lustosa  
UFMG

  
Prof(a). Beatriz Santana Evaristo Rocha  
UFMG

  
Prof(a). Daniela Maria de Cruz dos Anjos  
Centro Universitário da Faculdade Espírito de São

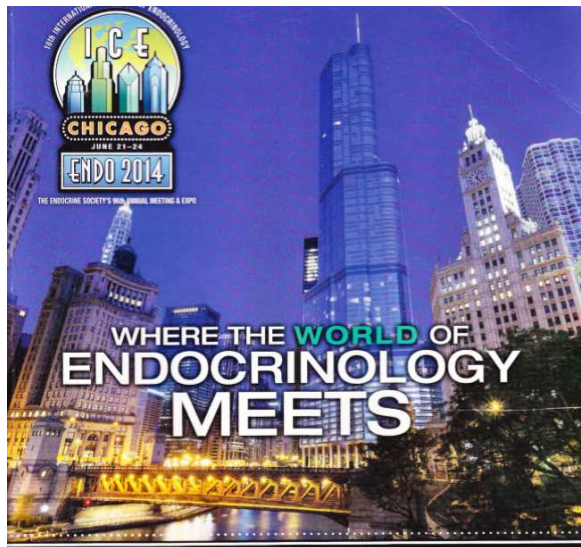
  
Prof(a). Luciana Bastos Rodrigues  
UFJF

  
Prof(a). Lidiara Aparecida Pereira de Sousa  
Faculdade Newton Paiva

Belo Horizonte, 29 de outubro de 2014.

### 9.3 - Apresentação em congresso

Essa dissertação foi apresentada com pôster no ENDO 2014 em Chicago - USA.



		Monday, June 23
MON-0225	Clinical-Diseases of Bone and Mineral Metabolism	Hall F
MON-0210	<p><b>Effect of Four Monthly Doses of a Human Monoclonal Anti-FGF23 (Fibroblast Growth Factor 23) Antibody (KRN23) on Quality of Life in X-Linked Hypophosphatemia (XLH) – CT</b>            Mary Denise Ruppe<sup>1</sup>, Xiaoping Zhang<sup>2</sup>, Erik Allen Imel<sup>3</sup>, Thomas Joseph Weber<sup>4</sup>, Mark Klausner<sup>5</sup>, Takahiro Ito<sup>6</sup>, Maria Vergeire<sup>7</sup>, Jeffrey Humphrey<sup>8</sup>, Francis H Gloeieux<sup>9</sup>, Anthony A Portale<sup>8</sup>, Karl Inosigna<sup>10</sup>, Munro Peacock<sup>10</sup> and Thomas O Carpenter<sup>11</sup>; <sup>1</sup>The Methodist Hospital, Houston, TX, <sup>2</sup>Kyowa Hakko Kirin Pharma Inc., Princeton, NJ, <sup>3</sup>IN Univ School of Med, Indianapolis, IN, <sup>4</sup>Duke University Medical Center, Durham, NC, <sup>5</sup>Kyowa-hakko Kirin Pharma Inc., Princeton, NJ, <sup>6</sup>Kyowa Hakko Kirin Pharma Inc., Princeton, NJ, <sup>7</sup>Shriners Hosp for Children, Montreal, QC, Canada, <sup>8</sup>Univ of CA - San Francisco, San Francisco, CA, <sup>9</sup>Yale University School of Medicine, New Haven, CT, <sup>10</sup>Indiana Univ Sch Med/Univ Hosp, Indianapolis, IN, <sup>11</sup>Yale Univ Sch of Med, New Haven, CT; Disclosure: MDR: Investigator, Kyowa Hakko Kirin Pharma Inc. XZ: Employee, Kyowa Hakko Kirin Pharma Inc. TIW: Investigator, Kyowa Hakko Kirin Pharma Inc. MK: Employee, Kyowa Hakko Kirin Pharma Inc. TF: Researcher, Kyowa Hakko Kirin Pharma Inc. MV: Employee, Kyowa Hakko Kirin Pharma Inc. JH: Employee, Kyowa Hakko Kirin Pharma Inc. FHG: Investigator, Kyowa Hakko Kirin Pharma Inc. AAP: Consultant, Sanofi, Consultant, Abbvie. KI: Investigator, Kyowa Hakko Kirin Inc. MP: Investigator, Amgen, Investigator, NPS, Investigator, Lilly USA, LLC. TOC: Alexion, Ad Hoc Consultant, Kyowa Hakko Kirin, Investigator, Kyowa Hakko Kirin. Nothing to Disclose: EAI</p>	
MON-0211	<p><b>Decreased Exercise Capacity Negatively Affects Hip Geometry in Patients with Acute Decompensated Heart Failure – CT</b>            Sujin Lee<sup>1</sup>, Jong-Chan Youn<sup>2</sup>, Seok-Min Kang<sup>3</sup> and Yumie Rhee<sup>4</sup>; <sup>1</sup>Yonsei University College of Medicine, Seoul, <sup>2</sup>Yonsei University College of medicine, Seoul, South Korea, <sup>3</sup>Yonsei University College of Medicine, Seoul, South Korea; Nothing to Disclose: SL, JCY, SMK, YR</p>	
MON-0212	<p><b>BONE Loss in Patients Undergoing Hematopoietic STEM CELL Transplant (HSCT)</b>            Narendra Kotwal<sup>1</sup>, Aditi Dilip Pandit<sup>2</sup> and M K Garg<sup>3</sup>; <sup>1</sup>ARMY HOSPITAL RESEARCH &amp; REFERRA, NEW DELHI, India, <sup>2</sup>Army Hospital (R&amp;R), New Delhi, India, <sup>3</sup>Command Hospital (Southern), Maharashtra, India; Nothing to Disclose: NK, ADP, MKG</p>	
MON-0213	<p><b>BONE Mineral Density and Quality of Life in Adults with Growth Hormone Deficiency Treated with Recombinant Human Growth Hormone Therapy during 7 YEARS – HD</b>            Myriam Lorena Partida Muñoz<sup>1</sup>, Gonzalo Allo Migoel<sup>2</sup>, Maria Soledad Librizzi<sup>3</sup>, Somsoles Guadaluix Iglesias<sup>4</sup>, Guillermo Martinez Diaz-Guerra<sup>5</sup>, Alicia Serraclará Pla<sup>6</sup> and Federico G Hawkins<sup>1</sup>; <sup>1</sup>12 de Octubre University Hospital, Madrid, Spain, <sup>2</sup>12 de Octubre Hospital, <sup>3</sup>12 de Octubre University Hospital; Nothing to Disclose: MLP, GA, MSL, SG, GM, AS, FGH</p>	
MON-0214	<p><b>One Year Physical Training MAY Attenuate SPINE BONE Loss and Improve Muscle Strength in Individuals Submitted to Bariatric Surgery</b>            Luciana Campanha-Versiani<sup>1</sup>, Marta MS Sarquis<sup>2</sup>, Danielle Aparecida Gomes Pereira<sup>2</sup>, Adauto Versiani Ramos<sup>3</sup>, Maria de Fatima Hauelsen Sander Diniz<sup>4</sup> and Luiz De Marco<sup>5</sup>; <sup>1</sup>Centro Universitário de Belo Horizonte- Uni-BH, Belo Horizonte, Brazil, <sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, Brazil, <sup>3</sup>Centro de Estudos do Hospital Felício Rocho, Belo Horizonte, Brazil, <sup>4</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte MG, Brazil; Nothing to Disclose: LC, MMS, DAGP, AVR, MDFHSD, LD</p>	
MON-0215	<p><b>Association Between Bone Mineral Density in Lumbar Spine and Serum IGF-1, IGFBP-3 Levels in Malnourished Children without Rachitic Manifestations</b>            Zerrin Orbak<sup>1</sup> and Handan Alp<sup>2</sup>; <sup>1</sup>Ataturk University Medical Facul, Erzurum, Turkey, <sup>2</sup>ataturk university; Nothing to Disclose: ZO, HA</p>	