

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**EFEITOS DO PÓS-OPERATÓRIO MEDIATO DE CIRURGIA  
BARIÁTRICA NA CAPACIDADE FUNCIONAL E NA  
COMPOSIÇÃO CORPORAL EM OBESOS: PROPOSTA DE  
TREINAMENTO FÍSICO COM ELETROESTIMULAÇÃO DE  
CORPO INTEIRO**

**Larissa Delgado André**

**São Carlos**  
**2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**EFEITOS DO PÓS-OPERATÓRIO MEDIATO DE CIRURGIA  
BARIÁTRICA NA CAPACIDADE FUNCIONAL E NA  
COMPOSIÇÃO CORPORAL EM OBESOS: PROPOSTA DE  
TREINAMENTO FÍSICO COM ELETROESTIMULAÇÃO DE  
CORPO INTEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia. Área de concentração: Processo de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

Orientanda: Larissa Delgado André.

Orientador: Profa. Dra. Audrey Borghi Silva.

Co-orientadora: Profa. Dra. Renata P. Basso Vanelli

**São Carlos**  
**2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

---

**Folha de Aprovação**

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Larissa Delgado André, realizada em 08/01/2018:

---

Profa. Dra. Audrey Borghi e Silva  
UFSCar

---

Profa. Dra. Viviane Castello Simões  
UFSCar

---

Profa. Dra. Renata Trimer  
UNISC

## DEDICATÓRIA

---

---

*À minha querida e maravilhosa mãe, Lenita, que muitas vezes se doou, renunciou sonhos para que eu pudesse realizar os meus, que me incentivou a buscar os meus caminhos e seguir em frente mesmo que isso exigisse a minha ausência. Dedico esse trabalho, pois essa conquista não é só minha. Obrigada por seu amor incondicional, é recíproco!*

*À meu amado pai, André, que tenho minha eterna admiração, proporcionou que pudesse realizar meus sonhos, sempre me apoiando em minhas escolhas e que trabalhou arduamente para que eu pudesse ser o que sou hoje e o que busco ser. Dedico esse trabalho, pois essa conquista também é sua...Te amo!*

*Às minhas irmãs! Karina e Nayara, que sempre estiveram do meu lado nos momentos bons e ruins, com muito companheirismo e amizade, sempre torcendo pelas minhas conquistas assim como torço por elas. Pelo apoio e pelo incentivo incondicional. Amo vocês!*

*Ao meu namorado, amigo, cúmplice, meu amor Diego, que me acompanhou em todos os momentos, me incentivando e me apoiando, acreditando no meu potencial e estando ao meu lado em todos os momentos, pois seu amor me deu forças para continuar. A ti meu amor eterno, minha admiração e gratidão.*

*À todos os leitores.*

## AGRADECIMENTOS

---

---

*Agradeço à Deus, pela minha vida, por ter me abençoado todos os dias e pela força que me proporcionou até hoje para trilhar meu caminho.*

*Agradeço aos meus pais, pois certamente o trabalho concretizado vem de oportunidades que me deram em realizar os meus sonhos, abraçando fortemente as minhas causas, me proporcionando uma formação escolar e acadêmica de qualidade, com todo amor incondicional que me deram.*

*Agradeço meus tios e primos!! Que sempre me incentivaram nessa jornada e me acompanharam em todo percurso.*

*Agradeço ao meu grande amor, Diego. Obrigada por toda força e conselhos, pela espera nos momentos que estive ausente, pela confiança depositada, pela paciência e parceria, por não me deixar fraquejar, pelo seu amor e sua presença em minha vida.*

*Agradeço à família do meu namorado, por todo carinho e apoio. Se tornou minha família também.*

*Agradeço à minha orientadora Profa. Dra. Audrey Borghi Silva, por quem tenho grande admiração e respeito. Agradeço a oportunidade de realizar meu sonho em tê-la como minha orientadora e pelo orgulho que tenho por ter tido sua experiência em minha formação profissional e pessoal. Agradeço pela confiança dada, pela amizade e ensinamentos, pela disposição sempre que precisei, pelo carinho, conselhos e paciência durante minha jornada.*

*Agradeço à minha Co-orientadora, Profa. Dra. Renata Pedrolongo Basso-Vanelli, minha chefe 2!. Certamente sua ajuda foi contribuição indispensável para que eu alcançasse a minha conquista e realizasse o meu sonho. Obrigada pelo seus conselhos e paciência, pelas reuniões sérias e divertidas enriquecidas com seu conhecimento, pela amizade que me proporcionou e pelas vezes que me acolheu e ouviu.*

*Agradeço à minha parceira de pesquisa, Paula Angélica Ricci, que se tornou nessa jornada grande amiga e companheira diária. Contigo passei o maior tempo, nesses dois anos! Que mesmo fora do laboratório, sempre estivemos em constante contato! Obrigada pela parceria excepcional, pelos dias leves de coletas, pelas risadas e tristezas compartilhadas, pelos debates, pela paciência, pela sua amizade!*

*Agradeço aos meus amigos Taisa e Rafael, Thuany e Vinícius, Jéssica, Natalia, Joyce, Karina e Mayra!!! Mesmo com a dificuldade da distância sempre foram grandes amigos e companheiros, trazem felicidade aos meus dias. Obrigada por entenderem em momentos que não pude estar presente, por estarem sempre ao meu lado!*

*Agradeço às minhas amigas de laboratório Ana Claudia, Clara, Érika, Patricia, Aline pelos dias maravilhosos que passei em vossa companhia. Certamente me deram força e apoio para seguir diariamente no meu trabalho e leveza nos meus dias dentro e fora da faculdade.. Obrigada pelas risadas, pelos dias divertidos que me proporcionaram, pela ajuda nas coletas, pelos momentos que me escutaram, certamente levo vocês como grande conquista nesse meu período de pós-graduação.*

*Agradeço aos companheiros do laboratório e da minha jornada: Luciana, Soraia, Livia, Dani Bassi, Dri Mazzuco, Luiz, Guilherme, Polly, Renan, Profa. Renata Mendes, Profa.*

## AGRADECIMENTOS

---

---

*Ramona Cabiddu e Prof. Rodrigo Polaquini pela vivência diária, pelos dias maravilhosos, pelo conhecimento compartilhado, pelas contribuições, pelo apoio e pela amizade!*

*Agradeço aos médicos gastroenterologistas: Dr. José Michel Haddad, Dr. Guilherme Focchi Haddad, Dr. Fernando Pinheiro Ortega e Dr. Noé Carvalho Azambuja Jr, que colaboraram de forma grandiosa para que esse trabalho fosse realizado.*

*Aos pacientes, pela confiança que deram a este estudo, pela paciência e dedicação que tiveram durante toda jornada. Sem vocês, este estudo não seria possível!*

*Aos professores da banca examinadora, Profa. Dra. Renata Trimer e Profa. Dra. Viviane Castello Simões que aceitaram participar de minha banca, contribuindo com este estudo e enriquecendo com suas sugestões e críticas.*

*Agradeço a FAPESP e ao CNPq, pelo auxílio financeiro concedido para que pudesse realizar esse trabalho.*



*“De tudo, ficaram três coisas:  
A certeza de que estamos sempre começando...  
A certeza de que precisamos continuar...  
A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...  
Portanto devemos:  
Fazer da interrupção um caminho novo...  
Da queda, um passo de dança...  
Do medo, uma escada...  
Do sonho, uma ponte...  
Da procura, um encontro...”*  
*Fernando Pessoa.*

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais volta ao seu tamanho original”.*  
*Albert Einstein.*

## RESUMO

---

---

A obesidade, caracterizada como aumento do tecido adiposo, apresenta atualmente proporções epidêmicas alarmantes no mundo podendo desencadear algumas comorbidades. A cirurgia bariátrica tem sido considerada o tratamento mais eficaz, sendo a técnica de *bypass* gástrico a abordagem mais prevalente, com redução de peso substancial e manutenção a longo prazo. A cirurgia associada às dietas restritivas no período pós-operatório potencializam a perda de peso, contudo, associadas à inatividade física promovem redução de massa magra, e conseqüentemente da capacidade funcional e da capacidade aeróbia, sendo importante entender as repercussões mediatas dessa cirurgia, além de propor estratégias de reabilitação precoce nesses indivíduos. Neste contexto, propusemos um projeto (Estudo I) intitulado “*Efeitos funcionais e sistêmicos da estimulação elétrica de corpo inteiro no pós-operatório de cirurgia bariátrica: protocolo de estudo de ensaio clínico controlado e randomizado*”. Adicionalmente, um segundo estudo (Estudo II) foi apresentado com o objetivo de avaliar o prejuízo funcional e a perda de massa magra no período de pós-operatório mediato, intitulado “*Impacto da cirurgia bariátrica recente na capacidade funcional em indivíduos obesos*”. Trinta e um sujeitos obesos, com idade de 18 a 45 anos foram submetidos a técnica de *bypass* gástrico. As avaliações pré-operatórias consistiam em avaliação de composição corporal, teste cardiopulmonar máximo e o teste de caminhada de seis minutos (TC6). Dois a dez dias após a alta hospitalar, a avaliação do pós-operatório (PO) foi realizada com a mensuração da composição corporal e a aplicação do TC6. Os principais achados deste estudo foram: (1) baixa capacidade funcional em obesos comparado a distância predita, (2) o declínio da capacidade funcional, com queda na distância percorrida durante TC6 no período pós-operatório, (3) o declínio de variáveis ventilatórias e metabólicas que apresentaram associação à redução de massa magra e corpórea, e (4) redução importante de perda de peso com significativa queda de massa magra de todos os segmentos do corpo. Conclui-se que o pós-operatório mediato está associado à redução da composição corporal, especialmente da massa magra e prejuízos na capacidade funcional submáxima, reforçando a importância da avaliação da capacidade funcional e de estratégias de intervenção de forma precoce afim de melhorar a condição de saúde desses indivíduos.

**Palavras-chave:** Obesidade, capacidade funcional, teste de caminhada de seis minutos, composição corporal, cirurgia bariátrica.

## ABSTRACT

---

---

Obesity characterized as an increase of adipose tissue, has reached epidemic proportions in the world and may leads to some comorbidities. Bariatric surgery has been considered the most effective treatment, being gastric bypass the most prevalent technique, carrying in substantial weight loss and long-term maintenance. The restrictive and hypocaloric diets in the postoperative period may enhance weight loss. However, this associated to physical inactivity causes lean mass reduction, which may lead to unfavorable consequences in terms of functional performance and aerobic capacity, being important to understand the outcomes resulting from early bariatric surgery, as well as the importance of early rehabilitation strategy programs in these individuals. In this context, we proposed a project (Study I) entitled “Functional and systemic effects of whole body electrical stimulation in the bariatric surgery postoperative period: study protocol for a randomized controlled trial. Additionally, a second study (Study II) will be presented with purpose of evaluate functional impairments and loss of lean mass in the mediate postoperative period, entitled “Impact of early bariatric surgery period on functional capacity in obese individuals”. Thirty-one obese subjects, aged between 18 and 45 years, underwent Roux-en-Y gastric bypass bariatric surgery. The preoperative evaluations consisted in anthropometric variables, body composition, maximal cardiopulmonary exercise test and the 6MWT. Two to ten days after hospital discharge, the postoperative (PO) assessment was performed with the body composition measurement and the 6MWT application. The main findings were: (1) low functional capacity in obese patients compared with distance predicted (2) functional capacity decline, significance decrease in distance walked during 6MWT in the postoperative period, (3) decline in ventilatory and metabolic variables that were associated with a reduction in lean and body mass, and (4) a reduction in weight loss with a significant decrease in lean body mass in all segments of body. In conclusion the mediate postoperative period is associated to a reduction in body composition, especially lean mass and submaximal functional capacity impairment, emphasizing the importance of functional capacity assessments and early intervention strategies to increase and / or maintain muscle and cardiorespiratory capacities, to improve health condition of these individuals.

**Keywords:** Obesity, functional capacity, six minutes walking test, body composition, bariatric surgery.

## LISTA DE FIGURAS

---

---

### ESTUDO I

**Figura 1:** Fluxograma do estudo de acordo com *Consolidated Standards of Reporting Trials*..... 34

**Figura 2:** Exercícios realizados por uma voluntária durante protocolo de eletroestimulação de corpo inteiro..... 39

### ESTUDO II

**Figura 1:** Sequência de procedimentos experimentais..... 51

**Figura 2:** Fluxograma da triagem e seleção dos sujeitos avaliados..... 55

## LISTA DE TABELAS

---

---

### ESTUDO II

<b>Tabela 1:</b> Dados demográficos, antropométricos, da função pulmonar e aqueles obtidos no teste cardiopulmonar dos sujeitos avaliados .....	58
<b>Tabela 2:</b> Comparação das variáveis de composição corporal no pré e pós-operatório.....	59
<b>Tabela 3:</b> Dados de capacidade funcional, metabólicos, ventilatórios, cardiovasculares e sintomas subjetivos do esforço no pré e pós-operatório.....	61
<b>Tabela 4:</b> Correlações entre medidas de composição corporal e variáveis metabólicas e ventilatórias obtidas no TC6.....	62

## LISTA DE ABREVIATURAS

---

---

<b>%pred</b>	Porcentagem do predito
<b>6MWT</b>	<i>6 Minutes walking test</i>
<b>BS</b>	<i>Bariatric surgery</i>
<b>CB</b>	Cirurgia bariátrica
<b>CBG</b>	Cirurgia de <i>bypass</i> gástrico
<b>CF</b>	Capacidade funcional
<b>CVF</b>	Capacidade vital forçada
<b>DP</b>	Desvio-padrão
<b>DPOC</b>	Doença pulmonar obstrutiva crônica
<b>DPTC6</b>	Distância percorrida no Teste de caminhada de seis minutos
<b>DXA</b>	Absorciometria de dupla energia raio-X
<b>ECG</b>	Eletrocardiograma
<b>ELISA</b>	Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay
<b>FC</b>	Frequência cardíaca
<b>FR</b>	Frequência respiratória
<b>GEENMC</b>	Grupo eletroestimulado
<b>GSham</b>	<i>Grupo Sham</i>
<b>HDL</b>	Lipoproteína de alta densidade
<b>HOMA-IR</b>	Homeostasis Model Assessment
<b>Hz</b>	Hertz
<b>IF</b>	Índice de Fadiga
<b>IMC</b>	Índice de Massa Corpórea
<b>L/min</b>	Litros por minutos

## LISTA DE ABREVIATURAS

---

---

<b>LDL</b>	Lipoproteína de baixa densidade
<b>Min</b>	Minutos
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>P</b>	Potência
<b>PAD</b>	Pressão arterial diastólica
<b>PAS</b>	Pressão arterial sistólica
<b>PO</b>	Pós-operatório
<b>PTICMEJ</b>	Pico de torque isocinético concêntrico máximo extensor de joelho
<b>PTICMFJ</b>	Pico de torque isocinético concêntrico máximo flexor de joelho
<b>QR</b>	Quociente respiratório
<b>REYBG</b>	Roux-en-Y <i>bypass</i> gástrico
<b>ShamG</b>	<i>Sham Group</i>
<b>SPSS</b>	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
<b>TC6</b>	Teste de caminhada de seis minutos
<b>TCP</b>	Teste cardiopulmonar máximo
<b>TNF-<math>\alpha</math></b>	Fator de necrose tumoral alpha
<b>TT</b>	Trabalho total
<b>VC</b>	Volume corrente
<b>VCO<sub>2</sub></b>	Produção de dióxido de carbono
<b>V<sub>E</sub></b>	Ventilação
<b>VEF<sub>1</sub></b>	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
<b>VEF<sub>1</sub>/CVF</b>	Relação do VEF <sub>1</sub> sobre CVF
<b>VLDL</b>	Lipoproteína de muito baixa densidade
<b>VO<sub>2</sub>máx</b>	Consumo máximo de oxigênio

## LISTA DE ABREVIATURAS

---

---

**WBS** *Whole-body stimulation*

**WBSG** *Whole-body stimulation group*

## LISTA DE ANEXOS E APÊNDICES

---

---

<b>ANEXO I:</b>	Carta de submissão do Estudo I ao Trials Journal.....	70
<b>ANEXO II:</b>	Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).....	71
<b>ANEXO III:</b>	Questionário de atividade física habitual – (Baecke).....	73
<b>APÊNDICE I:</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	77
<b>APÊNDICE II:</b>	Ficha de avaliação.....	80
<b>APÊNDICE III:</b>	Ficha de Avaliação Funcional- Teste de Caminhada de Seis minutos (TC6).....	83
<b>APÊNDICE IV:</b>	Ficha de Teste de Exercício Cardiopulmonar.....	84

# SUMÁRIO

---

---

CONTEXTUALIZAÇÃO.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
ESTUDO I.....	27
Resumo.....	28
Abstract.....	29
INTRODUÇÃO.....	30
MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
Desenho do estudo.....	31
Participantes.....	31
Recrutamento, randomização e cegamento.....	31
Critérios de inclusão e exclusão.....	32
Cálculo amostral.....	33
Procedimentos.....	33
Avaliações pré-operatórias.....	34
Cirurgia bariátrica.....	36
Avaliação pós-operatória (PO).....	36
Protocolo de intervenção (PI).....	37
Avaliação de Pós-intervenção.....	39
Análise estatística.....	39
DISCUSSÃO.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ESTUDO II.....	45
Resumo.....	46
Abstract.....	47

# SUMÁRIO

---

---

INTRODUÇÃO.....	48
MATERIAIS E MÉTODOS.....	49
Desenho do estudo.....	49
Amostra.....	49
Procedimentos.....	50
Familiarização.....	51
Avaliações.....	51
Avaliações pré-operatórias.....	52
1ª Visita: Anamnese, medidas antropométricas e de composição corporal, avaliação da função pulmonar e do nível de atividade física.....	52
Medidas antropométricas.....	52
Mensuração da composição corporal.....	52
Função pulmonar.....	52
Nível de atividade física: Questionário de Baecke.....	53
2ª Visita: Teste cardiopulmonar máximo ou sintoma limitado.....	53
3ª Visita: Teste Funcional – Teste de caminhada de seis minutos (TC6).....	53
Procedimento cirúrgico.....	54
Avaliação pós-operatória.....	54
Análise Estatística.....	54
RESULTADOS.....	55
DISCUSSÃO.....	61

## SUMÁRIO

---

---

CONCLUSÃO..... 64

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 65

---

---

A obesidade, caracterizada como acúmulo excessivo de tecido adiposo, ocorre por um desequilíbrio entre a demanda energética frente à ingestas hipercalóricas em relação ao gasto energético reduzido<sup>1,2</sup>. É uma doença de natureza multifatorial resultante de aspectos genéticos, ambientais, comportamentais, fisiológicos e socioculturais<sup>3</sup>. Apresenta atualmente proporções epidêmicas alarmantes, responsável por custos anuais elevados de aproximadamente 147 bilhões de dólares no mundo<sup>4</sup>.

Estima-se que, atualmente, um bilhão de adultos esteja com sobrepeso no mundo e cerca de 475 milhões sejam obesos, com números ainda mais impressionantes para a próxima década<sup>5</sup>. Projeções futuras estimam aumento mundial de 33% de obesos e 130% de obesos graves em 2030<sup>6</sup>.

No Brasil, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 49% da população brasileira está acima do peso<sup>7</sup> e dados do Ministério da Saúde demonstraram aumento do percentual de obesos de 11,6% em 2006 para 17,4% em 2012 sendo, atualmente, foco importante de ações estratégicas no sentido de reduzir tais taxas, assim como suas consequências, como o maior risco de morbidades sistêmicas<sup>8</sup>. Estimativas para o país em 2020 apontam cerca de cinco milhões de óbitos atribuídos ao excesso de peso<sup>9</sup>.

O método diagnóstico de fácil aplicabilidade e custo é o cálculo do Índice de Massa Corpórea (IMC), que possui forte correlação com a massa gorda e contribui significativamente para estudos epidemiológicos<sup>10,11</sup>. A classificação é feita como sobrepeso (IMC: 25-29,9 kg/m<sup>2</sup>), obesidade grau I (IMC: 30-34,9 kg/m<sup>2</sup>), obesidade grau II (IMC: 35-39,9kg/m<sup>2</sup>) e obesidade grau III (IMC≥40kg/m<sup>2</sup>)<sup>12</sup>. Entretanto, para um estudo mais detalhado de um paciente obeso, o IMC apresenta deficiências, pela incapacidade de delimitar o percentual de massa gorda e de massa magra presente em cada indivíduo<sup>3,11</sup>.

Sendo assim, outras formas de avaliação são capazes de fornecer informações mais fidedignas, dentre elas, a medida de circunferência abdominal, e as relações cintura pela altura e cintura-quadril são preditores de risco à saúde e de morbimortalidade<sup>13-15</sup>. É válido ressaltar também a importância da mensuração do percentual de adiposidade visceral, da pressão arterial, perfil glicêmico e lipídico (HDL, LDL e triglicerídeos)<sup>13-15</sup>.

A morbimortalidade aumentada ocorre devido à diversos distúrbios nesta população e às comorbidades comumente associadas a obesidade. Dentre elas, o diabetes mellitus tipo II, doenças renais, gastrointestinais, cardiovasculares e alguns tipos de cânceres, o que dificulta mais a perda de peso<sup>16</sup>. Além disso, associada a outros fatores de risco como hipertensão, hiperglicemia e dislipidemias é um dos componentes centrais para o surgimento de síndrome metabólica<sup>17</sup>.

---

---

A obesidade e as comorbidades associadas ocorrem porque o tecido adiposo é reconhecido como um tecido ativo que atua na regulação de processos fisiológicos e patológicos, como controle da ingestão alimentar, balanço energético, ação da insulina, lipídios, metabolismo da glicose, angiogênese, remodelação vascular, imunidade e inflamação<sup>18</sup>.

Em conjunto com essas alterações, a inatividade física comum em obesos, também leva a mudanças metabólicas, diminuindo a sensibilidade à insulina, atenuando o metabolismo dos lipídeos, levando a perda de massa magra e acúmulo de tecido adiposo visceral<sup>19,20</sup>. Esse ciclo vicioso que engloba ingestas hipercalóricas associada a inatividade física também são fortes preditores para surgimento das comorbidades associadas e aumento da mortalidade<sup>21</sup>.

Indivíduos obesos comumente estão inseridos em um ciclo vicioso de baixa capacidade ao exercício, limitação física e dispnéia que provocam inatividade física, levando a maior ganho de peso, potencializando assim a redução da capacidade funcional<sup>22</sup>. Há ainda evidências de redução de força muscular esquelética<sup>23</sup>, de capacidade cardiorrespiratória<sup>24</sup>, déficits posturais<sup>25</sup> e disfunções de marcha em obesos<sup>26</sup>, o que levam ao prejuízo ainda maior da funcionalidade

Neste contexto, a avaliação da capacidade funcional (CF) torna-se muito importante na identificação de limitações funcionais e auxilia no planejamento de um programa de reabilitação<sup>27</sup>. O teste cardiopulmonar máximo (TCP) é uma ferramenta valiosa na avaliação da capacidade funcional e de exercício e no diagnóstico de doenças cardiopulmonares<sup>28</sup>. É considerado padrão ouro para análise da função cardiovascular e pulmonar, avaliando de forma objetiva as respostas ao exercício, no qual determina a intensidade apropriada para realizar exercícios prolongados, quantifica seus fatores limitantes e os mecanismos fisiopatológicos envolvidos<sup>28</sup>.

Além do TCP, os testes submáximos, que são de fácil aplicação, também são importantes na identificação das limitações na função cardiorrespiratória e motora subjacentes à incapacidade relacionada à obesidade e refletem, principalmente, o desempenho nas atividades de vida diária se correlacionando com medidas de qualidade de vida<sup>23,29</sup>. São preditores de morbimortalidade e podem ser utilizados para avaliar efeitos de uma intervenção terapêutica<sup>30</sup>. Os testes submáximos não são capazes de determinar o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ máx) e não são capazes de fornecer causas ou mecanismos referentes a limitação do exercício, sendo que suas informações devem ser complementares ao TCP<sup>30</sup>. Contudo, estes testes são representativos das atividades de vida diária e podem auxiliar na

---

---

prescrição de treinamento físico para a perda de peso em obesos<sup>30</sup>. Como exemplo desses, o teste de caminhada de 6 minutos (TC6)<sup>30</sup> é considerado um teste simples e de fácil execução, que não depende de equipamentos sofisticados e equipe médica para sua execução.

Estudos demonstraram que de acordo com equações preditas, obesos apresentam déficit da distância percorrida (DPTC6) comparado a pessoas eutróficas<sup>31,32</sup> e da função cardiorrespiratória<sup>33,34</sup>. Com relação a mobilidade funcional, ocorre mudanças de parâmetros espaciais e temporais de marcha como efeito compensatório do excesso de peso<sup>35</sup>. Obesos apresentam menor velocidade, com redução de torque de joelho, levando a passos mais curtos e com incapacidade de adaptações motoras frente a diversidade de locais, que pode levar a perda de equilíbrio<sup>35,36</sup>.

Em casos em que a prevenção não é eficaz, sujeitos obesos requerem intervenção terapêutica que podem ser guiadas por *guidelines* para auxiliar no delineamento da melhor conduta por meio de uma equipe multiprofissional<sup>37-39</sup>. Essa intervenção é feita de forma multicomponente com abordagens psicoterapêuticas, nutricionais, comportamentais, medicamentosas e também com a implementação de atividade física e procedimentos cirúrgicos<sup>40</sup>.

Grande parte dos pacientes não respondem de maneira eficaz a intervenções terapêuticas conservadoras para redução de peso, necessitando de uma abordagem cirúrgica<sup>6-8</sup>. Atualmente, a cirurgia bariátrica foi estabelecida como o tratamento mais eficaz, principalmente quando o tratamento conservador não promove os efeitos esperados e é uma das alternativas para combater as comorbidades associadas como a hipertensão, dislipidemia e apneia obstrutiva do sono<sup>41</sup>. Este procedimento leva a redução de peso e sua manutenção, com remissão ou melhora das comorbidades associadas e posterior redução de morbimortalidade<sup>42</sup>. Para que pacientes possam ser submetidos ao procedimento cirúrgico há critérios que devem ser seguidos<sup>41</sup>. Dentre eles: pacientes com IMC  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup>; pacientes com IMC entre 35 e 39,9kg/m<sup>2</sup> com importantes comorbidades associadas; histórico de acompanhamento nutricional sem sucesso no tratamento; avaliação e acompanhamento por equipe multiprofissional para avaliar se paciente está apto para tal, por no mínimo 1 ano<sup>41</sup>. Mais recentemente, contudo, em alguns casos, pacientes com IMC  $\geq 30$ kg/m<sup>2</sup> têm sido avaliados de acordo com as comorbidades associadas para realização do procedimento cirúrgico<sup>41</sup>.

A cirurgia de Roux-en-Y *bypass* gástrico (REYBG) é atualmente a técnica mais utilizada, considerada o padrão-ouro dentre as cirurgias por apresentar alta eficácia e baixa taxa de mortalidade<sup>42</sup>. Sendo mais eficaz para obesos graves, é caracterizada por uma técnica mista, envolvendo a combinação de uma restrição gástrica por meio da realização da

---

---

gastrectomia e a má absorção por meio da ressecção do duodeno e do jejuno proximal<sup>43</sup>. Essa reconstrução do trânsito intestinal é feita através de uma alça jejunal em formato de letra Y com uma restrição do estômago para se adaptar a um menor volume<sup>43</sup>.

Esta abordagem é capaz de induzir a perda sustentada de peso, a melhora no metabolismo da glicose e da sensibilidade à insulina<sup>44,45</sup> do perfil inflamatório<sup>46</sup> e a redução da adiposidade principalmente visceral<sup>47</sup>. Dentre outras vantagens desta abordagem tem-se a perda comprovada de peso em 5 anos, com maior redução de peso em menor tempo comparado somente as cirurgias restritivas, melhora ou remissão de comorbidades associadas, e taxa de mortalidade menor que 1%<sup>48</sup>.

Os pacientes submetidos à este tipo de procedimento cirúrgico são orientados a ingesta integralmente líquida e devem-se atentar à manutenção da hidratação e do débito urinário<sup>48</sup>. Aproximadamente 2-3 semanas após a realização deste tipo de ingesta, há uma mudança gradual da dieta, passando de líquida para pastosa até a dieta sólida<sup>48</sup>. Como consequência, há a perda de massa corpórea associada à perda de massa magra e não somente de massa gorda, principalmente nos 3 primeiros meses após o procedimento<sup>49</sup>. Neste contexto, o pós-operatório de cirurgias abdominais frequentemente leva a inatividade física, capaz de potencializar a redução de massa muscular, o prejuízo da função pulmonar e cardíaca presente em obesos, com consequente aumento dos custos com os cuidados<sup>50</sup>.

Estudos de acompanhamento prolongado, demonstraram que a cirurgia bariátrica isoladamente é capaz de promover melhora da aptidão cardiorrespiratória e da capacidade funcional mensurada pela distância percorrida no TC6, associada a perda de peso<sup>51-55</sup>, corroborando os achados que demonstram negativa correlação entre o IMC e a capacidade funcional<sup>29,52</sup>. Entretanto, outros estudos demonstraram que a inclusão da atividade física (aeróbia e de *endurance*) após a intervenção cirúrgica traduziu em melhora substancial da perda de peso e da capacidade funcional quando comparados a uma população inativa<sup>56-59</sup>.

Algumas recomendações também sugerem a prática regular de atividade física, de baixa a moderada intensidade<sup>59</sup> e exercícios com duração mínima de 20 minutos, realizados de 3 a 4 dias/semana no pós-operatório, sempre após 1 a dois meses do ato cirúrgico<sup>60</sup>. Dentre outros, a Associação Americana de Cirurgia Bariátrica e Metabólica preconiza atividades de moderada intensidade com a inclusão de treinamento aeróbio e exercícios de baixa resistência para treinamento de força<sup>61</sup>, contudo não há recomendações sobre as intervenções precoces de atividade física.

---

---

Infelizmente, a aderência à programas de exercício físico é baixa em programas de reabilitação e perda de peso<sup>58,62-66</sup>. Na maioria dos estudos onde é proposto a prática de exercícios físicos após a cirurgia nesta população, a perda amostral é considerável<sup>56</sup>.

Apesar de alguns autores enfatizarem a importância da prática regular de atividade física logo após a cirurgia bariátrica, ainda há escassez de informações nesta fase pós-operatória. Deve ser considerado que a importante restrição dietética nas primeiras semanas após a cirurgia bariátrica<sup>34</sup>, além da inatividade física<sup>50</sup> já presente em obesos no período pré-operatório, dificulta abordagens para a prática precoce de atividade física nesses sujeitos e produzem acentuada perda de peso, contudo em grande parte da massa muscular.

Neste contexto, é relevante compreender as repercussões imediatas decorrente da cirurgia bariátrica na composição corporal e na capacidade funcional desses indivíduos a fim de se estabelecer programas de exercícios que possam ser realizados logo após a cirurgia e que sejam capazes de proporcionar impacto positivo na qualidade de vida e nas condições de saúde, evitando prejuízos decorrente do período pós-operatório, sobretudo da capacidade funcional e na preservação da massa muscular.

Sendo assim, pela necessidade de entendimento das repercussões precoces após a cirurgia bariátrica na composição corporal e capacidade funcional, além da importância das propostas de estratégias de reabilitação precoce nesses indivíduos, foi proposto um protocolo de ensaio clínico (Estudo I) intitulado “*Efeitos funcionais e sistêmicos da estimulação elétrica de corpo inteiro no pós-operatório imediato de cirurgia bariátrica: protocolo de estudo de ensaio clínico controlado e randomizado*”, submetido na revista *Trials* (ANEXO I) e apresentado na íntegra.

Adicionalmente, um segundo estudo (Estudo II) foi apresentado com o objetivo de avaliar precocemente o prejuízo funcional e a perda de massa muscular, intitulado “*Impacto da cirurgia bariátrica recente na capacidade funcional em indivíduos obesos*”

1. Archer E, Shook RP, Thomas DM, et al. 45-Year Trends in Women's Use of Time and Household Management Energy Expenditure. *PLoS ONE*. 2013;8:e56620.
2. Nabi T, Rafiq N, Qayoom O. Leptin Dysfunction: A Cause for Obesity. *International Journal of Health Sciences and Research*. 2016;6:498–505.
3. Bray GA, Frühbeck G, Ryan DH, Wilding JP. Management of obesity. *The Lancet*. 2016;387:1947-1956.
4. Finkelstein EA, Trogon JG, Cohen JW, Dietz WH. Annual medical spending attributable to obesity: payer- and service-specific estimates. *Health Aff*. 2009;28:w822–w831.
5. International Association for The Study Of Obesity. Adult overweight and obesity in the European Union (EU27) – IASO. 2013.
6. Finkelstein EA, Khavjou OA, Thompson H, et al. Obesity and severe obesity forecasts through 2030. *American Journal of Preventive Medicine*. 2012;42:563–570.
7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística—IBGE. Pesquisa de Orçamentos familiares 2008–2009: Antropometria e Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão/IBGE; 2010.
8. Malta DC, Andrade SC, Claro RM, et al. Trends in prevalence of overweight and obesity in adults in 26 Brazilian state capitals and the Federal District from 2006 to 2012. *Brazilian journal of epidemiology*. 2014;17:267–276.
9. World Health Organization. Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2010. *World Health*. 2010:176.
10. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, et al. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr*. 2000;72:694–701.
11. Romero-Corral A, Lopez-Jimenez F, Sierra-Johnson J, et al. Differentiating between body fat and lean mass-how should we measure obesity? *Nat Clin Pract Endocrinol Metab*. 2008;4:322–323.
12. Expert Panel on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight in Adults. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: executive summary. *Am J Clin Nutr*. 1998;68:899-917.
13. Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2012;13:275–286.
14. Cerhan JR, Moore SC, Jacobs EJ, et al. A pooled analysis of waist circumference and mortality in 650,000 adults. *Mayo Clin Proc*. 2014;89:335–345.
15. Staiano AE, Bouchard C, Katzmarzyk PT. BMI-specific waist circumference thresholds to discriminate elevated cardiometabolic risk in white and African American adults. *Obes Facts*. 2013;6:317–324.
16. Moura EC, Claro RM. Estimates of obesity trends in Brazil, 2006-2009. *International Journal of Public Health*. 2012;57:127–133.
17. Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, et al. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *The Journal of clinical investigation*. 2017;114:1752-1761.
18. Lee H, Lee IS, Choue R. Obesity, inflammation and diet. *Pediatric gastroenterology, hepatology & nutrition*. 2013;16:143–152.
19. Olsen RH, Krogh-Madsen R, Thomsen C, et al. Metabolic responses to reduced daily steps in healthy nonexercising men. *JAMA*. 2008;299:1261–1263.

20. Krogh-Madsen R, Thyfault JP, Broholm C, et al. A 2-wk reduction of ambulatory activity attenuates peripheral insulin sensitivity. *J. Appl. Physiol.* 2010;108:1034–1040.
21. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology.* 2012;8:457–465.
22. Miller CT, Fraser SF, Levinger I, et al. The effects of exercise training in addition to energy restriction on functional capacities and body composition in obese adults during weight loss: a systematic review. *PloS one.* 2013;8:e81692.
23. Capodaglio P, De Souza SA, Parisio C, et al. Reference values for the 6-Min Walking Test in obese subjects. *Disability and rehabilitation.* 2012;35:1199–1203.
24. Salvadori A, Fanari P, Fontana M, et al. Oxygen uptake and cardiac performance in obese and normal subjects during exercise. *Respiration.* 1999;66:25–33
25. Greve J, Alonso A, Bordini AC, et al. Correlation between body mass index and postural balance. *Clinics.* 2007;62:717–720.
26. Malatesta D, Vismara L, Menegoni F, et al. Mechanical external work and recovery at preferred walking speed in obese subjects. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:426–434.
27. Fore L, Perez Y, Neblett R., et al. Improved Functional Capacity Evaluation Performance Predicts Successful Return to Work One Year After Completing a Functional Restoration Rehabilitation Program. *PM and R.* 2015;7:365–375.
28. Kaminsky LA, Tuttle MS. Functional assessment of heart failure patients. *Heart Failure Clinics.* 2015;11:29–36.
29. Beriault K, Carpentier AC, Gagnon C, et al. Reproducibility of the 6-minute walk test in obese adults. *Int J Sports Med.* 2009;10:725–727.
30. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:111-117.
31. Hulens M, Vansant G, Claessens AL, et al. 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.
32. Larsson UE, Reynisdottir S. The six-minute walk test in outpatients with obesity: reproducibility and known group validity. *Physiotherapy Research International.* 2008;13:84-93.
33. McCullough, PA, Gallagher MJ, deJong AT, et al. Cardiorespiratory fitness and short-term complications after bariatric surgery. *CHEST Journal.* 2006;130:517-525.
34. Vanhecke TE, Franklin BA, Miller WM, et al. Cardiorespiratory fitness and sedentary lifestyle in the morbidly obese. *Clinical Cardiology.* 2009;32:121–124.
35. Forhan M, Gill SV. Obesity, functional mobility and quality of life. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism.* 2013;27:129-137.
36. Lai PP, Leung AK, Zhang M. Three-dimensional gait analysis of obese adults. *Clinical biomechanics.* 2008;23:S2-S6.
37. Ryan D, Heaner M. Guidelines (2013) for managing overweight and obesity in adults. Preface to the full report. *Obesity.* 2014;22):S1–S3.
38. Garvey W, Garber A, Mechanick J, Bray, et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology position statement on the 2014 advanced framework for a new diagnosis of obesity as a chronic disease. *Endocrine Practice.* 2014;20:977-989
39. Apovian CM, Aronne LJ, Bessesen DH, et al. Pharmacological management of obesity: an endocrine Society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2015;100:342–

- 62.
40. Gloy VL, Briel M, Bhatt D, et al. Bariatric surgery versus non-surgical treatment for obesity: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Bmj*; 2013;347:f5934.
  41. Zuberi KA, Magnuson T, Schweitzer MA. *Laparoscopic Surgery for Morbid Obesity*. Current Surgical Therapy. 11th ed. Philadelphia. Elsevier. 2014.
  42. De Aquino LA, Pereira SE, de Souza JS, et al. Bariatric surgery: impact on body composition after Roux-en-Y gastric bypass. *Obesity surgery*. 2012;22:195-200.
  43. Balsiger BM, Murr MM, Poggio JL, et al. Bariatric Surgery. *Med Clin Nort Am*. 2000;84:477-489.
  44. Aron-Wisnewsky J, Clement K. The effects of gastrointestinal surgery on gut microbiota: potential contribution to improved insulin sensitivity. *Curr Atheroscler Rep*. 2014;16:454.
  45. Werling M, Fändriks L, Björklund P, et al. Long-term results of a randomized clinical trial comparing Roux-en-Y gastric bypass with vertical banded gastroplasty. *Br J Surg*. 2013;100:222–230.
  46. Catalan V, Gomez-Ambrosi J, Ramirez B, et al. Proinflammatory cytokines in obesity: impact of type 2 diabetes mellitus and gastric bypass. *Obes Surg*. 2007;17:1464–1474.
  47. Tremaroli V, Karlsson F, Werling M, et al. Roux-en-Y gastric bypass and vertical banded gastroplasty induce long-term changes on the human gut microbiome contributing to fat mass regulation. *Cell Metab*. 2015;22:228-238.
  48. Elrazek MA, Elbanna AEM, Bilasy SE.. Medical management of patients after bariatric surgery: Principles and guidelines. *World journal of gastrointestinal surgery*. 2014;6:220-228.
  49. Giusti V, Theytaz F, Di Vetta V, et al. Energy and macronutrient intake after gastric bypass for morbid obesity: a 3-y observational study focused on protein consumption. *Am J Clin Nutr*. 2016;103:18–24
  50. Wiklund M, Sundqvist E, Olsén MF. Physical Activity in the Immediate Postoperative Phase in Patients Undergoing Roux-en-Y Gastric Bypass—a Randomized Controlled Trial. *Obesity surgery*. 2015;25:2245-2250.
  51. Tompkins J, Bosch PR, Chenowith R, et al. Changes in functional walking distance and health related quality of life after gastric bypass surgery. *Physical therapy*. 2008;88:928-935.
  52. De Souza AS, Faintuch J, Fabris SM, et al. Six-minute walk test: functional capacity of severely obese before and after bariatric surgery. *Surgery for Obesity and Related Diseases*. 2009;5:540-543.
  53. Leite FS, Barbalho-Moulim MC, Soares KKD, et al. Evaluation of functional capacity, body composition and pulmonary function after bariatric surgery. *Health*. 2013;5:47-53.
  54. King WC, Chen JY, Belle SH, et al. Change in pain and physical function following bariatric surgery for severe obesity. *Jama*. 2016;315:1362-1371.
  55. Vargas CB, Picolli F, Dani C, et al. Functioning of obese individuals in pre-and postoperative periods of bariatric surgery. *Obesity surgery*. 2013;23:1590-1595.
  56. Castello V, Simões RP, Bassi D, et al. Impact of aerobic exercise training on heart rate variability and functional capacity in obese women after gastric bypass surgery. *Obesity Surgery*. 2011;21:1739–1749.
  57. Stegen S, Derave W, Calders P, et al. Physical fitness in morbidly obese patients: effect of gastric bypass surgery and exercise training. *Obesity surgery*. 2011;21:61-70.
  58. Coen PM, Menshikova EV, Distefano G, et al. Exercise and weight loss improve muscle

- mitochondrial respiration, lipid partitioning and insulin sensitivity following gastric bypass surgery. *Diabetes*. 2015;64:3737-3750.
59. Blackburn GL, Hutter MM, Harvey AM, et al. Expert panel on weight loss surgery: executive report update. *Obesity*. 2009;17:842–862.
  60. American College of Surgeons. ACS Bariatric Surgery Center Network Accreditation Program. (ACS BSCN). Bariatric accreditation program manual. 2012.
  61. Poirier P, Cornier MA, Mazzone T, et al. American Heart Association Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. Bariatric surgery and cardiovascular risk factors: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2011;123:1683–701
  62. Borghi-Silva A, Mendes RG, Trimer R, et al. Current trends in reducing cardiovascular disease risk factors from around the world: Focus on cardiac rehabilitation in Brazil. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2014;56:536–542.
  63. Cipriano G, Neves LMT, Cipriano GFB, et al. Cardiovascular disease prevention and implications for worksite health promotion programs in Brazil. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2014;56:493–500.
  64. Carvalho T, Cortez AA, Ferraz A, et al. Diretriz De Reabilitação Cardiopulmonar E Metabólica: Aspectos Práticos E Responsabilidades. *Arq Bras. de Cardiol*. 2006;86:74–82.
  65. Evans RK. The Role of Physical Activity Participation in Weight Loss Outcomes Following Weight Loss Surgery. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 2010;4:124-129.
  66. Fernhall B, Borghi-Silva A, Babu AS. The Future of Physical Activity Research: Funding, Opportunities and Challenges. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2015;57;p.299–305.

**ESTUDO I**

**(Versão Em Português)**

André LD, Basso-Vanelli RP, Cabiddu R, Di Thommazo-Luporini L, Ricci PA, Jürgensen SP,  
De Oliveira CR, Borghi-Silva A.

**Efeitos funcionais e sistêmicos da estimulação elétrica de corpo inteiro no pós-operatório  
mediato de cirurgia bariátrica: protocolo de estudo de ensaio clínico controlado e  
randomizado**

---

---

**RESUMO**

**Introdução:** A obesidade representa um grande problema de saúde pública e o quinto fator de risco para mortalidade. A obesidade mórbida está associada a inflamação sistêmica crônica, que pode acarretar em comorbidades. A cirurgia bariátrica (CB) é considerada uma intervenção eficaz para pacientes obesos. Entretanto, CB associada à restrição dietética, limita o desempenho ao exercício no período de pós-operatório mediato. A estimulação elétrica neuromuscular de corpo inteiro (EENMC) pode ser considerada uma opção inovadora para reabilitação dos pacientes submetidos à CB, especialmente em fases precoces do período pós-operatório. Dessa maneira, o objetivo desse estudo é avaliar a capacidade funcional, a composição corporal, parâmetros de força muscular e *endurance*, a sensibilidade à insulina e marcadores pró e anti-inflamatórios em candidatos à cirurgia bariátrica, antes e após a EENMC como uma estratégia de reabilitação precoce. **Métodos/Desenho do estudo:** O presente estudo é um ensaio clínico controlado randomizado duplo-cego, aprovado pelo Comitê de Ética de nossa instituição. Trinta e seis sujeitos ( $IMC \geq 35$  kg/m<sup>2</sup>), com idade entre 18 e 45 anos serão randomizados em grupo eletroestimulação (GEENMC: n = 18) e grupo controle (GSham: n= 18) após serem submetidos a CB. Avaliações pré-operatórias incluirão teste de exercício máximo e submáximo, avaliação de composição corporal, coleta de sangue para marcadores inflamatórios, avaliação de força e *endurance* muscular de membro inferior dominante. Dois a dez dias após a alta hospitalar, a avaliação de composição corporal e o teste de caminhada de seis minutos serão realizado novamente. O protocolo EENMC ou GSham consistirá de 30 sessões, durante 6 semanas consecutivas. Em seguida, todas as avaliações pré-operatórias serão realizadas novamente. **Discussão:** Considerando o papel importante da EENMC na condição da muscular e seu valor como auxílio ao desempenho no exercício, essa proposta apresenta como importante objetivo investigar essa técnica como ferramenta de reabilitação precoce nesses pacientes, como estratégia de potencializar a capacidade ao exercício, perda de peso e força muscular periférica, com efeitos sistêmicos positivos. O presente estudo está em andamento, e os dados serão publicados após a conclusão do mesmo.

Registro: REBEC: RBR-99qw5h. Registrado em 20 de fevereiro de 2015.

**Palavras-chave:** estimulação elétrica, obesidade, capacidade funcional, marcadores sistêmicos, cirurgia.

---

---

**ABSTRACT**

**Background:** Obesity represents a major public health problem and the fifth risk factor for mortality. Morbid obesity is associated with chronic systemic inflammation, which may lead to comorbidities. Bariatric surgery (BS) is considered as an effective intervention for obese patients. However, BS associated with dietary restriction, limits activity performance in the mediate postoperative period. Whole-body neuromuscular electrical stimulation (WBS) could represent an innovative option for the rehabilitation of BS patients, especially during the early phase of the postoperative period. Therefore, the objective of this study is to evaluate functional capacity, body composition, muscle strength and endurance parameters, insulin resistance, pro and anti-inflammatory circulating markers in candidates for BS, before and after WBS as an early rehabilitation strategy.

**Methods/Study Design:** The present study is a randomized, double blind, placebo-controlled, parallel groups clinical trial, approved by the Ethics Committee of our Institution. Thirty-six subjects ( $BMI \geq 35 \text{ Kg/m}^2$ ) between 18 and 45 years will be randomized in WBS group (WBSG:  $n=18$ ) and control group (ShamG:  $n=18$ ) after being submitted to BS. Preoperative assessments will include maximal and submaximal exercise capacity, body composition, blood inflammatory markers, strength and quadriceps endurance of dominant lower limb. Two to ten days after discharge, body composition will be evaluated and the six minutes walking test (6MWT) will be performed. The WBS or Sham protocol will consist of 30 daily sessions, during 6 consecutive weeks. Afterwards, the same assessments that were performed in the preoperative period will be performed again.

**Discussion:** Considering the important role of WBS in skeletal muscle conditioning and its value as an aid in exercise performance, this proposal presents the important objective to investigate this technique as a tool to promote early rehabilitation in these patients, as a strategy to enhance exercise capacity, weight loss and peripheral muscle strength, with positive systemic effects. The present study is still ongoing, and data will be published after its conclusion.

**Trial registration: REBEC: RBR-99qw5h.** Registered on February 20<sup>th</sup>, 2015; <http://www.ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-99qw5h/>

**Keywords:** electrical stimulation, obesity, functional capacity, systemic markers, surgery.

---

---

## INTRODUÇÃO

A obesidade atinge proporções epidêmicas em crianças e adultos, sendo considerada o quinto fator de risco para mortalidade [1]. De acordo com a OMS, esta doença tem crescido de forma alarmante na última década, se tornando um grande problema de saúde pública [2,3]. É considerada uma desordem crônica de caráter multifatorial, com alterações de imunidade associada a um processo inflamatório crônico de baixo grau e com alteração na quantidade de citocinas pró e anti-inflamatórias [4].

O tecido adiposo é um órgão endócrino e metabolicamente dinâmico que participa da regulação de processos fisiológicos e patológicos, incluindo ações imunológicas, por meio da liberação de citocinas pró e anti-inflamatórias dentre elas a leptina, miostatina, adiponectina e fator de necrose tumoral alpha (TNF- $\alpha$ ), as quais estão envolvidas no desenvolvimento de doenças metabólicas como a diabetes tipo II e as doenças cardiovasculares (DCV) [4].

Esse tecido é reconhecido como um tecido ativo que influencia o controle da ingestão alimentar, balanço energético, ação da insulina, lipídios, metabolismo da glicose, angiogênese, remodelação vascular, imunidade e inflamação [4]. A obesidade leva também, em sua maioria, a uma disfunção musculoesquelética e reduz a aptidão física, com alterações na força e resistência muscular, assim como na flexibilidade, que contribuem para dor e limitação funcional [5,6]. Muitos pacientes não respondem de maneira eficaz ao tratamento conservador para redução de peso e necessitam de uma abordagem cirúrgica, atualmente considerada segura e relacionada a uma baixa taxa de mortalidade [6-8].

A cirurgia bariátrica (CB) associada à restrição dietética na fase do pós-operatório limita a realização de atividade física, podendo acarretar em perda de massa muscular e redução de capacidade de exercício [6,9]. A realização de exercícios de baixo impacto por meio da estimulação elétrica neuromuscular de corpo inteiro (EENMC), cuja finalidade é a de estimular simultaneamente diversos grupos musculares, tem se tornado uma opção inovadora para estimular perda de gordura, capacidade funcional e força muscular periférica, gerando assim efeitos sistêmicos [10-12]. Entretanto, a dificuldade de realização de protocolos de exercícios físicos para essa população nesse período de pós-operatório recente e a escassez de evidências científicas sobretudo após a CB torna-se de extrema importância aplicar essa técnica e supor que haveria maior aceitação, sobretudo em fases mais precoces após a intervenção cirúrgica.

---

---

Sendo assim, o objetivo do presente estudo será investigar a capacidade funcional, parâmetros de força e *endurance* muscular, marcadores pró e anti-inflamatórios, composição corporal e a resistência insulínica em candidatos à cirurgia bariátrica no período pré-operatório, dois dias após a alta e após 6 semanas de protocolo de eletroestimulação.

Desta forma, hipotetizamos que a EENMC poderá melhorar a capacidade funcional, a força e a *endurance* muscular e reduzir marcadores pró-inflamatórios. Adicionalmente, espera-se que a EENMC possa atuar benéficamente na redução da massa gorda e no aumento da massa muscular, na resistência insulínica e ainda apresente boa aceitação e aderência nestes sujeitos, oferecendo melhora do desempenho nos parâmetros referentes a capacidade ao exercício. Tal investigação justifica-se na medida em que o mesmo proverá informações de relevância clínica bem como poderá ser útil na implementação de novas ações reabilitadoras.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Desenho do estudo**

Trata-se de um ensaio clínico placebo controlado, randomizado e duplo cego, desenvolvido no laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Este estudo foi registrado no REBEC (Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos) de número RBR-99qw5h em 20 de fevereiro de 2015 e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil (CEP: 966.613) seguindo as normas do *Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT)*. Os sujeitos participarão mediante assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido.

### **Participantes**

#### **Recrutamento, randomização e cegamento**

Todos os sujeitos recrutados para esta pesquisa serão aqueles advindos de um acompanhamento por uma equipe multidisciplinar (médico clínico, cirurgião, anestesista, cardiologista, fisioterapeuta, nutricionista e psicólogo) por um período mínimo de 1 ano. Nesse período serão orientados quanto à cessação de hábitos tabágicos e álcool, sobre o procedimento cirúrgico e cuidados do pós-operatório.

Os sujeitos recrutados serão avaliados antes da cirurgia bariátrica, iniciado por meio de uma triagem em 30 dias antes da realização do procedimento cirúrgico, dois dias após a alta

---

---

hospitalar e, então, serão randomizados para o grupo experimental ou controle (Sham) com taxa de alocação de 1:1 em blocos permutados com 10 sujeitos em cada, por meio de um software (randomization.com). A sequência de randomização será gerada por um pesquisador independente e cego do restante das avaliações e do protocolo de treinamento.

O protocolo de intervenção será aplicado por um fisioterapeuta treinado e apto para utilização do equipamento. Considerando que o estudo é um ensaio clínico duplo-cego, os pacientes, o fisioterapeuta que irá realizar as avaliações e o pesquisador responsável pelas análises estatísticas serão cegados à alocação dos sujeitos.

### **Critérios de inclusão e exclusão**

Serão incluídos indivíduos obesos ( $\text{IMC} \geq 35 \text{ kg/m}^2$ ) com comorbidades ou morbidamente obesos ( $\text{IMC} \geq 40 \text{ kg/m}^2$ ) há pelo menos 3 anos ou mais, sem respostas aos tratamentos convencionais (farmacológicos ou não), com idade entre 18 e 45 anos que serão submetidos à cirurgia de *bypass* gástrico (CBG). Poderão ainda serem inclusos sujeitos com  $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ , desde que, a critério da equipe médica e do endocrinologista, devido a presença de comorbidades importantes, haja indicação para a cirurgia, de acordo com o Consenso Bariátrico Brasileiro (2008).

Os critérios de exclusão serão: sujeitos com comprometimentos ortopédicos (artrose e dor) ou neurológicos que impeçam a participação em um programa de exercício físico, infarto do miocárdio, marcapasso implantado ou quaisquer síntese metálica, angina instável, distúrbios crônicos no ritmo cardíaco, doença cardíaca valvular de grau moderado ou severo, história consistente com doença cardíaca, hipertensão arterial não controlada, *diabetes mellitus* não controlado e/ou insulino-dependente, uso de beta-bloqueador, mulheres na pós-menopausa, e com participação em um programa regular de exercício físico no início do estudo. Também serão excluídos sujeitos que apresentarem doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) ou outras doenças respiratórias, ou que apresentarem qualquer contra indicação ao teste ergoespirométrico; condição que possa comprometer a realização dos testes funcionais, arteriopatas distais, quaisquer doenças inflamatórias, renais, hepáticas, com neuropatia diabética documentada; déficit cognitivo, dificuldade de compreensão e/ou de aderência aos procedimentos do estudo; usuários declarados de drogas ilícitas e gestação. Sujeitos tabagistas atuais cujos hábitos não foram interrompidos no acompanhamento multidisciplinar de 1 ano, com quaisquer alterações na

---

---

função pulmonar (distúrbio restritivo e ou obstrutivo), usuários de medicamentos psicotrópicos, ansiolíticos, antidepressivos, medicamentos para controle do apetite também serão excluídos da pesquisa.

### **Cálculo amostral**

O cálculo amostral foi realizado utilizando o programa GPower, Versão 3.1.3 (Franz Faul Universität Kiel, Alemanha). Baseados em um estudo prévio de nosso grupo [13] em que a diferença entre a distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (TC6) pré e pós-treinamento após cirurgia bariátrica foi de 49,7m. Considerando este valor calculado para o tamanho amostral, foi adotado um nível de significância de 5%, poder amostral de 95% e tamanho do efeito de 30% (médio), uma amostra de 5 voluntários em cada grupo seria necessário para demonstrar esse ganho funcional comparando pré e pós intervenção.

Uma vez que tanto a melhora no desempenho como a perda de massa de gordura são desfechos principais nesse trabalho, um novo cálculo amostral foi realizado. Com base no modelo de correlação biserial, considerando-se um nível de significância de 5%, poder da amostra de 95% e tamanho do efeito de 70% (grande) e forte correlação ( $r= 0,50$ ) entre porcentagem de massa de gordura dos voluntários e seu desempenho no TC6 como desfecho principal, a amostra calculada para foi de 16 sujeitos. Antecipando uma taxa de abandono de aproximadamente 15% para este estudo, considerará um total de 36 pacientes para ambos os grupos.

### **Procedimentos**

Anteriormente aos procedimentos experimentais e a aplicação do protocolo de intervenção, os sujeitos serão familiarizados com os testes e com a EENMC e serão realizadas orientações quanto aos procedimentos pré experimentais.

Os sujeitos serão avaliados no período da tarde para evitar diferentes respostas fisiológicas devido às mudanças circadianas; será solicitado a eles para não ingerirem cafeína, bebida alcoólica ou qualquer outro estimulante na noite anterior bem como no dia da coleta de dados, e não realizarem atividades extenuantes no dia anterior. Todos os experimentos serão realizados em ambiente climatizado, com temperatura controlada entre 22 a 24 °C e umidade relativa do ar entre 40 a 60%.

---

---

### **Avaliações pré-operatórias**

Todos os sujeitos envolvidos serão submetidos à uma anamnese e ao questionário habitual de atividade física de Baecke que será aplicado para coletar informações sobre a atividade física habitual, relacionadas ao trabalho, esportes e atividades de lazer [14].

Após o período de triagem e após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, os sujeitos retornarão ao laboratório em 4 dias diferentes com intervalo mínimo de 48 horas, para realizar as avaliações pré-operatórias (Figura 1). Sendo essas avaliações: o teste de exercício cardiopulmonar máximo ou sintoma limitado; teste de caminhada de seis minutos (TC6); exames laboratoriais, medidas de bioimpedância e avaliação da força muscular periférica isocinética, isométrica e de *endurance*. Todas estas avaliações serão repetidas no período de pós-intervenção.

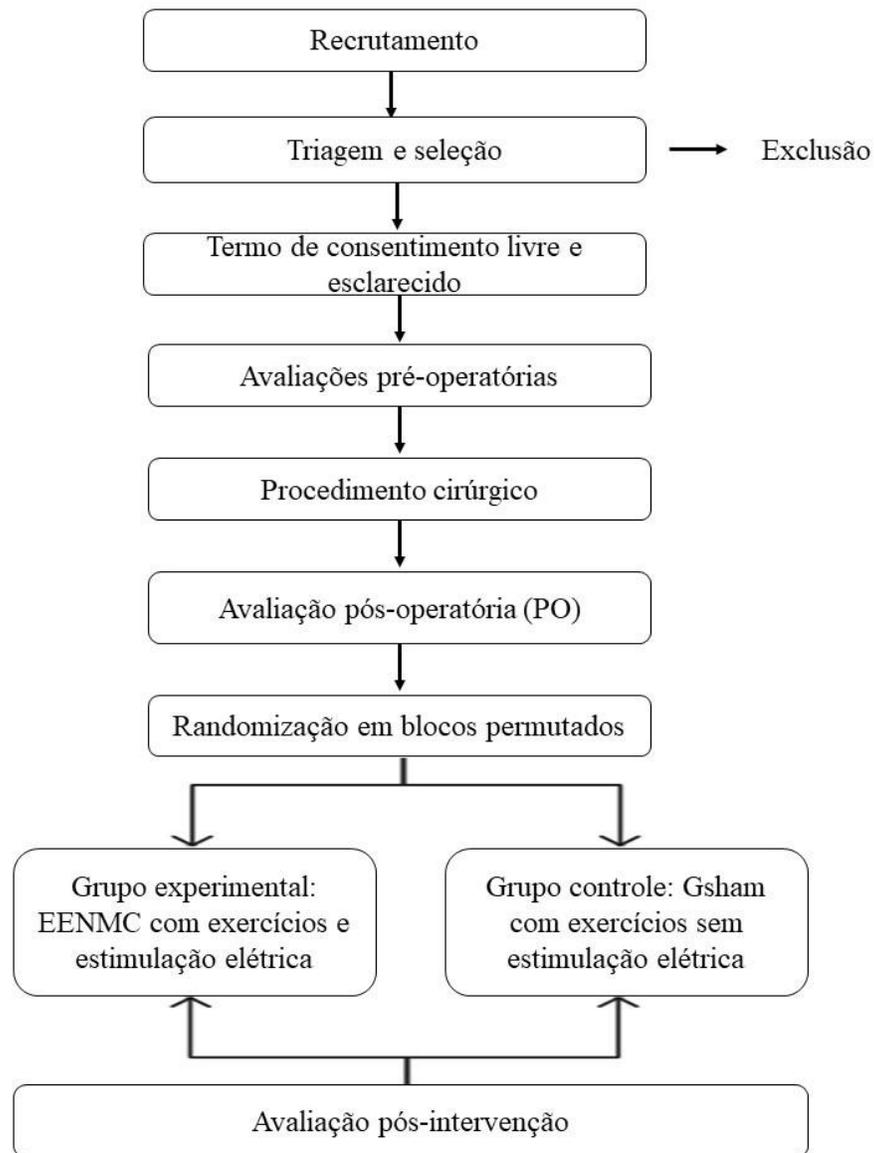


Figura 1. Fluxograma do estudo de acordo com *Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT)*

O TCP ou sintoma limitado em esteira ergométrica (Super ATL, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil) será realizado por meio do protocolo incremental de Bruce [15], sendo os sujeitos devidamente monitorizados por um eletrocardiograma (ECG) de 12 derivações (Sistema WinCardio, Microme, Brasília, Brasil) acompanhados por um médico, e encorajados a ir até a exaustão. Medidas da pressão arterial, e das respostas subjetivas de dispneia e fadiga pela escala

---

---

CR10 [16], também serão verificadas. As variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas serão coletadas respiração a respiração calculado com médias móveis por um sistema portátil de ergoespirometria Oxycon Mobile® (Mijnhardt/Jäger, Würzburg, German).

O TC6 será realizado seguindo as recomendações da ATS/ American College of Chest Physicians [17]. Os sujeitos serão orientados a caminhar continuamente, a maior distância possível, em um percurso de 30 metros durante seis minutos, sendo coletadas também as variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas pelo Oxycon Mobile®.

A coleta de sangue será realizada no período matutino pela veia antecubital de membro superior, após jejum de 12 horas, para mensuração das concentrações séricas de TNF $\alpha$ , adiponectina, leptina e miostatina. Estas amostras serão analisadas por meio do método ELISA (Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay), usando kits de alta sensibilidade (Quantikine®HS, R&D Systems, Mineapolis, USA) segundo as recomendações do fabricante [18,19]. As medidas séricas serão realizadas em duplicatas.

Será coletada também pelo mesmo laboratório, amostra sanguínea capilar para determinação glicemia, insulinemia de jejum e consequente quantificação da resistência insulínica pelo método Homeostasis Model Assessment (HOMA-IR) bem como perfil lipídico (colesterol total, HDL, LDL, VLDL e triglicerídeos). Os voluntários serão instruídos a não realizar atividades físicas 48h previamente ao exame e a manter a dieta habitual.

A mensuração da composição corporal será por meio de dois equipamentos, a balança de bioimpedância In Body 720 e pela técnica de dupla energia de raios-X por meio da absorciometria digital (DXA), considerado padrão ouro. Essas duas avaliações possibilitarão complementar dados de acordo com as características de cada equipamento [20,21]. Além disso, devido a área de varredura do equipamento DXA ser limitada, pode comprometer a avaliação de alguns sujeitos que apresentem circunferência abdominal maior, dessa forma possibilitando que haja dados de composição corporal de todos os participantes. Os pacientes receberão as seguintes instruções: realizar jejum absoluto de 4 horas, usar roupas leves, não utilizar nenhum objeto metálico em contato com o corpo, urinar previamente ao exame, não ingerir bebidas alcoólicas e não realizar exercícios extenuantes no dia anterior ao exame [22,23].

A avaliação da força muscular isocinética e isométrica e de *endurance* da musculatura do membro inferior dominante será realizada por meio do dinamômetro Isocinético BIODEX

---

---

SYSTEM, modelo Biodex Multi-joint System 2 da BIODEX MEDICAL SYSTEM Inc. (New York), Software Biodex versão. 4.5, com a utilização de um protocolo prévio [24,25].

A partir desta avaliação serão obtidas as variáveis pico de torque isocinético concêntrico máximo extensor e flexor do joelho (PTICMEJ e PTICMFJ) absolutos bem como a razão destes pelo peso corpóreo (relativo) e o índice indiretamente obtido PTICMFJ/PTICMEJ (relação flexor/extensor), Trabalho total (TT), Potência (P) e Índice de fadiga muscular (IF) na velocidade angular de 60°/seg. O posicionamento dos sujeitos e o alinhamento do eixo mecânico, bem como a correção gravitacional, serão feitos conforme descrito no manual do dinamômetro isocinético. O comando verbal será realizado por um único avaliador para estimular os sujeitos a produzir o maior esforço durante todos os testes.

#### **Avaliação pós-operatória (PO)**

Após a realização do procedimento cirúrgico pela técnica de REYBG por videolaparoscopia, os sujeitos serão submetidos a uma avaliação pós-operatória (PO) de dois dias a uma semana após a alta hospitalar, no qual serão realizadas medidas de composição corporal e o TC6, desde que os sujeitos estejam aptos não refiram dor, de acordo com a escala visual analógica (EVA). A partir de então, estes serão randomizados para o grupo experimental ou grupo controle para aplicação do protocolo de intervenção e, ao final do protocolo, todas as avaliações pré-operatórias serão realizadas novamente.

#### **Protocolo de intervenção (PI)**

Após a realização da avaliação pós-operatória e posterior randomização, os sujeitos retornarão ao laboratório no dia seguinte para dar início ao protocolo de intervenção com um eletroestimulador corpóreo da marca Miha Bodytec (Augsburg, Germany) [26], 6 semanas consecutivas, sendo 5 vezes por semana, associado a exercícios leves, como citado previamente em outros estudos [27,28].

O grupo experimental (GEENMC, n=18) irá realizar o protocolo de eletroestimulação com intensidade ajustada a níveis submáximos, sendo esta a maior corrente tolerada pelo sujeito, e o grupo controle (GSham, n=18) realizará o mesmo protocolo, mas com amplitude de corrente desligada no eletroestimulador.

---

---

A tecnologia de eletroestimulação permite, por meio de coletes e faixas contendo eletrodos, a ativação simultânea de até 14-18 grupos musculares ou 10 regiões (coxas, braços, nádegas, abdômen, peitoral, costas envolvendo latíssimo do dorso, parte superior e inferior das costas) com intensidade pré-selecionáveis para cada região. Com área estimulada que pode chegar até 2800 cm<sup>2</sup>, modo e a intensidade de corrente podem ser selecionados e codificados durante a sessão eletroestimulação individualmente [29,30].

A eletroestimulação será realizada por meio de exercícios leves em posição ortostática com ausência de carga adicional, que permitam contração efetiva (contração voluntária máxima requerida pelo fisioterapeuta) durante a passagem da corrente elétrica a fim de aumentar o seu efeito, a força e a potência [26-30]. O protocolo será efetuado com 10-14 exercícios dinâmicos sem adição de quaisquer pesos, com os sujeitos na posição ortostática, associando agachamento com flexão de quadril e joelhos, flexão de tronco, contração muscular de membros superiores, isometria de abdômen e rotação de tronco. Esses movimentos são demonstrados na Figura 2 por um voluntário e serão realizados simultaneamente a passagem da corrente elétrica.

As sessões serão realizadas em média de 20-30 minutos, baseado em um protocolo previamente descrito [30] com forma de onda retangular por meio de uma corrente pulsada bifásica simétrica. Dos cinco dias de intervenção, três dias não consecutivos serão destinados a treino de *endurance* e dois a treino de força.

O protocolo de *endurance* aplicará uma corrente elétrica bifásica com uma frequência de 85 Hz, e duração de pulso de 350 $\mu$ s intermitentemente, com ciclos de 6 segundos de eletroestimulação usando um impulso direto para executar os movimentos leves e 4 segundos de descanso, com rampa de 0,4 segundos e sendo que a intensidade deverá ser ajustada para níveis submáximos (contração visual efetiva, mas sem incomodo para o paciente). Nesse treino o tempo total da sessão variará em torno de 12 minutos, com cerca de cinco minutos de descanso entre as séries.

O treinamento de força será constituído da mesma corrente bifásica, na frequência de 30Hz, e duração de pulso de 350  $\mu$ s intermitentemente, com ciclos de 4 segundos de eletroestimulação usando um impulso direto para executar os movimentos leves e 10 segundos de descanso, sendo que a intensidade deverá ser a máxima para o paciente, dentro do limite de tolerância para o paciente, com rampa de 0,4 segundos. No treino de força, o tempo da sessão variará em torno de 8 minutos, com cerca de 5 minutos de descanso entre as séries.

A corrente será ajustada para cada região de acordo com as disparidades de sensibilidade, respeitando a contração visual e efetiva, sem gerar desconforto para o sujeito [29]. Para gerar uma intensidade suficiente e submáxima, mas tolerável de eletroestimulação, os participantes serão orientados a avaliar sua percepção de esforço com uma escala de esforço percebido que varia de 2 a 3 (moderada para *endurance*) a acima de 5 (intensa para força) [29,30].

O grupo *sham* também realizará o protocolo de exercícios leves, com o mesmo equipamento, contudo a intensidade da corrente será desligada com o objetivo de não haver influência da corrente durante a realização dos exercícios. Os pacientes envolvidos nesta pesquisa, serão orientados a não associar quaisquer outras atividades físicas regulares durante a realização deste protocolo e das avaliações, sendo questionados semanalmente se seguiram as recomendações. Após a realização da intervenção, o protocolo experimental será oferecido ao grupo *Sham*, caso haja interesse dos mesmos em realizá-los.



**Figura 2.** Exercícios realizados por uma voluntária durante protocolo eletroestimulação de corpo inteiro

---

---

### **Avaliação de Pós-intervenção**

Todas as avaliações pré-operatórias serão realizadas ao final do período de intervenção.

### **Análise estatística**

Um pesquisador cegado irá realizar todas as análises estatísticas deste estudo. O teste de Shapiro Wilk será utilizado para investigar a distribuição dos dados. Os dados serão expressos como média, desvio padrão (DP) e intervalo de confiança de 95%. ANOVA de duas vias será testada para comparações entre a composição corporal e a distância percorrida do pós-operatório ao final do treinamento físico. Comparações entre os grupos após o programa será avaliada por meio do teste-t de *Student* não pareado ou Man-Whitney (se normalidade ou não dos dados, respectivamente). O tamanho do efeito será analisado usando o Cohen D, e os resultados serão interpretados baseados em sua classificação como: pequeno (0,21-0,49), moderado (0,50-0,79) e grande (>0,8) [32]

Os ganhos obtidos por ambos os grupos serão mostrados através do delta (pós-tratamento menos pré-tratamento, considerado período pós-operatório). A análise estatística para correlação avaliará o grau de associação (ou dependência) entre os ganhos das variáveis dos testes de avaliação funcional e daquelas obtidas pela avaliação muscular (dinamometria) e concentração de citocinas.

O teste de correlação adequado será utilizado desde que sejam satisfeitos os pressupostos de normalidade da distribuição das variáveis, de linearidade, variabilidade e de homocedasticidade a partir do diagrama de dispersão dos dados (*scatterplot*) realizado *a priori*.

As correlações serão denominadas fracas (0,20–0,50), forte (0,50–0,70) e muito forte (> 0,70) [33]. As análises serão realizadas utilizando o software SPSS Statistics do Windows, Versão 17.0. (SPSS Inc., Chicago, Illinois, Estados Unidos da América) e o software estatístico MedCalc, versão 11.4.4.0 (MedCalc Software, Mariakerke, Bélgica) e o nível de significância adotado será de 5%.

## **DISCUSSÃO**

A cirurgia bariátrica, dentre elas, a técnica de *bypass* gástrico tem trazido resultados satisfatórios em longo prazo, sendo o procedimento mais efetivo em comparação às outras técnicas cirúrgicas [34,35]. Essa técnica é capaz de proporcionar maior perda de peso à longo

---

---

prazo, com redução de diversos fatores de risco [34,35].

Alguns estudos longitudinais observaram em 6 e 12 meses após diferentes técnicas da cirurgia bariátrica que a cirurgia isoladamente foi efetiva para reduzir o peso, melhorar a capacidade funcional e reduzir as comorbidades associadas [36-39]. Entretanto, recentemente observou-se que a inclusão da prática de exercícios físicos traduz em melhora relevante da capacidade funcional por um período de tempo bem menor (4 meses de intervenção) [40,41].

Por outro lado, estudos de Castello et al. onde foi proposto a prática de exercícios físicos após a cirurgia, a perda amostral foi considerável nesta população, com 30% de perda amostral [13]. Infelizmente, a aderência a programas de exercício físico é baixa em programas de reabilitação e perda de peso [41-44]. Outro aspecto importante é que nas primeiras semanas após a cirurgia bariátrica, a restrição dietética severa [9,45,46], aliada ao repouso cirúrgico, dificulta abordagens para a prática precoce de atividade física nestes sujeitos [41].

Neste contexto, estratégias de intervenção que possam ser realizadas logo após a cirurgia poderiam ter impacto positivo nessa população. Em nosso meio, recentes evidências têm mostrado que a eletroestimulação muscular pode ser uma alternativa interessante como abordagem associada a programas de exercícios físicos convencionais em diferentes populações [12].

A EENMC é uma técnica recente, e que tem se mostrado promissora [10,31]. Um recente estudo demonstrou que a EENMC levou a efeitos importantes nos parâmetros de sarcopenia e acúmulo de gordura regional abdominal em idosos, jovens e indivíduos sedentários [31]. Este estudo ressalta os potenciais efeitos de uma técnica capaz de atuar benéficamente na composição corporal, quando outras técnicas convencionais de exercício são contraindicadas [31].

Além disso, efeitos benéficos em parâmetros musculares foram previamente observados em atletas [10], indivíduos saudáveis jovens [47], idosos [48] e em pacientes com doenças crônicas [49,50]. Nesta mesma linha, outro estudo mostrou que a EENMC poderia, por atuar no aumento de massa muscular, potencializar a ação da insulina, e assim produzir maior captação da glicose no músculo. Estes achados podem ser interessantes, sobretudo na população obesa, a qual está predisposta a maior resistência insulínica [51].

Um recente estudo demonstrou que a adição de eletroestimulação leve na região abdominal por 12 semanas foi efetiva em reduzir o estado pró inflamatório (como observada pela

---

---

redução de TNF- $\alpha$ , proteína C reativa e adiponectina), assim como a glicemia de jejum, a resistência insulínica e a adiposidade visceral de obesos diabético [52]. Entretanto, não encontramos estudos que avaliassem os potenciais efeitos da EENMC nos marcadores anti e pró inflamatórios em pacientes submetidas à cirurgia bariátrica e eletroestimulação, constituindo-se como um recurso promissor a estes sujeitos.

Adicionalmente, pelo fato da presente proposta se tratar de obesos, o equipamento de EENMC por possuir maiores intensidades de corrente, é capaz de vencer a camada subcutânea mais espessa e estimular até mesmo músculos mais profundos, a EENMC pode ser considerado uma técnica inovadora e promissora na reabilitação precoce dessa população. Dados serão publicados após a conclusão do estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. de Faria Santarém GC, Cleve RD, Santo MA, Bernhard AB, Gadducci AV, Greve JMDA, et al. Correlation between Body Composition and Walking Capacity in Severe Obesity. *PloS one*. 2015;10:e0130268.
2. Busetto L, Dixon J, Luca MD, Shikora S, Pories W, Angrisani L. Bariatric surgery in class I obesity. *Obesity surgery*. 2014;24:487-519.
3. Liu Z, Brooks RS, Ciappio, ED, Kim SJ, Crott, JW, Bennett G, et al. Diet-induced obesity elevates colonic TNF- $\alpha$  in mice and is accompanied by an activation of Wnt signaling: a mechanism for obesity-associated colorectal cancer. *J Nutr Biochem*. 2012;23:1207–1213.
4. Lee H, Lee IS, Choue R. Obesity, inflammation and diet. *Pediatric gastroenterology, hepatology & nutrition*. 2013;16:143-152.
5. Beriault K, Carpentier AC, Gagnon C, Ménard J, Baillargeon JP, Ardilouze JL, et al. Reproducibility of the 6-minute walk test in obese adults. *International journal of sports medicine*. 2009;30:725-727.
6. Fandiño J, Benchimol AK, Coutinho WF, Appolinário JC. Cirurgia Bariátrica: aspectos clínico-cirúrgicos e psiquiátricos. *R. Psiquiatr*. 2004;26:47–51.
7. Rubino F, Schauer PR, Kaplan LM, Cummings DE. Metabolic surgery to treat type 2 diabetes: clinical outcomes and mechanisms of action. *Annual review of medicine*. 2010;61:393–411.
8. Balsiger BM, Murr MM, Poggio JL, Sarr MG. Bariatric Surgery. Surgery for weight control in patients morbid obesity. *Med Clin Nort Am*. 2000;84:477-489.
9. Vanhecke TE, Franklin BA, Miller WM, deJong AT, Coleman CJ, McCullough PA. Cardiorespiratory fitness and sedentary lifestyle in the morbidly obese. *Clinical Cardiology*. 2009;32:121–124.
10. Filipovic A, Kleindöder H, Plück D, Hollmann, W, Bloch W, Grau M. Electromyostimulation-a systematic review of the effects of different electromyostimulation methods on selected strength parameters in trained and elite athletes. *J Strength Cond Res*. 2012;26:2600–2614.
11. Kemmler W, Bebenek M, Engelke K, Stengel SV. Impact of whole-body electromyostimulation on body composition in elderly women at risk for sarcopenia: The Training and ElectroStimulation Trial (TEST-III). 2014;36:395–406.
12. Sillen M, Franssen FME, Gosker HR, Wouters EFM, Spruit MA. Metabolic and Structural Changes in

- 
- 
- Lower-Limb Skeletal Muscle Following Neuromuscular Electrical Stimulation: A Systematic Review. *PLoS ONE*. 2013;8:9.
13. Castello V, Simões RP, Bassi D, Catai AM, Arena R, Borghi-Silva A Impact of aerobic exercise training on heart rate variability and functional capacity in obese women after gastric bypass surgery. *Obesity Surgery*. 2011;21:1739–1749.
  14. Baecke JA, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*. 1982;36:936–942.
  15. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *American Heart Journal*. 1973;85:546–562.
  16. Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise*. 1982;14:377–381.
  17. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166:111–7.
  18. Bouchard DR, Janssen I. Dynapenic-obesity and physical function in older adults. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2010;65:71–77.
  19. Gutch M, Kumar S, Razi SM, Gupta KK, Gupta A. Assessment of insulin sensitivity/resistance. *Indian journal of endocrinology and metabolism*. 2015;19:160–164.
  20. Colley D, Cines B, Current N, Schulman C, Bernstein S, Courville AB, et al. Assessing body fatness in obese adolescents: Alternative methods to Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. *The Digest*. 2015;50:1–7.
  21. Biospace. InBody 720 the precision body composition analyser: user’s manual. Seoul: Biospace Co., Ltda. 2004.
  22. Ling CH, de Craen AJ, Slagboom PE, Gunn DA, Stokkel MP, Westendorp RG, et al. Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clin Nutr*. 2011;30:610–615.
  23. Gobbo LA, Cyrino ES, Petroski EL, Cardoso JR, Carvalho FO, Romanzini M, et al. Validação de equações antropométricas para a estimativa da massa muscular por meio de absorptometria radiológica de dupla energia em universitários do sexo masculino. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14:376–380.
  24. Marcus RL, Addison O, Dibble LE, Foreman KB, Morrell G, LaStayo P. Intramuscular adipose tissue, sarcopenia, and mobility function in older individuals. *J Aging Res*. 2012; doi:10.1155/2012/629637
  25. Borghi-Silva A, Di Thommazo L, Pantoni CB, Mendes RG, Salvini TdeF, Costa D. Non-invasive ventilation improves peripheral oxygen saturation and reduces fatigability of quadriceps in patients with COPD. *Respirology*. 2009;14:537–544.
  26. Miha Bodytec. <http://www.miha-bodytec.com/pt/pagina-inicial/> Accessed 21 Jan 2015.
  27. Kemmler W, Engelke K, Lauber D, Weineck J, Hensen J, Kalender WA. Impact of intense exercise on physical fitness, quality of life, and bone mineral density in early postmenopausal women. Year 2 results of the Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Arch Int Med*. 2004;164:1084–1091.
  28. Kemmler W, Engelke K, von Stengel S, Lauber D, Beeskow C, Pintag R, Weineck J, Kalender, WA. Long term exercise favorably affects menopausal risk factors: The EFOPS-study. *J Strength Cond Res*. 2007;21:232–239.
  29. Kemmler W, Lauber D, Von Stengel S, Engelke K. Developing maximum strength in older adults—A series of studies. In: *Current Results of Strength Training Research*. Gießing, J, Frohlich, M, and Preuss, P, eds. Göttingen, Germany: Cuvillier Verlag. 2005;114–133.
  30. Kemmler W, Schliffka R, Mayhew JL, von Stengel S. Effects of whole-body electromyostimulation on

- 
- 
- resting metabolic rate, body composition, and maximum strength in postmenopausal women: the Training and ElectroStimulation Trial. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2010;24:1880–1887.
31. Kemmler W, von Stengel S. Whole-body electromyostimulation as a means to impact muscle mass and abdominal body fat in lean, sedentary, older female adults: Subanalysis of the TEST-III trial. *Clinical Interventions in Aging*. 2013;8:1353–1364.
  32. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd. edition, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
  33. Rowell LB, O’Leary DS. Reflex control of the circulation during exercise: chemoreflexes and mechanoreflexes. *J Appl Physiol*. 1990;69: 407-18.
  34. Jones KB. Experience with the Roux-en-Y gastric bypass and commentary on current trends. *Obes Surg*. 2000;10:183–185.
  35. Zilberteina B, Neto MG, Ramos AC, Cardoso A. O papel da cirurgia no tratamento da obesidade. *Rev Bras Med*. 2002;59:258-264.
  36. Alam I, Lewis MJ, Lewis KE, Stephens JW, Baxter JN. Influence of bariatric surgery on indices of cardiac autonomic control. *Autonomic neuroscience: basic & clinical*. 2009;151:168–17.
  37. Maser R, Lenhard J, Irgau I, Wynn GM. Impact of Surgically Induced Weight Loss on Cardiovascular Autonomic Function: One-year Follow-up. *Obesity*. 2007;15:364–369.
  38. Nault I, Nadreau E, Paquet C, Brassard P, Marceau P, Biron S, et al. Impact of bariatric surgery-induced weight loss on heart rate variability. *Metabolism, clinical and experimental*. 2007;56:1425–1430.
  39. Evans RK. The Role of Physical Activity Participation in Weight Loss Outcomes Following Weight Loss Surgery. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 2010;4:124–129.
  40. Coen PM, Tanner CJ, Helbling NL, Dubis GS, Hames KC, Xie H, et al. Clinical trial demonstrates exercise following bariatric surgery improves insulin sensitivity. *J Clin Invest*. 2015;125:248–257, 2015.
  41. Wiklund M, Sundqvist E, Fagevik MO. Physical Activity in the Immediate Postoperative Phase in Patients Undergoing Roux-en-Y Gastric Bypass—a Randomized Controlled Trial. *Obesity surgery*. 2015;25:2245-2250.
  42. Borghi-Silva A, Mendes RG, Trimer R, Junior GC, et al. Current trends in reducing cardiovascular disease risk factors from around the world: Focus on cardiac rehabilitation in Brazil. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2014;56:536–542.
  43. Cipriano GJ, Neves LMT, Cipriano GFB, Chiappa GR, Borghi-Silva A. Cardiovascular disease prevention and implications for worksite health promotion programs in Brazil. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2014;56:493–500.
  44. Fernhall B, Borghi-Silva A, Babu AS. The Future of Physical Activity Research: Funding, Opportunities and Challenges. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2015;57:299–305.
  45. Giusti V, Theytaz F, Di Vetta V, Clarisse M, Suter M, Taapy L. Energy and macronutrient intake after gastric bypass for morbid obesity: a 3-y observational study focused on protein consumption. *Am J Clin Nutr*. 2016;103:18–24.
  46. Ito MK, Gonçalves VSS, Faria SLCM, Moizé V, Porporatti AL, Guerra ENS, et al. Effect of Protein Intake on the Protein Status and Lean Mass of Post-Bariatric Surgery Patients: a Systematic Review. *Obesity surgery*. 2017:1-11.
  47. Kittelson AJ, Stackhouse SK, Stevens-Lapsley JE. Neuromuscular Electrical Stimulation after total joint arthroplasty: A critical review of recent controlled studies. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2013;49:909–920.

- 
- 
48. Paillard T, Lafont C, Soulat JM, Montoya R, Costes-Salon MC, Dupui P. Short-term effects of electrical stimulation superimposed on muscular voluntary contraction in postural control in elderly women. *J Strength Cond Res.* 2005;19:640–646.
  49. Neder JA, Sword D, Ward SA, Mackay E, Cochrane LM, Clark CJ. Home based neuromuscular electrical stimulation as a new rehabilitative strategy for severely disabled patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax.* 2002;57:333–337.
  50. Vivodtzev I, Pépin JL, Vottero G, Mayer V, Porsin B, Lévy P, et al. Improvement in quadriceps strength and dyspnea in daily tasks after 1 month of electrical stimulation in severely deconditioned and malnourished COPD. *Chest.* 2006;129:1540–1548.
  51. Arija-Blázquez A, Ceruelo-Abajo S, Díaz-Merino MS, Godino-Durán JA, Martínez-Dhier L, Martín JLR, et al. Effects of electromyostimulation on muscle and bone in men with acute traumatic spinal cord injury: A randomized clinical trial. *The journal of spinal cord medicine.* 2014;37:299–309.
  52. Kondo T, Ono K, Kitano S, Matsuyama R, Goto R, Suico MA, et al. Mild electrical stimulation with heat shock reduces visceral adiposity and improves metabolic abnormalities in subjects with metabolic syndrome or type 2 diabetes: Randomized crossover trials. *EBioMedicine.* 2014;1:80–89.



**ESTUDO II**

**(Versão Em Português)**

André LD, Basso-Vanelli RP, Ricci PA, Jürgensen SP, Di Thommazo-Luporini L,  
Cabiddu R, De Oliveira CR, Borghi-Silva A.

**Impacto da cirurgia bariátrica recente na capacidade funcional em indivíduos  
obesos**

---

---

## RESUMO

**Introdução:** A cirurgia bariátrica em pacientes obesos mórbidos ou obesos com comorbidades tornou-se uma intervenção recorrente quando outras intervenções não são eficazes. Entretanto, os primeiros dias de pós-operatório (PO) são marcados por importante restrição dietética e inatividade física, que podem prejudicar a capacidade bioenergética muscular e a função cardiopulmonar, levando a redução de capacidade funcional e consequente perda da massa magra. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar no pós-operatório mediato da cirurgia bariátrica a composição corporal e a capacidade funcional, por meio da distância percorrida (DP) no teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e as variáveis cardiovasculares (frequência cardíaca=FC), ventilatórias (ventilação minuto = $V_E$ ) e metabólicas (consumo de oxigênio= $VO_2$ ) **Métodos:** trinta e um sujeitos obesos com idade entre 18 a 45 anos submetidos a técnica de cirurgia bariátrica Roux-en-Y *bypass* gástrico foram incluídos. As avaliações pré-operatórias consistiram da mensuração de variáveis antropométricas e de composição corporal, teste cardiopulmonar máximo e o TC6. Os pacientes foram reavaliados no PO logo após a alta hospitalar. **Resultados:** A reavaliação ocorreu em  $6,9 \pm 2,6$  dias no PO. Observou-se redução de todas as variáveis de composição corporal, em especial da massa muscular total ( $\Delta = -3,2 \pm 1,5$  kg). Houve diminuição significativa de  $51,0 \pm 66,1$ m na DP no PO ( $561,7 \pm 29,8$ m versus  $494,9 \pm 64,0$ m,  $p < 0,05$ ). Além disso, houve redução significativa de variáveis metabólicas e ventilatórias durante o TC6 no PO ( $V_E$ :  $\Delta = -7,5 \pm 7,6$ ;  $VO_2$ , %pred:  $\Delta = -10,1 \pm 9,8$ ;  $VO_{2\text{relativo}}$ :  $\Delta = -1,6 \pm 2,0$ ; QR:  $\Delta = -0,10 \pm 0,08$ , com  $p < 0,05$ ). E houve associações significativas entre os parâmetros ventilatórios e metabólicos com a massa magra total e de membros inferiores ( $r > 0,40$ ,  $p < 0,05$ ) **Conclusão:** O período do pós-operatório mediato está associado à redução da composição corporal, especialmente da massa magra e prejuízos na capacidade funcional submáxima. A composição corporal está mais associada aos parâmetros cardiorrespiratórios e metabólicos do que a capacidade funcional. Este estudo reforça a importância da avaliação da capacidade funcional no pós-operatório recente e da implementação precoce de programas de reabilitação para aumentar e/ou manter a capacidade muscular e cardiorrespiratória, afim de melhorar a condição de saúde desses indivíduos.

**Palavras-chave:** Obesidade, capacidade funcional, teste de caminhada de seis minutos, cirurgia bariátrica.

---

---

**ABSTRACT**

**Background:** Bariatric surgery in obese or morbid obese with comorbidities has become an effective and prevalent intervention when other conservative approaches have no effect. However, the first postoperative (PO) days associated with important dietary restriction and physical inactivity, may impair muscle bioenergetic capacity, cardiopulmonary function, leading to muscle mass and muscle fitness' reduction. Therefore, the objective of the present study was to investigate functional capacity by measures of distance walked in the six minutes walking test (6MWT) and cardiovascular (Heart rate = HR), ventilatory (minute ventilation = MV) and metabolic (oxygen uptake =  $VO_2$ ) variables obtained with six and body composition in candidates for bariatric surgery in the PO period. **Methods:** Thirty-one obese subjects, aged between 18 and 45 years, undergoing Roux-en-Y gastric bypass bariatric surgery. The preoperative evaluations consisted in anthropometric variables, body composition, maximal cardiopulmonary exercise test and the 6MWT. Subjects were evaluated at the PO, early after discharge. **Results:** The reevaluation occurred on average  $6,9 \pm 2,6$  days after discharge. Reduction of all variables of body composition, especially total muscle mass ( $\Delta = -3.2 \pm 1.5$  kg) was observed. There was a significant decrease on distance walked about  $51,0 \pm 66,1$ m ( $561,7 \pm 29,8$ m versus  $494,9 \pm 64,0$ m,  $p < 0,05$ ). In addition, there was a decrease of metabolic and ventilatory variables during the 6MWT in the OP (VE:  $\Delta = -7.5 \pm 7.6$ ,  $VO_2$ , %pred:  $\Delta = -10.1 \pm 9.8$ ,  $VO_2$ relative:  $\Delta = 1.6 \pm 2.0$ , QR:  $\Delta = -0.10 \pm 0.08$ ,  $p < 0,05$ ). There was also a significant association between ventilatory and metabolic variables with lean body mass and lean mass of lower limbs ( $r > 0,40$ ,  $p < 0,05$ ). **Conclusion:** The mediate postoperative is associated with body composition reduction, especially lean body mass, and submaximal functional capacity impairments. Body composition is more associated cardiorespiratory and metabolic variables than functional capacity. This study emphasizes the importance of PO assessments and early rehabilitation protocols with the purpose of improving and/or maintenance functional and cardiorespiratory capacities, promoting better health condition for these individuals.

**Keywords:** Obesity, functional capacity, six minutes walking test, bariatric surgery.

---

---

## INTRODUÇÃO

A obesidade, é uma doença resultante de interações genéticas, socioeconômicas e culturais<sup>1</sup>, caracterizada pelo índice de massa corpórea (IMC) maior ou igual a 30 kg/m<sup>2</sup><sup>2,3</sup>, podendo estar associada a comorbidades<sup>4</sup> como diabetes mellitus tipo II, hipertensão arterial, dislipidemias, diversos tipos de cânceres, doenças cardiorrespiratórias, síndrome metabólica e disfunções musculoesqueléticas; que estão associadas a consequentes prejuízos na capacidade funcional e piora da qualidade de vida<sup>5-7</sup>.

A cirurgia bariátrica e metabólica é o tratamento mais eficiente para os obesos mórbidos<sup>8</sup>, com significativa redução da massa corporal e das comorbidades associadas quando o tratamento conservador não surte os efeitos esperados<sup>9-11</sup>. Dentre as técnicas cirúrgicas, o *bypass* gástrico Roux-em-Y (REYBG) é atualmente o tratamento mais eficaz e prevalente, proporcionando perda rápida e sustentada de peso, com melhora do metabolismo da glicose e da insulina, bem como redução dos níveis de adiposidade e de marcadores inflamatórios<sup>12-14</sup>.

Apesar das inúmeras vantagens, os primeiros dias do pós-operatório são marcados por prejuízo nutricional importante, devido à restrição energética e proteica, sobretudo nas primeiras semanas e consequentemente nos três primeiros meses pós cirúrgicos<sup>8</sup>. Neste período há importante redução da massa corporal, que ocorre não somente devido à perda de gordura, mas também da massa muscular<sup>15</sup>. Neste contexto, a perda de peso na primeira semana associada a grande inatividade física no pós-operatório podem prejudicar a capacidade bioenergética muscular, a função pulmonar e cardíaca, proporcionando redução de capacidade funcional e consequente perda da massa magra<sup>15,16</sup>.

Portanto, exercícios realizados de maneira precoce após o procedimento cirúrgico de cirurgia bariátrica são considerados imprescindíveis para rápida recuperação e redução da necessidade de cuidados<sup>17</sup> sendo indicados por diversos estudos<sup>18-20</sup>. Entretanto, a restrição dietética severa e a carência de recomendações dos profissionais da saúde sobre a importância da atividade física precoce fazem muitas vezes com que pacientes permaneçam inativos no pós-operatório<sup>21</sup>.

Há evidências sobre a melhora da capacidade funcional em estudos de *follow-up* de três a doze meses após a realização do procedimento cirúrgico<sup>22,23</sup>, com e sem a aplicação de programas de exercícios físicos<sup>24-26</sup>. Entretanto, não é de nosso

---

---

conhecimento estudos que avaliaram a capacidade funcional no pós-operatório mediato de cirurgia bariátrica.

Essa avaliação nesse período é importante para entender as implicações dessa cirurgia na capacidade funcional e se a mesma está associada à mudanças na composição corporal, em um período com restrições dietéticas e de extrema importância para a aplicação de exercícios físicos importantes. Para isso, o teste de caminhada de seis minutos (TC6) é uma das avaliações que possibilita a identificação dessas limitações funcionais, podendo ser aplicado em pessoas gravemente limitadas<sup>24</sup>, e apresenta validade e reprodutibilidade para população obesa<sup>27,28</sup>.

Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a composição corporal e a capacidade funcional no pós-operatório recente de pacientes submetidos à cirurgia de *bypass* gástrico (CBG) por meio do desempenho e das variáveis cardiovasculares, ventilatórias e metabólicas obtidas no TC6.

Hipotetizamos assim, que o período pós-operatório mediato acarretará em redução de variáveis de composição corporal, dentre elas a massa gorda e massa magra e também redução de capacidade funcional associada a redução das variáveis cardiovasculares, ventilatórias e metabólicas.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Desenho do Estudo**

Trata-se de um estudo prospectivo e observacional, desenvolvido no laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP: 966.613) e todos os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes do início do protocolo.

### **Amostra**

Os voluntários foram recrutados e encaminhados por médicos gastroenterologistas responsáveis pelo procedimento cirúrgico das cidades de São Carlos e Araraquara, durante um período de dois anos (2015 até 2017). Além disso, o estudo foi divulgado por meio eletrônico, redes de comunicação via internet, entrega de panfletos e também por meio de divulgação nos consultórios médicos da cidade de São Carlos e Araraquara. Foram incluídos indivíduos obesos ( $IMC \geq 35 \text{ kg/m}^2$ ) com

---

---

comorbidades associadas ou morbidamente obesos ( $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$ ) há pelo menos 3 anos ou mais, sem respostas efetivas aos tratamentos convencionais (farmacológicos ou não) por 1 ano, com idade entre 18 e 45 anos que foram submetidos à CBG. Também foram incluídos sujeitos com  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ , desde que, a critério da equipe médica e do endocrinologista, devido à presença de comorbidades importantes, de acordo com o Consenso Bariátrico Brasileiro (2008).

Os critérios de exclusão foram: sujeitos com comprometimentos ortopédicos (artrose e dor) ou neurológicos que impediam a participação em um programa de exercício físico, infarto do miocárdio, marcapasso implantado ou síntese metálica, angina instável, distúrbios crônicos no ritmo cardíaco, doença cardíaca valvular de grau moderado ou severo, história consistente com doença cardíaca, hipertensão arterial não controlada, *diabetes mellitus* não controlado e/ou insulino-dependente, uso de beta-bloqueador, mulheres na pós-menopausa, e participação em um programa regular de exercício físico no início do estudo. Também foram excluídos do presente estudo sujeitos que apresentassem doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) ou outras doenças respiratórias, ou que tinham qualquer contra indicação ao teste ergoespirométrico; alguma condição que pudesse comprometer a realização dos testes funcionais, arteriopatas distais, quaisquer doenças inflamatórias, renais, hepáticas, com neuropatia diabética documentada; déficit cognitivo, dificuldade de compreensão e/ou de aderência aos procedimentos do estudo; usuários declarados de drogas ilícitas e gestação. Sujeitos tabagistas atuais cujos hábitos não foram interrompidos no acompanhamento multidisciplinar de um, com quaisquer alterações na função pulmonar (distúrbio restritivo e ou obstrutivo), usuários de medicamentos psicotrópicos, ansiolíticos, antidepressivos, medicamentos para controle do apetite também foram também excluídos da pesquisa.

### **Procedimentos**

Todos os sujeitos recrutados estavam na fila de espera para cirurgia bariátrica, acompanhados por uma equipe multidisciplinar (médico clínico, cirurgião, anestesista, cardiologista, fisioterapeuta, nutricionista e psicólogo) por um período mínimo de 1 ano. Recomendações durante este período com relação à cessação de hábitos tabágicos e álcool foram dadas previamente à cirurgia. Todos os pacientes foram submetidos a exame clínico prévio ao procedimento cirúrgico, realizado pelo gastroenterologista responsável e por um cardiologista. Este exame consistiu de uma abrangente história

---

---

clínica, eletrocardiograma (ECG) de repouso de 12 derivações, endoscopia digestiva alta, ultrassom de abdome e exames laboratoriais (hemograma, função renal, perfil lipídico, glicemia em jejum, função hepática).

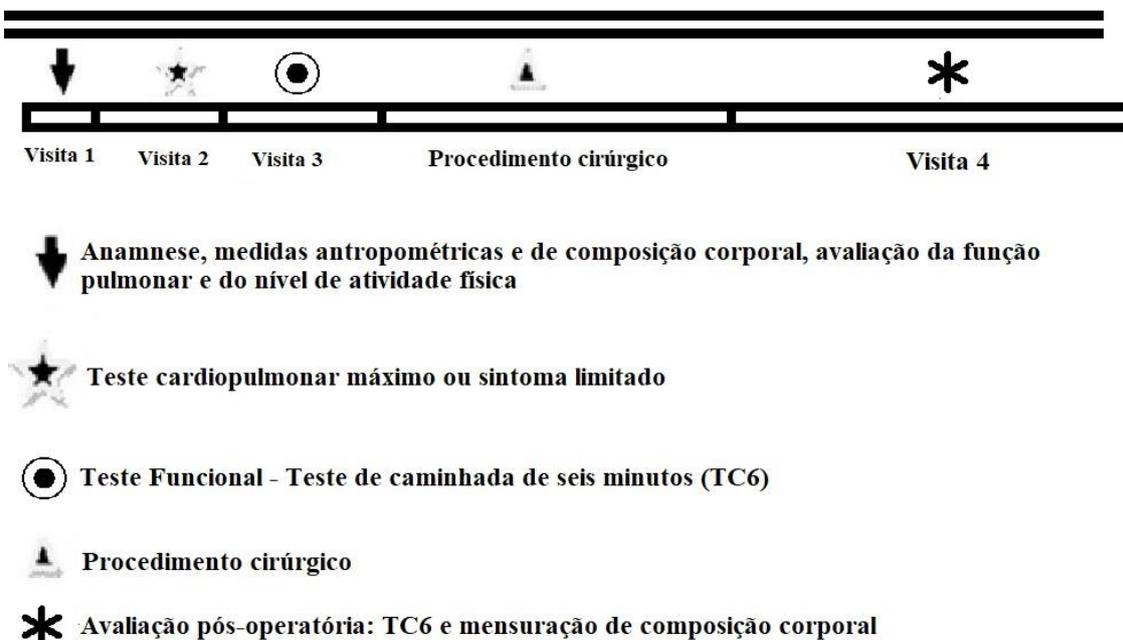
### **Familiarização**

Antes dos procedimentos experimentais, os sujeitos foram familiarizados com os testes e foram realizadas orientações quanto aos mesmos. Os sujeitos foram avaliados no período da tarde para evitar diferentes respostas fisiológicas devido às mudanças circadianas; e foi solicitado para não ingerirem cafeína, bebida alcoólica ou qualquer outro estimulante na noite anterior bem como no dia da coleta de dados, além de não realizarem atividades extenuantes no dia anterior. Todos os experimentos foram realizados em ambiente climatizado, com temperatura controlada entre 22 a 24 °C e umidade relativa do ar entre 40 a 60%.

### **Avaliações**

O pré-operatório foi composto de três visitas, separadas por intervalos mínimos de 48hs cada. Foi realizada a anamnese, familiarização com os testes, avaliação da função pulmonar, avaliação do padrão de atividade física regular, mensuração das variáveis antropométricas e da composição corporal, teste ergoespirométrico máximo ou sintoma limitado com função diagnóstica e teste de caminhada de seis minutos (TC6).

A avaliação do pós-operatório ocorreu de dois a dez dias após a alta com a avaliação antropométrica e de composição corporal, além do TC6, quando não houvesse presença de dor por parte do sujeito. Os testes foram realizados por fisioterapeutas capacitados e familiarizados com a realização dos mesmos.



**Figura 1:** Sequência dos procedimentos experimentais.

#### **Avaliações pré-operatórias:**

**1ª Visita: Anamnese, medidas antropométricas e de composição corporal, avaliação da função pulmonar e do nível de atividade física.**

#### **Medidas antropométricas**

A estatura e a massa corporal foram mensuradas com os sujeitos descalços e com uso de roupas leves por meio da balança antropométrica (Welmy R-110, Santa Barbara do Oeste, São Paulo, Brasil), sendo a variação de 1 mm e 0,1 kg, respectivamente. O IMC foi calculado pela divisão da massa corporal em quilogramas pela estatura em metros ao quadrado ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

#### **Mensuração da composição corporal**

Essa medida foi realizada por meio da balança de bioimpedância In Body 720 (Seol, Korea) que avalia a composição corporal e outras informações nutricionais por meio de espectroscopia de bioimpedância em um sistema tetrapolar com 8 eletrodos, o qual fornece análises segmentadas da composição corporal<sup>29</sup>, sendo considerado um método seguro, eficaz e confiável quando comparada à outros sistemas de avaliação da

---

---

composição corporal como a técnica de dupla energia de raios-X por meio da absorciometria digital (DXA)<sup>30,31</sup>.

Os sujeitos foram avaliados pelo mesmo técnico, de forma padronizada, e foram orientados a realizar jejum de 4 horas, cumprindo os procedimentos especificados na literatura, a não consumir álcool 48 horas antes do teste, não realizar atividade física de intensidade moderada à elevada nas 12 horas antes da avaliação e a retirar objetos metálicos<sup>30,31</sup>.

### **Função pulmonar**

Os sujeitos foram submetidos à avaliação da função pulmonar por meio da espirometria a partir do software Oxycon Mobile® (Mijnhardt/Jäger, Würzburg, German) para mensuração de volumes, capacidades e fluxos pulmonares na condição de repouso, segundo as normas da American Thoracic Society/ European Respiratory Society<sup>32</sup> e a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia<sup>33</sup>.

Foram realizadas apenas manobras de capacidade vital forçada (CVF), e verificado os valores previstos das variáveis CVF e Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF1), além da relação VEF1/CVF, a fim identificar a presença de distúrbios ventilatórios, determinados como critérios de não inclusão do estudo<sup>34</sup>.

### **Nível de atividade física: Questionário Baecke**

Foram avaliadas informações relacionadas à ocupação, atividades esportivas e hábitos de lazer por meio do questionário de Baecke<sup>35</sup> para caracterização da amostra. Este questionário consiste em uma escala de 1 a 5 (5 representando os mais ativos), com oito questões relativas à ocupação, quatro abordando atividades esportivas, e quatro abordando hábitos de lazer habitual, a soma desses domínios é a pontuação final do questionário e considerada para caracterização.

### **2ªVisita: Teste Cardiopulmonar máximo ou sintoma limitado**

Esse teste foi realizado a fim de detectar doenças cardiovasculares que impedissem a inclusão do sujeito no estudo. Por isso, o teste foi realizado na presença de um médico, em esteira ergométrica (Super ATL, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil), usando um protocolo incremental de Bruce<sup>36</sup>, sendo os voluntários monitorizados por um eletrocardiograma (ECG) de 12 derivações (Sistema WinCardio, Microme, Brasília, Brasil) e encorajados a realizar o teste até a exaustão. A cada etapa

---

---

foram verificadas a pressão arterial e as respostas subjetivas de dispneia, fadiga em membros inferiores e angina, pela escala CR10<sup>37</sup>.

O registro dos parâmetros metabólicos e ventilatórios foi realizado por um sistema portátil de ergoespirometria Oxycon Mobile® (Mijnhardt/Jäger, Würzburg, German) com as medidas obtidas no pico do exercício, respiração a respiração calculado com médias móveis. Esse dispositivo para análise dos gases expirados é capaz de fornecer informações em tempo real de variáveis ventilatórias e metabólicas, e enviar por telemetria para uma estação base conectada a um computador<sup>38</sup>.

### **3ª Visita: Teste Funcional - Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6)**

Os princípios gerais do teste bem como os estímulos verbais foram padronizados e baseados nas recomendações da ATS/ American College of Chest Physicians<sup>39</sup>. Os sujeitos foram orientados a caminhar continuamente, a maior distância possível, em um percurso de 30 metros durante seis minutos, sendo permitido diminuir o ritmo e, até mesmo interromper o teste caso fosse necessário. A distância percorrida e o percentual em relação ao predito, baseada em Capodaglio et. al.<sup>40</sup>, foram usadas nas análises.

Os parâmetros ventilatórios e metabólicos foram captados da mesma forma como citado anteriormente no TCP. Antes do início, no pico e no final da recuperação foram monitorizadas as pressões arteriais sistólica e diastólica. A frequência cardíaca (FC) e sensação subjetiva de esforço físico, verificada pela escala de Borg 10 foram obtidas no repouso, no terceiro minuto de teste, no pico, bem como nos 1º, 3º e 6º minuto de recuperação.

### **Procedimento cirúrgico**

Os sujeitos foram submetidos à CBG por videolaparoscopia<sup>41</sup>, que é descrita como uma combinação de um procedimento restritivo e desabsortivo<sup>42</sup>. Caso houvesse quaisquer complicações pós-operatórias (fístulas, tromboembolismo venoso, embolia pulmonar, pneumonia) os pacientes seriam excluídos deste estudo.

### **Avaliação pós-operatória: TC6 e mensuração da composição corporal**

A avaliação do pós-operatório ocorreu em programação mínima de dois a dez dias após a alta hospitalar com a mensuração de medidas antropométricas e de

---

---

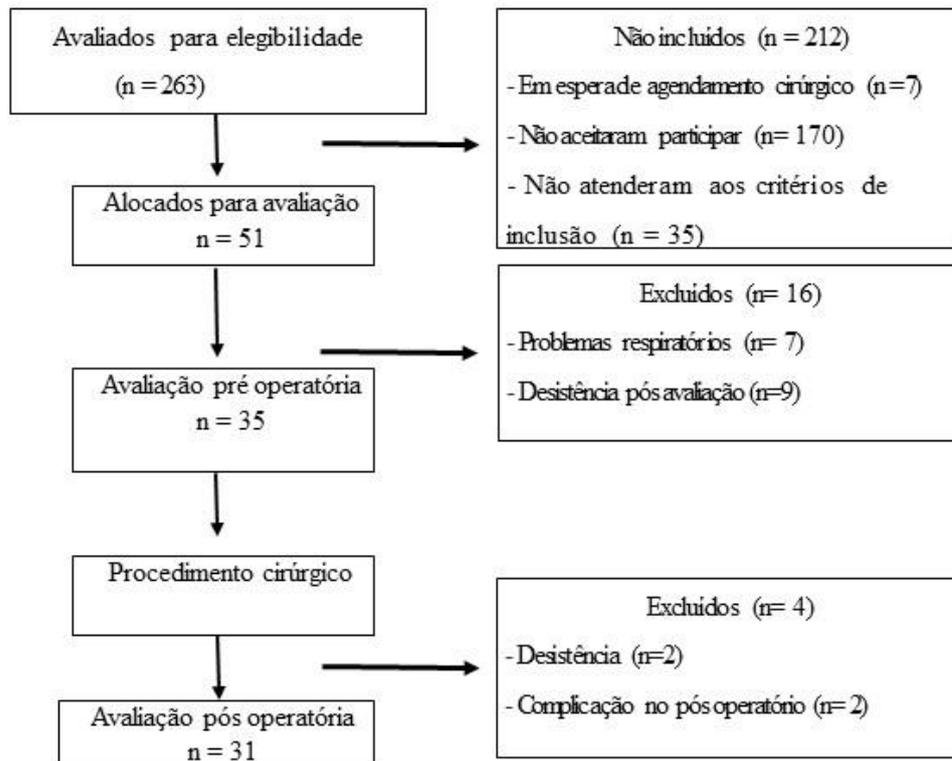
composição corporal e o TC6, na ausência de dor ou quaisquer complicações que pudessem contraindicar as avaliações pós-operatórias propostas.

### **Análise Estatística**

Para testar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, sendo os dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão ou mediana (intervalo interquartilico), para aqueles com distribuição paramétrica e não paramétrica, respectivamente. As diferenças entre o pré e pós-operatório foram verificadas pelo teste t Student Pareado ou Wilcoxon conforme a normalidade do teste. Foi também realizada análise de correlação com os coeficientes de correlação de Pearson ou Spearman para as variáveis de distribuição paramétrica e não paramétrica, respectivamente. Os valores de r foram interpretados da seguinte maneira 0,0-0,19: nenhuma correlação, r=0,20-0,39: fraca, r=0,4-0,69 moderada, r=0,70-0,89: forte, r=0,9-1,00: muito forte (Weber, 1970). O programa estatístico utilizado foi o SPSS Statistics do Windows, Versão 17.0. (SPSS Inc., Chicago, Illinois, Estados Unidos da América), com nível de significância de 5%.

### **RESULTADOS**

Os resultados a seguir correspondem a uma amostra total de 31 sujeitos que concluíram as avaliações pré e pós-operatórias propostas. Abaixo, o fluxograma (Figura 1) que mostra o número de voluntários recrutados, motivos da exclusão e o número que compõem nossa amostra, cujos pacientes foram recrutados entre 2015 e 2017, a partir de 261 sujeitos avaliados e convidados a participar do projeto. Desta amostra, 212 sujeitos não foram alocados de acordo com os critérios citados. A partir de então, 49 pacientes foram triados e avaliados para que pudessem ser inclusos na amostra, sendo que pelos itens mencionados, e pela desistência após o procedimento cirúrgico, 31 sujeitos finalizam todas as avaliações propostas.



**Figura 2.** Fluxograma da triagem e seleção dos sujeitos avaliados

Na tabela 1 estão descritos os dados de caracterização da amostra. Observa-se que a amostra incluiu sujeitos com obesidade grau II e grau III (obesidade mórbida), sendo maioria do gênero feminino e as variáveis espirométricas estão dentro da normalidade. Quanto ao TCP, constata-se que se tratou de um teste máximo, sendo que os sujeitos atingiram altos valores de  $VO_2$  ( $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ) – cerca de 80% do predito – FC e QR. Além disso, o tempo após a alta hospitalar em os sujeitos foram avaliados foi em média de uma semana.

**Tabela 1.** Dados demográficos, antropométricos, da função pulmonar e aqueles obtidos no teste cardiopulmonar dos sujeitos avaliados.

	<b>PRÉ (n=31)</b>
Idade (anos)	37,8±9,8
Baecke (score)	6,69±1,27
Sexo (F/M)	(28/3)
Estatura (m)	1,65±0,07
Massa corporal (Kg)	111,7±18
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	40,7±4,9
Relação C/Q	1,13±0,9
<b>Função Pulmonar</b>	
CVF (L)	3,28±0,57
CVF (% pred)	91,96±10,91
VEF <sub>1</sub> (L)	2,80±0,52
VEF <sub>1</sub> (%pred)	94,36±12,91
VEF <sub>1</sub> /CVF	85,33±10,02
<b>TCP – Variáveis metabólicas pico</b>	
VO <sub>2</sub> , (%pred)	81,1±8,7
VO <sub>2</sub> , (mL.min <sup>-1</sup> )	1703,4±296,2
VO <sub>2</sub> , (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	15,6±2,4
VCO <sub>2</sub> , (mL.min <sup>-1</sup> )	2217,6±393,6
QR	1,30±0,11
<b>TCP – Variáveis ventilatórias pico</b>	
V <sub>E</sub> , (L.min <sup>-1</sup> )	83,5±15,4
FR, (r.min <sup>-1</sup> )	45,1±8,8
VC insp, (mL)	1926,4±440,7
<b>TCP - Variáveis Cardiovasculares pico</b>	
FC, (bpm)	173,2±14,8
FC, (%pred)	95,4±8,3

Legenda: IMC: índice de massa corporal; Relação C/Q: relação cintura/quadril; Dias PO: média de dias após alta hospitalar que foi realizada avaliação; CVF: capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio; VCO<sub>2</sub>: produção de dióxido de carbono; QR: quociente respiratório; VE: ventilação; FR: frequência respiratória; VC insp: volume corrente inspiratório; FC: frequência cardíaca \*Teste t Student pareado, p<0,05.

Os pacientes foram avaliados em média  $6,9 \pm 2,6$  dias após a realização do procedimento cirúrgico. Observou-se em relação a este período, diminuição significativa da massa corporal e do IMC no período pós-operatório, sendo que a massa corporal diminuiu cerca de 6Kg ( $p < 0,05$ ). Nos primeiros dias do pós-operatório observamos que já houve diminuição significativa da massa muscular total, assim como da massa de gordura total, em média de 3Kg cada. E observou-se também diminuição da massa magra, massa de gordura e porcentagem de gordura em tronco e membros de forma significativa (Tabela 2).

**Tabela 2.** Comparação das variáveis de composição corporal no pré e pós-operatório.

	<b>Pré</b> <b>(n=31)</b>	<b>PO</b> <b>(n=31)</b>	<b>Delta Relativo</b> <b>(%)</b>	<b>Delta</b> <b>Absoluto</b>
Massa corporal (kg)	111,7 $\pm$ 18	105,5 $\pm$ 16,8*	-5,5 $\pm$ 2,0	-6,0 $\pm$ 2,3
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	40,7 $\pm$ 4,9	38,2 $\pm$ 4,8*	-6,2 $\pm$ 3,4	-2,5 $\pm$ 1,3
Massa Muscular Total (kg)	52,6 $\pm$ 7,6	49,5 $\pm$ 7,4*	-6,1 $\pm$ 3,0	-3,2 $\pm$ 1,5
Massa de Gordura Total (kg)	56,1 $\pm$ 8,5	52,5 $\pm$ 7,9*	-6,4 $\pm$ 3,8	-3,6 $\pm$ 2,4
% Gordura corporal	48,9 $\pm$ 3,8	49,4 $\pm$ 3,7	0,4 $\pm$ 2,4	0,2 $\pm$ 1,1
<b>Membros superiores</b>				
Massa Magra (kg)	7,0 $\pm$ 1,3	6,5 $\pm$ 1,2*	-8,0 $\pm$ 5,3	-0,6 $\pm$ 0,3
Massa de Gordura (kg)	12,7 $\pm$ 4,0	11,4 $\pm$ 3,7*	-9,8 $\pm$ 4,7	-1,3 $\pm$ 0,7
Percentual de Gordura (%)	14,0 $\pm$ 5,6	12,24 $\pm$ 4,7*	-11,3 $\pm$ 8,3	-1,7 $\pm$ 1,9
<b>Tronco</b>				
Massa Magra (kg)	27,7 $\pm$ 3,7	26,1 $\pm$ 3,8*	-5,6 $\pm$ 3,5	-1,5 $\pm$ 0,9
Massa de Gordura (kg)	27,1 $\pm$ 3,5	26,0 $\pm$ 3,7*	-4,1 $\pm$ 2,9	-1,1 $\pm$ 0,8
Percentual de Gordura (%)	5,1 $\pm$ 0,9	4,9 $\pm$ 0,9*	-4,0 $\pm$ 3,0	-0,2 $\pm$ 0,1
<b>Membros inferiores</b>				
Massa Magra (kg)	15,9 $\pm$ 2,6	15,1 $\pm$ 2,7*	-4,8 $\pm$ 3,1	-0,7 $\pm$ 0,5
Massa de Gordura (kg)	12,7 $\pm$ 2,0	12,3 $\pm$ 2,0*	-3,1 $\pm$ 6,9	-0,4 $\pm$ 0,9
Percentual de Gordura (%)	5,4 $\pm$ 1,1	5,2 $\pm$ 1,1*	-3,3 $\pm$ 7,0	-0,2 $\pm$ 0,4

IMC: índice de massa corporal; Análise: \*Teste t Student pareado,  $p < 0,05$ .

---

---

Quanto ao desempenho funcional, houve queda significativa da DPTC6 no pós-operatório, em média 50 metros, assim como da velocidade média ( $P < 0.05$ ). Entretanto, a FR e FC foram similares entre o pré e o pós-operatório (Tabela 3). Interessantemente, apesar da mesma performance cronotrópica, a PAS e PAD reduziram significativamente após a cirurgia ( $P < 0.05$ ).

Essa queda no desempenho funcional refletiu em redução significativa nos dados metabólicos tais como  $VO_2$  absoluto ( $ml \cdot min^{-1}$ ) ( $\Delta: -10,1 \pm 9,8$ ),  $VO_2$  relativo ( $ml \cdot Kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) ( $\Delta: -198,9 \pm 199,7$ ) e  $VCO_2$  ( $ml \cdot min^{-1}$ ) ( $\Delta: -294,7 \pm 171,5$ ), além da diminuição significativa do QR no pós-operatório. Houve ainda redução significativa da  $V_E$  ( $L \cdot min^{-1}$ ), as custas da redução do VC e não da FR, nesse período.

**Tabela 3.** Dados de capacidade funcional, metabólicos, ventilatórios, cardiovasculares e sintomas subjetivos do esforço no pré e pós-operatório.

Variáveis TC6	Pré (N=31)	PO (N=31)	Delta Relativo (%)	Delta Absoluto
DPTC6, (m)	494,9±64,0	444,0±55,9*	-9,5±12,4	-51,0±66,1
DP-Prevista, (m)	561,7±29,8	572,7±29,4	0,02±0,01	11,0±10,8
V <sub>méd</sub> , (km.h <sup>-1</sup> )	4,9±0,6	4,4±0,5*	-9,5±12,4	-0,5±0,7
<b>Dados Metabólicos</b>				
VO <sub>2</sub> , (%pred)	55,5±11,9	45,3±13,0*	-0,8±3,4	-10,1±9,8
VO <sub>2</sub> , (mL.min <sup>-1</sup> )	1154,5±263,0	965,6±283,8*	-17,0±18,6	-198,9±199,7
VO <sub>2</sub> , (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	10,5±2,0	8,8±2,5 <sup>¶</sup>	-14,8±20,2	-1,6±2,0
VCO <sub>2</sub> , (mL.min <sup>-1</sup> )	1129,9±290,2	843,6±263,9 <sup>¶</sup>	-26,0±15,5	-294,7±171,5
QR	0,97±0,08	0,86±0,07*	-9,92±8,71	-0,10±0,08
<b>Dados ventilatórios</b>				
V <sub>E</sub> , (L.min <sup>-1</sup> )	39,5±10,4	32,3±11,0*	-18,7±19,1	-7,5±7,6
FR, (br.min <sup>-1</sup> )	32,1±7,2	30,0±8,6	-0,2±0,6	-2,0±6,7
VC insp, (mL)	1343,4±410,4	1180,3±385,3 <sup>¶</sup>	-0,1±0,2	-178,5±229,0
<b>Dados Cardiovasculares</b>				
FC, (bpm)	126±10,9	124,9±15,3	-0,4±13,1	-1,0±16,0
FC, (%pred)	69,4±7,0	68,9±9,6	-0,3±13,0	-0,5±8,7
PAS, (mmHg)	161,6±24,6	152,4±20,4*	-4,1±17,7	-9,2±28,1
PAD, (mmHg)	96,2±11,7	93,4±10,6*	-1,9±13,7	-2,8±13,4
<b>Sintomas</b>				
Dispneia	1,4±1,5	1,4±1,3	-	0,1±1,1
Fadiga de MMII	0,7±1,0	0,8±1,2	-	1,0±1,1

TC6: teste de caminhada de seis minutos; V<sub>média</sub>: velocidade média de caminhada; VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio; VCO<sub>2</sub>: produção de dióxido de carbono; QR: quociente respiratório; V<sub>E</sub>: ventilação; FR: frequência respiratória; VC insp: volume corrente inspiratório; FC: frequência cardíaca, PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; MMII: membros inferiores. Análise paramétrica: \*Teste t Student pareado. Análise não paramétrica: <sup>¶</sup> Teste de Wilcoxon, p<0,05.

---

---

Observou-se que houve correlação positiva e moderada entre os valores das variáveis metabólicas e da ventilação com a massa muscular total, e da ventilação com a massa corporal ( $r=0,43$ ,  $p=0,02$ ), mostrando que quanto maior a massa muscular no pré e PO melhor o desempenho no teste. Houve também correlação aumentada, positiva e moderada do  $VO_2$  absoluto com a massa muscular de membros inferiores previamente à cirurgia ( $r=0,68$ ,  $p=0,00$ ) e com o pós-operatório ( $r=0,58$ ,  $p=0,00$ ), bem como do  $VCO_2$  com a massa muscular de membros inferiores antes da cirurgia ( $r=0,60$ ,  $p=0,00$ ) e após a cirurgia ( $r=0,52$ ,  $p=0,00$ ) (Tabela 4).

Contudo, no presente estudo, não houve correlação entre a redução da distância percorrida no teste de caminhada com a perda de massa corporal, a massa magra ou a massa gorda ( $p>0,05$ ).

## ESTUDO II

**Tabela 4.** Correlações entre medidas de composição corporal e variáveis metabólicas e ventilatórias obtidas no TC6.

	<b>Massa muscular (Kg) Pré</b>	<b>Massa muscular (Kg) PO</b>	<b>Massa corporal (Kg) Pré</b>	<b>Massa corporal (Kg) PO</b>	<b>Massa muscular de MMII Pré</b>	<b>Massa Muscular de MMII PO</b>
VO <sub>2</sub> (mL.min <sup>-1</sup> ) Pré	r=0,58 p=0,001	r=0,616 p=0,00	—	—	r=0,68 p=0,00	—
VO <sub>2</sub> (mL.min <sup>-1</sup> ) PO	r=0,53 p=0,03	r= 0,59 p=0,01	—	—	—	r=0,58 p=0,00
VCO <sub>2</sub> (mL.min <sup>-1</sup> ) Pré	r= 0,51 p=0,003	r=0,58 p=0,001	—	—	r=0,60 p=0,00	—
VCO <sub>2</sub> (mL.min <sup>-1</sup> ) PO	r= 0,40 p=0,03	r=0,47 p=0,01	—	—	—	r=0,52 p=0,00
VE (L.min <sup>-1</sup> ) Pré	r= 0,53 p=0,002	r= 0,59 p=0,001	r=0,44 p=0,01	r=0,47 p=0,00	r=0,46 p=0,01	—
VE(L.min <sup>-1</sup> ) PO	r= 0,43 p=0,02	r= 0,57 p=0,002	r=0,43 p=0,02	r=0,40 p=0,00	—	r=0,44 p=0,02

VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio; VCO<sub>2</sub>: produção de dióxido de carbono; VE: ventilação. Análise paramétrica: Teste de Pearson, p<0,05.

## ESTUDO II

---

---

### DISCUSSÃO

Alguns achados do presente estudo são de caráter inovador. Para nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que investigou as repercussões da CBG no pós-operatório recente na composição corporal e capacidade funcional, incluindo as variáveis de distância percorrida, e as análises ventilatórias e metabólicas deste teste. Observou-se redução significativa de massa magra generalizada uma semana após essa cirurgia, associada a redução da capacidade funcional, visto pela redução da distância percorrida, assim como das variáveis metabólicas e ventilatórias nesse período. Contudo, associações moderadas foram encontradas entre os parâmetros ventilatórios e metabólicos e a composição corporal, sem nenhuma associação entre a distância percorrida no TC6 com estas medidas de perda de peso.

A capacidade funcional e de exercício mostraram-se reduzidas já no período pré-operatório, visto que a DPTC6 foi de 66 metros a menos que o previsto, correspondendo a 88,1%, segundo a fórmula de Capodaglio et. al.<sup>40</sup>. Observou-se que a amostra foi composta em sua maioria de obesos mórbidos, com alto valor de IMC, assim como de massa e porcentagem de gordura e de acordo como alguns autores há uma correlação negativa do IMC com o desempenho funcional<sup>23,28,40,43</sup>.

No teste cardiopulmonar realizado também no período pré-operatório observou-se que o VO<sub>2</sub> pico atingido foi de 15,6 ml/kg/min, considerado reduzido em relação aos indivíduos eutróficos<sup>44,45</sup>, também encontrado no estudo de Gallagher et al.<sup>46</sup> em obesos mórbidos e semelhante a aptidão cardiorrespiratória de sujeitos não obesos com insuficiência cardíaca classe III-IV pela NYHA, com valores de VO<sub>2</sub>máx de 14.7 a 17.3 mL/kg/min<sup>47</sup>.

Vale ressaltar que para uma mesma carga de trabalho, indivíduos obesos apresentam maior VO<sub>2</sub> comparado a eutróficos<sup>39</sup>, que pode ser explicado pela redução de tolerância ao exercício, com aumento do lactato sanguíneo e acidose metabólica, fazendo com que obesos apresentem menor tempo e desempenho durante o teste<sup>45</sup>. Sabe-se que o TCP pode ser uma ferramenta de avaliação prognóstica nessa população, uma vez que a capacidade aeróbia obtida pelo VO<sub>2</sub>máx é estabelecida na literatura como preditor de

## ESTUDO II

---

---

mortalidade<sup>47</sup>, e segundo Barry et al.<sup>48</sup> a redução do condicionamento cardiorrespiratório parece ser um importante preditor de morbimortalidade na obesidade.

A capacidade aeróbica em indivíduos obesos pode ser explicada pela baixa capacidade oxidativa devido a uma maior concentração de fibras musculares tipo II, mais susceptíveis a resistência insulínica, dificultando assim a oxidação lipídica, além da deposição de gordura entre as fibras musculares prejudicando sua eficiência<sup>49</sup>. Além disso, ocorre também devido a disfunção musculoesquelética, como redução da força e resistência muscular, e da flexibilidade, que contribuem para dor e limitação funcional<sup>7,28</sup>. Somando-se a alterações de marcha (passos mais curtos e menor velocidade), déficits posturais e de equilíbrio com maior risco de queda<sup>7,28</sup>

Importante destacar que excluímos os indivíduos com distúrbios ventilatórios, visto que a função ventilatória comprometida pode ser um fator adicional para prejuízos na capacidade de exercício físico<sup>23,50</sup>. Entretanto, referente a função pulmonar, ainda há controvérsias na literatura sobre volumes e capacidades pulmonares em obesos, tendo em vista que alguns achados demonstraram que um menor IMC acarreta em valores espirométricos mais altos quando foram comparados sujeitos antes e após a cirurgia bariátrica<sup>51</sup>.

Já nestes primeiros dias do pós-operatório, por sua vez, observamos redução significativa de todas as variáveis de composição corporal, com perda não somente de gordura, mas também de massa magra de membros superiores, inferiores, de tronco e, conseqüente redução da massa corpórea total. Isso é explicado, pelo próprio procedimento cirúrgico, no qual a cirurgia de *bypass* gástrico considerada um procedimento misto, com técnicas restritiva e malabsortiva associadas, reduz o contato do alimento com as enzimas digestivas, e indivíduos ficam expostos a deficiência proteica<sup>52</sup>. Além disso, nessa primeira semana após a realização do procedimento, em que os sujeitos foram avaliados, a dieta é bastante restritiva, ou seja, hipocalórica, com ingesta somente de líquidos (água, chás claros, gelatinas), o que explica a acentuada perda de peso, e conseqüente perda de massa muscular.

Segundo alguns estudos a restrição proteica imposta pela dieta citada apresenta forte correlação com a perda de massa magra, em especial nos primeiros 3 meses após a

## ESTUDO II

---

---

cirurgia<sup>53-55</sup>. Contudo, no presente estudo, o objetivo foi avaliar a fase precoce de perda de peso e sua associação aos prejuízos da capacidade funcional.

Estudos prévios têm mostrado que a redução da massa muscular provoca alterações da estrutura e/ou da função do conteúdo mitocondrial<sup>56,57</sup>, que associado com a redução importante da ingestão alimentar, e a inatividade física desses indivíduos, principalmente no pós-operatório, causam um declínio acentuado da capacidade oxidativa muscular, refletido na piora da capacidade funcional, observada neste estudo, quando comparado ao período basal.

Houve redução de todos os parâmetros ventilatórios e metabólicos no TC6 em relação ao basal. Apesar de não haver, para nosso conhecimento, estudos que avaliem essas respostas em obesos durante essa avaliação funcional, principalmente no pós-operatório recente, essa queda das variáveis ventilatórias e metabólicas parece estar associada a própria redução da composição corporal e não necessariamente do desempenho físico pela DPTC6. Diante disso, a avaliação da capacidade funcional por meio das variáveis metabólicas e ventilatórias torna-se muito importante na identificação de limitações subjacentes a obesidade e ao desempenho de atividades de vida diária e auxilia no planejamento de um programa de reabilitação<sup>58</sup>. Os resultados do presente estudo enfatizam a necessidade de protocolos de reabilitação precoce a fim de promover aumento ou manutenção da força e/ou resistência muscular, além de aptidão cardiorrespiratória, a fim de melhorar a condição de saúde desses indivíduos.

No presente estudo, observamos redução significativa da DPTC6 de aproximadamente 50 metros e também da velocidade média de caminhada no pós-operatório comparado ao basal. Entretanto, frente a um desempenho reduzido, a FR, e os parâmetros de FC, FC%predito, e a percepção de esforço permaneceram semelhantes demonstrando que apesar dos pacientes serem incentivados a realizar esforços submáximos durante os testes, o desempenho foi prejudicado no pós-operatório. Contudo, a DPTC6 “per se” não se associou a perda da composição corporal, representados pelos parâmetros de peso, massa magra total ou de membros inferiores.

Embora o TC6 seja um teste importante e que tem sido muito utilizado na avaliação de pacientes com doenças cardiorrespiratórias crônicas e em pacientes submetidos a intervenções cirúrgicas, as medidas metabólicas utilizadas durante este teste

## ESTUDO II

---

---

no presente estudo foram mais sensíveis para se associar com a perda de peso ocorrida no pós-operatório de que a DPTC6 avaliada de forma isolada. Neste sentido, a realização de testes funcionais associados a medidas ventilatórias e metabólicas podem ser ferramentas interessantes para a avaliação de pacientes submetidos a esta intervenção cirúrgica, além de serem ferramentas importantes para a prescrição precoce de atividade física em programas de treinamento físico a pacientes obesos.

Algumas limitações do nosso estudo devem ser mencionadas. Primeiramente, apesar de sabermos que a dieta restritiva e hipocalórica leva a redução de massa muscular e que os pacientes mantiveram a mesma conduta da equipe com relação a dieta utilizada no pós-operatório, nosso estudo não mensurou o aporte energético ingerido pelos pacientes nesse período. Embora a queda do desempenho obtido foi (em média de 50m) clinicamente e estatisticamente significativo, o mesmo não se associou com a perda da massa muscular. Assim, acreditamos que outros fatores não avaliados no presente estudo podem ter contribuído para o prejuízo funcional, como fatores bioenergéticos musculares, motivação do paciente, entre outros. Desta maneira, estudos que envolvam biópsia muscular podem ser capazes de mostrar as adaptações do conteúdo mitocondrial e das fibras musculares durante a perda de peso induzida pelo procedimento cirúrgico e dieta restritiva, ou mesmo outras medidas psicofisiológicas (motivação, entre outros).

## CONCLUSÃO

No pós-operatório recente de cirurgia bariátrica já produz redução da composição corporal, especialmente da massa magra e prejuízos na capacidade funcional submáxima. A composição corporal está mais associada aos parâmetros cardiorrespiratórios e metabólicos do que do desempenho funcional em obesos submetidos à cirurgia bariátrica recente. Este estudo reforça a importância da avaliação da capacidade funcional associada a parâmetros cardiorrespiratórios e metabólicos de forma precoce, para que sejam elaborados programas de reabilitação para aumentar e/ou manter a capacidade muscular e cardiorrespiratória, afim de melhorar a condição de saúde desses indivíduos.

## ESTUDO II

---

---

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Apovian CM, Aronne L, Rubino D, et al. A randomized, phase 3 trial of naltrexone SR/bupropion SR on weight and obesity-related risk factors (COR-II). *Obesity*. 2013;21:935–43.
2. Associação Brasileira Para O Estudo Da Obesidade E Da Síndrome Metabólica (Abeso). Diretrizes Brasileiras De Obesidade 2009-2010.
3. Nabi T, Rafiq N, Qayoom O. Leptin Dysfunction: A Cause for Obesity. *International Journal of Health Sciences and Research*. 2016;6:498–505.
4. Nigatu YT, Reijneveld SA, de Jonge P, et al. The combined effects of obesity, abdominal obesity and major depression/anxiety on health-related quality of life: the LifeLines Cohort Study. *PloS one*. 2016;11:e0148871.
5. Moura EC, Claro RM. Estimates of obesity trends in Brazil, 2006-2009. *International Journal of Public Health*. 2012;57:127–133.
6. Lagerros YT, Rössner S. Obesity management: what brings success? *Ther Adv Gastroenterol*. 2013;6:77–88.
7. PATAKY Z, Armana S, Müller-Pinger S, et al. Effects of obesity on functional capacity. *Obesity*. 2014;22:56–62.
8. Ito MK, Gonçalves VSS, Faria SLCM, et al. Effect of Protein Intake on the Protein Status and Lean Mass of Post-Bariatric Surgery Patients: a Systematic Review. *Obesity surgery*. 2012;27:502-512.
9. Reoch J, Mottillo S, Shimony A, et al. Safety of laparoscopic vs open bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *Archives of Surgery*. 2011;146:1314-1322.
10. Gloy VL, Briel M, Bhatt D, et al. Bariatric surgery versus non-surgical treatment for obesity: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Bmj*; 2013;347:f5934.
11. Mingrone G, Panunzi S, De Gaetano A, et al. Bariatric–metabolic surgery versus conventional medical treatment in obese patients with type 2 diabetes: 5 year follow-up of an open-label, single-centre, randomised controlled trial. *The Lancet*. 2015;386:964-973.
12. Werling M, Fändriks L, Björklund P, Maleckas A, Brandberg J, Lönroth H, le Roux CW, Olbers T. Long-term results of a randomized clinical trial comparing Roux-en-Y gastric bypass with vertical banded gastroplasty. *Br J Surg*. 2013;100:222–30.
13. Aron-Wisnewsky J, Clement K. The effects of gastrointestinal surgery on gut microbiota: potential contribution to improved insulin sensitivity. *Curr Atheroscler Rep*. 2014;16:454.
14. Tremaroli V, Karlsson F, Werling M, Stahlman M, Kovatcheva-Datchary P, Olbers T, Fandriks L, le Roux CW, Nielsen J, Backhed F. Roux-en-Y gastric bypass and vertical banded gastroplasty induce long-term changes on the human gut microbiome contributing to fat mass regulation. *Cell Metab*. 2015;22:228–38
15. Wilms B, Ernst B, Thurnheer M, et al. Differential changes in exercise performance after massive weight loss induced by bariatric surgery. *Obesity surgery*. 2013;23:365-371.
16. Wiklund M, Sundqvist E, Fagevik MO. Physical Activity in the Immediate Postoperative Phase in Patients Undergoing Roux-en-Y Gastric Bypass—a

**ESTUDO II**

---

---

- Randomized Controlled Trial. *Obesity surgery*. 2015;25:2245-2250.
17. Olsen RH, Krogh-Madsen R, Thomsen C, et al. Metabolic responses to reduced daily steps in healthy nonexercising men. *JAMA*. 2008;299:1261–1263.
  18. Blackburn GL, Hutter MM, Harvey AM, et al. Expert panel on weight loss surgery: executive report update. *Obesity*. 2009;17:842–62.
  19. American College of Surgeons. ACS Bariatric Surgery Center Network Accreditation Program. (ACS BSCN). Bariatric accreditation program manual. 2012.
  20. Poirier P, Cornier MA, Mazzone T, et al. American Heart Association Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. Bariatric surgery and cardiovascular risk factors: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2011;123:1683–701
  21. Livhits M, Mercado C, Yermilov I, et al. Exercise following bariatric surgery: systematic review. *Obesity surgery*. 2010;20:657-665.
  22. Tompkins J, Bosch PR, Chenowith R, et al. Changes in functional walking distance and health related quality of life after gastric bypass surgery. *Physical therapy*. 2008;88:928-935.
  23. Leite FS, Barbalho-Moulim MC, Soares KKD, et al. Evaluation of functional capacity, body composition and pulmonary function after bariatric surgery. *Health*. 2013;5:47-53.
  24. De Souza AS, Faintuch J, Fabris SM, et al. Six-minute walk test: functional capacity of severely obese before and after bariatric surgery. *Surgery for Obesity and Related Diseases*. 2009;5:540-543.
  25. Castello V, Simões RP, Bassi D, et al. Impact of aerobic exercise training on heart rate variability and functional capacity in obese women after gastric bypass surgery. *Obesity Surgery*. 2011;21:1739–1749.
  26. Ekman M, Klintonberg M, Björck U, et al. Six-minute walk test before and after a weight reduction program in obese subjects. *Obesity*. 2013;21:E236-E243.
  27. Larsson UE, Reynisdottir S. The six-minute walk test in outpatients with obesity: reproducibility and known group validity. *Physiotherapy Research International*. 2008;13:84-93, 2008.
  28. Beriault K, Carpentier AC, Gagnon C, et al. Reproducibility of the 6-minute walk test in obese adults. *Int J Sports Med*. 2009;10:725–7.
  29. Biospace. InBody 720 the precision body composition analyser: user's manual. Seoul: Biospace Co., Ltda. 2004
  30. Ling CH, de Craen AJ, Slagboom PE, et al. Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clin Nutr*. 2011;30:610-615.
  31. Miyatake N, Tanakai A, Eguchi M, et al. Reference data of multi frequencies bioelectric impedance method in Japanese. *J Anti-Aging Med*. 2009;6:10-14.
  32. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166:111-117.
  33. American Thoracic Society: Standardisation of spirometry. *Eur. Respir. J*. 2005;26:1104-1109.
  34. Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in

## ESTUDO II

---



---

- white adults in Brazil. *J Bras Pneumol*.2007; 33:397-406.
35. Baecke J. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*. 1982;36:936–942.
  36. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *American Heart Journal*. 1973;85:546-562.
  37. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise*. 1982;14:377081.
  38. American College of Sports Medicine. Diretriz do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição, 7ª edição, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2006.
  39. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166:111-117.
  40. Capodaglio P, De Souza SA, Parisio C, et al. Reference values for the 6-Min Walking Test in obese subjects. *Disability and rehabilitation*. 2012;35:1199–1203.
  41. Cummings DE, Cohen RV. Beyond BMI: The need for new guidelines governing the use of bariatric and metabolic surgery. *The Lancet Diabetes and Endocrinology*. 2014;2:175–181.
  42. Guidry CA, Davies SW, Sawyer RG, et al. Gastric bypass improves survival compared with propensity-matched controls: A cohort study with over 10-year follow-up. *American Journal of Surgery*. 2015;209:463–467.
  43. Donini LM, Poggiogalle E, Mosca V, et al. Disability Affects the 6-Minute Walking Distance in Obese Subjects (BMI>40 kg/m<sup>2</sup>). *PLoS ONE*. 2013;8 v. 8, n. 10, p. 1–7, 2013.
  44. Hulens M, Vansant G, Claessens AL, et al. 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.
  45. Di Thommazo-Luporini L, Jürgensen SP, Castello-Simões V, et al. Metabolic and clinical comparative analysis of treadmill six-minute walking test and cardiopulmonary exercise testing in obese and eutrophic women. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2012;16:469-478.
  46. Gallagher MJ, Franklin BA, deJong A, et al. Cardiorespiratory fitness levels in obesity approximate those of heart failure patients: implications for exercise prescription. *Circulation* 2004;110:822A
  47. Gallagher MJ, Franklin BA, Ehrman JK, et al. Comparative impact of morbid obesity vs heart failure on cardiorespiratory fitness. *Chest*. 2005;127:2197–3.
  48. Barry VW, Baruth M, Beets MW, et al. Fitness vs. fatness on all cause mortality: a meta-analysis. *Prog Cardiovasc Dis*. 2014;56:382.
  49. Guillet C, Masgrau A, Walrand S, et al. Impaired protein metabolism: Interlinks between obesity, insulin resistance and inflammation. *Obesity Reviews*. 2012;13:51–57.
  50. Domingos-Benício NC, Gastaldi AC, Perecin JC, et al. Medidas espirométricas em pessoas eutróficas e obesas nas posições ortostática, sentada e deitada. *Revista da Associação Médica Brasileira*. 2004;50:142-147.
  51. Davila-Cervantes, A., Dominguez-Cherit, G., Borunda, D., Gamino, R., Vargas-Vorackova F, González-Barranco J, Herrera MF. Impact of surgically-induced

**ESTUDO II**

---

---

- weight loss on respiratory function: A prospective analysis. *Obesity Surgery*. 2004;14:1389-1392.
52. Elliot K. Nutritional considerations after bariatric surgery. *Crit Care Nurs Q*. 2003;26:133–8.38.
  53. Westerterp-Platenga MS, Nieuwenhuizen A, Tomé D, et al. Dietary protein, weight loss, and weight maintenance. *Ann Rev Nutr*. 2009;29:21–41.
  54. Moize V, Geliebter A, Gluck ME, et al. Obese patients have inadequate protein intake related to protein intolerance up to 1 year following Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg*. 2003;13:21–8.
  55. Raftopoulos I, Bernstein B, O'Hara K, et al. Protein intake compliance in morbidly obese patients undergoing bariatric surgery and its effect on weight loss and biochemical parameters. *Surg Obes Relat Dis*. 2011;7:733–42.
  56. Holloway GP, Thrush AB, Heigenhauser GJ, et al. Skeletal muscle mitochondrial FAT/CD36 content and palmitate oxidation are not decreased in obese women. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2007;292:E1782–9.
  57. Larsen S, Stride N, Hey-Mogensen M, et al. Increased mitochondrial substrate sensitivity in skeletal muscle of patients with type 2 diabetes. *Diabetologia*. 2011;54:1427–36.
  58. Fore L, Perez Y, Neblett R., et al. Improved Functional Capacity Evaluation Performance Predicts Successful Return to Work One Year After Completing a Functional Restoration Rehabilitation Program. *PM and R*. 2015;7:365–375.



**ANEXOS**

---

---

**Carta de submissão do Estudo I ao periódico Trials Journal.**

CC: "Audrey Borghi-Silva" audrey@ufscar.br

TRLS-D-17-01014

Functional and systemic effects of whole body electrical stimulation in the bariatric surgery postoperative period: study protocol for a randomized controlled trial

Larissa Delgado André, M.D.; Renata Pedrolongo Basso-Vanelli; Ramona Cabiddu; Luciana Di Thommazo-Luporini; Paula Angélica Ricci; Soraia Pilon Jürgensen; Claudio Ricardo de Oliveira; Audrey Borghi-Silva, PhD

Dear author:

You are receiving this email because you have been listed as an author on a manuscript recently submitted to Trials. The manuscript details are below.

Title: Functional and systemic effects of whole body electrical stimulation in the bariatric surgery postoperative period: study protocol for a randomized controlled trial

Authors: Larissa Delgado André, M.D.; Renata Pedrolongo Basso-Vanelli; Ramona Cabiddu; Luciana Di Thommazo-Luporini; Paula Angélica Ricci; Soraia Pilon Jürgensen; Claudio Ricardo de Oliveira; Audrey Borghi-Silva, PhD

Corresponding author: Mrs Audrey Borghi-Silva

If you are not aware of the submission, or if you should not be listed as contributing author, please notify the Editorial Office. Contact details for the Editorial Office are available under "Contact Us" on the journal website.

Kind regards,  
Editorial Office  
Trials

<https://trialsjournal.biomedcentral.com/>

**PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP)**UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SÃO CARLOS/UFSCAR**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Efeitos funcionais, clínicos e sistêmicos da estimulação elétrica corpórea no pós-operatório de cirurgia bariátrica

**Pesquisador:** Audrey Borghi Silva

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 41736615.2.0000.5504

**Instituição Proponente:** Departamento de Fisioterapia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 966.613

**Data da Relatoria:** 10/03/2015

**Apresentação do Projeto:**

Projeto muito bem escrito e de acordo com a literatura que visa avaliar a capacidade funcional, os parâmetros de força e endurance muscular, os marcadores antiinflamatórios e próinflamatórios circulantes, e o controle autônomo da frequência cardíaca de candidatos à cirurgia bariátrica antes e após a intervenção cirúrgica, com aplicação de estimulação elétrica neuromuscular de corpo inteiro (EENMC) como estratégia na reabilitação precoce.

**Objetivo da Pesquisa:**

adequados

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

bem definidos

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Proposta interessante que de acordo com os resultados poderá constituir um recurso efetivo a pacientes de cirurgia bariátrica, avaliando sob condições controladas, os efeitos dessa nova estratégia terapêutica (EENMC) nestes pacientes no período pós-operatório da cirurgia

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

adequados

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235

**Bairro:** JARDIM GUANABARA

**UF:** SP

**Município:** SAO CARLOS

**CEP:** 13.565-905

**Telefone:** (16)3351-9683

**E-mail:** cephumanos@ufscar.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SÃO CARLOS/UFSCAR

Continuação do Parecer 966 613

**Recomendações:**

aprovar

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

nada a declarar

**Situação do Parecer:**

Aprovado

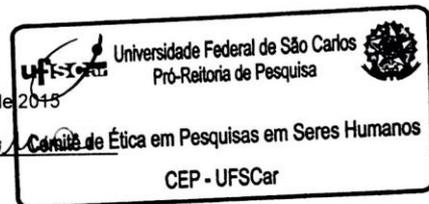
**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

SAO CARLOS, 27 de Fevereiro de 2013

Assinado por:

Ricardo Carneiro Borra  
(Coordenador)

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235  
**Bairro:** JARDIM GUANABARA  
**UF:** SP **Município:** SAO CARLOS  
**Telefone:** (16)3351-9683

**CEP:** 13.565-905**E-mail:** cephumanos@ufscar.br

---

---

**QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA BASAL**  
Baecke, JAH – 1982

Nome: \_\_\_\_\_ ID: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ anos

**A) OCUPAÇÃO**

**P1)** Qual sua principal ocupação (descrever):

\_\_\_\_\_

1. Trabalho em escritório, motorista, vendas, lecionando, estudando, em casa, médico/paramédico, outra de nível universitário, segurança.
3. Trabalho fabril, encanador, carpinteiro, serralheiro, mecânica.
5. Construção civil, pedreiro, marceneiro, carregador.

**P2)** No trabalho, o sr(a) senta-se

- 1 nunca
- 2 raramente
- 3 algumas vezes
- 4 frequentemente
- 5 sempre

**P3)** No trabalho, o sr(a) fica de pé

- 1 nunca
- 2 raramente
- 3 algumas vezes
- 4 frequentemente
- 5 sempre

**P4)** No trabalho, o sr(a) anda

- 1 nunca
- 2 raramente
- 3 algumas vezes
- 4 frequentemente
- 5 sempre

**P5)** No trabalho, o sr(a) carrega objetos pesados

- 1 nunca
- 2 raramente
- 3 algumas vezes
- 4 frequentemente
- 5 sempre

**P6)** Depois do trabalho, o sr(a) fica fisicamente cansado

- 1 nunca
- 2 raramente
- 3 algumas vezes
- 4 frequentemente
- 5 sempre

**P7)** No trabalho, o sr(a) sua:

- 1 nunca
- 2 raramente
- 3 algumas vezes
- 4 frequentemente
- 5 sempre

**P8)** Em comparação com outras pessoas do seu convívio e com a mesma idade, o sr(a) acha que seu trabalho é fisicamente:

- 1 muito mais leve  
 2 mais leve  
 3 da mesma intensidade  
 4 mais intenso  
 5 muito mais intenso

**Índice Ocupacional** =  $[P1 + (6-P2) + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8] / 8 =$  \_\_\_\_\_

## B) ESPORTES

**P9)** O sr(a) pratica algum esporte: ( ) Sim ( ) Não

**P9 a)** Caso sim:

### INTENSIDADE

Qual esporte você pratica mais frequentemente:

- 0,76 bilhar, boliche, vela, outro esporte sem deslocamento corporal ativo  
 1,26 ciclismo, dança, natação, tênis, vôlei, caminhada  
 1,76 basquete, boxe, futebol, canoagem, ginástica, corrida, musculação

### TEMPO

Quantas horas por semana:

- 0,5 <1  
 1,5 1-2  
 2,5 2-3  
 3,5 3-4  
 4,5 >4

### PROPORÇÃO

Quantos meses por ano:

- 0,04 <1  
 0,17 1-3  
 0,42 4-6  
 0,67 7-9  
 0,92 >9

**P9a** = INTENSIDADE X TEMPO X PROPORÇÃO = \_\_\_\_\_

**P9 b)** O sr(a) pratica um segundo esporte: \_\_\_\_\_

- 0,76 bilhar, boliche, vela, outro esporte sem deslocamento corporal ativo  
 1,26 ciclismo, dança, natação, tênis, vôlei, caminhada  
 1,76 basquete, boxe, futebol, canoagem, ginástica, corrida, musculação

**TEMPO**

Quantas horas por semana:

- 0,5 <1
- 1,5 1-2
- 2,5 2-3
- 3,5 3-4
- 4,5 >4

Proporção

Quantos meses por ano:

- 0,04 < 1
- 0,17 1-3
- 0,42 4-6
- 0,67 7-9
- 0,92 >9

**P9 b = INTENSIDADE X TEMPO X PROPORÇÃO = \_\_\_\_\_****P9 = P9a + P9b = \_\_\_\_\_**

- 1 0
- 2 0,01-<4
- 3 4-<8
- 4 8-<12
- 5 = ou >12

**P10)** Em comparação com outras pessoas de seu convívio e de mesma idade, o sr(a) acha que sua atividade durante seu lazer é:

- 1 muito menor
- 2 menor
- 3 da mesma intensidade
- 4 maior
- 5 muito maior

**P11)** Durante seu lazer o sr(a) sua:

- 1 nunca
- 2 raramente
- 3 algumas vezes
- 4 frequentemente
- 5 sempre

**P12)** Durante seu lazer, o sr(a) pratica esportes:

- 1 nunca
- 2 raramente
- 3 algumas vezes
- 4 frequentemente
- 5 muito frequentemente

**Índice de atividade esportiva= [P9 + P10 + P11 + P12] / 4 = \_\_\_\_\_****C) LAZER****13)** Durante seu lazer, o sr(a) assiste TV:

- 1 nunca
- 2 raramente
- 3 algumas vezes
- 4 frequentemente

---



---

5 muito frequentemente

**P14)** Durante seu lazer, o sr(a) anda a pé:

- 1 nunca
- 2 raramente
- 3 algumas vezes
- 4 frequentemente
- 5 muito frequentemente

**P15)** Durante seu lazer, o sr(a) anda de bicicleta:

- 1 nunca
- 2 raramente
- 3 algumas vezes
- 4 frequentemente
- 5 muito frequentemente

**P16)** Quantos minutos habitualmente o sr(a) anda a pé ou de bicicleta por dia, indo e voltando do trabalho, escola ou compras:

- 1 <5
- 2 5-15
- 3 15-30
- 4 30-45
- 5 >45

**Índice de atividade no lazer= [(6-P13)+ P14 + P15 + P16] / 4 = \_\_\_\_\_**

INDICE	VALOR
a) OCUPACIONAL	
b) ATIVIDADE ESPORTIVA	
c) ATIVIDADE NO LAZER	
TOTAL ABSOLUTO (a+b+c)	
TOTAL MEDIO (a+b+c/ 3)	



**APÊNDICES**

---

---

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Consentimento de participação no trabalho: Efeitos funcionais, clínicos e sistêmicos da estimulação elétrica corpórea no pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Responsáveis:

Profa. Dra. Audrey Borghi e Silva – Departamento de Fisioterapia - UFSCar

Pos-doutoranda: Luciana Di Thommazo Luporini – Programa de Pós-graduação em Fisioterapia – UFSCar

Eu, \_\_\_\_\_, RG N.º \_\_\_\_\_ e CPF \_\_\_\_\_, declaro estar ciente das condições sob as quais me submeterei ao trabalho acima citado, proposto pela Prof<sup>ª</sup>. Dra. Audrey Borghi e Silva. O trabalho tem como objetivo principal verificar a existência de associação entre variáveis obtidas por testes de avaliação funcional e muscular de forma não invasiva e coleta sanguínea venosa de forma invasiva por profissional qualificado e delegado para tal função.

Inicialmente serei submetido a uma avaliação física, um teste cardiopulmonar máximo em esteira ergométrica, sob supervisão médica e fisioterapêutica e entrevista e, caso selecionado, realizarei uma avaliação de constituição física por bioimpedância elétrica, uma avaliação de força muscular em equipamento apropriado para este fim e testes funcionais em campo (testes de caminhada e subida e descida de degraus), sob supervisão dos profissionais responsáveis pelo estudo. Após a cirurgia, serei reavaliado e participarei de um programa de exercícios leves junto com a eletroestimulação, que é um tratamento para auxiliar no fortalecimento dos músculos e poderá auxiliar na perda de peso. O tratamento poderá causar desconforto, e este será reduzido com a dosagem corrigida, de acordo com a minha tolerância.

Estou ciente de que minha participação no presente estudo envolve mínimo risco, uma vez que os testes são de fácil execução e possuem alta aplicabilidade clínica, sendo amplamente utilizados, além de serem acompanhados pelos profissionais responsáveis integralmente. Adicionalmente, as

---

---

devidas medidas de segurança serão tomadas. Os testes propostos consistem em modalidades de caminhada em terreno plano, subida de degrau único de 20 cm de altura e caminhada em esteira ergométrica com todos os aparatos de segurança necessários para a execução dos mesmos e avaliação de força muscular em equipamento bastante seguro (dinamômetro isocinético), sendo que o mesmo também possui dispositivo de segurança para interrupção do teste quando necessário e solicitado a qualquer instante. No início, durante e após os testes serão monitorizadas variáveis fisiológicas, de modo que será medida minha pressão arterial pelo método auscultatório indireto, frequência cardíaca e questionada minha percepção subjetiva ao esforço e qualquer alteração serei avisado pelo fisioterapeuta e o teste será interrompido imediatamente. Além disso, durante o teste será analisado o comportamento do meu coração, pelo uso de um equipamento semelhante a um relógio, sem a utilização de drogas medicamentosas ou de procedimentos invasivos. Serei orientado(a) a comunicar os avaliadores sobre eventuais sintomas, tais como tontura, turvação visual, náuseas, dor, cansaço e fadiga, que eu possa vir a apresentar para que providências adequadas sejam tomadas.

No teste cardiopulmonar máximo, realizado previamente aos demais testes e acompanhado pelo profissional médico, serei monitorado por meio da derivação MC5, no qual será avaliado o comportamento eletrocardiográfico com relação a possíveis alterações isquêmicas e à existência bem como quantidade, se houver, dos seguintes tipos de arritmias: extra-sístole isolada, ventricular unifocal ou multifocal, bloqueio divisional, fibrilação atrial, bloqueio completo de ramo direito, pausa sinusal e taquicardia ventricular não sustentada antes, durante e após o teste.

Na ocasião de ocorrerem riscos de qualquer natureza, quais sejam, quedas e/ou demais acidentes, lesões osteomioarticulares, mal-estar e/ou instabilidade hemodinâmica, os próprios pesquisadores se responsabilizam pelas condutas de primeiros socorros, bem como encaminhamento médico quando necessário e/ou qualquer tipo de avaliação fisioterapêutica como resultado de dano físico.

---

---

Ressalta-se que somente farei parte do trabalho se estiver de acordo com critérios estabelecidos para um grupo de indivíduos cujas características serão determinadas por meio de uma avaliação detalhada, sendo selecionado(a) apenas se estiver em condição clinicamente estável.

Além disso, sei que minha participação nesse estudo é estritamente voluntária e, portanto, não receberei qualquer forma de remuneração pela minha participação no experimento, podendo desistir de participar da pesquisa a qualquer momento sem dano ou prejuízo. Por fim, sei que os dados obtidos desse trabalho serão mantidos em sigilo e não poderão ser consultados por outras pessoas sem minha autorização por escrito, ao menos para fins científicos, resguardando, portanto, minha privacidade.

Eu li e entendi todas as informações contidas neste documento, assim como as da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

São Carlos, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

\_\_\_\_\_

Assinatura do Voluntário

Responsáveis

---

Profa. Dra. Audrey Borghi e Silva

Pós-doutoranda: Luciana Di Thommazo Luporini

**FICHA DE AVALIAÇÃO**

Data da avaliação inicial: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Avaliador:

\_\_\_\_\_

**DADOS PESSOAIS**

Nome: \_\_\_\_\_

Endereço:

\_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_ Telefone: ( ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ Celular: ( ) \_\_\_\_\_

- \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_ Raça:

\_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_ Estado civil:

\_\_\_\_\_

Escolaridade: \_\_\_\_\_ Nível socioeconômico:

\_\_\_\_\_

Situação empregatória: ( ) empregada(o) ( ) desempregada(o) ( ) aposentada(o)

**DIAGNÓSTICO:** \_\_\_\_\_ Médico:

\_\_\_\_\_

**HMA e**

**HP:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tempo de obesidade: \_\_\_\_\_

Encaminhado

por: \_\_\_\_\_

Tem história de obesidade na família? (Grau de parentesco)

\_\_\_\_\_

No que a obesidade interfere no seu dia-a-dia?

\_\_\_\_\_

Você sente dor no peito quando realiza esforço físico? ( ) Sim ( ) Não

Você consegue caminhar uns 6 a 8 quarteirões sem ter que parar para descansar?

( ) Sim ( ) Não

Você consegue subir uma ladeira sem dificuldade?

( ) Sim ( ) Não

Algum médico alguma vez já lhe disse que você não pode praticar atividade física?

( ) Sim ( ) Não

Realizou alguma cirurgia? Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

Data programada para a cirurgia bariátrica \_\_\_\_\_

Tem filhos? Sim ( ) Não ( ) Há quanto tempo teve o último filho? \_\_\_\_\_

**CICLO MENSTRUAL:** Regular ( ) Irregular ( ) Duração do ciclo: \_\_\_\_ dias  
 Última menstruação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_ Fase do ciclo: Pré-menstrual ( ) Menstrual ( )  
 Pós-menstrual ( )  
 Faz uso de ACo: Sim ( ) Não ( )  
 Qual? \_\_\_\_\_

Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

**FATORES DE RISCO**

	SIM	NÃO		SIM	NÃO
Diabetes			Anemia		
HA			História de AVC		
Estresse			História de Infarto		
Tireóide			Apnéia do sono		
Dislipidemias			Insuficiência renal		
Obesidade			Asma		

**HISTÓRIA FAMILIAR**

	SIM	NÃO
História de AVC		
História de Infarto		

Obs: \_\_\_\_\_

Nome da medicação	Dosagem	Posologia	Tempo de uso	Finalidade da medicação utilizada

**Fumante:** Sim ( ) Não ( )  
 Se sim: Quanto tempo: \_\_\_\_\_ Quantos cigarro/dia: \_\_\_\_\_  
 Se não: Já fumou: \_\_\_\_\_ Quanto tempo parou \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_ Qtos cig/dia: \_\_\_\_\_

**Ingere bebida alcoólica:** Sim ( ) Não ( ) Raramente ( )  
 Se sim: Destilado ( ) Fermentado ( ) Quantidade: Pouca ( ) Média ( ) Grande ( )  
 Frequência \_\_\_\_\_ x/semana

**Faz dieta alimentar:** Sim ( ) Não ( )  
 Se sim: Qual: \_\_\_\_\_ Quanto tempo: \_\_\_\_\_

**Massa corporal:**  
 Perdeu peso recentemente? Sim ( ) Não ( )  
 Se sim: Quantos Kg? \_\_\_\_\_  
 Obs: \_\_\_\_\_

**Pratica atividade física:** Sim ( ) Não ( )

Se sim: Qual: \_\_\_\_\_ Tem orientação médica: \_\_\_\_\_  
 Frequência \_\_\_\_\_ x/semana Quantas horas por dia: \_\_\_\_\_  
 Nível: Leve ( ) Moderada ( ) Intensa ( ) Há quanto tempo: \_\_\_\_\_

**1. EXAME FÍSICO**

Altura: \_\_\_\_\_ m      Peso: \_\_\_\_\_ kg      IMC: \_\_\_\_\_ Kg/m<sup>2</sup>  
 FC repouso: \_\_\_\_\_ PA repouso: \_\_\_\_\_ Índice cintura-  
 quadril: \_\_\_\_\_

CIRTOMETRIA	1.º	2.º	3.º (se necessário)
Braço			
Axilar			
Xifoideana			
Cintura			
Umbilical			
Quadril			
Coxa			
Pescoço			
Panturrilha			

Comprimento MID: (espinha ilíaca anterior até maléolo medial): \_\_\_\_\_ cm

CIRTOMETRIA	1.º	2.º	3.º (se necessário)
Braço			
Axilar			
Xifoideana			
Cintura			
Umbilical			
Quadril			
Coxa			
Pescoço			
Panturrilha			

**TESTE DE CAMINHADA 6' - CORREDOR**

Nome: \_\_\_\_\_ Avaliador: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ kg    Estatura: \_\_\_\_\_ m    Idade: \_\_\_\_\_    Sexo: M    F    Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 20\_\_

IMC: \_\_\_\_\_ kg/m<sup>2</sup>    Grupo: \_\_\_\_\_

Diagnóstico: \_\_\_\_\_

Medicações/ Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Valores basais	
FC	_____
PA	_____

FCmáx      FCsub85%

Tempo	PA	FC	Borg	Dist. percorrida
1'				
Polar:	X	X	X / X / X	
2'				
Polar:	X	X	X / X / X	
3'				
Polar:	X		/ /	
4'				
Polar:	X	X	X / X / X	
5'				
Polar:	X	X	X / X / X	
6'				
Polar:			/ /	
Rec 1' sentado				
Polar:			/ /	
Rec 3' sentado				
Polar:			/ /	
Rec 6' sentado				
Polar:			/ /	

Orientações	
1º minuto	Está indo muito bem. Faltam 5'.
2º minuto	Continue assim. Faltam 4'.
3º minuto	Está indo muito bem. Faltam 3'.
4º minuto	Mantenha o ritmo. Faltam 2'.
5º minuto	Está indo muito bem. Falta 1'.
15" antes do fim	O(A) senhor(a) deverá para quando eu pedir.

## Teste de Exercício Cardiopulmonar

### Ficha de Registro de Dados

Nome:		RG:	Idade:	Sexo:
D.N.:		Estado Civil:		Etnia/Cor: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> P
Telefones:		Grupo de Pesquisa:		
Estatura (m):	Massa (kg):	IMC (kg/m <sup>2</sup> ):	Circunferência	
Anamnese:				
Medicamentos:				

<b>FC Máx</b>	<b>/ FC Sub 85%</b>	<b>Corrigida (β-Bloq)</b>	<b>FC Rep.</b>	<b>Sup</b>	<b>Em pé</b>	<b>PA Rep.</b>	<b>Sup</b>	<b>Em pé</b>
POLAR: /								

Estágio	Tempo (min)	Velocidade (Km/h)	Inclinação (%)	FC (bpm)	PA (mmHg)	IPE		Peito
						Cansaço	Fadiga MMII	
1	3	2.7	10					
2	3	4.0	12					
3	3	5.5	14					
4	3	6.8	16					
5	3	8.0	18					
6	3	8.8	20					
7	3	9.7	22					
8	3	10.5	24					
Recuperação pós-teste	1º minuto	3.0	0 (REC ATIVA)					
	3º minuto	-	(REC PASSIVA)					
	6º minuto							

Interrompido por:

**Distância percorrida:**

**Tempo total:**

**Qual foi o fator mais limitante:**