U.PORTO

FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

# “Influência de dois programas de treino distintos na força muscular absoluta, relativa e específica dos membros inferiores e tronco em doentes com obesidade após cirurgia bariátrica”.

U.PORTO
FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

# “Influência de dois programas de treino distintos na força muscular absoluta, relativa e específica dos membros inferiores e tronco em doentes com obesidade após cirurgia bariátrica”.

Dissertação apresentada com vista à obtenção do 2º ciclo em Atividade Física, Exercício e Saúde, da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, ao abrigo do Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de março, na redação dada pelo Decreto-Lei nº 65/2018 de 16 de agosto, e com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº 27/2021, de 16 de abril.

**Orientador:** Prof. Doutor Hélder Fonseca

**Co-orientador:** Mestre Tiago Montanha

Rita Sofia França Rodrigues

Porto, 2024

## Ficha de catalogação

Rodrigues, R. (2024). Influência de dois programas de treino distintos na força muscular absoluta, relativa e específica dos membros inferiores e tronco em doentes com obesidade após cirurgia bariátrica. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Atividade Física, Exercício e Saúde, apresentado à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chave: Cirurgia Bariátrica, Treino de Endurance, Treino Resistido, Força muscular

## Dedicatória

A determinação é o combustível que transforma sonhos em conquistas. Quem acredita, persiste e quem persiste, alcança.

## Agradecimentos

O ano é 2024 e estou finalmente a completar mais uma etapa da minha vida. Este ano tem sido repleto de surpresas e, honestamente, não está a ser nada como eu o imaginei. Ao longo da vida, somos confrontados com realidades que nunca pensaríamos ser possíveis, mas sermos capazes de as contornar é o que nos torna quem somos. Eu considero-me uma pessoa muito persistente e resiliente e sem dúvida que devo muito dessas qualidades à minha mãe, a minha supermulher. Nunca conheci ninguém tão determinado na minha vida. É a minha maior inspiração, sem dúvida. Conseguir aturar-me a mim e à minha irmã, sozinha, é certo que não foi tarefa fácil. Agradeço muito aos meus avós por terem posto esta mulher no mundo e ainda mais, por ter tido a sorte de ser minha mãe. Eles os 4 são os meus maiores pilares. A minha mãe por ser o meu maior apoio sempre, os meus avós por fazerem de tudo para eu estar sempre bem e a minha irmã por ser a pessoa mais irritante que já conheci, mas que é também a pessoa que me defende com unhas e dentes.

Mas nem só da família depende uma pessoa. Felizmente tenho muitos amigos presentes na minha vida. São eles que me fazem rir quando mais preciso, que me fazem companhia e que alinham nas maiores aventuras. Sem eles, não era nada. Desde as amigas da ginástica, aos amigos que fui fazendo na escola, faculdade e outras ocasiões, o meu maior obrigada por me aturarem.

Quero salientar também uma das pessoas mais importantes da minha vida, o meu namorado, a minha pessoa, o que faz de tudo para me ver feliz. Aquele que me elogia quando estou no meu pior e me faz sentir no meu melhor, aquele com quem dou as maiores e mais genuínas gargalhadas e o que me compreende como nunca ninguém o fez. Este sim, é o que atura mais as minhas preocupações, os meus choros e, acima de tudo, a minha felicidade. O significado mais puro da palavra amor.

Por fim, agradecer ao Tiago e ao professor Hélder, por me terem acompanhado nesta jornada, um tanto quanto complicada, mas que me fez crescer e aprender muito.

# Índice

Ficha de catalogação _____ IV

Dedicatória _____ V

Agradecimentos _____ VI

Índice de figuras _____ XI

Índice de tabelas _____ XIII

Índice de anexos _____ XV

Índice de abreviaturas _____ XVII

Resumo _____ XX

Abstract _____ XXII

Introdução geral _____ 28

Revisão da literatura _____ 31

1. Obesidade e comorbilidades associadas ..... 31
   1.1. Tratamento da obesidade ..... 32
2. Cirurgia bariátrica ..... 35
   2.1. Alterações na composição corporal após cirurgia bariátrica ..... 40
   2.2. Benefícios do exercício após cirurgia bariátrica ..... 43
3. Avaliação da força muscular através de dinamometria isocinética ..... 46

Objetivo do estudo _____ 48

Material e métodos _____ 49

1. Desenho experimental ..... 49
2. Recrutamento da amostra ..... 49
3. Randomização dos participantes ..... 50
4. Distribuição das avaliações ..... 51
5. Rastreio de saúde pré-exercício ..... 52
6. Protocolo de intervenção ..... 52

7. Antropometria ..... 53
8. Composição corporal ..... 54
9. Avaliação cardiorespiratória - calorimetria indireta ..... 55
10. Força muscular ..... 57
10.1. Força dos membros inferiores ..... 57
10.2. Força do tronco ..... 58
11. Programa de treino ..... 59
11.1. Treino de endurance ..... 59
11.2. Treino resistido ..... 61
12. Análise estatística ..... 63
Resultados _____ 65
1. Análise exploratória e caracterização dos grupos no momento pré-intervenção ..... 65
2. Efeito da intervenção nas variáveis de interesse ..... 66
Conclusões _____ 79
Anexos _____ LXXVII
Referências bibliográficas _____ LXXXIII

## Índice de figuras

Figura 1- Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação (pré- vs pós-) para o Peak Torque da extensão do joelho relativizado à massa magra da coxa para os participantes do grupo ResEx ..... 68
Figura 2 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação (pré- vs pós-) para o Peak Torque da extensão do joelho relativizado à massa magra da coxa para os participantes do grupo EnEx ..... 68
Figura 3 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação do peak torque da flexão do joelho relativizado à massa magra da coxa entre indivíduos do Grupo ResEx ..... 69
Figura 4 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação do peak torque da flexão do joelho relativizado à massa magra da coxa entre indivíduos do Grupo EnEx ..... 69
Figura 5 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação do peak torque da extensão do tronco relativizado à massa magra do tronco entre indivíduos do Grupo ResEx ..... 70
Figura 6 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação do peak torque da extensão do tronco relativizado à massa magra do tronco entre indivíduos do Grupo EnEx ..... 70
Figura 7 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação do peak torque da flexão do tronco relativizado à massa magra do tronco entre indivíduos do Grupo ResEx ..... 71
Figura 8 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação do peak torque da flexão do tronco relativizado à massa magra do tronco entre indivíduos do Grupo EnEx ..... 71

# Índice de tabelas

Tabela 1 - Distribuição das Avaliações ..... 51
Tabela 2 - Descrição dos protocolos aplicados nas avaliações pré e pós-intervenção ..... 56
Tabela 3 - Descrições das fases do treino de endurance ..... 61
Tabela 4 - Características do programa de treino de resistência ..... 62
Tabela 5 - Descrição das fases do treino de resistência ..... 63
Tabela 6 - Caracterização inicial dos grupos ..... 65
Tabela 7 - Força Muscular do Membro Inferior e do Tronco ..... 67

## Índice de anexos

Anexo 1 - Descrição do estudo ..... LXXVII
Anexo 2 - Declaração de consentimento informado ..... LXXXI
Anexo 3 - Questionário pré-exercício ..... LXXXII

## Índice de abreviaturas

CB- Cirurgia bariátrica

CHSJ- Centro Hospitalar São João

CIAFEL- Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer

CM- Centímetros

Con- Grupo de controlo

CRIO- Centro de Responsabilidade Integrado da Obesidade

DM- Diabetes mellitus

DM1- Diabetes mellitus tipo 1

DM2- Diabetes mellitus tipo 2

DXA- Absorciometria de Raios X de Dupla Energia

EnEx- Treino de endurance

FADEUP- Faculdade de Desporto da Universidade do Porto

HDL- Lipoproteínas de alta densidade

IMC- Índice de massa corporal

Kp- Kilopound

LDL- Lipoproteínas de baixa densidade

Nm- Newton por metro

OCDE- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

PAS- Pressão arterial sistólica

PAD- Pressão arterial diastólica

PT- Pico de torque

PT/BW- Pico de torque em relação ao peso corporal

RCP- Reanimação cardiopulmonar

ResEx- Treino resistido

RGYB- Bypass em Y de roux

SG- *Sleeve* gástrico

TECP- Prova de Esforço Cardiopulmonar

TMM- Teste muscular manual

W- Trabalho total realizado

## Resumo

A obesidade, uma doença multifatorial com causas genéticas e metabólicas e que é ainda significativamente influenciada por fatores ambientais, está a aumentar, tanto nos adultos como nas crianças. As consequências da obesidade são múltiplas, tanto para os indivíduos afetados como para a sociedade. A cirurgia bariátrica é considerada por muitas pessoas com obesidade severa devido à dificuldade de alcançar uma perda de peso sustentável por meio de métodos tradicionais, como dieta e exercício físico. Após a cirurgia bariátrica, o exercício físico desempenha um papel crucial na manutenção da perda de peso e na melhoria da saúde metabólica. O exercício físico contribui de várias maneiras para o sucesso do tratamento pós-operatório. No entanto, é necessário realizar mais estudos para fortalecer as evidências disponíveis. O objetivo deste estudo foi comparar o efeito de dois tipos de treino distintos, resistido e endurance, na força e massa muscular de doentes com obesidade que realizaram cirurgia bariátrica. Metodologia: Realizamos um ensaio clínico randomizado com dois grupos. Um dos grupos realizou treino resistido e o outro treino de endurance. A intervenção teve a duração de 16 semanas, com 3 sessões semanais de 1h supervisionadas. Resultados: Os resultados mostram que não existiram diferenças significativas entre as médias dos grupos, para todas as variáveis analisadas, no momento pré-intervenção e no momento pós-intervenção. Conclusão: não se verificaram diferenças estatisticamente significativas na variação da força absoluta, relativa e específica entre o grupo submetido a exercício resistido e o grupo submetido a exercício de endurance.



PALAVRAS-CHAVE: CIRURGIA BARIÁTRICA, TREINO DE ENDURANCE, TREINO RESISTIDO, FORÇA MUSCULAR

## Abstract

Introduction: Obesity, a multifactorial disease with genetic and metabolic causes that is also significantly influenced by environmental factors, is on the rise in both adults and children. The consequences of obesity are manifold, both for the individuals affected and for society. Bariatric surgery is considered by many people with severe obesity due to the difficulty of achieving sustainable weight loss through traditional methods such as diet and exercise. After bariatric surgery, physical exercise plays a crucial role in maintaining weight loss and improving metabolic health. Physical exercise contributes in various ways to the success of post-operative treatment. However, more studies are needed to strengthen the available evidence. The aim of this study was to compare the effect of two different types of training, resistance and endurance, on the strength and muscle mass of patients with obesity who have undergone bariatric surgery. Methodology: We carried out a randomized clinical trial with two groups. One group performed resistance training and the other endurance training. The intervention lasted 16 weeks, with 3 weekly 1-hour supervised sessions. Results: The results show that there were no significant differences between the means of both groups, for all the variables analyzed, between the pre-intervention and post-intervention time points. Conclusion: From this study we can conclude that there were no statistically significant differences in absolute, relative and specific strength variation between resistance and endurance exercise training groups.

KEYWORDS: BARIATRIC SURGERY, ENDURANCE TRAINING, RESISTANCE TRAINING, MUSCLE STRENGTH

## Introdução geral

A obesidade é uma epidemia crescente, afetando milhões de pessoas em todo o mundo. Desde 1975, a prevalência da obesidade triplicou globalmente. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, mais de 2,5 biliões de adultos estavam com sobrepeso em 2022, dos quais 890 milhões tinham obesidade (WHO, 2024). A cirurgia bariátrica é considerada como uma opção de tratamento por muitas pessoas com obesidade severa devido à dificuldade de alcançar uma perda de peso sustentável por meio de métodos tradicionais, como dieta e exercício físico. Além disso, a obesidade está associada a uma série de comorbilidades graves, como diabetes tipo 2, hipertensão arterial e doenças cardiovasculares, que aumentam o risco de mortalidade precoce e reduzem a qualidade de vida (Schauer et al, 2017). Quando essas condições se tornam difíceis de controlar com intervenções convencionais, a cirurgia bariátrica apresenta-se como uma opção eficaz, uma vez que, além de proporcionar perda significativa de peso, pode levar à remissão ou melhoria de muitas dessas comorbilidades (Courcoulas et al, 2013). Após a cirurgia bariátrica, o exercício físico desempenha um papel crucial na manutenção da perda de peso e na melhoria da saúde metabólica. Embora a cirurgia promova uma perda rápida e significativa de peso nos primeiros meses, estudos mostram que sem mudanças sustentáveis no estilo de vida, há um risco considerável de reincidência ou seja, recuperação parcial ou total do peso perdido (Courcoulas et al, 2013). O exercício físico contribui de várias maneiras para o sucesso do tratamento pós-operatório. Este ajuda a preservar a massa muscular, que pode ser comprometida pela rápida perda de peso após a cirurgia. A preservação da massa muscular é importante porque o músculo é metabolicamente ativo e contribui para o gasto energético diário (King et al, 2012). No entanto, é necessário realizar mais estudos para fortalecer as evidências disponíveis. O objetivo deste estudo foi comparar o efeito de dois tipos de treino distintos, resistido e endurance, na força e massa muscular de doentes com obesidade que realizaram cirurgia bariátrica.

Os capítulos deste estudo estão organizados de maneira estruturada e coerente. Inicia-se com a introdução, que tem o propósito de apresentar o contexto e o panorama atual da problemática em questão. Em seguida, é apresentada a revisão de literatura, onde são discutidos os estudos científicos relevantes que fundamentam as hipóteses formuladas, além de serem apontadas possíveis lacunas na literatura. O capítulo subsequente, destinado à descrição dos materiais e métodos, oferece uma explicação detalhada do desenho experimental adotado. Logo a seguir, os resultados obtidos são expostos de forma clara no capítulo correspondente. A discussão dos resultados é então desenvolvida com o objetivo de comparar as descobertas deste estudo com o corpo de evidências existente, além de interpretar os resultados. Por fim, o trabalho é concluído com um capítulo de considerações finais, onde se sintetiza o resultado global do estudo realizado.

# Revisão da literatura

## 1. Obesidade e comorbilidades associadas

O excesso de peso e a obesidade caracterizam-se por uma acumulação excessiva de tecido adiposo (WHO, 2022), que resulta de um desequilíbrio energético crónico, em que a quantidade de energia ingerida é superior à utilizada durante um determinado período (WHO 2021) e representa um risco para a saúde. Quando o índice de massa corporal (IMC), calculado como o rácio entre o peso (Kg) e o quadrado da altura ($m^2$) ultrapassa os 25 $kg/m^2$, é considerado como excesso de peso, enquanto um IMC superior a 30 $kg/m^2$ é classificado como obesidade. A gravidade desta questão é evidenciada pelo elevado número de pessoas que, devido à obesidade, têm um risco significativamente aumentado de mortalidade (World Health Organization 2024).

A prevalência do excesso de peso e da obesidade, uma doença multifatorial com causas genéticas e metabólicas e que é ainda significativamente influenciada por fatores ambientais (Fisberg, M. et al, 2016), está a aumentar, tanto nos adultos como nas crianças (World Health Organization 2024). Entre 1975 a 2016, a percentagem de crianças e adolescentes com idades compreendidas entre os 5 e os 19 anos com excesso de peso ou obesidade aumentou globalmente mais de quatro vezes, de 4% para 18% (World Health Organization 2024). O alto consumo de alimentos de elevado valor energético, gorduras trans, gorduras saturadas e estilos de vida cada vez mais inativos, são considerados como fatores que contribuíram para o aumento da prevalência da obesidade em todo o mundo. Adicionalmente, as restrições impostas à circulação de pessoas durante a pandemia COVID-19, contribuíram para o agravamento de tendências negativas que já se verificaram relativamente ao comportamento alimentar e padrões de atividade física (OECD 2023).

A obesidade é agora mais prevalente do que o baixo peso (IMC <18,5 $kg/m^2$) em todas as regiões do mundo, exceto na África Subsariana e na Ásia (World Health Organization 2024). Embora o excesso de peso e a obesidade tenham sido uma preocupação principal dos países de rendimento elevado, esse problema está

agora a aumentar rapidamente nos países de rendimento baixo e médio, especialmente nas zonas urbanas (World Health Organization 2024). A maioria das crianças com excesso de peso ou com obesidade reside em países em desenvolvimento, onde a taxa de aumento ultrapassou a dos países desenvolvidos em mais de 30% (World Health Organization 2024).

Segundo as estatísticas de saúde da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), em idades superiores a 15 anos, em todos os países, o sexo masculino tem maior probabilidade de ter excesso de peso ou obesidade do que o sexo feminino (OECD, 2023). Em 2019, o Inquérito Nacional de Saúde de Portugal, apurou que 53,6% dos portugueses apresentavam excesso de peso ou obesidade (INE, 2024). Os dados mais recentes da OCDE, obtidos em 2023, revelam que 16,9% da população portuguesa apresenta obesidade, posicionando-se abaixo da média dos países da OCDE (19,5%).

As consequências da obesidade são múltiplas, tanto para os indivíduos afetados como para a sociedade. O desenvolvimento de doenças crónicas como a diabetes melitos tipo 2 (DM2), hipertensão arterial, dislipidemia, osteoartrose, e apneia obstrutiva do sono, bem como de vários tipos de cancro, são alguns exemplos de comorbilidades mais frequentemente associadas à obesidade (Masood and Moorthy 2023). Além disso, a obesidade e as doenças que lhe estão associadas podem resultar em incapacidade que, em última análise, conduzem também a uma redução da produtividade e, consequentemente, a problemas económicos individuais e sociais (Masood and Moorthy 2023).

### 1.1. Tratamento da obesidade

As opções disponíveis para o tratamento da obesidade têm vindo a evoluir e hoje existem mais opções para crianças e adolescentes. As principais formas de tratamento visam reduzir a ingestão energética e aumentar o gasto energético, de forma a evitar o aumento de peso, melhorar a composição corporal, aptidão física, qualidade de vida e prevenir ou reduzir a gravidade de comorbilidades

relacionadas com a obesidade (Wiechert, M. et al. 2021). Atualmente existe uma variedade de abordagens baseadas em evidências clínicas e científicas para tratar o sobrepeso e a obesidade e que levam em consideração a história de evolução do peso, categoria de IMC e comorbilidades associadas. Estas intervenções baseiam-se em alterações no estilo de vida, dieta, tratamentos medicamentosos, procedimentos endoscópicos ou cirurgia bariátrica (CB) (Wiechert, M. et al. 2021).

Existem várias abordagens diferentes relativamente a alterações do estilo de vida, sendo a dieta e a atividade física e exercício as componentes fundamentais. É necessário que ocorra um défice energético crónico para que se verifique perda de peso, o que pode ser alcançado reduzindo o consumo energético e aumentando o dispêndio energético através da atividade física e exercício. Aderir aos ajustes no estilo de vida para alcançar uma perda de peso eficaz é difícil para doentes com sobrepeso e obesidade (Lemstra, M. et al 2016).

A variedade de tratamentos disponíveis para gerir a obesidade e a escolha destes deve ter em conta a gravidade da patologia e a presença de comorbilidades associadas. A redução de peso é considerada eficaz quando a perda de peso mensal é superior ou igual a 1% do peso corporal, alcançando pelo menos 5% de perda de peso entre 3 e 6 meses de tratamento (Nissen, L. P. et al 2012). A dieta é um elemento importante no tratamento da obesidade (Bolla, A. M. et al 2019).

A dieta mediterrânica parece ser a mais eficaz na prevenção de outras doenças relacionadas com a obesidade (Romagnolo, D. F. et al 2017), e tem sido associada a uma redução da mortalidade (Dominguez, L. J. et al 2023). Nesta dieta, o consumo de doces, carnes vermelhas e produtos lácteos é bastante reduzido, ao contrário do consumo de vegetais, frutas, frutos secos, cereais e azeite, que são consumidos em elevada proporção. As carnes brancas e o peixe devem ser de consumo moderado (D'Innocenzo, S., et al 2019). A dieta *low carb*, tal como o nome indica, é uma dieta pobre em hidratos de carbono (HC), assim como a dieta cetogénica, mas esta última apresenta valores ainda menores de HC na sua constituição. Numa dieta “normal”, os valores ingeridos de HC variam

entre 45%-50% das necessidades diárias de macronutrientes, porém nas dietas *low carb*, este consumo fica abaixo de 45% das necessidades diárias de macronutrientes (Brouns, F., 2018). Segundo alguns estudos, estas dietas contêm geralmente cerca de 100g de HC de consumo diário. Em relação à distribuição dos restantes macronutrientes, 50%-60% são gorduras, menos de 30% de HC e 20%-30% são proteínas (Bolla, A. M. et al 2019). A dieta cetogénica, conhecida por ser constituída pelo consumo de valores consideravelmente baixos de hidratos de carbono, apenas permite o consumo de cerca de 50g de HC diários (Brouns, F., 2018). No entanto, os resultados na literatura, demonstram que este tipo de dieta é eficaz de curto a médio prazo na redução ponderal. Contudo, ainda é necessário que sejam realizados mais estudos para perceber se estas dietas acarretam algum tipo de efeitos indesejáveis a longo prazo e também se o controlo do apetite permanece (do Nascimento, B. R. C. et al 2020).

Em relação ao tratamento farmacológico da obesidade, a maioria dos medicamentos disponíveis atualmente provoca diminuição do apetite ou redução da absorção de nutrientes, atraso de alterações no esvaziamento gástrico, aumento da saciedade ou inibição da atividade de enzimas do trato gastrointestinal envolvidas na digestão dos alimentos. Atualmente, a Agência Europeia de Medicamentos (EMA) autorizou três tipos de medicamentos para o tratamento crónico da obesidade: orlistat, naltrexona/bupropiona e liraglutide (Tak, Y. J. et al 2021). A disponibilidade destes medicamentos varia consoante o país europeu e pode estar sujeita a restrições de prescrição de acordo com os regulamentos nacionais específicos (World Health Organization 2024). Na Europa, a farmacoterapia para perda de peso e manutenção do peso é aconselhada e utilizada para apoiar intervenções comportamentais e psicológicas para indivíduos com IMC ≥ 30 ou IMC ≥ 27 kg/$m^2$ com complicações relacionadas com a obesidade (Yumuk, V. et al 2015) (Toplak, H. et al 2015). Os fármacos podem aumentar a adesão à mudança de comportamento e melhorar a função física de tal forma que o aumento da atividade física é mais fácil naqueles que não conseguem fazer exercício inicialmente (Apovian, C. et al 2015).

Finalmente, evidências clínicas e de estudos científicos prospetivos demonstram que a CB é altamente eficaz no tratamento da obesidade e das comorbilidades que lhe estão associadas. As recomendações para realização de CB eram, até recentemente, a presença de um IMC ≥ 40 kg/m$^2$ ou IMC ≥ 35 kg/m$^2$ associado à presença de comorbilidades, contudo, em 2022, as principais organizações cientificas (ASMBS/IFSO) envolvidas no estudo da obesidade, publicaram novas normas orientadoras que consideram elegíveis para CB todos os doentes com IMC ≥ 35 Kg/m$^2$, independentemente da presença de comorbilidades, e que poderá ser considerada a CB em doentes com IMC ≥ 30 Kg/m$^2$ que apresentem também doença metabólica associada bem como em crianças e adolescentes adequadamente selecionados (Eisenberg, D. et al 2022). Contudo, as indicações especificas para realização de CB variam entre países (Welbourn, R. et al 2019).

## 2. Cirurgia bariátrica

De uma forma geral, os diferentes tipos de procedimentos cirúrgicos para o tratamento da obesidade podem ser categorizados em restritivos ou malabsortivos. Os procedimentos de natureza restritiva consistem em limitar fisicamente a quantidade de alimentos que podem ser consumidos, limitando o tamanho e a capacidade do estômago, deixando o resto do trato gastrointestinal intacto. Na gastrectomia vertical, o volume do estômago é reduzido entre 80 e 90% através da remoção da grande curvatura gástrica que resulta na formação de um estômago em forma de tubo, com diâmetro de aproximadamente 1,2 a 1,5 cm (Fink, J. et al 2022). Neste caso não é necessária a realização de nenhuma anastomose gastrointestinal. O esvaziamento gástrico nestes doentes é acelerado, ainda que ocorra uma restrição significativa na ingestão de alimentos (Wolfe, B. M. et al 2016).

As técnicas de natureza malabsortiva têm como objetivo reduzir o contacto dos alimentos com as diversas enzimas pancreáticas, gástricas e hepáticas, bem como o tempo e extensão de contacto dos alimentos com o epitélio gastrointestinal, diminuindo consequentemente a absorção dos nutrientes,

baixando dessa forma o aporte calórico. No bypass gástrico em *Y-de-roux* (RGYB), o estômago é seccionado ao nível do fundo gástrico e é criada uma bolsa com capacidade aproximada de 20 mL que é ligada diretamente ao intestino delgado, direcionando assim os nutrientes ingeridos diretamente do estômago para o jejuno (Fink, J. et al 2022). Para isso, existe a criação de uma pequena bolsa com um tamanho reduzido (Pereira, C. 2022), que é conectada ao intestino delgado, ultrapassando o duodeno e atrasando, consequentemente, o contacto com as secreções pancreática e biliar (Hospital da Luz 2019). O comprimento dos dois membros criados com este procedimento pode variar de acordo com as características do doente. O membro biliopancreático fica, normalmente, com cerca de 50 cm e o membro alimentar com cerca de 150 cm. A absorção de nutrientes diminui, mas não resulta, habitualmente, em síndromes clínicos de má absorção (Fink, J. et al 2022). Este método foi desenvolvido por Mason para dar resposta às consequências negativas de métodos mais antigos como o bypass ileojejunal, que provocava habitualmente consequências negativas devido à má absorção crónica de nutrientes (Wolfe, B. M. et al 2016). O RGYB evita o refluxo biliar pois permite uma drenagem sem obstrução da bolsa gástrica (Arterburn, D. E. et al 2014). Este procedimento é reversível visto que não implica a remoção de qualquer parte do intestino nem do estômago (Fink, J. et al 2022).

A Federação Internacional de Cirurgia da Obesidade e Distúrbios Metabólicos (IFSO) publicou um relatório anual sobre todas as cirurgias bariátricas fornecidas ao Registo Global (Welbourn, R. et al 2019) onde constam dados de 51 países com cirurgias realizadas entre 2014 e 2018. Constatou-se que o procedimento cirúrgico realizado com mais frequência foi o *sleeve* gástrico (SG) (46,0%), seguido pelo RGYB (38,2%) e a colocação de banda gástrica (5,0%) (Welbourn, R. et al 2019). Em todos os casos, a preparação adequada antes e depois da CB é essencial para garantir os melhores resultados (Benalcazar, D. A. et al 2022). Digno de reconhecimento é o facto de que os doentes com maior adesão às consultas pré-operatórias e a alterações comportamentais, apresentarem perdas de peso mais significativas após a CB (Wiechert, M. et al. 2021).

A avaliação pré-operatória inclui várias etapas tais como avaliação psicológica do doente para a realização de CB, avaliação dos hábitos nutricionais e definição das mudanças dietéticas necessárias após a CB (Benalcazar, D. A. et al 2022). As diretrizes de prática clínica da Associação Europeia de Cirurgia Endoscópica (EAES) recomendam o aconselhamento nutricional e comportamental pós-operatório para doentes submetidos a CB (Di Lorenzo, N. et al 2020). A monitorização dietética é uma parte importante do controlo de peso após a CB para melhorar os hábitos alimentares dos doentes e a adesão às medidas adequadas de suplementação nutricional, necessárias para evitar o risco de desenvolvimento de potenciais défices nutricionais a longo prazo. Além disso, a monitorização evita o risco de reganho de peso, facilita a deteção de potenciais deficiências nutricionais e contribui para a manutenção da qualidade de vida (Lupoli, R. et al 2017).

Em relação à perda de peso causada por estas duas técnicas, um estudo (Fink, J. et al 2022) refere que nos primeiros 2 anos a perda de peso após SG varia entre 51-79% do peso inicial, enquanto após RGYB o peso varia entre 63-72%. Entre 5 e 7 anos após a intervenção, os doentes que realizam SG têm uma descida de peso para os 54-57% do peso inicial e após o RGYB para 66-72% do peso inicial. Por fim, após 10 anos de procedimento, verifica-se que o RGYB tem uma grande variação de percentagem de perda de peso (23-69%) e o SG uma variação menos acentuada (53-62%).

São vários os estudos na literatura que confirmam os resultados a médio e longo prazo, assim como a segurança, eficácia e durabilidade dos efeitos da CB (Arterburn, D. E et al 2020) (Grönroos, S. et al 2021). Já foi constatado em diversos estudos observacionais e prospetivos que estes procedimentos produzem resultados superiores à dieta, ao exercício e a outras intervenções no estilo de vida no que diz respeito à perda de peso significativa e duradoura, assim como na melhoria das comorbilidades relacionadas com a obesidade (Gloy, V. L. et al 2013) (Schauer, P. R. et al 2017) (Sjöström, L. et al 2014). A obesidade afeta quase todos os sistemas orgânicos e funcionais, incluindo o sistema cardiovascular, respiratório, digestivo, endócrino, músculo-esquelético, reprodutor, o fígado, os rins e a saúde mental. Diversas patologias associadas a

estes sistemas, apresentaram melhorias, e em alguns casos mesmo a remissão, após a perda de peso associada à CB (Eisenberg, D. et al 2022). No caso das doenças cardiovasculares pré-existentes, surpreendentemente, após a intervenção cirúrgica é frequente que se verifique a redução ou suspensão completa da toma de medicação para essas patologias (English, W. J. et al 2018). Estudos têm demonstrado que a taxa de remissão da hipertensão arterial após SG varia entre 60-70% no primeiro ano após a CB, podendo atingir os 90% a longo prazo, com acompanhamento médico (Benaiges, D. et al 2019) (Jakobsen, G. S. et al 2018).

Em relação à diabetes mellitus, a CB diminui a prevalência de DM2 em doentes com obesidade pois resulta numa melhoria do controlo da glicose, podendo mesmo existir remissão da doença, mesmo que temporária, em 95-100% dos doentes (Stefater, M. A. et al 2017). Inicialmente, pensava-se que os doentes que apresentavam maior diminuição de peso, eram aqueles que tinham melhorias mais significativas da DM2 (Schauer, P. R. et al 2017). No entanto, estudos mais recentes demonstram que as alterações metabólicas e hormonais induzidas pela CB, representam um efeito mais importante na redução da diabetes, aumentando a probabilidade de independência do tratamento de insulina, devido à melhoria na secreção de incretinas que contribuem para restaurar a sensibilidade periférica à insulina e para a regulação da homeostasia da glicose (Hankir, M. K. et al 2019) (Guerrero-Pérez, F. et al 2020). Também foram encontrados efeitos em doentes com diabetes mellitus tipo 1 (DM1), tendo um estudo verificado que a gravidade da DM1 é reduzida após realização de CB (Samczuk, P. et al 2018). As evidências indicam quedas significativas da necessidade de administração de insulina exógena, hemoglobina glicosilada (HbA1c), triglicerídeos, colesterol total e pressão arterial após a CB. Apesar dos estudos serem escassos relativamente a este assunto, os resultados existentes também demonstram que a CB é promissora na diminuição do risco de mortalidade em doentes com DM1 (Ji, Y. et al 2021). Os transtornos psicológicos também são uma realidade para alguns doentes que são submetidos a CB, tendo sido verificada uma melhoria no transtorno da depressão no pós-operatório, em relação em pré-operatório (Dawes, A. J. et al 2016) (Y. Adrienne 2021).

A obesidade está, também, associada a um risco elevado de desenvolvimento de vários cancros como cancro do terço distal do esófago, mama, colorretal, endométrio, vesícula biliar, estômago, rim, ovário, pâncreas, fígado e tiróide (Li, H. et al 2021) (Shi, J. et al 2021). Existem evidências que sugerem que os doentes que realizaram CB têm uma redução significativa da incidência de cancros associados à obesidade e da mortalidade associada ao cancro, em comparação com doentes com obesidade que não foram submetidos a CB (Eisenberg, D. et al 2022).

Apesar de todos os benefícios que a CB proporciona, também existem alguns riscos associados, nomeadamente a curto prazo, como obstrução do intestino delgado, risco aumentado de trombose venosa profunda, complicações pulmonares (pneumonia, embolia pulmonar), deiscência de anastomoses e hemorragia gastrointestinal ou da parede abdominal. A longo prazo também podem ocorrer complicações relacionadas com défices nutricionais como, por exemplo, défice de vitamina B12 (Y. Adrienne, 2021) e de ferro, como consequência de uma ingestão alimentar e suplementação nutricional inadequadas, redução da ingestão de ferro, da secreção de ácido clorídrico gástrica e da área de superfície de absorção gástrica e intestinal (Gesquiere, I. et al 2014) (Steenackers, N. et al 2018). Após a CB, verifica-se uma incidência de anemia que pode ser de até 74%, atribuída principalmente à deficiência crónica de ferro. Por esta razão a suplementação de ferro no periodo pós-operatório e o acompanhamento médico são de elevada importância (Ji, Y. et al 2021). Após o SG, uma das principais complicações é a ocorrência de sintomas de refluxo gástroesofágico (Dawes, A. J. et al 2016) (Y. Adrienne 2021). Outra complicação frequente a longo prazo após CB é a diminuição da densidade mineral óssea e a deterioração da estrutura óssea. Existem várias evidências que indicam que esta diminuição pode levar a complicações como osteoporose e fraturas ósseas recorrentes (Chakhtoura, M. T. et al 2016) (Pizzorno L. 2016). Esta situação pode ocorrer devido a má absorção de cálcio como resultado da má absorção global de nutrientes após a CB (Ji, Y. et al 2021).

## 2.1. Alterações na composição corporal após cirurgia bariátrica

A composição corporal dos doentes pós CB pode ser determinada através de diferentes métodos, tais como a bioimpedância elétrica, tomografia computadorizada, ressonância magnética e densitometria radiológica de dupla energia (Messina, C. et al 2016) (Yip, C. et al 2015). Um estudo recente (Tangjittrong, S. et al 2023) comparou a composição corporal de doentes que realizaram CB com um grupo de controlo da mesma idade, sexo e IMC. Foram incluídos doentes que foram submetidos a SG e RGYB e que perderam mais de 50% do peso inicial e que atingiram um IMC <30kg/$m^2$, 12 meses após a CB. O grupo de controlo era constituído por participantes saudáveis e que coincidiam em idade, sexo e IMC. O IMC aos 12 meses após a CB, foi utilizado para comparar com o IMC dos indivíduos do grupo controlo. Neste estudo foi utilizada a técnica de bioimpedância elétrica (Inbody 770). No total, foram analisados 60 participantes, 30 (mulheres n=19, homens=11) no grupo controlo e 30 pós-CB (mulheres n=19, homens=11). Os doentes que realizaram CB apresentaram, aos 12 meses pós-CB, uma percentagem de massa gorda corporal (30.6% vs 35.9%, p=0.001) e do tronco, mais baixa (10.3 vs 12.4 kg, p=0.04) do que o grupo de controlo. Estes doentes apresentaram também menos massa magra total (47.7 vs 39.9 kg, p=0.001), massa isenta de gordura (51.1 vs 42.3 kg, p=0.001), massa muscular esquelética (27.5 vs 23 kg, p=0.003) e massa magra do tronco (21.2 vs 19 kg, p=0.02). Analisando uma revisão sistemática e meta-análise recente (Jung, H. N. et al 2023), cujo objetivo foi compreender o efeito da CB na produção força, é possível perceber que a força não foi afetada, mesmo com a diminuição de alguns parâmetros de composição corporal, tais como a massa magra e a massa gorda.

Outro estudo (Vaurs, C. et al 2015) teve como objetivo analisar os fatores determinantes das alterações da massa muscular após CB (RGYB e SG). Participaram 114 doentes com obesidade em que a composição corporal foi avaliada por Absorciometria de Raios X de Dupla Energia (DXA) antes, 3 e 12 meses após CB (n=92). O estudo tinha como principal objetivo avaliar a alteração de massa muscular. Aos 3 meses após CB, os participantes tinham perdido 20,3

kg, constituídos por 41% de massa magra e 59% de massa gorda. A contribuição da massa muscular para a perda de peso foi de 16,4%. A análise de clusters mostrou que em 52 pacientes a perda de massa muscular foi <15% enquanto 62 pacientes perderam >15% do seu peso sob a forma de massa muscular. Aos 12 meses, os participantes tinham perdido 37 kg, compostos por 70% de massa gorda e 30% de massa magra. Nesta altura, apenas 27 participantes tinham perdido >15% do seu peso sob a forma de massa muscular.

Numa revisão sistemática e meta análise (Herring, L. Y. et al 2016), avaliou as alterações pré-operatórias e pós-operatórias na atividade física e nos resultados da função física em adultos com obesidade submetidos a CB. Os resultados indicaram que houve um aumento significativo na quantidade de tempo em atividade e um aumento na contagem de passos, mas uma menor intensidade da atividade física nos primeiros 6 meses após CB.

Devido à rápida perda de peso, também ocorre uma perda drástica de massa isenta de gordura, entre 33% e 50% (Wiklund, M. et al 2015) (O'Brien, P. E. et al 2006). Graças a este facto, é justificada a redução na força muscular indicada nesta meta-análise. O único valor absoluto registado nos 3-6 e 12 meses de pós-operatório foi o torque muscular e mostrou uma diminuição de 15 Nm (Newton por metro) aos 3-6 meses e uma diminuição do dobro aos 12 meses (Herring, L. Y. et al 2016).

A massa óssea é outra componente muito importante no que diz respeito ao pós-operatório a longo prazo da CB. Alguns estudos sugerem que pessoas com obesidade, e sobretudo as que têm graus de obesidade mais grave, têm um risco maior de fratura do que indivíduos que não têm obesidade. O perfil de risco de fratura nos doentes com obesidade tem especificidades próprias, já que as fraturas ocorrem predominantemente na região distal dos membros inferiores (tíbia, tornozelo, pé) (Rousseau, C. et al 2016). Estudos epidemiológicos demonstram que os procedimentos restritivos e mal absortivos estão associados a um risco acrescido de fratura em locais osteoporóticos (Gagnon, C. et al 2018). Outro estudo (Matos, O. et al 2020) analisou também os efeitos da perda de peso na densidade minera óssea na anca e na coluna lombar 6 meses após CB.

Participaram 17 mulheres com obesidade com 41,2 ± 11,3 anos de idade, que foram submetidas a RGYB. As avaliações da composição corporal foram feitas através de DXA imediatamente antes da CB e 6 meses após. Esta avaliação incluía o peso corporal, o cálculo do IMC, e a determinação da massa magra, massa gorda e densidade mineral óssea. Comparando os resultados entre o pré e pós-operatório, verificou-se que a densidade mineral óssea na região lombar apresentou uma tendência de diminuição não significativa de 1,8%. Já a densidade mineral óssea da anca, apresentou uma diminuição significativa de 17,8%, assim como a massa magra (18%). Estes resultados mostram que a rápida perda de peso verificada esteve associada à diminuição da densidade mineral óssea da anca. Vários estudos demonstram também que a densidade mineral óssea diminui de forma significativa nos primeiros anos após a CB e que a taxa de perda óssea durante o primeiro ano é mais elevada do que nos anos seguintes. Alguns mecanismos que desempenham um papel significativo na alteração óssea após a CB são a descarga mecânica e a redução dos níveis de insulina devido à melhoria da resistência à insulina (Sayadi Shahraki, M. et al 2022). A longo prazo, existe um risco elevado de fraturas ósseas devido à restrição de alimentos ingeridos e à má absorção de nutrientes (Boppre, G.F, 2017), nomeadamente cálcio e vitamina D. Independentemente do tipo de CB, os estudos que avaliam a perda óssea através de DXA demonstram que a anca é mais afetada do que a coluna lombar, tanto a curto quanto a longo prazo. Adicionalmente, o RGYB tem efeitos mais negativos do que o SG na densidade mineral óssea da anca e também demonstra um risco maior de fratura (Sayadi Shahraki, M. et al 2022).

Analisando um estudo sobre as consequências das alterações da composição corporal após CB (Diniz-Sousa, F. et al 2021), o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da CB nos fatores de risco de queda. Para isso, foram recrutados 15 participantes submetidos a CB (grupo de intervenção, GI) e 10 indivíduos não submetidos a CB (grupo de controlo, GC). O GI foi avaliado antes da CB e 6 meses após, enquanto o GC foi avaliado no início e reavaliado 6 meses após a CB. Nos dois momentos, foram avaliados a antropometria, a força muscular dos membros inferiores (dinamómetra isocinética), o equilíbrio na postura bípede

(plataforma de força), a atividade física diária (acelerometria) e a qualidade de vida relacionada com a saúde (questionário SF-36). Na primeira avaliação, não existiram diferenças entre o GC e o GI para todos os parâmetros analisados. Contudo, em comparação com o GC, 6 meses após a CB, o GI diminuiu o peso, o índice de massa corporal, a circunferência da cintura e da anca. O equilíbrio apresentou melhorias limitadas e a força muscular apresentou uma evolução divergente 6 meses após CB, com uma diminuição da força absoluta, mas um aumento da força relativa. Embora a CB não tenha induzido alterações significativas no tempo despendido em diferentes intensidades de atividade física, diminuiu o tempo de comportamento sedentário e aumentou o número de passos diários. Os pacientes pós-CB relataram melhorias substanciais na qualidade de vida, especialmente na função física e parecem sobrestimar as melhorias reais da sua aptidão física alcançadas após a CB, o que, combinado com o aumento da atividade física, pode contribuir para aumentar a probabilidade de se envolverem em tarefas diárias de maior risco e para as quais não estão fisicamente preparados, aumentando, consequentemente, o risco de queda.

### 2.2. Benefícios do exercício após cirurgia bariátrica

Após a CB, as mudanças no estilo de vida representam uma componente importante para aumentar os benefícios para a saúde (Mechanick, J. I. et al 2013) (Mingrone, G. et al 2018) e potenciar os resultados da CB. É muito importante analisar se a atividade física pode ou não aumentar os resultados de perda de peso visto que, os doentes que realizaram CB podem enfrentar algumas dificuldades durante o exercício provocadas por complicações da obesidade, como osteoartrose. Por esta razão, é muito importante encontrar a melhor prescrição de exercício pós-cirúrgica para aumentar a perda de massa gorda e manter a massa magra (Hassannejad, A. et al 2017). Num estudo realizado por Hassannejad e colaboradores, foi avaliado o impacto dos exercícios aeróbio e resistido após CB na perda de peso e composição corporal. Participaram 60 doentes com obesidade (15 homens e 45 mulheres), com IMC

maior ou igual a 35kg/$m^2$ e idades compreendidas entre os 20-50 anos, que tivessem realizado RYGB (n=27) ou SG (n=33). Os doentes foram avaliados 12 semanas antes e depois da CB. Os participantes foram divididos em três grupos: treino aeróbio, treino resistido e aeróbio (exercício combinado) e grupo de controlo. Analisando os resultados, percebemos que o peso e a massa gorda, reduziram de forma mais pronunciada nos grupos experimentais do que no grupo de controlo. No grupo de exercício combinado, a redução da massa isenta de gordura foi significativamente menor do que nos outros grupos. Assim sendo, deste estudo conclui-se que existe um efeito positivo do exercício físico na diminuição do peso e da percentagem de gordura corporal após CB. Existe também uma melhoria significativa da capacidade aeróbia e uma maior preservação da massa magra com a prática de exercício combinado (Hassannejad, A. et al 2017).

Num outro estudo (Oppert, J. M. et al 2018), o objetivo foi determinar se o treino resistido com suplementação de proteína na dieta é eficaz na manutenção da composição corporal e da aptidão física. Foram incluídas 76 mulheres com obesidade submetidas a RGYB e que integraram 1 de 3 grupos diferentes: grupo de cuidados habituais com acompanhamento médico e nutricional regular (grupo controlo, n=22), grupo de cuidados habituais e ingestão adicional de proteína (n=31) e grupo de cuidados habituais, ingestão adicional de proteína e treino resistido supervisionado durante 18 semanas (n=23). Deste estudo concluímos que a perda de massa magra ao longo do tempo não diferiu entre os grupos sendo que o grupo de controlo apresentou uma média de -8,8kg, o grupo de cuidados habituais e ingestão adicional de proteína -8,2kg e o grupo de cuidados habituais, ingestão adicional de proteína e treino resistido supervisionado -7,7kg (p=0,899). O aumento de força muscular relativa dos membros inferiores foi maior no grupo de cuidados habituais, ingestão adicional de proteína e treino resistido supervisionado (em média, +0,6kg), em comparação a +0,1kg e +0,2kg de massa corporal no grupo de controlo e no grupo de cuidados habituais e ingestão adicional de proteína, respetivamente (p=0,021). Portanto, podemos concluir que a perda de força muscular observada após a CB pode ser contornada com treino resistido com ingestão adicional de proteína.

Uma meta-análise recente (Bellicha, A. et al 2021) que incluiu estudos que envolvessem adultos (idade > 18 anos) submetidos a CB (indicada quando o IMC ≥ 40 kg/m$^2$ ou ≥35 kg/m$^2$ com pelo menos uma comorbilidade de acordo com a maioria das diretrizes atuais) e que participaram num programa de exercício antes ou depois da CB. Os resultados deste estudo demonstram que os programas de exercício realizados após a CB são eficazes no aumento da aptidão cardiorrespiratória e da força muscular, mas também para otimizar a perda de peso e de massa gorda. A aptidão cardiorrespiratória pode também melhorar de forma mais notória se forem incorporadas sessões de alta intensidade no treino aeróbio contínuo de intensidade moderada. Podemos concluir que o exercício é uma estratégia eficaz na otimização da saúde, aptidão física e qualidade de vida, devendo por isso ser incorporada nos cuidados de seguimento pós-cirúrgico habituais.

Numa metanálise recente (Ibacache-Saavedra, P. et al 2024), examinaram as alterações pós-operatórias na força e qualidade muscular e a sua relação com as alterações do IMC em adultos submetidos a CB. Para o efeito, realizaram uma pesquisa sistemática nas bases de dados WoS, PubMed, EBSCO e Scopus. As meta-análises, que incluíram 24 artigos (666 participantes), mostraram que a CB reduz a força absoluta dos membros inferiores (ES=0,599; IC 95%=-0,972, 0,226; p=0,002). Os indivíduos que registaram uma redução mais significativa do IMC após a CB sofreram também uma maior perda de força muscular absoluta. Da mesma forma, a força de preensão manual absoluta apresentou uma diminuição significativa (ES=0,376; IC 95% = 0,630, 0,121; p=0,004). Os autores encontraram um número insuficiente de estudos que investigaram as alterações a médio e longo prazo na força e/ou qualidade muscular após a CB. Este estudo fornece evidência de qualidade moderada de que a perda de peso induzida pela CB pode reduzir a força dos músculos apendiculares a curto prazo, o que deve ser abordado na gestão destes indivíduos.

Alba e colaboradores, realizaram um ensaio clínico com o objetivo de examinar as alterações na composição corporal, força, atividade física e desempenho físico após RGYB (Alba, D. L. et al 2019). Com uma amostra de 47 adultos (37 mulheres, 10 homens) com idades entre 45 ± 12 anos (média ± desvio padrão)

e IMC 44 ± 8 kg/m$^2$, mediram a composição corporal por DXA, a força de preensão manual, a atividade física e o desempenho físico (*chair stand time*, velocidade da marcha, tempo de caminhada de 400 m) antes, 6 e 12 meses após RGYB. A força relativa foi calculada através da força de preensão manual absoluta/IMC e através da força absoluta/massa magra apendicular. Os participantes registaram reduções substanciais no peso (237 ± 10 kg ou 30% ± 7%), na massa gorda (248% ± 12%) e na massa magra total (213% ± 6%). A força muscular absoluta diminuiu significativamente em relação aos valores pré-operatórios (P , 0,001). A variação média aos 12 meses na força absoluta teve um declínio de 2,6 ± 5,4 kg, com este declínio a ocorrer nos primeiros 6 meses de pós-operatório. Em contraste, a força muscular relativa (força/IMC e força/massa magra apendicular) aumentou progressivamente durante os 12 meses após a cirurgia. Registaram-se melhorias pós-operatórias clinicamente significativas em todas as medidas de desempenho físico, incluindo uma melhoria média na velocidade da marcha de 0,1 m/s (P , 0,01) e uma diminuição no tempo de marcha de 400 m de quase um minuto completo. No contexto de uma perda de peso drástica, a massa magra e a força de preensão absoluta diminuíram após RGYB. No entanto, a força muscular relativa e a função física melhoraram significativamente e são, portanto, resultados positivos da RGYB (Alba, D. L. et al 2019).

### 3. Avaliação da força muscular através de dinamometria isocinética

A dinamometria isocinética é uma técnica utilizada para exercitar e avaliar a geração de força durante a realização de movimentos angulares a uma velocidade constante pré-definida e cujo principal resultado se expressa pelo torque máximo atingido. Este sistema ajusta-se à força que é produzida em cada momento pelo indivíduo mantendo uma velocidade constante o que permite avaliação da força gerada em contração muscular concêntrica e excêntrica em múltiplos ângulos articulares. Os dinamómetros isocinéticos são frequentemente empregues para avaliar a força muscular após lesões ou cirurgias em atletas, além de possibilitar a comparação entre o membro afetado e o não afetado. Uma

das principais vantagens dos testes isocinéticos é o facto de permitir a avaliação da força muscular em toda a amplitude de movimento articular. Estes equipamentos permitem analisar rácios de força entre grupos musculares agonistas e antagonistas, torque máximo, resistência muscular entre outros parâmetros associados com a força muscular. Pela sua elevada sensibilidade e pela possibilidade em analisar toda a extensão do movimento articular, os testes isocinéticos permitem revelar fraquezas musculares que podem não ser detetadas através de outros métodos mais simples. Num estudo (Mendoza, M. et al 2014).comparativo entre a dinamometria isocinética e o teste muscular manual (TMM; flexores e extensores do tornozelo e do joelho), os músculos considerados normais pelo TMM exibiram valores isocinéticos entre 48,5% e 127% do previsto. Esses resultados isocinéticos indicam que os músculos podem ter perdido mais de 70% da força esperada, apesar de ainda apresentarem um valor considerado normal no TMM. Esse facto é corroborado por outros estudos quantitativos (Mendoza, M. et al 2014) que demonstraram que os músculos podem perder até 50% da sua força, mesmo quando classificados como tendo uma função normal pelo TMM. Contudo, os dispositivos utilizados nos testes isocinéticos estão entre os mais dispendiosos para a avaliação da força. Adicionalmente, testar várias articulações exige bastante tempo e requer uma reconfiguração do dispositivo, tornando impraticável a avaliação de um elevado número de segmentos corporais com dispositivos isocinéticos. Se for necessário avaliar múltiplos membros, então métodos como o TMM são mais adequados (Mendoza, M. et al 2014).

## Objetivo do estudo

Sendo a obesidade um problema de saúde com uma prevalência extremamente elevada e tendo em conta que o número de doentes com obesidade tem aumentado significativamente e, com elevada probabilidade, continuará a aumentar no futuro, é fundamental desenvolver estratégias que otimizem os cuidados pós-operatórios a que estes doentes têm acesso aumentando assim a durabilidade dos benefícios em saúde proporcionados pela CB. O exercício físico estruturado parece ter um papel fundamental neste contexto, favorecendo a manutenção da perda de peso e contrariando alguns dos seus efeitos adversos a longo prazo, como a perda de massa muscular e de massa óssea. Contudo, é ainda controverso se diferentes tipos de treino proporcionarão benefícios comparáveis na prevenção da perda de massa muscular e força após CB. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é comparar o efeito de dois tipos de treino distintos, resistido e endurance, na força e massa muscular de doentes com obesidade que realizaram CB.

# Material e métodos

## 1. Desenho experimental

Este estudo consistiu num ensaio clinico randomizado realizado com adultos de ambos os géneros com obesidade previamente submetidos a CB através da técnica de SG ou RGYB, alocados num rácio de 1:1 a um de dois grupos. Cada um dos grupos em estudo foi submetido a um programa de exercicio distinto durante 16 semanas, com uma frequência de 3 sessões/semana com 1h de duração/sessão. Uma das intervenções consistiu em treino resistido e a outra em treino de endurance.

## 2. Recrutamento da amostra

Para a identificação dos potenciais participantes do estudo, elaborou-se uma lista de todos os doentes submetidos a cirúrgica barátrica no Centro de Responsabilidade Integrado para o tratamento da Obesidade (CRIO) do Centro Hospitalar Universitário de São João (CHSJ) no período compreendido entre 02/01/2020 e 30/01/2021. Os critérios de inclusão aplicados foram: 1) realização de CB primária nos últimos 18 a 24 meses; 2) idade compreendida entre os 18 e os 65 anos (à data de recrutamento); 3) motivação e disponibilidade para participar no estudo. Os critérios de exclusão aplicados foram: 1) condição patológica que seja incompatível ou que possa ser agravada com a prática de exercício de intensidade moderada a vigorosa, tal como patologia cardíaca, respiratória ou osteoarticular; 2) envolvimento concomitante em algum outro programa de exercício físico estruturado; 3) indisponibilidade para se comprometer com as sessões de avaliação e treinos ineretentes ao projeto.

Foram de seguida identificados os doentes submetidos a CB primária de RGYB e SG. Foram excluidos os doentes que tivessem idade superior a 65 anos até maio de 2023 ou inferior a 18 anos. Posteriormente, foi construida uma base de dados com informações sociodemográficas dos doentes como nome, data de nascimento, residência e contato telefónico. Foram também registados dados

relativos às intervenções cirúrgicas e pesos registados nos momentos antecedentes à CB, assim como aos 6, 12, 18 e 24 meses subsequentes à mesma. Em caso de ausência de registo de peso nos períodos de 18 ou 24 meses no processo clínico o doente seria excluído da análise. De seguida foi determinada a percentagem de excesso de peso perdido por cada doente através da comparação do peso registado na última consulta de acompanhamento (18 ou 24 meses) e o peso correspondente a um IMC de 24,9 $kg/m^2$. Por fim, foram selecionados os doentes do último tertil relativamente à percentagem de excesso de peso perdido e que representam a população que apresentou menor redução do excesso de peso e, consequentemente, pior resposta à CB. Estes pacientes podem ter experimentado uma diminuição modesta no peso ou, alternativamente, um notável reganho de peso após uma inicial perda mais substancial.

Os doentes selecionados a partir da lista com pior resposta à CB, foram depois contactados por um membro da equipa médica do CHSJ, informados acerca dos objetivos do projeto e questionados relativamente ao interesse e disponibilidade em participar. Caso manifestassem interesse, era então agendada uma reunião presencial, durante a qual lhes seriam fornecidas informações pormenorizadas acerca do estudo em questão, incluindo potenciais riscos e benefícios e logística das sessões de treino e avaliações a serem efetuadas. Durante essa reunião, os doentes teriam oportunidade de esclarecer eventuais dúvidas. Toda a informação pertinente foi comunicada verbalmente e também disponibilizada num documento com informação ao participante (Anexo 1), acompanhada do formulário de consentimento informado, livre e esclarecido (Anexo 2). Após 3 a 5 dias, o doente era novamente contatado para confirmar o interesse em participar e agendar as avaliações pré-intervenção.

### 3. Randomização dos participantes

A anonimização da identificação dos participantes foi realizada imediatamente após a sua inscrição no estudo. Este processo foi realizado através de um código

de seis dígitos, que identificavam o número do projeto e o número de cada participante dentro do projeto. Após a conclusão da avaliação pré-intervenção, os participantes foram distribuídos aleatoriamente pelos dois grupos experimentais: treino de endurance (EnEx) ou treino resistido (ResEx). Para realizar a aleatorização, os códigos dos participantes foram encaminhados a um membro da equipa de pesquisa que não tinha contacto prévio com os participantes nem conhecimento da identificação associada aos códigos. Foi então gerada uma sequência aleatória de números em *www.random.org/* para os códigos dos participantes e outra sequência aleatória para cada possível tratamento. As duas listas de números aleatórios foram combinadas para atribuir um tratamento a cada participante. A lista de alocação foi posteriormente enviada ao investigador responsável por informar os participantes da alocação no grupo experimental.

## 4. Distribuição das avaliações

A avaliação dos participantes foi subdividida em duas visitas ao laboratório em dias distintos, com um intervalo de 7 a 10 dias entre elas. Todas as avaliações foram realizadas no laboratório de Fisiologia do Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer (CIAFEL) da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP). A distribuição das avaliações realizadas está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição das Avaliações

| Dia 1 | 7 a 10 dias | Dia 2 |
|---|---|---|
| • Par-Q<br>• Questionário de qualidade de vida<br>• Antropometria<br>• Composição corporal<br>• Taxa metabólica de repouso<br>• Perfil cardiometabólico | • Atividade física diária<br>• Diário nutricional | • Força de preensão manual<br>• Força dos membros inferiores<br>• Força do tronco<br>• Aptidão cardiorespiratória |

As avaliações realizadas no dia 1 ocorreram entre as 8h e as 12h, após um período de jejum noturno de 12 horas por parte dos participantes. Já as avaliações do segundo dia foram realizadas entre as 8h e as 19h.

## 5. Rastreio de saúde pré-exercício

O estado geral de saúde dos participantes foi avaliado antes do início da intervenção através de um questionário, conforme descrito por Norton & Norton (2011) (anexo 3) para identificar eventuais condições de saúde que representassem contraindicação para a participação no estudo. Mais uma vez, nesta fase poderiam ser excluídos do estudo os participantes que apresentassem qualquer tipo de patologia que fosse suscetível de ser agravada pela prática de exercício moderado a vigoroso.

A primeira secção do questionário abordava questões relacionadas com distúrbios cardiovasculares, pulmonares, endócrinos, osteoarticulares e gastrointestinais. A segunda secção identifica a presença de sintomas durante a atividade física, como dispneia, dor torácica ou síncope. Na terceira secção, os participantes indicam a toma diária de medicação ou a existência de algum tratamento médico em curso.

Na segunda fase do rastreio, foram avaliados fatores de risco cardiometabólicos. Para tal foi determinado o peso, altura, perímetro da cintura e da anca, e calculados o IMC e a relação cintura/anca. Adicionalmente, foram analisados os níveis de colesterol total, HDL, LDL, triglicerídeos, glicemia em jejum, hemoglobina glicosilada e pressão arterial.

## 6. Protocolo de intervenção

As sessões de treino foram realizadas na FADEUP às segundas, quartas e sextas-feiras, das 18h30 às 19h30, durante 16 semanas. Os grupos EnEx e ResEx participaram simultaneamente dos treinos, sob a supervisão de

instrutores de exercício. As sessões foram estruturadas com um aquecimento inicial de 5 minutos, seguido por 50 minutos de treino e finalizadas com um período de 5 minutos de retorno à calma. A fase de aquecimento era composta por 5 exercícios de mobilização articular e ativação geral, de baixa intensidade e complexidade técnica, sendo cada um realizado em dois conjuntos de 20 segundos. Um dos planos de aquecimento não requeria material, outro era realizado com bastões de plástico e o outro com dois halteres com cargas leves – até 3 kg. A fase de retorno à calma era composta por exercícios de alongamento e relaxamento.

Os participantes com hipertensão superior a grau 2, segundo a Sociedade Europeia de Hipertensão, (≥160 mmHg de pressão arterial sistólica (PAS) e/ou ≥100 mmHg de pressão arterial diastólica (PAD)) durante a avaliação inicial foram monitorizados antes de cada sessão de exercício. Caso os valores de pressão arterial excedessem ≥180 mmHg de PAS ou ≥110 mmHg de PAD, o participante não poderia participar na sessão de exercício. Essas diretrizes foram adotadas em conformidade com as recomendações da ACSM (Pescatello, L. S. et al, 2004). A glicemia dos participantes com DM foi também avaliada antes de cada sessão. Se os valores de glicemia fossem inferiores a 60 mg/dl, os participantes eram orientados a ingerir alimentos ricos em hidratos de carbono antes do início da sessão. Se os valores fossem superiores a 250 mg/dl, era recomendado que a dose de insulina a administrar fosse revista.

## 7. Antropometria

Todas as medidas antropométricas e de composição corporal foram realizadas durante a manhã, entre as 8h e 12h, após um período de jejum noturno de 12 horas. Durante as avaliações, os participantes foram instruídos a usar apenas roupas leves e a remover todas os acessórios de metal, como brincos, pulseiras ou colares. A altura foi determinada utilizando um estadiómetro (Seca 213, Hamburgo, Alemanha), e a medida registada com uma precisão de 0,1 cm. Os participantes foram orientados a permanecer com os pés juntos, joelhos em

extensão completa, e cabeça posicionada numa direção neutra. A plataforma de medição foi então ajustada até atingir o ponto mais alto da cabeça do participante. O peso corporal foi aferido por meio de uma balança digital (Seca 876, Hamburgo, Alemanha), e a medida registada com uma precisão de 0,1 kg.

Os perímetros da cintura e da anca foram medidos com uma fita antropométrica. Ambas as medidas foram realizadas sobre a roupa dos participantes. O perímetro da cintura foi obtido no ponto médio entre a última costela palpável e a crista ilíaca e o perímetro da anca sobre o grande trocanter, no ponto de maior perímetro da região glútea.

## 8. Composição corporal

A composição corporal foi avaliada através da técnica de DXA, com um equipamento Hologic Horizon Wi (Bedford, MA, EUA). A massa corporal total, massa magra e massa gorda foram determinadas através de um exame de corpo inteiro. Quando os participantes excediam os limites da área de digitalização do equipamento, o membro superior esquerdo era posicionado fora desta área, e os valores do membro superior direito eram replicados, conforme recomendado pelo fabricante.

Os procedimentos de controlo de qualidade preconizados pelo fabricante foram executados diariamente e antes de cada avaliação. Estes procedimentos incluíam o uso de um fantoma da coluna vertebral e, quando exigido pelo sistema, verificação da qualidade da medição de composição corporal. Essas verificações foram realizadas para assegurar o funcionamento adequado do equipamento e garantir que as medições estivessem em conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos.

As avaliações foram realizadas com os participantes utilizando apenas roupas leves, sem partes metálicas como por exemplo fechos ou botões, e descalços. Os participantes realizaram um período mínimo de jejum de 12 horas previamente à avaliação. Os participantes foram posicionados mesa de exame em posição supinada com o tronco e os membros dentro da área de exame, pés

em posição neutra, mãos em posição pronada e com alinhamento dos segmentos corporais. A aquisição e a análise dos dados, foram conduzidas por um técnico experiente, seguindo os procedimentos padrão estabelecidos.

## 9. Avaliação cardiorespiratória - calorimetria indireta

A aptidão cardiorrespiratória foi avaliada por meio de testes de exercício cardiopulmonar utilizando calorimetria indireta (Cosmed CPT, Roma, Itália). Foi aplicado um protocolo de exercício máximo em tapete rolante (h/p/cosmos Quasar, Traunstein, Alemanha), durante o qual foram coletados os gases expirados e os dados do eletrocardiograma. O teste foi conduzido por um técnico experiente, com formação em reanimação cardiopulmonar (RCP), estando um médico prontamente disponível nas proximidades da sala de testes. Os participantes utilizaram máscaras de tamanho ajustável com válvulas inspiratórias (Hans Rudolph). A coleta dos gases expirados foi realizada pelo método de "*breath-by-breath*" e a média dos dados foi calculada em intervalos de 5 segundos. O consumo máximo de oxigénio foi definido como a média mais elevada de 30 segundos de consumo de oxigénio durante a última fase realizada.

Na avaliação pós-intervenção, a velocidade inicial do protocolo foi aumentada em 1 km/h em relação à avaliação pré-intervenção. Essa alteração foi implementada para manter a duração do teste dentro de um período razoável e evitar o início precoce da fadiga periférica, especialmente considerando-se a expectativa de melhoria no desempenho na avaliação pós-intervenção. O protocolo seguido está descrito em detalhe na Tabela 2.

**Tabela 2** - Descrição dos protocolos aplicados nas avaliações pré e pós-intervenção

| Fase | Tempo (min.) | Velocidade (km/h) | | Inclinação (%) |
|---|---|---|---|---|
| | | Pre-intervenção | Pós-intervenção | |
| Repouso | 0 – 1 | 0 | 0 | 0 |
| Aquecimento | 1 - 4 | 3 | 4 | |
| Exercício | 4 - 7 | 4 | 5 | |
| | 7 - 10 | 5 | 6 | |
| | 10 - 13 | 6 | 7 | |
| | 13 - 16 | 7 | 8 | |
| | 16 - 19 | 8 | 9 | |
| | 19 - 22 | 9 | 10 | |
| | 22 - 25 | 10 | 11 | |
| | 25 - 28 | 11 | 12 | |
| | 28 - 31 | 12 | 13 | |
| | 31 - 34 | 13 | 14 | |
| Recuperação | 3 | 3 | 3 | |

Caso o participante não estivesse familiarizado com o tapete rolante, era realizada uma sessão de familiarização a baixa velocidade durante o primeiro dia de avaliação. No dia do teste, os participantes foram informados de que o objetivo era avaliar a sua aptidão cardiorrespiratória, sendo o protocolo devidamente explicado. Foram instruídos a não falar durante o teste, salvo em situações de absoluta necessidade, como, por exemplo, em caso de dores no peito ou nas articulações, tonturas, falta de coordenação, ou qualquer outro sintoma relevante. Em qualquer um destes casos, o teste seria imediatamente interrompido. O teste regular é considerado concluído quando o participante atinge a fadiga por esforço.

A velocidade a que o participante fazia a transição da marcha para a corrida foi registada, para que pudesse ser reproduzida na avaliação pós-intervenção.

## 10. Força muscular

### 10.1. Força dos membros inferiores

A força dos membros inferiores foi avaliada através de dinamómetro isocinético (Biodex System 4 Pro; NY, EUA). Os músculos extensores e flexores do membro inferior dominante foram avaliados através de um protocolo de flexão e extensão do joelho composto por cinco repetições a uma velocidade angular de 60°/s. O procedimento de avaliação foi explicado a cada participante antes do teste bem como os objetivos da avaliação. Antes do teste, o participante realizou um aquecimento de três minutos num cicloergómetro, mantendo uma cadência de 60 rotações por minuto com uma carga de 0,5 Kilopound (Kp) e uma potência de 30 W. Após o aquecimento, o participante posicionou-se na cadeira do dinamómetro, foi ajustada a posição das costas, altura da cadeira e a posição do dinamómetro. A almofada da perna foi posicionada com o bordo inferior imediatamente acima do maléolo lateral. Todas as configurações foram registadas para garantir a replicação precisa em avaliações subsequentes. As correias de estabilização foram fixadas para manter o participante estável durante o teste. A amplitude de movimento foi fixada em 90°, medida a partir da extensão máxima ativa. O participante realizou três repetições de teste a intensidade moderadas e posteriormente contrações quase máximas, seguindo-se de um período de descanso de 60 segundos antes do teste final à intensidade máxima. Durante o teste, o participante foi encorajado verbalmente a exercer a máxima força. Após a conclusão do teste, verificou-se o coeficiente de variação para a flexão e extensão. Para o teste ser considerado válido, o coeficiente de variação deveria ser inferior a 15%. Caso algum dos valores atingisse ou excedesse 15%, o teste seria repetido após um período de repouso de 3 minutos.

No final da avaliação foram registados o pico de torque (PT), o pico de torque em relação ao peso corporal (PT/BW) e o trabalho total realizado (W) tanto para a extensão quanto para a flexão. Para o cálculo da força específica, os valores do pico de torque, tanto da extensão como da flexão, foram relativizados à massa

magra da coxa avaliada por DXA. A massa magra da coxa do membro dominante foi calculada pelo técnico no momento da análise do exame de composição corporal. Para o efeito foi criada uma área específica de análise em que o limite inferior correspondia a uma tangente horizontal sobre os côndilos femorais e o limite superior uma tangente horizontal sobre o grande trocânter, sendo ambas as linhas paralelas. Os limites laterais eram definidos de forma a incluir toda a massa da coxa e excluindo a outra coxa assim como a mão, em ambos os lados.

### 10.2. Força do tronco

A avaliação da força do tronco foi realizada através de dinamómetro isocinético (Biodex System 4 Pro; NY, EUA). Os músculos extensores e flexores do tronco foram avaliados através de um protocolo que consistiu na realização de cinco repetições a uma velocidade angular de 60°/s. O procedimento de avaliação e os objetivos foram devidamente explicados aos participantes antes do teste. O suporte cervical, o rolo da omoplata e a almofada lombar foram ajustados conforme necessário, e o dispositivo de compressão dos membros inferiores foi fixado à cadeira. As correias pélvicas e femorais foram devidamente ajustadas. As posições de afastamento e aproximação foram definidas em 20° e 60°, proporcionando uma amplitude de movimento de 40°. Foram realizadas algumas repetições experimentais para familiarização do participante com o movimento e a resistência oferecida pelo dinamómetro. Os participantes foram instruídos a realizar as três primeiras repetições com uma intensidade moderada, seguidas de duas repetições com uma intensidade quase máxima, totalizando cinco repetições experimentais. Após um intervalo de 60 segundos de repouso, o teste foi realizado à intensidade máxima, com o participante a ser encorajado verbalmente durante o procedimento a realizar a contração com a máxima força possível. Após a conclusão do teste, verificou-se o coeficiente de variação para a flexão e extensão. O teste foi considerado válido se o coeficiente de variação fosse inferior a 15%. Caso o coeficiente de variação fosse igual ou superior a 15% em qualquer dos movimentos, o teste seria repetido após um período de repouso de 3 minutos. Para o cálculo da força específica, os valores do pico de

torque, tanto da extensão como da flexão, foram relativizados à massa magra do tronco avaliada por DXA. Para o efeito foi criada uma área específica de análise em que o limite inferior correspondia a uma tangente horizontal sobre as cristas ilíacas e o limite superior uma tangente horizontal sobre as clavículas, sendo ambas as linhas paralelas. Os limites laterais eram definidos por linhas tangentes à articulação glenoumeral, não paralelas, de forma a incluir toda a massa do tronco da região distal. Estas linhas distinguiam a massa dos membros superiores da massa do tronco.

## 11. Programa de treino

O programa de treino, tanto para o grupo EnEx como para o grupo ResEx, foi dividido em cinco microciclos, cada um representando um aumento na intensidade e complexidade técnica dos exercícios realizados. A prescrição dos exercícios baseou-se em medidas de intensidade relativa e de carga interna, embora tenham sido empregues parâmetros distintos para cada grupo. Ambos os grupos foram supervisionados por instrutores de exercício.

### 11.1. Treino de endurance

As sessões de treino de endurance foram organizadas em duas partes distintas. Metade dos participantes executava um conjunto de exercícios de acordo com o método Tabata (Tabata I., 2019), predominantemente compostos por movimentos simples e cíclicos, utilizando o próprio peso corporal como resistência. Simultaneamente, a outra metade do grupo realizava alternadamente exercícios intervalados ou contínuos no tapete rolante, dependendo da fase do programa. Em certas ocasiões, o cicloergómetro substituía o tapete rolante. Durante o decorrer da sessão, os participantes alternavam entre os diferentes tipos de exercício de endurance. Ambos os grupos eram supervisionados por instrutores de exercício.

A intensidade do exercício no grupo de endurance era controlada através de cardiofrequencimetros e definida de acordo com intervalos de frequência cardíaca determinados individualmente para cada participante e fase do treino. Esses intervalos foram determinados utilizando a equação de Karvonen, levando em consideração o valor máximo de frequência cardíaca alcançado durante o Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP) e a frequência cardíaca em repouso registada durante a avaliação da taxa metabólica em repouso, ambas realizadas durante as avaliações pré-intervenção. Durante as sessões de treino, cada participante utilizava monitores de frequência cardíaca (Garmin Forerunner 45), sendo instruídos sobre o intervalo de frequência cardíaca alvo e orientados a monitorizar os seus próprios valores de frequência cardíaca. Durante a fase Tabata, os participantes podiam ajustar a velocidade dos exercícios conforme necessário para manter a frequência cardíaca dentro do intervalo prescrito. Já na parte da sessão em que era utilizada o tapete rolante, os participantes informavam o instrutor sobre a necessidade de ajustar a velocidade de acordo com os valores de frequência cardíaca. Semanalmente, os dados armazenados nos monitores de frequência cardíaca eram analisados, e as cargas externas eram ajustadas individualmente, se necessário. Foram registados a frequência cardíaca média e máxima, o gasto energético estimado e o tempo dentro do intervalo de FC prescrito para cada sessão. As características de cada microciclo utilizado no programa de treino no grupo EnEx são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Descrições das fases do treino de endurance

| | Fase 1 adaptação | Fase 2 | Fase 3 | Fase 4 | Fase 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Semanas** | 1 - 2 | 3 - 5 | 6 – 8 | 9 - 12 | 13 - 16 |
| **Intensidade (% HRR)** | 40 – 50 | 50 - 65 | 65 – 75 | 75 - 85 | ≥ 75 |
| **Exercício Tabata / rácio de recuperação** | 30 / 10 s | 30 / 10 s | 30 / 10 s | 40 / 10 s | 40 / 10 s |
| **Tipo exercício passadeira** | Contínuo | Intervalado | Intervalado | Intervalado | Contínuo |
| **Exercício passadeira/rácio recuperação** | - | 2 / 1 min | 3 / 1 min | 3 / 1 min | - |
| **Materiais Tabata** | Cones; bolas | Cones; bolas | Cones; bolas; step; escada agilidade | Cones; bolas; step; escada agilidade; bolas medicinais | Cones; bolas; step; escada agilidade; bolas medicinais; halteres |

### 11.2. Treino resistido

As sessões do grupo de ResEx foram igualmente monitorizadas por dois instrutores de exercício. Cada sessão concentrou-se no treino num conjunto específico de regiões corporais, conforme detalhado na Tabela 3.

A intensidade do treino resistido foi gradualmente aumentada ao longo das fases para todos os participantes, porém, a complexidade dos exercícios foi adaptada de acordo com a habilidade de treino individual de cada participante. Para cada exercício, foram estabelecidos parâmetros para a postura corporal e a execução padronizada, os quais foram documentados juntamente com imagens ilustrativas demonstrando a forma correta de execução, para que os participantes se pudessem orientar. Quando um participante demonstrava competência na execução correta de um exercício, era encorajado a progredir para um exercício de maior complexidade.

A intensidade do treino foi determinada pelo número máximo de repetições que o participante conseguia realizar com uma carga pré-definida. Para cada fase, foi estipulado um intervalo de repetições esperadas. Durante a fase inicial, todos os participantes realizaram os mesmos exercícios simultaneamente, sob a orientação dos instrutores. Durante as duas primeiras semanas, os participantes foram expostos a uma variedade de exercícios, enquanto aprendiam a postura correta para executar os exercícios de forma eficaz e evitar lesões. A partir da fase subsequente, cada participante recebeu uma prescrição de treino individualizada, que continha os exercícios a realizar, e as cargas correspondentes para aquela sessão. Os participantes receberam assistência dos instrutores sempre que necessário ao longo das sessões de treino. As características do programa de treino resistido são apresentadas na Tabela 4, enquanto as fases do treino resistido são descritas na Tabela 5.

**Tabela 4** - Características do programa de treino de resistência

| | **Segunda-feira** | **Quarta-feira** | **Sexta-feira** |
|---|---|---|---|
| **Regiões do corpo** | • Cintura escapular e membros superiores<br>• Abdominal | • Cintura escapular e membros superiores<br>• Cintura pélvica e membros inferiores | • Cintura pélvica e membros inferiores<br>• Abdominal |

**Tabela 5** - Descrição das fases do treino de resistência

| | **Fase 1 adaptação** | **Fase 2** | **Fase 3** | **Fase 4** | **Fase 5** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Semanas** | 1 - 2 | 3 - 5 | 6 - 8 | 9 - 12 | 13 - 16 |
| **Intensidade (% RM estimado)** | 40 – 50 | 50 - 65 | 65 - 75 | 75 - 85 | 80 - 90 |
| **Estrutura de séries** | Circuito cronometrado | Clássico | Clássico | Séries combinadas | Séries combinadas |
| **Séries x repetições/tempo** | 4 x 30 s | 3 x 15-20 | 3 x 10-15 | 4 x 6-10 | 4 x 4-8 |
| **Tempo de recuperação** | 20 s | 30 s | 45 s | 60 s | 90 s |
| **Exercícios por sessão** | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| **Materiais** | Elásticos; colchões; TRX; step; halteres; discos | | | | |

## 12. Análise estatística

Foi determinada a média e o desvio padrão de todas as variáveis. A normalidade e a homogeneidade de variância de cada variável foi determinada através do teste de Shapiro-wilk e de Levene, respetivamente. A comparação de variáveis categóricas entre grupos foi realizada através do teste de Chi-Quadrado. Comparações entre grupos no momento pré-intervenção e pós-intervenção foram realizadas através do teste T de Student de medidas independentes. As comparações entre o momento pós-intervenção e pré-intervenção para o mesmo grupo foi realizada através do teste T de medidas emparelhadas. O efeito da intervenção foi avaliado através de um teste de análise de variância (ANOVA) a dois fatores, em que foi determinado o efeito do grupo, do tempo e da interação grupo*tempo. Sempre que não se verificavam os pressupostos necessários para

a realização de testes paramétricos, foi utilizada a técnica de Bootstraping. Foi considerado um valor de significância de 0.05 para todas as análises. Não foram retirados *outliers* da análise. A análise estatística foi realizada com recurso ao software estatístico SPSS versão 27.

# Resultados

## 1. Análise exploratória e caracterização dos grupos no momento pré-intervenção

Foi feita inicialmente uma análise exploratória dos resultados obtidos para determinar a normalidade e homogeneidade de variância através dos testes de Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors e de Levene, respetivamente. Os resultados obtidos revelaram que o grupo EnEx não apresentava distribuição normal para as variáveis pico torque na extensão do tronco (p=0.016) e Pico Torque de extensão do tronco relativo ao peso (p=0.028) enquanto o grupo ResEx não apresentava distribuição normal para as variáveis pico torque de extensão do joelho relativo ao peso (p=0.035), pico torque de flexão do joelho relativizado à massa magra (p=0.025) e IMC (p=0.027). O teste de Levene revelou que todas as variáveis apresentavam homogeneidade de variância.

Tabela 6 - Caracterização inicial dos grupos

| | **EnEx** | **ResEx** | **p** |
|---|---|---|---|
| Género* | | | |
| Masculino | 2 (20%) | 3 (25%) | 0.781 |
| Feminino | 8 (80%) | 9 (75%) | |
| Cirurgia* | | | |
| Bypass gástrico | 7 (70%) | 8 (67%) | 0.867 |
| Gastrectomia vertical | 3 (30%) | 4 (33%) | |
| Idade | 51,2±5,5 | 49,7±5,6 | 0,833 |
| Altura (m) | 159,3±6,1 | 161,4±7,4 | 0,997 |
| Peso (Kg) | 80,8±6,9 | 83,8±9,6 | 0,830 |
| IMC ($Kg.m^{-2}$)** | 31,9±2,8 | 32,3±4,1 | 0,974 |
| Assiduidade (%) | 76,3±19,8 | 76,6±14,3 | 0,114 |

Os valores das variáveis continuas representam média e desvio padrão e das variáveis categóricas número e percentagem.
* Teste Chi-quadrado
** Teste de Mann-Whitney devido à ausência de distribuição normal

## 2. Efeito da intervenção nas variáveis de interesse

Os resultados obtidos para as variáveis em estudo, bem como os resultados dos testes estatísticos realizados estão detalhados na tabela 7.

Para avaliar o efeito das diferentes intervenções ao longo do período experimental em cada grupo foi realizada uma análise de variância (ANOVA) tendo em conta o fator momento da avaliação (pré- *vs* pós-intervenção), o grupo de intervenção (EnEx vs ResEx) e a interação entre momento*grupo. Os resultados obtidos demonstraram que, para todas as variáveis em análise, não se verificou um efeito estatisticamente significativo do grupo, do tempo ou da interação grupo*tempo.

Para determinar se existiam diferenças entre os grupos no momento pré-intervenção e no momento pós-intervenção foram realizados testes *T de Student* de medidas independentes comparando os resultados obtidos pelo grupo EnEx e pelo grupo ResEx. Os resultados mostram que não existiram diferenças significativas entre as médias dos grupos, para todas as variáveis analisadas, no momento pré-intervenção e no momento pós-intervenção.

Adicionalmente, para determinar se ocorreram alterações Intra grupo significativas entre o momento pré-intervenção e pós-intervenção, foi realizado um teste *T de Student* de medidas repetidas. Os resultados obtidos demonstram que o grupo ResEx teve um aumento significativo do momento pré-intervenção para o momento pós-intervenção, da força de extensão do joelho absoluta, e específica (relativa à massa magra da coxa). Por sua vez, o grupo EnEx teve um aumento relevante da força muscular de extensão do tronco relativa ao peso entre o momento pré- e pós-intervenção.

Tabela 7 - Força Muscular do Membro Inferior e do Tronco

| | Pré-intervenção | | Pós-Intervenção | | ANOVA 2 fatores | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Endurance** | **Resistido** | **Endurance** | **Resistido** | **Momento** | **Grupo** | **Interação** |
| **Massa magra (kg)** | 50,6 ± 6,9 | 53,6 ± 7,5 | 51,2 ± 6,6 | 53,6 ± 7,0 | 0,877 | 0,210 | 0,886 |
| **Peak torque extensão joelho absoluto (N.m)** | 136,58± 31,12 | 133,59± 30,24 | 141,91±31,76 | 148,51±28,83* | 0,278 | 0,846 | 0,606 |
| **Peak torque flexão joelho absoluto (N.m)** | 64,51± 17,35 | 62,93± 13,64 | 67,67±19,14 | 65,89±14,63 | 0,534 | 0,732 | 0,984 |
| **Peak torque extensão tronco absoluto (N.m)** | 164,44± 41,40 | 167,42± 33,38 | 178,23±49,60 | 174,54±67,99 | 0,495 | 0,981 | 0,827 |
| **Peak torque flexão tronco absoluto (N.m)** | 84,75± 30,79 | 81,10± 23,26 | 83,08±29,83 | 90,86±28,88 | 0,638 | 0,810 | 0,506 |
| **Peak torque extensão joelho relativo massa total[a] (N.m/kg)** | 167,87± 29,39 | 159,95± 34,30 | 179,15±39,27 | 177,03±34,10 | 0,181 | 0,632 | 0,782 |
| **Peak torque flexão joelho relativo massa total (N.m/kg)** | 79,32± 17,99 | 75,98± 17,79 | 85,22±22,59 | 79,07±19,06 | 0,447 | 0,423 | 0,812 |
| **Peak torque extensão tronco relativo massa total[a] (N.m/kg)** | 203,46± 47,28 | 202,37± 46,76 | 224,49±58,90 | 209,57±86,19 | 0,461 | 0,675 | 0,717 |
| **Peak torque flexão tronco relativo massa total (N.m/kg)** | 103,74± 32,09 | 97,46± 27,50 | 103,99±33,85 | 108,41±32,72 | 0,560 | 0,923 | 0,578 |
| **Peak torque extensão joelho específico massa magra (N.m/kg)** | 268,23± 35,78 | 248,03± 31,92 | 276,56±43,13 | 275,83±29,34* | 0,096 | 0,329 | 0,363 |
| **Peak torque flexão joelho específico massa magra[a] (N.m/kg)** | 126,79± 24,67 | 117,62± 19,24 | 130,75±23,68 | 122,80±21,91 | 0,502 | 0,212 | 0,929 |
| **Peak torque extensão tronco específico massa magra (N.m/kg)** | 324,21± 58,38 | 313,10± 45,74 | 346,39±74,14 | 323,14±102,72 | 0,476 | 0,448 | 0,788 |
| **Peak torque flexão tronco específico massa magra (N.m/kg)** | 165,34± 44,92 | 150,03± 27,75 | 159,40±42,28 | 167,66±39,12 | 0,620 | 0,765 | 0,319 |

Os valores representam média ± desvio padrão.
[a] variáveis que não apresentam distribuição normal e para as quais foi utilizado o método de Bootstraping na análise estatística.
* Diferença estatisticamente significativa relativamente ao momento pré-intervenção ($p<0,05$).

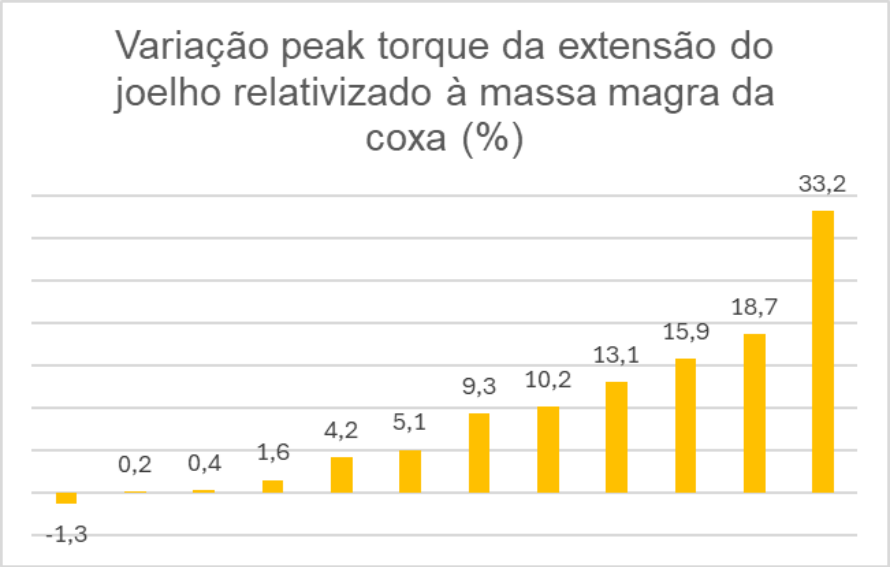


Figura 1- Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação (pré- vs pós-) para o Peak Torque da extensão do joelho relativizado à massa magra da coxa para os participantes do grupo ResEx

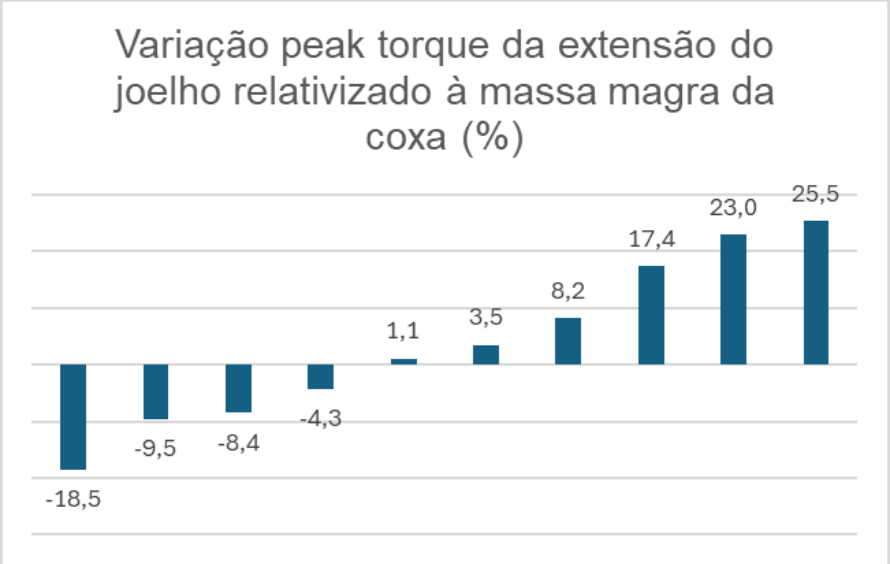


Figura 2 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação (pré- vs pós-) para o Peak Torque da extensão do joelho relativizado à massa magra da coxa para os participantes do grupo EnEx

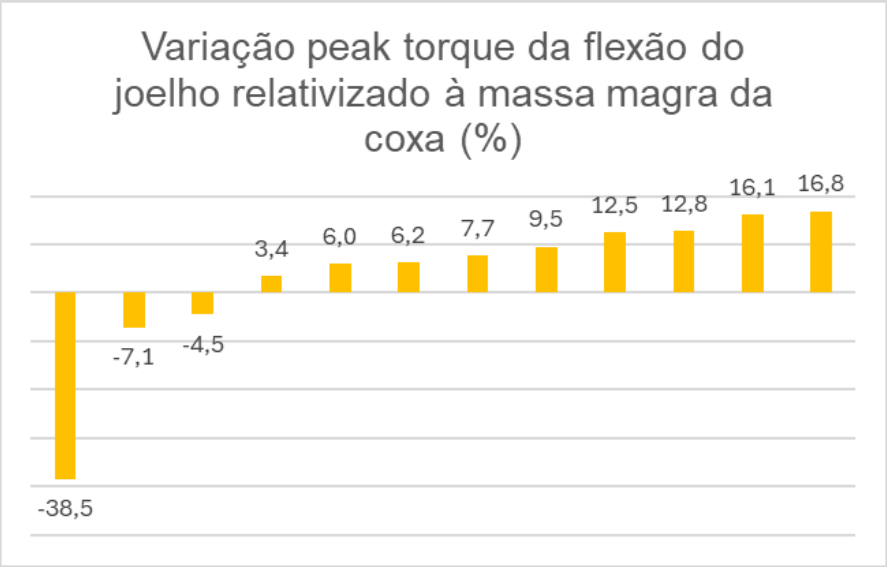


Figura 3 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação do peak torque da flexão do joelho relativizado à massa magra da coxa entre indivíduos do Grupo ResEx

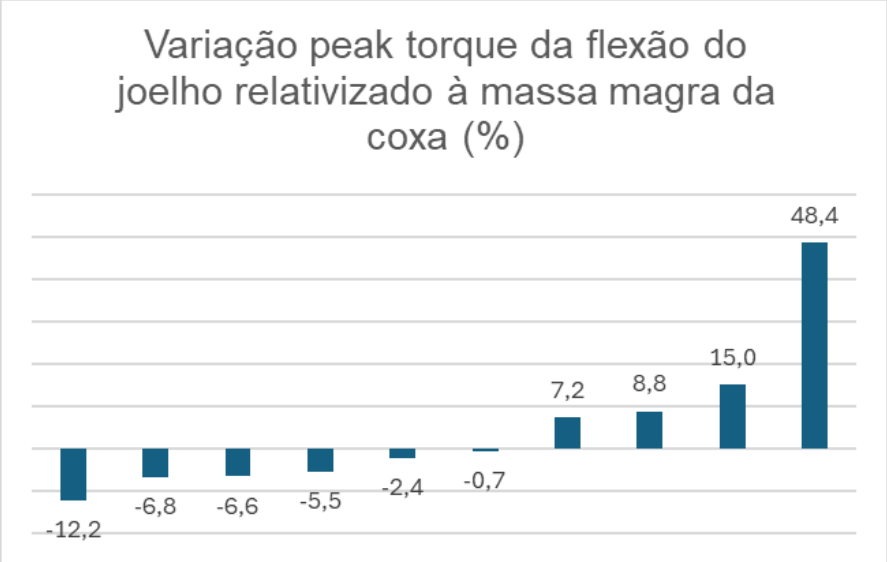


Figura 4 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação do peak torque da flexão do joelho relativizado à massa magra da coxa entre indivíduos do Grupo EnEx

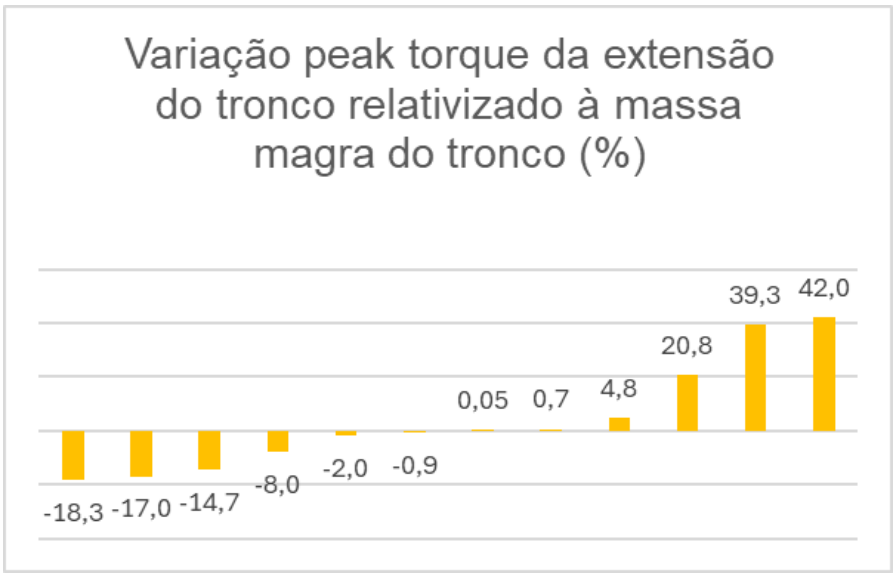


Figura 5 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação do peak torque da extensão do tronco relativizado à massa magra do tronco entre indivíduos do Grupo ResEx

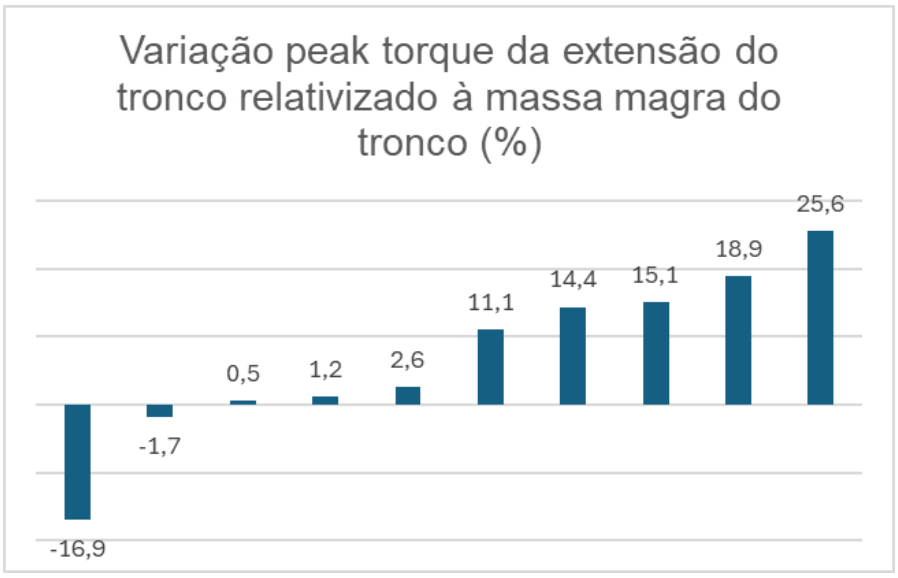


Figura 6 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação do peak torque da extensão do tronco relativizado à massa magra do tronco entre indivíduos do Grupo EnEx

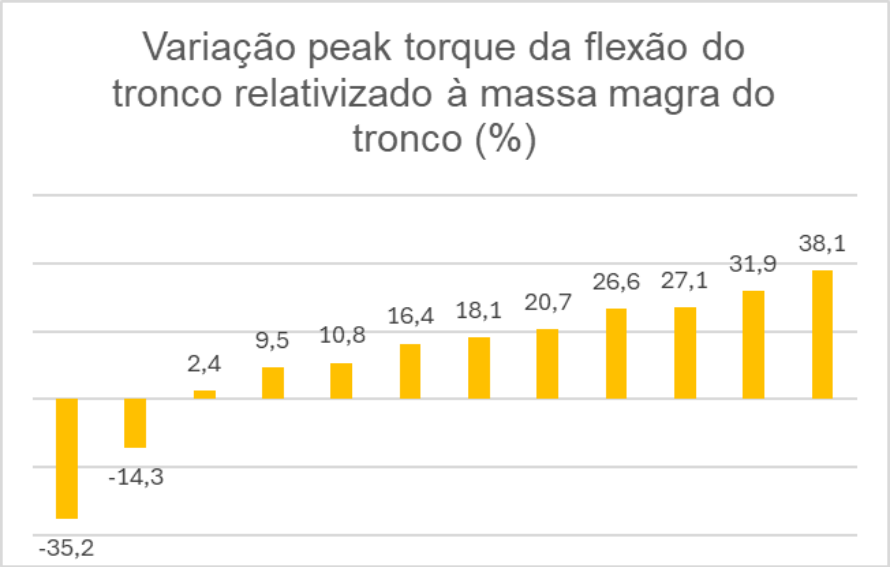


Figura 7 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação do peak torque da flexão do tronco relativizado à massa magra do tronco entre indivíduos do Grupo ResEx

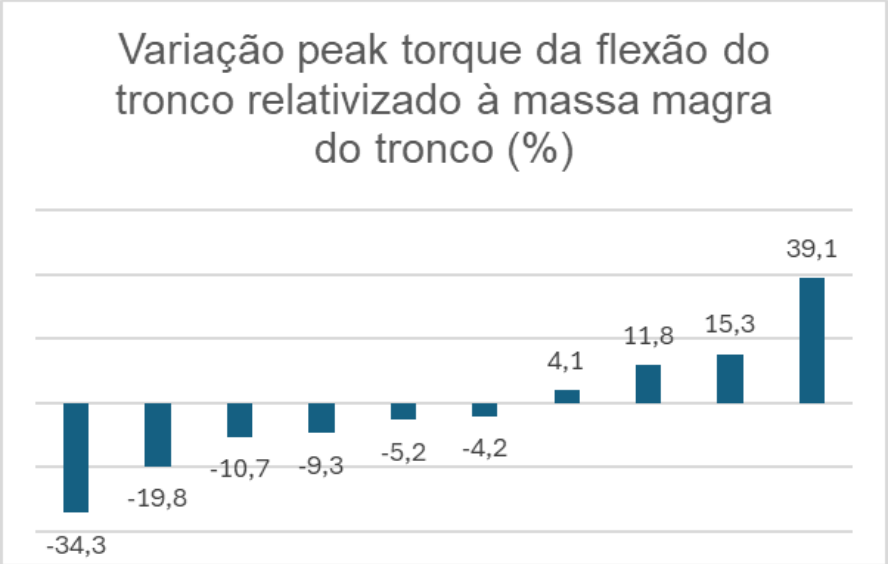


Figura 8 - Percentagem da diferença entre os dois momentos de avaliação do peak torque da flexão do tronco relativizado à massa magra do tronco entre indivíduos do Grupo EnEx

As figuras 1 e 2 comparam o peak torque da extensão do joelho, relativizado à massa magra da coxa, também designada de força específica, entre os 22 participantes.

Pela análise dos gráficos, podemos perceber que ocorreu um maior número de casos de variação negativa em participantes que realizaram EnEx, existindo também um participante do grupo ResEx com essas características. A variação nos participantes do grupo EnEx variou entre os -18,5% e os 25,5%. Por outro lado, os participantes que realizaram ResEx, apresentam uma variação entre -1,3% e 33,2%. Desta análise, concluímos que o ResEx parece ser mais eficiente em melhorar a força específica da extensão do joelho, enquanto o EnEx mostrou um efeito menor nesse aspeto.

Concluindo, o ResEx parece ser mais eficaz a aumentar a força específica da extensão do joelho nestes doentes pois uma maior percentagem de doentes demonstrou uma variação positiva no final da intervenção, enquanto no grupo EnEx se verificou um menor número de participantes com variação positiva dos resultados.

Já as figuras 3 e 4 comparam o peak torque da flexão do joelho, relativizado para a massa magra da coxa (força especifica). Ao analisar os resultados do grupo EnEx, observa-se que a maioria dos participantes deste grupo teve uma variação negativa, sendo o valor mais baixo -12,2%. Porém, a percentagem de alteração mais elevada foi também de um participante deste grupo, com uma variação de 48,4%. Analisando os indivíduos do grupo ResEx, verificamos também a existência de um participante com uma variação negativa substancial de -38,5%. Contudo, existiram apenas mais dois valores negativos neste grupo (-7,1% e -4,5%). Os restantes participantes do grupo ResEx apresentaram valores positivos, oscilando entre aumentos de 3,4% e 16,1%.

Conclui-se assim que, o grupo ResEx apresentou um maior número de participantes com variações positivas nesta variável. No grupo de EnEx também se verificaram variações positivas em alguns participantes.

Analisando as figuras 5 e 6, onde são ilustrados o pico de torque da extensão do tronco relativizado à massa magra do tronco observa-se que, no caso dos participantes do grupo EnEx, a maioria das variações registadas foram positivas, indicando que a generalidade dos participantes do grupo EnEx tendeu a melhorar o pico de torque da extensão do tronco específico. Os participantes do grupo ResEx, apresentam resultados bastante variáveis, com variações entre -18,3% e aproximadamente 42%. Aproximadamente metade da amostra teve variação negativas do pico de torque (entre -18,3% e -0,9%). Em síntese, a maioria dos participantes do EnEx demonstrou uma tendência de variação favorável do pico de torque da extensão do tronco, enquanto que o ResEx apresentou uma resposta mais heterogénea, com cerca de metade dos participantes a demonstrar variações positivas enquanto a outra metade demonstrou variações negativas.

Para terminar, as figuras 7 e 8 ilustram o pico de torque da flexão do tronco, relativizado à massa magra do tronco. É de salientar que a maioria dos participantes do grupo EnEx, apresenta valores de variação negativos, entre -34,3% e -4,2%. Contudo, um dos participantes teve também uma variação positiva bastante acentuada de 39,1%. Os restantes participantes com variação positiva demonstraram resultados entre 4,1% e 15,3%. Analisando os participantes do grupo ResEx, verificamos que apenas dois apresentaram variações negativas após o protocolo de exercício, sendo que um destes apresentou o valor mais baixo dos dois grupos (-35,2%). Os restantes participantes apresentaram variações positivas, oscilando entre 2,4% e 38,1%.

Assim, o grupo ResEx parece ter proporcionado um aumento mais significativo na força específica da flexão do tronco, enquanto o grupo EnEx, na maioria dos casos, resultou numa redução desta variável.

## Discussão

O objetivo deste estudo foi comparar o efeito de dois tipos de treino distintos, resistido e endurance, na força e massa muscular de doentes com obesidade severa que realizaram CB. Os resultados obtidos demonstram que o grupo ResEx teve um aumento significativo do momento pré-intervenção para o momento pós-intervenção, da força absoluta de extensão do joelho e da força específica de extensão do joelho (relativizada à massa muscular). Já o grupo EnEx, teve um aumento significativo da força muscular de extensão do tronco relativa ao peso entre o momento pré- e pós-intervenção. Através da análise das figuras, conseguimos afirmar que existe uma grande heterogeneidade da percentagem de variação entre indivíduos, sendo que na figura 3, referente ao grupo ResEx, um dos indivíduos apresenta uma percentagem de variação de -38,5%, enquanto na figura 4, que representa o grupo EnEx para a mesma variável, outro participante apresenta uma percentagem de variação de 48,4%. A mesma tendência é verificada nas restantes figuras.

Um estudo recente (Boppre, G. et al 2024) examinou os benefícios de um programa de exercício multicomponente de 11 meses na força muscular após CB. Foram incluídos na análise 41 participantes do grupo de exercício e 20 participantes do grupo de controlo. O grupo de exercício participou num programa de treino multicomponente, supervisionado, com uma duração de 11 meses, com início 1 mês após a cirurgia bariátrica (CB), para além dos cuidados médicos habituais, enquanto o grupo de controlo recebeu apenas cuidados médicos e recomendações verbais relativamente à atividade física e realização de exercício. A força muscular do joelho e do tronco foi avaliada por dinamometria isocinética antes da cirurgia, 1, 6 e 12 meses após a cirurgia, enquanto a composição corporal foi avaliada por DXA. Os resultados mostram que o programa de exercício multicomponente não teve um impacto significativo na força muscular absoluta nas regiões do joelho e tronco aos 6 e 12 meses após a cirurgia. No entanto, a força muscular relativa apresentou melhorias significativas. Aos 6 meses após a CB, a flexão do joelho a 60°/s relativa ao peso corporal aumentou significativamente ($p = 0,047$), assim como a extensão do

joelho a 180°/s em relação ao PC (p = 0,009) e a extensão do joelho a 60°/s em relação à massa magra total (p = 0,040). Aos 12 meses após CB, a extensão do joelho a 60°/s em relação ao PC também melhorou significativamente (p=0,038). Embora a força muscular absoluta não tenha melhorado significativamente com o programa de exercício multicomponente, este estudo encontrou melhorias significativas na força muscular relativa, particularmente na flexão do joelho dominante após a participação no programa de exercício multicomponente. Em relação ao presente estudo, foram encontradas melhorias significativas na força muscular relativa e absoluta no grupo ResEx na extensão do joelho e na força muscular relativa do tronco, no momento pós-intervenção. No que diz respeito ao grupo de endurance, apenas se verificaram alterações significativas na força muscular relativa do tronco, também no segundo momento.

Outro estudo (Gil, S. et al 2021) investigou os efeitos do treino físico na perda de massa e função muscular induzida pela CB. Oitenta mulheres com obesidade foram distribuídas aleatoriamente por um grupo RGYB (n=40, idade=42 ± 8 anos) ou RGYB + treino (n=40, idade = 38 ± 7 anos). Os parâmetros clínicos e laboratoriais foram avaliados antes da CB, 3 e 9 meses após a cirurgia. A intervenção de exercício teve a duração de 6 meses, três vezes por semana (exercício de resistência e aeróbio) e foi iniciada 3 meses após a CB (para o grupo RGYB + treino). Foi adicionalmente recrutado um grupo de controlo saudável, normoponderal e com a mesma idade. A cirurgia resultou numa redução semelhante (p=0,66) da força muscular dos membros inferiores no grupo RGYB e RGYB + treino combinado (26% vs. 31%). Os participantes do grupo RGYB + treino tiveram uma maior força muscular absoluta (214 vs. 120 kg, p<0,01) e relativa (2,4 vs. 1,4 kg / peso, p<0,01) em comparação com o grupo RGYB aos 9 meses após a cirurgia. Houve adicionalmente reduções significativas da força muscular absoluta e relativa dos membros inferiores e superiores após a cirurgia (efeito principal do tempo: ambos p<0,0001). É importante ressaltar que o grupo RGYB + treino combinado apresentou maior força muscular absoluta e relativa dos membros inferiores (EMD: 83,2 kg; IC 95%: 43,2 a 122,8; P < 0,0001; EMD: 0,9 kg/peso, IC 95%: 0,4 a 1. 3; P < 0,0001, respetivamente) e força muscular absoluta do membro superior (EMD: 5,4 kg; IC

95%: 0,03 a 10,9, P = 0,0529) do que o grupo RGYB 9 meses após CB. Sendo assim, este estudo fornece evidências que sugerem que a incorporação do exercício no protocolo de recuperação em pacientes que realizaram CB é eficaz a contrariar a perda pós-cirúrgica de massa e força muscular. Comparando o estudo anterior com o presente estudo, neste último o grupo de exercício começou a intervenção após 3 meses de CB, enquanto no presente passaram anos até os participantes começarem o protocolo de exercício. Uma semelhança em ambos os estudos é a frequência de treinos por semana, apesar do tipo de treino ser diferente pois no estudo anterior os particpantes realizam exercício combinado.

Uma das principais limitações deste estudo é o reduzido tamanho da amostra, o que decorre do facto de os dados representarem uma análise exploratória preliminar de um ensaio clínico que ainda está em curso. A falta de dados sobre o consumo alimentar, que permitiriam uma compreensão do consumo calórico, constitui outra limitação, uma vez que variações nos padrões alimentares entre os grupos podem afetar os resultados. Outra limitação é o facto de não termos resultados que permitam caracterizar os níveis de atividade física diária, sendo que diferenças no tipo de atividade física diária podem influenciar significativamente a variação da força.

Por outro lado, o presente estudo distingue-se pela utilização de um desenho experimental de ensaio clínico randomizado, reconhecido como a estratégia mais eficaz para comparar a eficácia de diferentes intervenções. Outro ponto positivo foi a aplicação dos limiares ventilatórios como método para determinar a intensidade do exercício aeróbico, o que possibilita uma definição precisa da intensidade de acordo com as respostas fisiológicas do metabolismo. Além disso, a composição corporal foi avaliada por meio da técnica de DXA, considerada o método de referência na análise da composição corporal. A acrescentar às virtudes deste estudo está o facto de os participantes terem realizado sempre exercício supervisionado o que permitiu uma elevada congruência entre o protocolo de exercício planeado e efetivamente implementado.

## Conclusões

Pela realização do presente estudo podemos concluir que:

- Não existem diferenças estatisticamente significativas na força absoluta, relativa e específica entre os participantes dos dois tipos de exercício avaliados (ResEx e o EnEx).

- Foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre o período pré e pós-intervenção na força absoluta da flexão do joelho, na força relativa da flexão do tronco e na força específica da extensão do joelho, no grupo ResEx, o que indica que este tipo de treino será mais indicado no aumento da força.

- Relativamente ao grupo EnEx, apenas foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o período pré e pós-intervenção para a força relativa da extensão do tronco, o que nos indica que este tipo de treino também é eficaz na melhoria da força muscular em algumas regiões anatómicas.

# Anexos

## Anexo 1 - Descrição do estudo

### Descrição do estudo

Foi convidado para participar no estudo de investigação científica com o título "**Qual o regime de exercício mais adequado na prevenção do reganho de peso em pacientes pós-cirurgia bariátrica com perda de peso insuficiente? - BariOptimize"**. Leia cuidadosamente a descrição do estudo e, sempre que achar necessário, coloque as suas dúvidas ao investigador.

**1. Qual o objetivo do estudo?**

O objetivo deste estudo é comprar dois programas diferentes de exercício físico – exercício resistido e exercício de endurance – para determinar qual é o mais eficaz na perda de peso e na prevenção do reganho de peso após cirurgia bariátrica.

**2. Qual será o meu papel no estudo?**

Se aceitar participar, será aleatoriamente alocado a um de 3 grupos possíveis – grupo de treino resistido (TR), grupo de treino de endurance (TE) ou grupo de controlo (C). Se ficar alocado nos grupos TR ou TE, participará num programa de exercício físico supervisionado ao longo de 16 semanas. Se for alocado ao grupo C, não participará nas sessões de exercício supervisionadas mas continuará a receber o tratamento médico habitual pós-cirurgia bariátrica e participará nas sessões de avaliação da aptidão física.

Independentemente do grupo a que ficar alocado, será avaliado em 2 momentos – antes de iniciar o estudo e na 17ª semana do estudo.

**3. Qual será a duração da minha participação?**

A duração total será de 17 semanas. Este período de tempo engloba o as sessões de treino e avaliação final.

**4. Onde se vai realizar o estudo?**

Nas instalações da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP), na rua Dr. Plácido Costa, 91, Porto.

**5. Qual é o horário dos treinos?**

Os treinos serão realizados às segundas, quartas e sextas, das 18h às 19h.

**6. Estarei acompanhado durante os treinos?**

Sim. Caso seja alocado ao grupo TR ou TE, será sempre acompanhado nos treinos por técnicos de exercício certificados. O seu plano treino será individualizado de acordo com a sua aptidão física e problemas de saúde. Adicionalmente, irá realizar o treino inserido num grupo que terá até 8 participantes.

**7. Que avaliações serão realizadas?**

Pode encontrar esta informação em baixo, na Tabela 2.

**8. Terei acesso aos dados das avaliações efetuadas?**

Sim. Todos os relatórios das avaliações efetuadas ser-lhe-ão fornecidos.

**9. Como serão protegidos os meus dados?**

Os seus dados pessoais, assim como os resultados recolhidos durante as avaliações, serão associados a um código identificador anónimo. Apenas o investigador responsável terá acesso à associação entre o código identificador e a sua identidade. **Nenhum trabalho científico ou apresentação irá conter qualquer referência à identidade individual dos participantes**. Os seus dados serão conservados por um período máximo de 4 anos para fins de tratamento estatístico e posteriores trabalhos científicos.

Se tiver alguma dúvida sobre a forma como os seus dados pessoais são tratados ou queira saber mais sobre os seus direitos no âmbito da proteção de dados, pode entrar em contacto com o Encarregado de Proteção de Dados do CHUSJ através do endereço de email: **epd@chsj.min-saude.pt**

Caso considere que os seus dados não estão a ser objeto de tratamento legítimo, pode, a todo o momento, apresentar uma reclamação junto da autoridade competente, a Comissão Nacional de Proteção de Dados (**www.cnpd.pt**).

**10. Que vantagens tenho em participar?**

Ao integrar um programa de exercício poderá beneficiar de controlo do peso, melhoria da composição corporal, diminuição da glicemia, controlo do perfil lipídico (colesterol e triglicerídeos), diminuição da pressão arterial e aumento da aptidão física. Ao participar no programa estará também a cumprir com as recomendações para a prática de atividade física da Organização Mundial de Saúde (OMS).

Irá também realizar exames (descrição na tabela 2), sem qualquer custo associado, que fornecem informações importantes sobre o seu estado de saúde e que podem auxiliar o seu médico no seu acompanhamento.

**11. Terei algum seguro?**

Sim. Caso aceite participar no estudo, estará segurado/a relativamente às atividades realizadas no âmbito do estudo.

**12. A minha participação tem algum custo?**

Não. Todo o processo, desde as sessões de treino às avaliações realizadas serão gratuitas. Eventualmente, os únicos custos que ficarão a seu cargo serão aqueles relacionados com as deslocações para as sessões de treino. Poderá estacionar o seu veículo no parque da FADEUP gratuitamente..

**13. E se quiser desistir a meio do programa?**

Poderá fazê-lo a qualquer momento e sem qualquer prejuízo. O seu acompanhamento médico habitual e acesso aos cuidados de saúde não será, de forma alguma, afetado se a qualquer momento decidir que não quer mais integrar o projeto. A sua participação é voluntária. Se, a determinado momento, não desejar mais fazer parte do projeto, deverá informar o gestor de projeto (Tiago Montanha) através dos contactos que se encontram no final deste documento. Alternativamente, poderá contactar o Dr. Eduardo Lima Costa através do e-mail: **elimadacosta@me.com**

Para informação mais detalhada sobre o estudo, recomendámos que leia atentamente o texto que se segue.

**Desenho do estudo**

A fase do estudo em que irá participar terá a duração total de 32 semanas. Se aceitar participar, será aleatoriamente selecionado para um de três grupos possíveis: **controlo (C)**, **treino resistido (TR)**, ou **treino de endurance (TE)**. Em termos práticos, a principal diferença entre grupos encontra-se nas primeiras 16 semanas, em que os grupos **TR** e **TE** participarão em programas de treino distintos. O grupo **C** continuará a receber o acompanhamento médico habitual que já recebia previamente. Nas últimas 16 semanas, não terá lugar qualquer intervenção. Este será o período em que pretendemos verificar se as alterações alcançadas com o treino perduram no tempo.

Nas 32 semanas estão contemplados 3 momentos de avaliação, que serão realizados no início, meio e final do programa. A estrutura do estudo encontra-se exemplificada na **Tabela 1**.

**Tabela 1** – Desenho do estudo

| | | 16 semanas | |
|---|---|---|---|
| **Controlo** | Avaliação 1 | - | Avaliação 2 |
| **Treino resistido** | | | |
| **Treino endurance** | | | |

**Avaliações**

Nos 2 momentos de avaliação iremos recolher informações relacionadas com vários parâmetros do seu estado de saúde e aptidão física. Na **Tabela 2** pode encontrar uma breve descrição dos testes que iremos realizar.

**Tabela 2** – Breve descrição das avaliações a ser realizadas

| Parâmetro | Designação do teste / método | Descrição |
|---|---|---|
| Antropometria | - | Medição do peso, altura, perímetros da cintura e anca |
| Pressão arterial | - | Medição com aparelho digital |
| Força | Dinamometria isocinética | Avaliação da força dos membros superiores e inferiores |
| Taxa metabólica de repouso | Oximetria indireta | Permanecer em deitado por 15 min. enquanto os gases respirados são analisados |
| Aptidão cardiorespiratória | Oximetria indireta | Teste com intensidade progressiva realizado no tapete rolante |
| Composição corporal | Avaliação por DEXA | Avaliação da quantidade de gordura e massa magra através de imagiologia |
| Atividade física diária | Avaliação por *smartwatch* | Utilizar um *smartwatch* durante 7 dias consecutivos |
| Avaliação da ingestão nutricional | Diário alimentar | Registar a ingestão alimentar durante 3 dias |
| Parâmetros cardiometabólicos | Análise bioquímica | Recolha de uma pequena quantidade de sangue através de uma picada no dedo |
| Qualidade de vida | Questionários | Responder a questionário sobre a qualidade de vida |

**Para algum esclarecimento adicional, não hesite em contactar:**

Tiago Montanha: **918913418** / **lmontanha@fade.up.pt**

Anexo 2 - Declaração de consentimento informado

## Declaração de consentimento informado

Designação do Estudo: "**Qual o regime de treino ideal para a prevenção do reganho de peso após cirurgia bariátrica?**"

Eu, _____,
nascido/a em _____/_____ /_____, e detentor/a do cartão de cidadão com o nº _____ declaro que compreendi o objetivo do estudo, assim como as minhas responsabilidades como participante. Tomei conhecimento dos riscos e benefícios que podem advir da minha participação e tive a oportunidade de expôr as dúvidas que achei necessárias, tendo todas sido devidamente esclarecidas. Tenho conhecimento que posso, a qualquer momento e sem qualquer prejuízo, abandonar o estudo. Autorizo a utilização dos dados recolhidos nas avaliações realizadas para efeitos académicos ou científicos, tais como apresentações em eventos e artigos científicos. Fui também informado/a que será preservada a confidencialidade acerca da minha identidade, assim como dos meus dados pessoais. Assim sendo, aceito de livre e espontânea vontade participar nesta investigação nos moldes em que me foi apresentada pelo investigador.

Data

_____ de _____ de 2023

O/A participante

_____

O Investigador responsável

_____

Anexo 3 - Questionário pré-exercício

U.PORTO
FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

| Condições de saúde pré-existentes | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Condição** | **Exemplo** | **Sim** | **Não** | **Qual?** |
| Neurológicos | Tonturas; tremores | | | |
| Oculares | Glaucoma; retinopatia | | | |
| Auditivos | Má audição | | | |
| Pulmonares | DPOC; enfisema; asma | | | |
| Gastrointestinais | Refluxo; azia; úlcera | | | |
| Osteoarticulares | Osteoartrose; tendinite | | | |
| Tabagismo | - | | | |
| Outras condições | Alterações do sono, edemas | | | |
| Cirurgias prévias | - | | | |

| Sintomas com o exercício / esforço | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dispneia em esforço | Falta de ar a subir escadas | | | |
| Dor pré-cordial | Pressão ou ardor no peito | | | |
| Palpitações | Sente os batimentos? | | | |
| Síncope | Desmaio ou tonturas | | | |
| Doença vascular periférica | Cansaço ou dor na barriga da perna ao caminhar | | | |

| Medicação habitual | | | |
|---|---|---|---|
| **Nome / princípio ativo** | **Dose** | **Frequência** | **Duração** |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

FCT
Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

LABORATORY FOR INTEGRATIVE AND TRANSLATIONAL RESEARCH IN POPULATION HEALTH

CIAFEL

## Referências bibliográficas


Alba, D. L., Wu, L., Cawthon, P. M., Mulligan, K., Lang, T., Patel, S., King, N. J., Carter, J. T., Rogers, S. J., Posselt, A. M., Stewart, L., Shoback, D. M., & Schafer, A. L. (2019). Changes in Lean Mass, Absolute and Relative Muscle Strength, and Physical Performance After Gastric Bypass Surgery. The Journal of clinical endocrinology and metabolism, 104(3), 711–720. https://doi.org/10.1210/jc.2018-00952

Apovian, C. M., Aronne, L. J., Bessesen, D. H., McDonnell, M. E., Murad, M. H., Pagotto, U., Ryan, D. H., Still, C. D., & Endocrine Society (2015). Pharmacological management of obesity: an endocrine Society clinical practice guideline. The Journal of clinical endocrinology and metabolism, 100(2), 342–362. https://doi.org/10.1210/jc.2014-3415

Arterburn, D. E., & Courcoulas, A. P. (2014). Bariatric surgery for obesity and metabolic conditions in adults. BMJ (Clinical research ed.), 349, g3961. https://doi.org/10.1136/bmj.g3961

Arterburn, D. E., Telem, D. A., Kushner, R. F., & Courcoulas, A. P. (2020). Benefits and Risks of Bariatric Surgery in Adults: A Review. JAMA, 324(9), 879–887. https://doi.org/10.1001/jama.2020.12567

Bellicha, A., van Baak, M. A., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Busetto, L., Carraça, E. V., Dicker, D., Encantado, J., Ermolao, A., Farpour-Lambert, N., Pramono, A., Woodward, E., & Oppert, J. M. (2021). Effect of exercise training before and after bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis. Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity, 22 Suppl 4(Suppl 4), e13296. https://doi.org/10.1111/obr.13296

Benaiges, D., Climent, E., Goday, A., Flores-Le Roux, J. A., & Pedro-Botet, J. (2019). Bariatric surgery and hypertension: implications and perspectives after

the GATEWAY randomized trial. Cardiovascular diagnosis and therapy, 9(1), 100–103. https://doi.org/10.21037/cdt.2018.10.04

Benalcazar, D. A., & Cascella, M. (2022). Obesity Surgery Preoperative Assessment and Preparation. In StatPearls. StatPearls Publishing.

Bolla, A. M., Caretto, A., Laurenzi, A., Scavini, M., & Piemonti, L. (2019). Low-Carb and Ketogenic Diets in Type 1 and Type 2 Diabetes. Nutrients, 11(5), 962. https://doi.org/10.3390/nu11050962

Boppre, G.F (2017). Alterações da massa magra e massa óssea após cirurgia bariátrica. Efeitos de um programa de exercício físico. Porto: Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Boppre, G., Diniz-Sousa, F., Veras, L., Bezerra, A., Devezas, V., Preto, J., Santos-Sousa, H., Oliveira, J., & Fonseca, H. (2024). Impact of a Multicomponent Exercise Training Program on Muscle Strength After Bariatric Surgery: A Randomized Controlled Trial. Obesity surgery, 34(5), 1704–1716. https://doi.org/10.1007/s11695-024-07173-w

Brouns, F. Overweight and diabetes prevention: Is a low-carbohydrate–high-fat diet recommendable? Eur. J. Nutr. 2018, 57, 1301–1312.

*Bypass gástrico em Y de Roux: o gold standard da cirurgia de obesidade*. Hospital da Luz (2019). Consult 6 março 2024, disponível em https://www.hospitaldaluz.pt/pt/dicionario-de-saude/bypass-gastrico-y-roux-obesidade

Chakhtoura, M. T., Nakhoul, N. N., Shawwa, K., Mantzoros, C., & El Hajj Fuleihan, G. A. (2016). Hypovitaminosis D in bariatric surgery: A systematic review of observational studies. Metabolism: clinical and experimental, 65(4), 574–585. https://doi.org/10.1016/j.metabol.2015.12.004

Courcoulas, A. P., Christian, N. J., Belle, S. H., Berk, P. D., Flum, D. R., Garcia, L., Horlick, M., Kalarchian, M. A., King, W. C., Mitchell, J. E., Patterson, E. J., Pender, J. R., Pomp, A., Pories, W. J., Thirlby, R. C., Yanovski, S. Z., Wolfe, B.

M., & Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery (LABS) Consortium (2013). Weight change and health outcomes at 3 years after bariatric surgery among individuals with severe obesity. *JAMA*, *310*(22), 2416–2425. https://doi.org/10.1001/jama.2013.280928

Dawes, A. J., Maggard-Gibbons, M., Maher, A. R., Booth, M. J., Miake-Lye, I., Beroes, J. M., & Shekelle, P. G. (2016). Mental Health Conditions Among Patients Seeking and Undergoing Bariatric Surgery: A Meta-analysis. JAMA, 315(2), 150–163. https://doi.org/10.1001/jama.2015.18118

Di Lorenzo, N., Antoniou, S. A., Batterham, R. L., Busetto, L., Godoroja, D., Iossa, A., Carrano, F. M., Agresta, F., Alarçon, I., Azran, C., Bouvy, N., Balaguè Ponz, C., Buza, M., Copaescu, C., De Luca, M., Dicker, D., Di Vincenzo, A., Felsenreich, D. M., Francis, N. K., Fried, M., … Silecchia, G. (2020). Clinical practice guidelines of the European Association for Endoscopic Surgery (EAES) on bariatric surgery: update 2020 endorsed by IFSO-EC, EASO and ESPCOP. Surgical endoscopy, 34(6), 2332–2358. https://doi.org/10.1007/s00464-020-07555-y

Diniz-Sousa, F., Veras, L., Boppre, G., Devezas, V., Santos-Sousa, H., Preto, J., Machado, L., Vilas-Boas, J. P., Oliveira, J., & Fonseca, H. (2021). How Does Bariatric Surgery Affect Fall Risk Factors?. Obesity surgery, 31(8), 3506–3513. https://doi.org/10.1007/s11695-021-05400-2

D'Innocenzo, S., Biagi, C., & Lanari, M. (2019). Obesity and the Mediterranean Diet: A Review of Evidence of the Role and Sustainability of the Mediterranean Diet. Nutrients, 11(6), 1306. https://doi.org/10.3390/nu11061306

do Nascimento, B. R. C., Soares, J. A. B., & Toscano, L. T. (2020). Dieta cetogênica e sua eficácia em indivíduos obesos. RBONE-Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento, 14(86), 451-459.

Dominguez, L. J., Veronese, N., Di Bella, G., Cusumano, C., Parisi, A., Tagliaferri, F., Ciriminna, S., & Barbagallo, M. (2023). Mediterranean diet in the management and prevention of obesity. Experimental gerontology, 174, 112121. https://doi.org/10.1016/j.exger.2023.112121

Eisenberg, D., Shikora, S. A., Aarts, E., Aminian, A., Angrisani, L., Cohen, R. V., De Luca, M., Faria, S. L., Goodpaster, K. P. S., Haddad, A., Himpens, J. M., Kow, L., Kurian, M., Loi, K., Mahawar, K., Nimeri, A., O'Kane, M., Papasavas, P. K., Ponce, J., Pratt, J. S. A., … Kothari, S. N. (2022). 2022 American Society for Metabolic and Bariatric Surgery (ASMBS) and International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO): Indications for Metabolic and Bariatric Surgery. Surgery for obesity and related diseases : official journal of the American Society for Bariatric Surgery, 18(12), 1345–1356. https://doi.org/10.1016/j.soard.2022.08.013

Ells, L. J., Rees, K., Brown, T., Mead, E., Al-Khudairy, L., Azevedo, L., McGeechan, G. J., Baur, L., Loveman, E., Clements, H., Rayco-Solon, P., Farpour-Lambert, N., & Demaio, A. (2018). Interventions for treating children and adolescents with overweight and obesity: an overview of Cochrane reviews. International journal of obesity (2005), 42(11), 1823–1833. https://doi.org/10.1038/s41366-018-0230-y

English, W. J., & Williams, D. B. (2018). Metabolic and Bariatric Surgery: An Effective Treatment Option for Obesity and Cardiovascular Disease. Progress in cardiovascular diseases, 61(2), 253–269. https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.06.003

Fink, J., Seifert, G., Blüher, M., Fichtner-Feigl, S., & Marjanovic, G. (2022). Obesity Surgery. Deutsches Arzteblatt international, 119(5), 70–80. https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0359

Fisberg, M., Maximino, P., Kain, J., & Kovalskys, I. (2016). Ambiente obesogênico-oportunidades de intervenção. Jornal de Pediatria, 92, 30-39.

Gagnon, C., & Schafer, A. L. (2018). Bone Health After Bariatric Surgery. JBMR plus, 2(3), 121–133. https://doi.org/10.1002/jbm4.10048

Gesquiere, I., Lannoo, M., Augustijns, P., Matthys, C., Van der Schueren, B., & Foulon, V. (2014). Iron deficiency after Roux-en-Y gastric bypass: insufficient iron absorption from oral iron supplements. Obesity surgery, 24(1), 56–61. https://doi.org/10.1007/s11695-013-1042-8

Gil, S., Kirwan, J. P., Murai, I. H., Dantas, W. S., Merege-Filho, C. A. A., Ghosh, S., Shinjo, S. K., Pereira, R. M. R., Teodoro, W. R., Felau, S. M., Benatti, F. B., de Sá-Pinto, A. L., Lima, F., de Cleva, R., Santo, M. A., Gualano, B., & Roschel, H. (2021). A randomized clinical trial on the effects of exercise on muscle remodelling following bariatric surgery. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, *12*(6), 1440–1455. https://doi.org/10.1002/jcsm.12815

Gloy, V. L., Briel, M., Bhatt, D. L., Kashyap, S. R., Schauer, P. R., Mingrone, G., Bucher, H. C., & Nordmann, A. J. (2013). Bariatric surgery versus non-surgical treatment for obesity: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. BMJ (Clinical research ed.), 347, f5934. https://doi.org/10.1136/bmj.f5934

Grönroos, S., Helmiö, M., Juuti, A., Tiusanen, R., Hurme, S., Löyttyniemi, E., Ovaska, J., Leivonen, M., Peromaa-Haavisto, P., Mäklin, S., Sintonen, H., Sammalkorpi, H., Nuutila, P., & Salminen, P. (2021). Effect of Laparoscopic Sleeve Gastrectomy vs Roux-en-Y Gastric Bypass on Weight Loss and Quality of Life at 7 Years in Patients With Morbid Obesity: The SLEEVEPASS Randomized Clinical Trial. JAMA surgery, 156(2), 137–146. https://doi.org/10.1001/jamasurg.2020.5666

Guerrero-Pérez, F., Casajoana, A., Gómez-Vaquero, C., Virgili, N., López-Urdiales, R., Hernández-Montoliu, L., Pujol-Gebelli, J., Osorio, J., Prats, A., Vidal-Alabró, A., Pérez-Maraver, M., Fernández-Veledo, S., Vendrell, J., & Vilarrasa, N. (2020). Long-Term Effects in Bone Mineral Density after Different Bariatric Procedures in Patients with Type 2 Diabetes: Outcomes of a Randomized Clinical Trial. Journal of clinical medicine, 9(6), 1830. https://doi.org/10.3390/jcm9061830

Hankir, M. K., Rullmann, M., Seyfried, F., Preusser, S., Poppitz, S., Heba, S., Gousias, K., Hoyer, J., Schütz, T., Dietrich, A., Müller, K., & Pleger, B. (2019). Roux-en-Y gastric bypass surgery progressively alters radiologic measures of hypothalamic inflammation in obese patients. JCI insight, 4(19), e131329. https://doi.org/10.1172/jci.insight.131329

Hassannejad, A., Khalaj, A., Mansournia, M. A., Rajabian Tabesh, M., & Alizadeh, Z. (2017). The Effect of Aerobic or Aerobic-Strength Exercise on Body Composition and Functional Capacity in Patients with BMI ≥35 after Bariatric Surgery: a Randomized Control Trial. Obesity surgery, 27(11), 2792–2801. https://doi.org/10.1007/s11695-017-2717-3

Herring, L. Y., Stevinson, C., Davies, M. J., Biddle, S. J., Sutton, C., Bowrey, D., & Carter, P. (2016). Changes in physical activity behaviour and physical function after bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity, 17(3), 250–261. https://doi.org/10.1111/obr.12361

Ibacache-Saavedra, P., Martínez-Rosales, E., Jerez-Mayorga, D., Miranda-Fuentes, C., Artero, E. G., & Cano-Cappellacci, M. (2024). Effects of bariatric surgery on muscle strength and quality: A systematic review and meta-analysis. Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity, 25(9), e13790. https://doi.org/10.1111/obr.13790

Instituto Nacional de Estatística - As Pessoas: 2022. Lisboa: INE, 2024. Disponível em <https://www.ine.pt/xurl/pub/71883720>. ISSN 1646-2580. ISBN 978-989-25-0662-3

Jakobsen, G. S., Småstuen, M. C., Sandbu, R., Nordstrand, N., Hofsø, D., Lindberg, M., Hertel, J. K., & Hjelmesæth, J. (2018). Association of Bariatric Surgery vs Medical Obesity Treatment With Long-term Medical Complications and Obesity-Related Comorbidities. JAMA, 319(3), 291–301. https://doi.org/10.1001/jama.2017.21055

Ji, Y., Lee, H., Kaura, S., Yip, J., Sun, H., Guan, L., Han, W., & Ding, Y. (2021). Effect of Bariatric Surgery on Metabolic Diseases and Underlying Mechanisms. Biomolecules, 11(11), 1582. https://doi.org/10.3390/biom11111582

Jung, H. N., Kim, S. O., Jung, C. H., Lee, W. J., Kim, M. J., & Cho, Y. K. (2023). Preserved Muscle Strength Despite Muscle Mass Loss After Bariatric Metabolic

Surgery: a Systematic Review and Meta-analysis. Obesity surgery, 33(11), 3422–3430. https://doi.org/10.1007/s11695-023-06796-9

King, W. C., Hsu, J. Y., Belle, S. H., Courcoulas, A. P., Eid, G. M., Flum, D. R., Mitchell, J. E., Pender, J. R., Smith, M. D., Steffen, K. J., & Wolfe, B. M. (2012). Pre- to postoperative changes in physical activity: report from the longitudinal assessment of bariatric surgery-2 (LABS-2). *Surgery for obesity and related diseases : official journal of the American Society for Bariatric Surgery*, *8*(5), 522–532. https://doi.org/10.1016/j.soard.2011.07.018

Lemstra, M., Bird, Y., Nwankwo, C., Rogers, M., & Moraros, J. (2016). Weight loss intervention adherence and factors promoting adherence: a meta-analysis. Patient preference and adherence, 10, 1547–1559. https://doi.org/10.2147/PPA.S103649

Li, H., Boakye, D., Chen, X., Hoffmeister, M., & Brenner, H. (2021). Association of Body Mass Index With Risk of Early-Onset Colorectal Cancer: Systematic Review and Meta-Analysis. The American journal of gastroenterology, 116(11), 2173–2183. https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000001393

Lupoli, R., Lembo, E., Saldalamacchia, G., Avola, C. K., Angrisani, L., & Capaldo, B. (2017). Bariatric surgery and long-term nutritional issues. World journal of diabetes, 8(11), 464–474. https://doi.org/10.4239/wjd.v8.i11.464

Matos, O., Ruthes, E. M. P., Malinowski, A. K. C., Lima, A. L., Veiga, M. S., Krause, M. P., Farah, L., Souza, C. J. F., Lass, A. D., & Castelo-Branco, C. (2020). Changes in bone mass and body composition after bariatric surgery. Gynecological endocrinology : the official journal of the International Society of Gynecological Endocrinology, 36(7), 578–581. https://doi.org/10.1080/09513590.2020.1762558

Masood, B. and M. Moorthy (2023). "Causes of obesity: a review." Clinical Medicine (London) **23**(4): 284-291.Medical Therapy for Diabetes - 5-Year Outcomes. The New England journal of medicine, 376(7), 641–651. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1600869

Mechanick, J. I., Youdim, A., Jones, D. B., Garvey, W. T., Hurley, D. L., McMahon, M. M., Heinberg, L. J., Kushner, R., Adams, T. D., Shikora, S., Dixon,

J. B., Brethauer, S., American Association of Clinical Endocrinologists, Obesity Society, & American Society for Metabolic & Bariatric Surgery (2013). Clinical practice guidelines for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient--2013 update: cosponsored by American Association of Clinical Endocrinologists, The Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery. Obesity (Silver Spring, Md.), 21 Suppl 1(0 1), S1–S27. https://doi.org/10.1002/oby.20461

Mendoza, M., & Miller, R. G. (2014). Muscle Strength, Assessment of. In M. J. Aminoff & R. B. Daroff (Eds.), Encyclopedia of the Neurological Sciences (Second Edition) (pp. 190-193). Academic Press. ISBN 9780123851581. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385157-4.00670-9.

Messina, C., Monaco, C. G., Ulivieri, F. M., Sardanelli, F., & Sconfienza, L. M. (2016). Dual-energy X-ray absorptiometry body composition in patients with secondary osteoporosis. European journal of radiology, 85(8), 1493–1498. https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.03.018

Mingrone, G., Bornstein, S., & Le Roux, C. W. (2018). Optimisation of follow-up after metabolic surgery. The lancet. Diabetes & endocrinology, 6(6), 487–499. https://doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30434-5

Nissen, L. P., Vieira, L. H., Bozza, L. F., Veiga, L. T. da, Biscaia, B. F. L., Pereira, J. H., & Picolo Furlan, L. H. (2012). Intervenções para tratamento da obesidade: revisão sistemática. Revista Brasileira De Medicina De Família E Comunidade, 7(24), 184–190. https://doi.org/10.5712/rbmfc7(24)472

Norton, K., & Norton, L. (2011). Pre-Exercise Screening - Guide the Australian Adult pre-exercise screening system. Exercise and Sports Science Australia, Fitness Australia and Sports Medicine Australia.

O'Brien, P. E., McPhail, T., Chaston, T. B., & Dixon, J. B. (2006). Systematic review of medium-term weight loss after bariatric operations. Obesity surgery, 16(8), 1032–1040. https://doi.org/10.1381/096089206778026316

OECD (2019), Health at a Glance 2019: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/4dd50c09-en.

OECD (2023), Health at a Glance 2023: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/7a7afb35-en.

Oppert, J. M., Bellicha, A., Roda, C., Bouillot, J. L., Torcivia, A., Clement, K., Poitou, C., & Ciangura, C. (2018). Resistance Training and Protein Supplementation Increase Strength After Bariatric Surgery: A Randomized Controlled Trial. Obesity (Silver Spring, Md.), 26(11), 1709–1720. https://doi.org/10.1002/oby.22317

Pereira, C. (2022). Estratégia MED. *ResuMED de cirurgia bariátrica: técnicas restritivas, complicações e mais!*. Consult 6 março 2024, disponível em https://med.estrategia.com/portal/conteudos-gratis/resumed/resumed-de-cirurgia-bariatrica/

Pescatello, L. S., Franklin, B. A., Fagard, R., Farquhar, W. B., Kelley, G. A., Ray, C. A., & American College of Sports Medicine (2004). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. Medicine and science in sports and exercise, 36(3), 533–553. https://doi.org/10.1249/01.mss.0000115224.88514.3a

Pizzorno L. (2016). Bariatric Surgery: Bad to the Bone, Part 2. Integrative medicine (Encinitas, Calif.), 15(2), 35–46.

Romagnolo, D. F., & Selmin, O. I. (2017). Mediterranean Diet and Prevention of Chronic Diseases. Nutrition today, 52(5), 208–222. https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000228

Rousseau, C., Jean, S., Gamache, P., Lebel, S., Mac-Way, F., Biertho, L., Michou, L., & Gagnon, C. (2016). Change in fracture risk and fracture pattern after bariatric surgery: nested case-control study. BMJ (Clinical research ed.), 354, i3794. https://doi.org/10.1136/bmj.i3794

Samczuk, P., Hady, H. R., Adamska-Patruno, E., Citko, A., Dadan, J., Barbas, C., Kretowski, A., & Ciborowski, M. (2018). In-and-Out Molecular Changes Linked to the Type 2 Diabetes Remission after Bariatric Surgery: An Influence of Gut Microbes on Mitochondria Metabolism. International journal of molecular sciences, 19(12), 3744. https://doi.org/10.3390/ijms19123744

Sayadi Shahraki, M., Mahmoudieh, M., Kalidari, B., Melali, H., Mousavi, M., Ghourban Abadi, M. R., Mirhosseini, S. H., & Mirhosseini Dehabadi, S. A. (2022). Bone Health after Bariatric Surgery: Consequences, Prevention, and Treatment. Advanced biomedical research, 11, 92. https://doi.org/10.4103/abr.abr_182_21

Schauer, P. R., Bhatt, D. L., Kirwan, J. P., Wolski, K., Aminian, A., Brethauer, S. A., Navaneethan, S. D., Singh, R. P., Pothier, C. E., Nissen, S. E., Kashyap, S. R., & STAMPEDE Investigators (2017). Bariatric Surgery versus Intensive Medical Therapy for Diabetes - 5-Year Outcomes. *The New England journal of medicine*, *376*(7), 641–651. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1600869

Schauer, P. R., Nor Hanipah, Z., & Rubino, F. (2017). Metabolic surgery for treating type 2 diabetes mellitus: Now supported by the world's leading diabetes organizations. Cleveland Clinic journal of medicine, 84(7 Suppl 1), S47–S56. https://doi.org/10.3949/ccjm.84.s1.06

Shi, J., Zhao, L., Gao, Y. et al. Associating the risk of three urinary cancers with obesity and overweight: an overview with evidence mapping of systematic reviews. Syst Rev 10, 58 (2021). https://doi.org/10.1186/s13643-021-01606-8

Sjöström, L., Peltonen, M., Jacobson, P., Ahlin, S., Andersson-Assarsson, J., Anveden, Å., Bouchard, C., Carlsson, B., Karason, K., Lönroth, H., Näslund, I., Sjöström, E., Taube, M., Wedel, H., Svensson, P. A., Sjöholm, K., & Carlsson, L. M. (2014). Association of bariatric surgery with long-term remission of type 2 diabetes and with microvascular and macrovascular complications. JAMA, 311(22), 2297–2304. https://doi.org/10.1001/jama.2014.5988

Stefater, M. A., & Inge, T. H. (2017). Bariatric Surgery for Adolescents with Type 2 Diabetes: an Emerging Therapeutic Strategy. Current diabetes reports, 17(8), 62. https://doi.org/10.1007/s11892-017-0887-y

Steenackers, N., Van der Schueren, B., Mertens, A., Lannoo, M., Grauwet, T., Augustijns, P., & Matthys, C. (2018). Iron deficiency after bariatric surgery: what

is the real problem?. The Proceedings of the Nutrition Society, 77(4), 445–455. https://doi.org/10.1017/S0029665118000149

Tabata I. (2019). Tabata training: one of the most energetically effective high-intensity intermittent training methods. The journal of physiological sciences : JPS, 69(4), 559–572. https://doi.org/10.1007/s12576-019-00676-7

Tak, Y. J., & Lee, S. Y. (2021). Anti-Obesity Drugs: Long-Term Efficacy and Safety: An Updated Review. The world journal of men's health, 39(2), 208–221. https://doi.org/10.5534/wjmh.200010

Tangjittrong, S., Udomsawaengsup, S., & Boonchaya-Anant, P. (2023). Comparison of Body Composition Variables between Post-Bariatric Surgery Patients and Non-Operative Controls. Clinical medicine insights. Endocrinology and diabetes, 16, 11795514231206731. https://doi.org/10.1177/11795514231206731

Toplak, H., Woodward, E., Yumuk, V., Oppert, J. M., Halford, J. C., & Frühbeck, G. (2015). 2014 EASO Position Statement on the Use of Anti-Obesity Drugs. Obesity facts, 8(3), 166–174. https://doi.org/10.1159/000430801

Vaurs, C., Diméglio, C., Charras, L., Anduze, Y., Chalret du Rieu, M., & Ritz, P. (2015). Determinants of changes in muscle mass after bariatric surgery. Diabetes & metabolism, 41(5), 416–421. https://doi.org/10.1016/j.diabet.2015.04.003

Welbourn, R., Hollyman, M., Kinsman, R., Dixon, J., Liem, R., Ottosson, J., Ramos, A., Våge, V., Al-Sabah, S., Brown, W., Cohen, R., Walton, P., & Himpens, J. (2019). Bariatric Surgery Worldwide: Baseline Demographic Description and One-Year Outcomes from the Fourth IFSO Global Registry Report 2018. Obesity surgery, 29(3), 782–795. https://doi.org/10.1007/s11695-018-3593-1

WHO Discussion Paper: draft recommendations for the prevention and management of obesity over the life course, including potential targets. Geneva: World Health Organization; 2021 (https://www.who.int/publications/m/item/who-

discussion-paperdraft- recommendations-for-the-prevention-and-management-of-obesity-over-the-life-course-including-potential-targets).

World Health Organization. (2024). *Obesity and overweight*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight

Wiechert, M., & Holzapfel, C. (2021). Nutrition Concepts for the Treatment of Obesity in Adults. Nutrients, 14(1), 169. https://doi.org/10.3390/nu14010169

Wiklund, M., Sundqvist, E., & Fagevik Olsén, M. (2015). Physical Activity in the Immediate Postoperative Phase in Patients Undergoing Roux-en-Y Gastric Bypass-a Randomized Controlled Trial. Obesity surgery, 25(12), 2245–2250. https://doi.org/10.1007/s11695-015-1690-y

Wolfe, B. M., Kvach, E., & Eckel, R. H. (2016). Treatment of Obesity: Weight Loss and Bariatric Surgery. Circulation research, 118(11), 1844–1855. https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.307591

World Health Organization (2024). "Obesity." Retrieved 5 fevereiro 2024, from https://www.who.int/health-topics/obesity#tab=tab_1.

Y. Adrienne (2021). Manual MSD. *Cirurgia bariátrica*. Consult 13 mar 2024, disponível em https://www.msdmanuals.com/pt-pt/profissional/dist%C3%BArbios-nutricionais/obesidade-e-s%C3%ADndrome-metab%C3%B3lica/cirurgia-bari%C3%A1trica

Yip, C., Dinkel, C., Mahajan, A., Siddique, M., Cook, G. J., & Goh, V. (2015). Imaging body composition in cancer patients: visceral obesity, sarcopenia and sarcopenic obesity may impact on clinical outcome. Insights into imaging, 6(4), 489–497. https://doi.org/10.1007/s13244-015-0414-0

Yumuk, V., Tsigos, C., Fried, M., Schindler, K., Busetto, L., Micic, D., Toplak, H., & Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of Obesity (2015). European Guidelines for Obesity Management in Adults. Obesity facts, 8(6), 402–424. https://doi.org/10.1159/000442721