INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior de Saúde

Avaliação da eficácia da técnica de Breath Stacking na função respiratória em mulheres obesas submetidas a cirurgia bariátrica

Sérgio Filipe Alves Vaz

Trabalho de projeto apresentado à Escola Superior de Saúde de Bragança para a obtenção do grau de Mestre em Enfermagem de Reabilitação

Orientado por: Professor André Filipe Morais Pinto Novo, PhD.

Coorientado por: Professor Hélder Jaime Fernandes, PhD.

Bragança, maio de 2017

RESUMO

Objetivos: Avaliar a eficácia da técnica de expansão pulmonar Breath Stacking (BS) na melhoria da função respiratória de mulheres obesas submetidas a cirurgia bariátrica. **Método:** estudo quase-experimental com 36 mulheres (IMC ≥ 35 kg/m^2) distribuídas de forma equitativa por dois grupos, de controlo (GC = 44,83±9,15 idade) e intervenção (GI = 45,78±8,03 idade). Os dados foram recolhidos em duas avaliações. Na 1ª avaliação (pré-cirúrgica), foi avaliada em ambos os grupos a função respiratória através das medidas CVF, VEF1, PIm, PEm, SpO_2 e FR. No grupo de intervenção foi aplicada a técnica de expansão pulmonar de BS numa única sessão diária (6 repetições com pausa inspiratória de 5s), nas 24 horas pré cirurgia e após as 24, 48 e 72 horas pós intervenção cirúrgica. Na 2ª avaliação (72 horas pós cirurgia), avaliada em ambos os grupos a função respiratória. Para a execução da técnica de BS foi utilizada máscara facial com oclusão do ramo expiratório. Para a avaliação da CVF e VEF1 foi utilizado espirómetro portátil. Para a avaliação da PIm e PEm foi utilizado manómetro manual. Recorreu-se à análise estatística descritiva (m±DP), inferencial e ao teste bilateral de Mann-Whitney para comparação de dois grupos independentes. Foi definido como nível de significância $p < 0,05$. **Resultados:** Verificou-se homogeneidade dos dois grupos em relação à idade e parâmetros respiratórios na 1ª avaliação. Na 2ª avaliação verificou-se redução em todos os parâmetros exceto na FR: CVF (GC = -20,99±8,14 ml vs GI = -13,60±11,12 ml); VEF1 (GC = -23,05±9,5 ml vs GI = -13,38±11,26 ml); PIm (GC = -22,96±13,92 cm/ H_2O vs GI = -14,93±15,75 cm/ H_2O); PEm (GC = -14,10±9,71 cm/ H_2O vs GI = -10,32±16,75 cm/ H_2O); SpO_2 (GC = -0,62±0,62 % vs GI = -0,001±0,35 %); FR (CG = 12,29±6,84 cmin vs GI = 6,45±6,71 cmin). **Conclusões:** A técnica de expansão pulmonar Breath Stacking foi responsável pela melhoria dos parâmetros respiratórios na 2ª avaliação, obtendo-se ganhos de **7%** na CVF ($p < 0,0049$), **10%** na VEF1 ($p < 0,021$), **8%** na PIm ($p < 0,0183$), **4%** na PEm ($p < 0,0410$) e **6%** na FR ($p < 0,0135$) do GI relativamente ao GC.

Palavras-chave: obesidade; parâmetros respiratórios; expansão pulmonar; enfermagem de reabilitação

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the efficacy of the Breath Stacking (BS) pulmonary expansion technique in improving the respiratory function of obese women undergoing bariatric surgery. **Method:** a quasi-experimental study with 36 women (BMI ≥ 35kg/m^2) distributed equally in two groups, control (CG = 44.83 ± 9.15 age) and intervention (IG = 45.78 ± 8.03 age). The data were collected in two evaluations. In the first evaluation (pre-surgical), the respiratory function was assessed through both FVC, FEV1, PIm, PEm, SpO_2 and RR measurements in both groups. On the intervention group, the pulmonary expansion technique of BS was applied on a single daily session (6 repetitions with inspiratory pause of 5s), in the 24 hours before surgery and after 24, 48, and 72 hours post-surgical intervention. In the second evaluation (72 hours post-surgical), respiratory function was evaluated on both groups. To perform the BS technique, facial mask with occlusion of the expiratory branch was used. For the evaluation of FVC and FEV1 a portable spirometer was used. Manual manometer was used for the evaluation of PIm and PEm. The descriptive statistical analysis (m ± SD), inferential and the Mann-Whitney bilateral test were used to compare two independent groups. The significance level was set at $p < 0.05$. **Results:** There was homogeneity of the two groups in relation to age and respiratory parameters in the first evaluation. In the second evaluation, there was a reduction in all parameters except in RR: FVC (GC = -20.99 ± 8.14 ml vs GI = -13.60 ± 11.12 ml); FEV1 (GC = -23.05 ± 9.5 ml vs GI = -13.38 ± 11.26 ml); PIm (GC = -22.96 ± 13.92 cm/ H_2O vs GI = -14.93 ± 15.75 cm/ H_2O); PEm (GC = -14.10 ± 9.71 cm/ H_2O vs GI = -10.32 ± 16.75 cm/ H_2O); SpO_2 (GC = -0.62 ± 0.62 % vs GI = -0.001 ± 0.35 %); RR (CG = 12.29 ± 6.84 cmin vs GI = 6.45 ± 6.71 cmin). **Conclusions:** The Breath Stacking pulmonary expansion technique was responsible for the improvement of respiratory parameters in the second evaluation, with gains of **7%** in FVC ($p < 0.0049$), **10%** in FEV1 ($p < 0.021$), **8%** in PIm ($p < 0.0183$), **4%** in PEm ($p < 0.0410$) and **6%** in IG RR ($p < 0.0135$) in relation to CG.

Keywords: obesity; respiratory parameters; pulmonary expansion; rehabilitation nursing

AGRADECIMENTOS

Talvez seja esta a página que mais custou a redigir. Não é fácil exprimir em palavras o conjunto de sentimentos, emoções e experiências vivenciadas ao longo do trajeto académico que culmina no términus da presente tese de mestrado. Percurso duro, intenso e sofrido mas gratificante e convicto que entreguei o melhor de mim. Porque cada segundo gasto fora do ambiente do seio familiar tem que valer a pena, procurei desenvolver um trabalho digno e merecedor do esforço empregue e solicitado aos pilares da minha vida e do qual muito me orgulho.

O primeiro agradecimento será para eles. Para a minha esposa Sara e para os meus filhos Diogo e Lia. Pela paciência, compreensão e palavras incentivo ao longo deste trajeto. Pelos momentos que estive ausente e pelas experiências que deixamos de partilhar, este trabalho também é vosso.

Agradeço em segundo lugar aos meus orientadores Professor Doutor André Novo e Professor Doutor Hélder Fernandes. Pela amizade, orientação, conselhos, críticas e disponibilidade concedida a qualquer hora do dia. São para mim uma referência.

Agradeço ao meu sobrinho e irmão Tiago Matos, pela preciosa colaboração na análise estatística e traduções. Mereces muito mais que um simples agradecimento.

Agradeço por fim aos meus Pais. Sois um exemplo de luta, sacrifício e a génese da minha resistência e perseverança.

A todos vós, muito obrigado.

SIGLAS E ABREVIATURAS

AS – Air Stacking

BS – Breath Stacking

CHSJ – Centro Hospitalar de São João

CO_2 – Dióxido de carbono

CPPO – Complicações pulmonares pós-operatórias

CPT – Capacidade pulmonar total

CRF – Capacidade residual funcional

CV – Capacidade vital

CVF – Capacidade vital forçada

DPOC – Doença pulmonar obstrutiva crónica

FiO_2 – Fração inspirada de oxigénio

FR – Frequência respiratória

II – Inspirómetro de incentivo

IMC – Índice de massa corporal

Kg – Quilograma

m^2 – metro quadrado

OMS – Organização Mundial de Saúde

PaO_2 – Pressão parcial de oxigénio no sangue arterial

PEEP – Pressão positiva expiratória final

PEm – pressão expiratória máxima

PIm – Pressão inspiratória máxima

SAOS – Síndrome de apneia obstrutiva do sono

SHO – Síndrome da hipoventilação por obesidade

SpO_2 – Saturação periférica de oxigénio

UTCO/ CED-O – Unidade de Tratamento Cirúrgico de Obesidade/ Centro de Elevada Diferenciação de Obesidade

VEF1 – Volume expiratório forçado no primeiro segundo

VEF1/ CV – Índice de Tiffeneau

VEF1/ CVF – Relação VEF1/ CVF

VC – Volume corrente

VO_2 – Consumo de volume máximo de oxigénio

VR – Volume residual

VRE – Volume de reserva expiratório

VVM – Ventilação voluntária máxima

ÍNDICE

INTRODUÇÃO 21

I – ESTADO DA ARTE 25

1 – A OBESIDADE 27

1.1 – FUNÇÃO PULMONAR NA OBESIDADE 29

1.1.1 – Volumes pulmonares 31

1.1.2 – Resistência e complacência pulmonar 33

1.1.3 – Músculos respiratórios 34

1.1.4 – Padrão respiratório 36

1.1.5 – Testes da função respiratória 36

2 – CIRURGIA BARIÁTRICA 39

2.1 – COMPLICAÇÕES RESPIRATÓRIAS ASSOCIADAS À CIRURGIA 42

2.1.1 – Anestesia 43

2.1.2 – Atelectasia 43

2.1.3 – Ato cirúrgico 44

2.2 – FUNÇÃO RESPIRATÓRIA NO PÓS-OPERATÓRIO 45

2.2.1 – Cirurgia bariátrica 46

2.2.2 – Músculos respiratórios 47

3 – REABILITAÇÃO RESPIRATÓRIA 51

3.1 – TÉCNICAS DE EXPANSÃO PULMONAR 52

3.1.1 – Técnicas de empilhamento 55

3.2 – REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA 59

4 – O ENFERMEIRO ESPECIALISTA EM ENFERMAGEM DE REABILITAÇÃO 71

II – ESTUDO EMPÍRICO 75

5 – METODOLOGIA 77

5.1 – PERGUNTA DE PARTIDA 77

5.2 – OBJETIVOS 77

5.2.1 – Objetivo geral 77

5.2.2 – Objetivos específicos 77

5.3 – HIPÓTESES E VARIÁVEIS 78

5.4 – TIPO DE ESTUDO 79

5.5 – PROCEDIMENTO 79

5.6 – AMOSTRAGEM 81

5.7 – CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO 81

5.8 – AVALIAÇÕES 82

5.8.1 – Avaliação antropométrica 82

5.8.2 – Avaliação espirométrica 82

5.8.3 – Avaliação da força muscular respiratória 83

5.8.4 – Avaliação de medidas respiratórias 84

5.9 – PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO 84

6 – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 87

6.1 – CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA 87

6.2 – CARATERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DA AMOSTRA 88

6.3 – RESULTADOS DOS PARÂMETROS DA VARIÁVEL DEPENDENTE NA 1ª E 2ª AVALIAÇÕES 89

6.4 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA CVF NA 2ª AVALIAÇÃO 90

6.5 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA VEF1 NA 2ª AVALIAÇÃO.....91

6.6 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA PIm NA 2ª AVALIAÇÃO.....93

6.7 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA PEm NA 2ª AVALIAÇÃO 95

6.8 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA SpO_2 NA 2ª AVALIAÇÃO.....96

6.9 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA FR NA 2ª AVALIAÇÃO 97

CONCLUSÕES.....101

LIMITAÇÕES E SUGESTÕES.....105

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 109

ANEXOS 129

ANEXO I – AUTORIZAÇÃO DA COMISSÃO DE ÉTICA PARA A SAÚDE DO CENTRO HOSPITALAR DE SÃO JOÃO/ FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DO PORTO 131

ANEXO II – DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO.....135

ANEXO III – FICHA DE AVALIAÇÃO 139

ANEXO IV – MATERIAL UTILIZADO.....143

ANEXO V – GRÁFICOS DA NORMALIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DOS PARÂMETROS DA VARIAVEL INDEPENDENTE.....147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Volumes e capacidades pulmonares.....31

Figura 2 – Mecanismos fisiopatológicos que conduzem a complicações pulmonares pós-operatórias em pacientes obesos.....46

Figura 3 – Técnica de expansão pulmonar Breath Stacking 56

Figura 4 – Fluxograma da seleção de estudos para a revisão sistemática 59

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação do índice de massa corporal em adultos.....27

Quadro 2 – Complicações nos diferentes sistemas relacionadas com a obesidade.....28

Quadro 3 – Indicações e contraindicações para cirurgia bariátrica.....39

Quadro 4 – Benefícios da cirurgia bariátrica.....40

Quadro 5 – Evolução do nº de doentes intervencionados por técnica cirúrgica.....41

Quadro 6 – Percentagem de peso excessivo perdido por técnica cirúrgica.....41

Quadro 7 – Características dos estudos que recorrem à técnica Breath Stacking.....67

Quadro 8 – Avaliação pré e pós-operatória.....79

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição da amostra segundo a idade por grupos 88

Tabela 2 – Distribuição da amostra por grupos segundo peso, altura e IMC.....88

Tabela 3 – Resultados dos parâmetros espirométricos, de força muscular respiratória e medidas respiratórias, na 1ª e 2ª avaliações, distribuídos por grupos.....89

Tabela 4 – Variações relativas da capacidade vital forçada, distribuídas por grupos 90

Tabela 5 – Teste bilateral de Mann-Whitney para o parâmetro CVF 91

Tabela 6 – Variações relativas do VEF1 na 2ª avaliação, distribuídas por grupos 91

Tabela 7 – Teste bilateral de Mann-Whitney para o parâmetro VEF1.....93

Tabela 8 – Variações relativas da PIm na 2ª avaliação, distribuídas por grupos 93

Tabela 9 – Teste bilateral de Mann-Whitney para o parâmetro PIm.....94

Tabela 10 – Variações relativas da PEm na 2ª avaliação, distribuídas por grupos 95

Tabela 11 – Teste bilateral de Mann-Whitney para o parâmetro PEm 96

Tabela 12 – Variações relativas da SpO2 na 2ª avaliação, distribuídas por grupos.....96

Tabela 13 – Variações relativas da FR na 2ª avaliação, distribuídas por grupos 97

Tabela 14 – Teste bilateral de Mann-Whitney para o parâmetro FR 99

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Variação Percentual da CVF na 2ª avaliação 91

Gráfico 2 – Variação Percentual do VEF1 na 2ª avaliação 92

Gráfico 3 – Variação Percentual da PIm na 2ª avaliação 94

Gráfico 4 – Variação Percentual da PEm na 2ª avaliação 96

Gráfico 5 – Variação Percentual da FR na 2ª avaliação 99

INTRODUÇÃO

A obesidade é a doença metabólica mais comum no mundo (Formiguera & Cantón, 2016). A sua prevalência triplicou desde a década de 1980 e afeta 20% da população europeia (OMS, 2016), sendo atualmente considerada um problema de saúde pública a nível mundial (OMS, 2004). É um fenómeno global que aumenta a morbilidade e reduz a esperança de vida (Parameswaran, Todd, & Soth, 2006), sendo responsável por 10% a 13% das mortes nas diferentes partes do mundo (Frühbeck et al., 2013), acarretando encargos elevados para a economia e sistemas de saúde (Srinivas, Ravi, & Madhavi, 2011).

Assiste-se atualmente a um crescente interesse na relação entre a obesidade (Santana et al., 2001) e os seus efeitos sobre o sistema respiratório (Parameswaran et al., 2006). Alterações na mecânica respiratória (Piper & Grunstein, 2010), volumes pulmonares (Al-Bader, Ramadan, Nash-Eldin, & Barac-Nieto, 2008), complacência torácica e pulmonar (Pelosi & Gregoretti, 2010), força e resistência dos músculos respiratórios (Magnani & Cataneo, 2007), frequência respiratória (Koenig, 2001) e testes da função pulmonar (Costa, Barbalho, Miguel, Forti, & Azevedo, 2008) estão bem descritas na literatura.

Essas alterações poderão ser exacerbadas em situações de vulnerabilidade, como é o caso da cirurgia abdominal alta (Wigfield et al., 2006) e na qual se inclui a cirurgia bariátrica, tendo a mesma mostrado constituir-se como o método mais eficaz em termos da percentagem de perda de peso obtida (Christou, Look, & MacLean, 2006), entre os 31% a 76% (Koenig, 2001; Preto, 2016) e considerada o único tratamento definitivo para a obesidade classe III (Poulain et al., 2006).

Os procedimentos cirúrgicos no andar superior do abdómen estão associados a uma alta incidência de complicações pulmonares pós-operatórias (Hedenstierna & Edmark, 2016; Overend et al., 2001; Paisani, Chiavegato, & Faresin, 2005), entre as quais se destacam a redução progressiva da complacência pulmonar e atelectasia em aproximadamente 90% dos pacientes nas vinte e quatro horas após a extubação (Eichenberger et al., 2002; Harris, Morell, Bajaj, & Martin-Hirsch, 2010; Saraswat, 2015; Serejo et al., 2016), encontrando-se na literatura taxas de prevalência que variam entre os 17% e 88% (Overend et al., 2001). Essas alterações podem prolongar-se por mais de duas

semanas (Sanches et al., 2007), aumentar o período de hospitalização, a morbilidade e mortalidade hospitalar (Pasquina, Tramer, Granier, & Walder, 2006).

A pré-reabilitação cirúrgica, instituída com recurso a técnicas de expansão pulmonar, tem um papel fundamental na prevenção das complicações pulmonares pós-operatórias (Topp, Ditmyer, King, Doherty, & Hornyak, 2002). Na prática clínica têm sido utilizadas várias técnicas mas, no entanto, nenhuma foi ainda aceite como técnica de eleição (Agostini, Calvert, Subramanian, & Naidu, 2008) e não há um conceito terapêutico específico universalmente aceite (Parreira et al., 2004; Tomich et al., 2010).

A técnica de expansão pulmonar Breath Stacking (BS) consiste na utilização de uma máscara facial com uma válvula unidirecional que permite, através do bloqueio expiratório, inspirações sucessivas e cumulativas (Feitosa, Barbosa, Pessoa, Rodrigues-Machado, & Andrade, 2012; Marini et al., 1986) desde a capacidade residual funcional até à capacidade pulmonar total (Barcelar et al., 2014) de forma a aumentar progressivamente o volume pulmonar. É considerada uma técnica não invasiva, segura e eficaz na melhoria da função respiratória e da mecânica pulmonar em diferentes contextos clínicos (Dias, Plácido, Ferreira, Guimarães, & Menezes, 2008).

Os principais estudos realizados nas últimas décadas demonstram que a técnica de BS é responsável pela melhoria da ventilação pulmonar através do aumento dos volumes pulmonares (Dias et al., 2011; Dias et al., 2008; Feitosa, Barbosa, Pessoa, Rodrigues-Machado, & Andrade, 2012; Jenkins, Stocki, Kriellaars, & Pasterkamp, 2014; Rafiq et al., 2015) e da capacidade vital forçada (Cleary, Misiaszek, Kalra, Wheeler, & Johnston, 2013; McKim, Katz, Barrowman, Ni, & LeBlanc, 2012), sendo recomendada como técnica de primeira linha na expansão pulmonar e prevenção de complicações respiratórias (Rafiq et al., 2015).

São poucos os estudos que abordam as alterações pulmonares no pós-operatório de cirurgia abdominal e não foram identificados estudos que avaliem a reversão das alterações na função respiratória em indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica após um programa de reexpansão pulmonar com a técnica de BS, bem como a sua comparação com um grupo de controlo. Daí a pertinência e importância deste estudo.

Como tal, pretendemos avaliar a eficácia da técnica de expansão pulmonar de Breath Stacking na melhoria da função respiratória de mulheres obesas submetidas a cirurgia bariátrica, através de uma avaliação pré e pós cirúrgica das medidas respiratórias (SpO_2 e FR), espirométricas (CVF e VEF1) e de força muscular (PIm e PEm) entre dois grupos, de controlo e intervenção.

O estudo está estruturado da seguinte forma: a primeira parte, visa fornecer ao leitor o contexto essencial necessário para a compreensão do problema da pesquisa e seu significado e consiste nos capítulos 1, 2, 3 e 4. Os capítulos 1 e 2 abordam a problemática da obesidade e da cirurgia bariátrica e suas implicações na função respiratória. O capítulo 3 apresenta as diferentes técnicas de expansão pulmonar e explora a aplicabilidade e benefícios da técnica de Breath Stacking. O capítulo 4 descreve o papel e a importância do Enfermeiro Especialista em Enfermagem de reabilitação na reabilitação respiratória. A segunda parte corresponde à análise da questão de investigação e inclui os capítulos 5 e 6. O capítulo 5 descreve a metodologia utilizada e o capítulo 6 discute os resultados. Por fim, são apresentadas as conclusões, limitações do estudo e recomendações para futuras investigações.

I – ESTADO DA ARTE

1 – A OBESIDADE

A obesidade, definida como anormal ou excessiva acumulação de massa gorda corporal que pode ser prejudicial para a saúde (OMS, 2006), é a doença metabólica mais comum no mundo (Formiguera & Cantón, 2016). É considerada um problema de saúde pública mundial, desenvolvendo-se a partir de uma interação entre fatores genéticos, metabólicos, sociais, culturais e comportamentais (OMS, 2004).

O meio universalmente aceite para classificar a obesidade é o índice de massa corporal (IMC), que descreve o peso (kg) dividido pelo quadrado da altura (m^2). Instrumento facilmente mensurável e de medição útil na avaliação clínica e em estudos epidemiológicos (McClean, Kee, Young, & Elborn, 2008), constitui-se como o mais útil indicador de risco para a saúde entre as pessoas que estão acima ou abaixo do peso ideal (Poulain et al., 2006), cuja classificação se pode observar no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação do índice de massa corporal em adultos

IMC (Kg/m^2)	**Classificação em adultos**
< 18,5	Abaixo do peso ideal
18,5 – 24,9	Saudável
25 – 29,9	Excesso de peso
30 – 34,9	Obesidade classe I (moderada)
35 – 39,9	Obesidade classe II (grave)
≥ 40	Obesidade classe III (mórbida)

Adaptado de McClean et al., (2008, p.650)

A prevalência da obesidade tem vindo a aumentar rapidamente nos últimos anos, tanto em países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento (Castres, Folope, Dechelotte, Tourny-Chollet, & Lemaitre, 2010), correspondendo a um dos fenómenos epidemiológicos mais importantes na maioria dos países desde o século passado (Molarius, Seidell, Sans, Tuomilehto, & Kuulasmaa, 2000).

A prevalência de obesidade triplicou desde a década de 1980 afetando 20% da população europeia (OMS, 2016). Estima-se que até 2030 60% da população mundial

(3,3 biliões de pessoas) possam ter excesso de peso (2,2 biliões) ou ser obesos (1,1 biliões), se as tendências recentes continuarem (Kelly, Yang, Chen, Reynolds, & He, 2008).

Também em Portugal a obesidade é um dos maiores problemas de saúde pública, existindo cerca de 3,5 milhões de pessoas com pré-obesidade e cerca de 1,4 milhões de pessoas com obesidade, entre os dezoito e os sessenta e cinco anos (DGS, 2016). Dados de 2012 revelam uma prevalência de pré-obesidade entre os dezoito e os sessenta e quatro anos, de 46,7% no homem e de 38,1% na mulher (Sardinha et al., 2012).

A obesidade é uma doença que representa encargos elevados quer para a economia e sistemas de saúde, quer para os indivíduos, os quais apresentam um risco aumentado de morbilidade e mortalidade por alterações nos diferentes sistemas, além de uma diminuição na qualidade de vida com repercussões psicossociais e profissionais (Srinivas et al., 2011) como se pode observar no Quadro 2.

Quadro 2 – Complicações nos diferentes sistemas relacionadas com a obesidade

Sistemas afetados	Complicações
Endócrino	**Diabetes mellitus** (DeLorey, Wyrick, & Babb, 2005)
Cardiovascular	**Dislipidemia** (Kac & Velásquez-Meléndez, 2003) **Hipertensão arterial** (Herrara, Lozano-Salazar, Gonzalez-Barranco, & Rull, 1999) **Doença cardíaca coronária** (Mokdad, Marks, Stroup, & Gerberding, 2004) **Trombose venosa profunda** (Parameswaran et al., 2006)
Hepatobiliar	**Litíase biliar** (National Task Force on the Prevention and Treatment of Obesity, 2000)
Gastrointestinal	**Doença do refluxo gastroesofágico** (Nguyen & Wolfe, 2005) **Distúrbios alimentares** (França, Aldrighi, & Marucci, 2008)
Músculo-esquelético	**Osteoartrite** (Kopelman, 2000) **Artrite reumatoide** (Conway & Rene, 2004) **Síndrome do túnel do carpo** (National Task Force on the Prevention and Treatment of Obesity, 2000) **Osteoartrose** (Medina, Monteiro, Alves, & Souto, n.d.)
Dermatológico	**Estrias** (Medina et al., n.d.)
Respiratório	**Apneia obstrutiva do sono** (Kac & Velásquez-Meléndez, 2003), (DeLorey et al., 2005) **Síndrome hipoventilação por obesidade** (Krachman & Criner, 1998) **Embolia pulmonar** (Medina et al., n.d.)
Psicossocial	**Depressão, baixa autoestima e risco de suicídio** (França et al., 2008)
Ginecológico	**Infertilidade** (França et al., 2008) **Maturação sexual precoce no sexo feminino, atraso na maturação sexual no sexo masculino, irregularidades menstruais, ciclos anovulatórios, infertilidade e disfunção eréctil** (Medina et al., n.d.)
Oncológico	**Cancro de mama, cancro do endométrio, cancro do cólon intestinal** (França et al., 2008) **Cancro do esófago e cancro do estômago** (Medina et al., n.d.)
Renal/ urinário	**Litíase renal e incontinência urinária** (Medina et al., n.d.)

A obesidade é geralmente reconhecida como um fenómeno global que aumenta a morbilidade e reduz a esperança de vida (Parameswaran et al., 2006). Segundo a OMS o excesso de peso é considerado o quinto principal fator de risco de morte em todo o mundo, sendo responsável por 10% a 13% das mortes nas diferentes partes do mundo (Frühbeck et al., 2013).

A ligação entre a obesidade e doenças respiratórias crónicas é cada vez mais reconhecida (Harris et al., 2010). No sistema respiratório, a obesidade está ligada a uma vasta gama de condições, incluindo a doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC), asma, síndrome da hipoventilação por obesidade (SHO), embolia pulmonar, pneumonia por aspiração, apneia obstrutiva do sono (Koenig, 2001) e a maior incidência de complicações respiratórias pós-cirúrgicas, sendo atualmente considerada como uma causa emergente de insuficiência respiratória crónica (Pelosi & Gregoretti, 2010).

1.1 – FUNÇÃO PULMONAR NA OBESIDADE

Os primeiros relatórios descritivos dos efeitos da obesidade sobre o sistema cardiorrespiratório surgiram na década de 1960 (Parameswaran et al., 2006). Atualmente assiste-se a um crescente interesse na relação entre a componente de gordura do peso corporal e as funções pulmonares (Santana et al., 2001). É sabido que mesmo sem doenças associadas, a obesidade tem um profundo impacto na mecânica respiratória (Jack, 2016), relacionada com o grau da obesidade (Rasslan, Saad Junior, Stirbulov, Fabbri, & Lima, 2004) e com o padrão de distribuição do excesso de gordura corporal (Lazarus, Gore, Booth, & Owen, 1998).

O sistema respiratório é constituído pelos pulmões, caixa torácica e músculos respiratórios, sendo o comportamento de todo o sistema dependente das interações entre todos os seus componentes, pelo que a alteração na relação entre eles causa danos na função respiratória e anormalidades nas trocas gasosas (Pulletz et al., 2010).

Tem sido descrito que em indivíduos saudáveis do sexo feminino a maturação máxima do sistema respiratório ocorre cerca dos vinte anos de idade. A função pulmonar permanece estável com mudança mínima entre os vinte e trinta e cinco anos de idade, começando depois a diminuir muito lentamente, devido à diminuição da complacência da parede torácica e pulmonar e diminuição da força muscular respiratória. Em pacientes obesos, o declínio é presumivelmente acelerado (Sharma & Goodwin, 2006).

O excesso de gordura corporal depositada ao longo da parede torácica e no interior da cavidade abdominal é a principal responsável pelas alterações no sistema respiratório dos indivíduos obesos mórbidos (Koenig, 2001). A maior percentagem de tecido adiposo acumulado condiciona um padrão restritivo pela diminuição no movimento do diafragma, diminuição da complacência do pulmão e da parede torácica, aumento na retração elástica, diminuição nos volumes pulmonares (Srinivas et al., 2011) e aumento do trabalho respiratório devido à energia adicional necessária para mover a massa gorda (Faintuch, Souza, Valezi, Sant'Anna, & Gama-Rodrigues, 2004), com consequente dispneia (Sahebjami, 1998) e menor tolerância ao exercício físico (Barbalho-Moulim, Miguel, Forti, & Costa, 2009).

As repercussões da obesidade sobre a função respiratória estão bem descritas e incluem alterações na mecânica respiratória (Koenig, 2001; Piper & Grunstein, 2010), volumes pulmonares (Al-Bader, Ramadan, Nash-Eldin, & Barac-Nieto, 2008; Jones & Nzekwu, 2006), força e resistência dos músculos respiratórios (Chlif, Keochkerian, Mourlhon, Choquet, & Ahmaidi, 2005; Jones & Nzekwu, 2006; Koenig, 2001; Ladosky, Botelho, & Albuquerque, 2001; Zerah et al., 1993), trocas gasosas (Koenig, 2001; Veale, Rabec, & Labaan, 2008), testes da função pulmonar (Costa, Barbalho, Miguel, Forti, & Azevedo, 2008; Koenig, 2001), controlo da respiração e tolerância ao exercício físico (Koenig, 2001).

Essas alterações poderão ser exacerbadas em situações de vulnerabilidade, como é o caso da cirurgia abdominal alta (Eichenberger et al., 2002; Paisani, Chiavegato, & Faresin, 2005; Wigfield et al., 2006). As deficientes trocas gasosas pulmonares em repouso podem ser um marcador de prognóstico para complicações pulmonares pós-operatórias (Zavorsky et al., 2007) e têm impacto negativo sobre comorbilidades relacionadas com a obesidade tais como hipertensão pulmonar, disfunção diastólica e doença coronária (Gabrielsen et al., 2011). Acredita-se que a obesidade na parte superior do corpo carrega um maior risco de doença cardiovascular e metabólica do que a obesidade na parte inferior do corpo (Pelosi & Gregoretti, 2010).

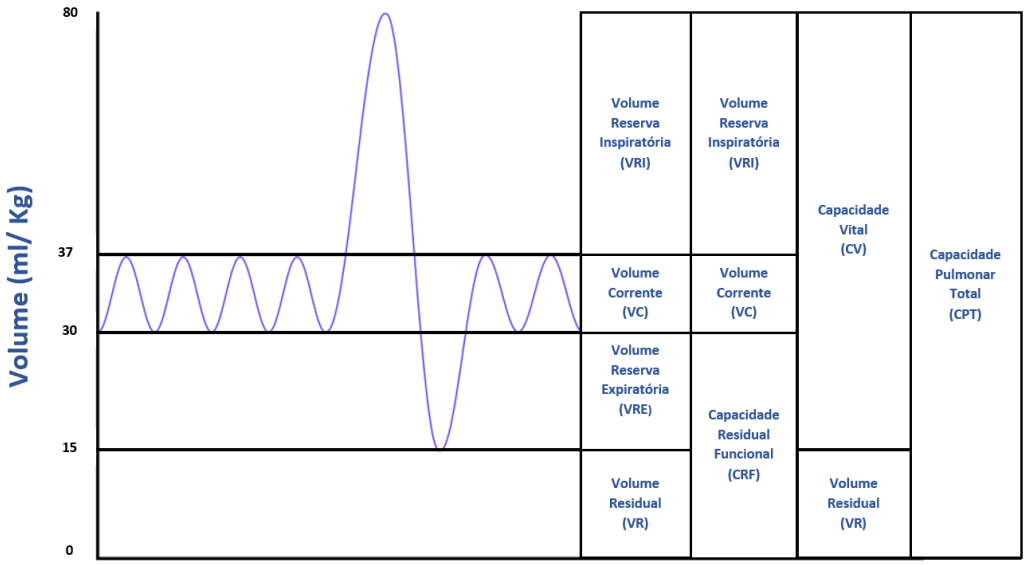
Ao longo dos últimos quarenta anos teve-se em consideração que o sistema respiratório é afetado de forma distinta consoante a síndrome em causa. Nas várias síndromes identificadas incluem-se a obesidade simples para designar indivíduos obesos com pouco prejuízo sobre a função pulmonar e trocas gasosas e a SHO para descrever pacientes obesos que manifestam hipoventilação alveolar crónica. A obesidade grave pode conduzir a SHO e síndrome de apneia obstrutiva do sono (SAOS) com a diminuição

da capacidade de resposta ao dióxido de carbono (CO_2) e hipoxemia, acompanhada por alterações na função dos músculos respiratórios (Pelosi & Gregoretti, 2010). Estima-se que entre 60% a 90% dos pacientes com SAOS sejam obesos (Koenig, 2001).

1.1.1 – Volumes pulmonares

Os volumes pulmonares podem ser classificados como volumes estáticos e volumes dinâmicos, sendo os segundos decorrentes de manobras respiratórias forçadas (Figura 1).

Figura 1 – Volumes e capacidades pulmonares



Na obesidade, a anormalidade funcional mais comum traduz-se por uma diminuição do volume de reserva expiratório (VRE) (Kress, Pohlman, Alverdy, & Hall, 1999; Parameswaran et al., 2006), constituindo este o teste da função pulmonar mais sensível mesmo na obesidade moderada (Zerah et al., 1993). Segue-se a diminuição da capacidade residual funcional (CRF), a qual pode tornar-se tão acentuada que se aproxima do volume residual (VR) (Salome, King, & Berend, 2010). O VR é geralmente bem preservado (Watson & Pride, 2005; Zerah et al., 1993) e, na presença de uma redução modesta na capacidade pulmonar total (CPT) e um VR bem preservado, a redução da CRF manifesta-se por um aumento da capacidade inspiratória, na tentativa de compensar a

diminuição do VRE e CRF (Barcelar, 2011) e um decréscimo muito acentuado no VRE (Jones & Nzekwu, 2006).

O mecanismo proposto para essa redução refere que a gordura abdominal aumenta a pressão intra-abdominal provocando o deslocamento superior do diafragma pelo abdómen obeso, redução ainda maior na posição de supinação quando o diafragma se eleva e o peso do tórax inferior e do abdómen é aplicado aos pulmões (Gabrielsen et al., 2011). Em consequência, a carga mecânica excessiva causada pela obesidade coloca um grande peso sobre os músculos respiratórios (Chlif et al., 2005), levando à hipoventilação (Gabrielsen et al., 2011) e hipoxemia (Gibson, 2000), especialmente naqueles com menor VRE. Assim, um indivíduo obeso tem de gerar pressão intratorácica mais negativa do que um indivíduo não obeso para obter uma ventilação adequada (Chlif et al., 2005).

Um estudo observacional de trinta e sete pacientes obesos mórbidos mostrou que a perda maciça de peso após cirurgia bariátrica foi associada com uma melhoria significativa do VRE (Santana et al., 2006).

Enquanto a diminuição do VRE e da CRF são proporcionais ao grau de obesidade, os efeitos da obesidade sobre volumes pulmonares dinâmicos, incluindo o volume corrente (VC) e a CPT, são modestos (Gabrielsen et al., 2011; Ray et al., 1983; Salome et al., 2010). A CPT é geralmente preservada e mesmo na obesidade mórbida é normalmente mantida acima do limite inferior do normal (Collins, Hoberty, Walker, Fletcher, & Peiris, 1995; Jones & Nzekwu, 2006; Watson & Pride, 2005). Rabec, Lucas Ramos, & Veale (2011**)** referem que a CPT pode mesmo estar reduzida em 20%.

Volumes correntes são geralmente reduzidos na obesidade grave e a respiração adota um padrão rápido e superficial (Salome et al., 2010). Esse padrão surge provavelmente em resposta ao aumento da rigidez do sistema respiratório, já que um padrão de respiração rápida superficial representa uma resposta típica a uma carga elástica (Salome et al., 2010).

Em relação aos volumes pulmonares dinâmicos, embora a capacidade vital (CV) esteja geralmente preservada, o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) pode ser ligeiramente reduzido em pacientes com obesidade grave, embora normalmente a relação VEF1/ CVF seja normal na ausência de doença associada (Rabec et al., 2011).

Alguns estudos encontraram correlação entre os valores dos índices antropométricos, como o índice de massa corporal (IMC), com alterações nos volumes pulmonares dinâmicos (Chen, Rennie, Cormier, & Dosman, 2007; Collins et al., 1995; Gabrielsen et al., 2011). Outros, dependendo da idade, tipo, distribuição e da severidade

da obesidade encontraram valores diminuídos na VEF1 e na capacidade vital forçada (CVF) (Al-Bader et al., 2008; Chlif et al., 2005).

1.1.2 – Resistência e complacência pulmonar

A obesidade promove também o aumento da resistência pulmonar e diminuição da complacência total do sistema respiratório.

A resistência respiratória é aumentada no tecido pulmonar e pequenas vias aéreas dos indivíduos obesos (Koenig, 2001), traduzindo um calibre reduzido das mesmas ao longo do ciclo respiratório (Yap, Watson, Gilbey, & Pride, 1995). A causa da resistência é desconhecida e não é clara a existência de alterações estruturais nas vias aéreas do indivíduo obeso. Pensa-se que a aparente redução no calibre das vias aéreas em obesos seja atribuível à redução dos volumes pulmonares e à limitação do fluxo expiratório (Pelosi & Gregoretti, 2010), com um aumento na pressão transmural ao longo da parede brônquica (Zerah et al., 1993).

Uma causa adicional no aumento da resistência respiratória poderá também ser a existência de obstrução das vias aéreas superiores devido à deposição de gordura ou pelo tónus laxo da musculatura da faringe (Zerah et al., 1993). Não se sabe se a gordura está presente nas vias aéreas de indivíduos obesos ou se tem algum efeito direto sobre a estrutura das vias aéreas, mas estudos de obesidade induzida pela dieta em ratos relataram mudanças na deposição de lípidos nos pulmões (Inselman, Wapnir, & Spencer, 1987), que podem afetar a função do surfactante e consequentemente a diminuição da complacência e aumento da resistência pulmonar (Inselman, Chander, & Spitzer, 2004). Zerah e os seus colaboradores (1993) determinaram que a resistência nas vias aéreas é 56% maior em indivíduos obesos mórbidos em comparação com indivíduos com excesso de peso.

É geralmente aceite pelos investigadores que na obesidade a complacência do sistema respiratório seja baixa, devido principalmente ao efeito mecânico de pressão do tecido adiposo sobre a caixa torácica, ao aumento do volume de sangue pulmonar e a uma combinação de colapso alveolar e aumento da resistência respiratória, particularmente nas bases pulmonares (Parameswaran et al., 2006).

Na literatura são descritas reduções relativamente grandes na complacência total (pulmões e parede torácica) do sistema respiratório. A variação de valores na medição da

complacência da parede torácica poderá ser devida à técnica empregue e ao grau de relaxamento muscular (Pelosi & Gregoretti, 2010).

Os primeiros estudos sobre a complacência pulmonar surgiram na década de 1960. Em 1960, Naimark & Cherniack (1960) demonstraram que a complacência total do sistema respiratório em indivíduos obesos é reduzida a dois terços do valor normal. Em 1964, Sharp, Henry, Sweany, Meadows, & Pietras (1964) revelaram que na obesidade classe I e II, a complacência total do sistema respiratório seria 20% inferior ao valor previsto em indivíduos não obesos.

As alterações na complacência e resistência do sistema respiratório aumentam tanto o trabalho como os custos de energia na respiração. Sharp e os seus colaboradores (1964) constataram que o consumo de energia é aproximadamente três vezes superior, comparativamente com indivíduos não obesos.

A obesidade pode criar um aumento da frequência respiratória e conduzir à ineficiência muscular respiratória. No estudo realizado por Naimark & Cherniack (1960), um terço da energia terá sido gasta no aumento do esforço respiratório para superar a redução da complacência da parede torácica. A restante, segundo os autores, terá sido provavelmente devido a um aumento do trabalho não elástico ou uma ineficiência dos músculos respiratórios.

1.1.3 – Músculos respiratórios

Da mesma forma que para outros músculos corporais, o desempenho dos músculos respiratórios pode ser descrito em termos de força e resistência (Magnani & Cataneo, 2007), o qual poderá ser menor quando comparado com indivíduos não obesos (Koenig, 2001).

A força muscular respiratória na obesidade tem sido normalmente relatada como sendo normal (Collet et al., 2006; Magnani & Cataneo, 2007; Steier et al., 2009; Yap et al., 1995) ou reduzida (Chlif et al., 2005; Ladosky et al., 2001; Weiner et al., 1998), nomeadamente na obesidade mórbida ou naqueles com SHO (Collet et al., 2006; Ladosky et al., 2001).

Quando medida na posição vertical, a força muscular pode ser normal em indivíduos obesos (Yap et al., 1995). Na posição de supinação, a eficácia do diafragma mostrou ser reduzida na obesidade mórbida e naqueles com SHO (Steier et al., 2009) e as

pressões inspiratórias significativamente reduzidas devido ao estiramento excessivo do diafragma provocado pelo aumento da deposição de tecido adiposo visceral e abdominal (Farkas & Schlenker, 1994). Weiner e seus colaboradores (1998) observaram associação entre o aumento na força dos músculos respiratórios e a perda de peso após cirurgia bariátrica.

Como os músculos respiratórios de um indivíduo obeso trabalham constantemente contra uma parede torácica menos complacente e com maior resistência das vias aéreas, seria expectável que pudessem gerar maiores pressões (Pelosi & Gregoretti, 2010). No entanto, a maior parte dos estudos refere que as pressões inspiratórias e expiratórias máximas são frequentemente normais (Domingos-Benício et al., 2004) ou diminuídas nos casos de SHO (Magnani & Cataneo, 2007).

Semelhante é o caso da resistência dos músculos respiratórios. A ventilação voluntária máxima (VVM), medida correspondente à resistência da musculatura respiratória, diminui à medida que o IMC aumenta (Ladosky et al., 2001), encontrando-se reduzida em aproximadamente 20% na obesidade mórbida e em 45% na SHO (Koenig, 2001).

Alguns estudos demonstram que a acumulação de gordura no tórax submete o sistema respiratório a sobrecarga mecânica e condiciona a expansão pulmonar (Domingos-Benício et al., 2004). Perante essa condição, estará aumentada a atividade dos músculos respiratórios para vencer as forças elásticas e resistência respiratória e para promover a expansão pulmonar. Isso cria um desequilíbrio entre a solicitação dos músculos respiratórios e a sua capacidade de gerar tensão (Chlif et al., 2005). Tal situação condiciona aumento no trabalho respiratório, maior consumo de oxigénio e maior custo energético (Franssen, O'Donnell, Goossens, Blaak, & Schols, 2008; Gibson, 2000; Koenig, 2001; Weiner et al., 1998), conduzindo a maior risco de fadiga e fraqueza muscular (Chlif et al., 2005).

Como tal, não é surpreendente que a capacidade de exercício esteja muitas vezes prejudicada na presença de obesidade. Indivíduos obesos mórbidos apresentam um consumo de volume máximo de oxigénio (VO_2) em repouso que pode chegar aos 25% do total de VO_2, enquanto raramente se ultrapassa os 3% nos indivíduos não obesos (Jones & Nzekwu, 2006; Pelosi & Gregoretti, 2010).

1.1.4 – Padrão respiratório

Em repouso, a frequência respiratória poderá ser 40% maior na obesidade, pelo aumento do custo energético da respiração, decréscimo na eficiência respiratória, diminuição da força e resistência dos músculos respiratórios (Koenig, 2001).

Indivíduos com obesidade simples têm uma capacidade quase normal para o exercício físico, no entanto, se quando solicitada não for seguida por um aumento da ventilação, poderá ocorrer síndrome hipercápnico associado a hipoxemia moderada (Pelosi & Gregoretti, 2010).

Se não forem afetadas por SHO, a maioria das pessoas obesas são eucápnicas (Koenig, 2001). O dióxido de carbono encontra-se em valores perto da normalidade e a hipoxemia pode ser leve ou inexistente (Pelosi & Gregoretti, 2010).

A obesidade tem um claro potencial para ter um efeito direto sobre o bem-estar respiratório (Salome et al., 2010). As limitações descritas sugerem uma reserva ventilatória diminuída e uma predisposição para a insuficiência respiratória na resposta a agressões (mesmo leves) pulmonares ou sistémicas (Pelosi & Gregoretti, 2010).

1.1.5 – Testes da função respiratória

Os testes da função respiratória convencionais são apenas ligeiramente afetados pela obesidade, a menos que seja mórbida. Geralmente na obesidade tipo I e II, a espirometria é normal (Pelosi & Gregoretti, 2010).

A maioria dos estudos sobre disfunção pulmonar entre os indivíduos obesos demonstram que várias medidas de adiposidade, como o IMC, mostram uma relação inversa significativa com as variáveis espirométricas e volumes pulmonares estáticos (Collins et al., 1995; Lazarus et al., 1998), bem como com a presença de padrões restritivos com redução dos volumes e capacidades pulmonares, mas com um índice de Tiffeneau normal (Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, 2002).

As variáveis espirométricas, como CVF e VEF1, tendem a diminuir com o aumento do IMC (Schachter, Salome, Peat, & Woolcock, 2001; Zerah et al., 1993). No entanto, o efeito é pequeno e ambas estão geralmente dentro da faixa normal em adultos obesos sem doença respiratória associada (Schachter et al., 2001).

O rácio VEF1/CVF é geralmente descrito como conservado ou aumentado, mesmo na obesidade mórbida (Lazarus et al., 1998; Schachter et al., 2001; Zerah et al., 1993), indicando que tanto o VEF1 como a CVF são afetadas na mesma extensão. Essa constatação implica que o principal efeito da obesidade seja nos volumes pulmonares, sem nenhum efeito direto sobre a obstrução das vias aéreas. Da mesma forma, os fluxos expiratórios diminuem com o aumento do peso, em proporção com os volumes pulmonares (Zerah et al., 1993).

2 – CIRURGIA BARIÁTRICA

A perda de peso constitui a primeira medida terapêutica no tratamento da obesidade (Rabec et al., 2011). Apresenta uma elevada taxa de insucesso através de métodos medicamentosos ou dietéticos, mas responde bem ao tratamento cirúrgico (Puglia, 2004).

A cirurgia bariátrica tem mostrado ser o método mais eficaz no tratamento da obesidade mórbida (Christou, Look, & MacLean, 2006; Sampol et al., 1998), defendendo-se atualmente constituir o único tratamento definitivo para a obesidade classe III (Poulain et al., 2006).

A cirurgia bariátrica é eficaz não só em termos da percentagem de perda de peso obtida, entre os 31% a 76% (Koenig, 2001; Preto, 2016) segundo a literatura, mas também na manutenção dessa perda a longo prazo (Christou et al., 2006; Sampol et al., 1998).

A decisão de tratamento cirúrgico é tomada com base numa avaliação clínica realizada por uma equipa multidisciplinar, que identifica as indicações e contraindicações, conforme observável no Quadro 3.

Quadro 3 – Indicações e contraindicações para cirurgia bariátrica

Indicações para cirurgia bariátrica
Os pacientes nos grupos etários de 18 a 60 anos de idade: 1. Com IMC $\geq$ 40 kg/m^2; 2. Com IMC 35-40 kg/m^2, com comorbilidades em que se preveja que a perda de peso cirurgicamente induzida possa melhorar o distúrbio (tais como distúrbios metabólicos, doenças cardiorrespiratórias, doença articular severa, problemas psicológicos graves relacionadas com a obesidade).
Contraindicações para cirurgia bariátrica
1. Ausência de um período de gestão médica identificável; 2. O paciente é incapaz de participar no prolongado acompanhamento médico; 3. Transtornos psicóticos não-estabilizados, depressão grave, distúrbios da personalidade e alimentares, a menos que especificamente aconselhados por um psiquiatra experiente em obesidade; 4. Abuso de álcool e/ ou dependência de drogas; 5. Doenças que ameaçam a vida no curto prazo; 6. Os pacientes que são incapazes de cuidar de si mesmos e que não têm família ou apoio social que irá justificar tais cuidados.

Fonte: Fried et al. (2014). Adaptado e traduzido pelo autor.

Os procedimentos bariátricos e metabólicos que estão atualmente disponíveis para pacientes que necessitam perder peso são: banda gástrica ajustável (em desuso), sleeve gástrico (gastrectomia vertical), bypass gástrico em Y de Roux, derivação biliopancreática e derivação biliopancreática com switch duodenal (Zeve, Novais, & Júnior, 2012).

Já é conhecido desde a década de 1970 que entre os procedimentos cirúrgicos que podem ser realizados, o sleeve gástrico permite maior redução ponderal, em média 40% do excesso de peso em doze meses, constituindo a cirurgia de eleição para o tratamento da obesidade mórbida (Kolanowski, 1997).

Além da perda significativa de peso, a cirurgia bariátrica também traz benefícios que conduzem a um maior bem-estar e qualidade de vida (Quadro 4).

Quadro 4 – Benefícios da cirurgia bariátrica

Benefícios da cirurgia bariátrica
● Redução de peso entre 31% a 76% (Koenig, 2001; Preto, 2016);
● Manutenção da perda de peso a longo prazo (Christou et al., 2006; Sampol et al., 1998);
● Redução no índice de distúrbios respiratórios entre 89% a 98% (Koenig, 2001);
● Melhoria da saturação de oxihemoglobina noturna (Koenig, 2001);
● Diminuição da arritmia cardíaca (Koenig, 2001);
● Melhoria na qualidade do sono (Rabec et al., 2011);
● Melhoria nos volumes pulmonares (Rabec et al., 2011; Ray, Sue, Bray, Hansen, & Wasserman, 1983; Thomas, Cowen, Hulands, & Milledge, 1989; Weiner et al., 1998);
● Melhoria nas trocas gasosas e gasometria arterial (Crummy, Piper, & Naughton, 2008; Vaughan, Cork, & Hollander, 1981; Zavorsky & Hoffman, 2008);
● Melhoria da policitemia (Rabec et al., 2011);
● Melhoria da hipertensão arterial (Rabec et al., 2011);
● Melhoria no controlo da asma (Maniscalco et al., 2008; Stenius-Aarniala et al., 2000);
● Melhoria parcial ou completa da SAOS (Crummy et al., 2008; Vaughan et al., 1981);
● Redução na utilização de terapia de pressão positiva nas vias aéreas (Piper & Grunstein, 2010);
● Melhoria no controlo da ventilação e consumo energético (Piper & Grunstein, 2010);
● Melhoria no desempenho, força e resistência muscular respiratória (Weiner et al., 1998);
● Redução da morbilidade e mortalidade a longo prazo (Piper & Grunstein, 2010)**;**
● Diminuição dos cuidados de saúde e queda nos custos de cuidados de saúde (Piper & Grunstein, 2010)**.**

Portugal conta com dezassete Centros de Tratamento de Obesidade (sistema nacional de saúde e setor privado) e uma Unidade de Tratamento Cirúrgico de Obesidade/ Centro de Elevada Diferenciação de Obesidade (UTCO/ CED-O), sediada no Centro Hospitalar de São João – Porto (CHSJ).

> *A UTCO/ CED-O é uma unidade funcional multidisciplinar de natureza assistencial, integrada no Serviço de Cirurgia Geral sob a responsabilidade direta da Unidade Autónoma de Gestão da Cirurgia, que tem por missão proceder ao diagnóstico e ao tratamento global e integral do doente com obesidade mórbida. O interesse do CHSJ na abordagem da obesidade mórbida remonta ao ano de 1999, altura em que foi criado o Grupo para o Tratamento Cirúrgico da Obesidade Mórbida, tendo a primeira intervenção cirúrgica sido realizada em Junho desse ano. Quer por via do elevado número de doentes e intervenções realizadas anualmente, quer pelos resultados altamente satisfatórios que daí resultaram, o CHSJ ganhou reconhecida notoriedade técnica e científica, passando a ser considerado uma referência nacional no tratamento da obesidade mórbida* (Preto, 2016).

Nos quadros seguintes (Quadro 5 e Quadro 6), são apresentados os dados estatísticos da UTCO/ CED-O relativos ao número de doentes intervencionados e percentagens de peso perdido, relativas às diferentes técnicas cirúrgicas.

Quadro 5 – Evolução do nº de doentes intervencionados por técnica cirúrgica

Técnica cirúrgica	Anos								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Sleeve gástrico		3	23	55	71	110	142	134	538
Bypass gástrico	22	59	151	196	255	139	194	181	1197
Banda gástrica	158	153	80	43	1	2			437
Remoção banda	12	26	29	52	84	84	102	73	462
Total	192	241	283	346	411	335	438	388	2634

Fonte: Relatório de atividades e resultados no CED-O: Centro Hospitalar de São João (Preto, 2016)

Quadro 6 – Percentagem de peso excessivo perdido por técnica cirúrgica

Técnica cirúrgica	Percentagem de peso excessivo perdido média (desvio padrão)		
	N	6 meses	12 meses
Sleeve gástrico	125	34% (17%)	36% (20%)
Bypass gástrico	128	56% (22%)	72% (24%)
Banda gástrica	268	58% (18%)	76% (21%)

Fonte: Relatório de atividades e resultados no CED-O: Centro Hospitalar de São João (Preto, 2016)

2.1 – COMPLICAÇÕES RESPIRATÓRIAS ASSOCIADAS À CIRURGIA

Os procedimentos cirúrgicos no andar superior do abdómen estão associados a uma alta incidência de complicações pulmonares pós-operatórias (CPPO) (Hedenstierna & Edmark, 2016; Overend et al., 2001; Paisani, Chiavegato, & Faresin, 2005), as quais são definidas como anormalidades pulmonares que ocorrem no período pós-operatório, produzindo doença clinicamente significativa ou disfunção que afeta negativamente a evolução clínica (Overend et al., 2001).

Tanto a anestesia geral como o ato cirúrgico produzem mudanças significativas no sistema respiratório e a interação dessas mudanças presumivelmente sejam responsáveis pela ocorrência de CPPO (Sudre, 2003). Habitualmente a anestesia é responsável pelas complicações precoces, enquanto os procedimentos cirúrgicos estão mais frequentemente associados com a morbilidade tardia. Os procedimentos laparoscópicos são recomendados por cursarem com menor taxa de CPPO e por estarem associados a menor duração do período de internamento (Sudre, 2003).

A associação de cirurgias abdominais com a alta incidência de complicações respiratórias está bem documentada (Dias et al., 2008), encontrando-se na literatura taxas de prevalência que variam entre os 17% e 88% (Overend et al., 2001). Entre as principais manifestações, são referidas a redução progressiva da complacência pulmonar, atelectasia (Porto et al., 2014; Serejo et al., 2016), pneumonia (Dias et al., 2008; Filardo, Faresin, & Fernandes, 2002; Serejo et al., 2016), disfunção respiratória (Serejo et al., 2016; Weindler & Kiefer, 2001), derrame pleural (Fisher, Majumdar, & McAlister, 2002; Serejo et al., 2016), ventilação mecânica prolongada (Dias et al., 2008; Filardo et al., 2002), broncospasmo, hipoxemia e falência respiratória (Sudre, 2003). Essas complicações pulmonares aumentam a morbilidade, prolongam o internamento hospitalar e elevam os custos com a saúde (Lawrence, Cornell, & Smetana, 2006).

2.1.1 – Anestesia

Os agentes anestésicos são responsáveis por efeitos biológicos e por alterações mecânicas e funcionais sobre o sistema respiratório que possivelmente conduzem a CPPO.

Como efeitos biológicos incluem-se a diminuição no número e na atividade dos macrófagos alveolares, inibição da clearance mucociliar, aumento na permeabilidade alvéolo capilar, inibição na libertação de surfactante, aumento na atividade da enzima pulmonar óxido nítrico sintetase e aumento da sensibilidade da vasculatura pulmonar aos mediadores neuro-humorais (Kotani et al., 1995; Nielsen, Baird, McAdams, & Freeman, 1998; Ward & Nicholas, 1992).

Após a indução anestésica ocorre diminuição da CRF com consequente redução da complacência pulmonar, formação de atelectasia nas porções dependentes dos pulmões e alteração significativa do movimento do diafragma, o qual passa a mover-se quase uniformemente ao longo do eixo ventral-dorsal (Krayer, Rehder, Vettermann, Didier, & Ritman, 1989). Como resultado, ocorre menor ventilação pulmonar nas porções dependentes (mais perfundidas devido ao efeito da gravidade) e maior ventilação na parte superior dos pulmões (onde a perfusão é menor) resultando numa alteração da relação ventilação perfusão, ocorrência de shunt pulmonar e de espaço morto (Junior, Galas, & Franca, 2007).

As alterações referidas resultam num aumento do gradiente alvéolo-arterial de oxigénio, responsável pela necessidade de suplementação de oxigénio no peri-operatório (Junior et al., 2007).

2.1.2 – Atelectasia

A atelectasia pulmonar é a principal causa de hipoxemia pós-operatória (Junior et al., 2007) e estima-se que ocorra em aproximadamente 90% dos pacientes adultos saudáveis poucos minutos após a indução da anestesia geral (Eichenberger et al., 2002; Harris, Morell, Bajaj, & Martin-Hirsch, 2010; Saraswat, 2015; Serejo et al., 2016), afetando cerca de 15% do pulmão, especialmente as regiões basais (Harris et al., 2010). Persiste no pós-operatório (Lawrence et al., 1995) e desempenha um papel fundamental

nas alterações das trocas gasosas e na redução da complacência estática, contribuindo para um aumento adicional nos custos de saúde (Junior et al., 2007).

Os mecanismos responsáveis pela redução de volume pulmonar e formação de atelectasia são desconhecidos (Pelosi et al., 1998). Pensa-se que a ocorrência de atelectasia seja devida principalmente à perda de tónus diafragmático induzida pelos anestésicos (Pelosi & Gregoretti, 2010). Postula-se que o diafragma fique passivamente dependente das pressões relativas presentes na sua porção torácica e abdominal onde, devido à presença de vísceras abdominais, a distribuição da ventilação seja preferencialmente dirigida para as regiões do pulmão não dependentes, ou seja, sofra um deslocamento cefálico para as regiões para-vertebrais em posição de supinação (Pelosi et al., 1998). Em pacientes obesos, o desenvolvimento de atelectasia nas regiões pulmonares dependentes é superior devido a um possível aumento da pressão intra-abdominal (Pelosi & Gregoretti, 2010).

Outros autores sugerem que a atelectasia está relacionada não só com mudanças na posição do diafragma, mas também a uma interação complexa de vários fatores, incluindo a forma da parede torácica e abdominal (Krayer et al., 1989; Warner, Warner, & Ritman, 1996), a redução da complacência pulmonar e torácica com consequente aumento da resistência pulmonar ao fluxo aéreo, redução do volume pulmonar (Pelosi et al., 1998), significativa disfunção respiratória e hipoxemia arterial (Pelosi & Gregoretti, 2010).

O mecanismo referido e consequente formação de atelectasia conduz à diminuição da CRF, que em pacientes com obesidade mórbida, diminui para cerca de 50% do valor pré-anestésico colocando-os em maior risco de contraírem infeções respiratórias (Damia, Mascheroni, Croci, & Tarenzi, 1988; Reinius et al., 2009).

Os indivíduos obesos têm um risco aumentado de complicações respiratórias durante a anestesia geral (Harris et al., 2010), sendo relatado que desenvolvem cinco vezes mais atelectasia nas vinte e quatro horas após a extubação do que os pacientes não obesos (Eichenberger et al., 2002).

2.1.3 – Ato cirúrgico

O procedimento cirúrgico no andar superior do abdómen conduz à redução dos volumes e capacidades pulmonares, à modificação do padrão ventilatório, alteração da

relação ventilação perfusão, diminuição da função diafragmática, diminuição da expansibilidade toraco-abdominal e ineficácia nos mecanismos de defesa, tais como a tosse e depressão do sistema imunológico (Barbalho-Moulim et al., 2009).

Tal como a anestesia, o trauma cirúrgico pode conduzir à redução da CRF, da CV e à formação de atelectasias pulmonares. Estão envolvidos nesse processo os mecanismos inflamatórios do trauma cirúrgico, a estimulação reflexa durante a instrumentação da via aérea e alteração do movimento mucociliar (Junior et al., 2007).

A incisão cirúrgica leva à rutura de fibras dos músculos respiratórios que, associada ao quadro doloroso, podem ser responsáveis pela diminuição da atividade respiratória gerando hipoventilação (Duggan & Kavanagh, 2005).

2.2 – FUNÇÃO RESPIRATÓRIA NO PÓS-OPERATÓRIO

No pós-operatório imediato, alterações na função pulmonar são vistas como sendo inevitáveis (Mans, Reeve, Gasparini, & Elkins, 2012) e parecem estar relacionadas com a interrupção da atividade normal dos músculos respiratórios, um fenómeno que começa na indução anestésica e continua no período pós-operatório (Warner, 2000). Decorrente de uma possível restrição prolongada no leito, disfunção diafragmática temporária, efeito residual do anestésico e da dor na incisão cirúrgica (Arozullah, Conde, & Lawrence, 2003; Dias et al., 2008), fica prejudicada a função dos músculos respiratórios ocorrendo um padrão respiratório monótono e superficial com ausência de inspirações profundas periódicas, volumes pulmonares reduzidos e consequente hipoventilação (Dias et al., 2008; Feitosa, Barbosa, Pessoa, Rodrigues-Machado, & Andrade, 2012).

Essas alterações podem ser transitórias, de auto resolução, ou podem prolongar-se por mais de duas semanas (Sanches et al., 2007) e predispor os doentes ao desenvolvimento de complicações pulmonares pós-operatórias tais como retenção de secreções, diminuição da CRF, atelectasia, pneumonia (Feitosa et al., 2012), retenção de CO_2 e infiltrado broncopulmonar (Sanches et al., 2007). A depuração mucociliar também é prejudicada no pós-operatório que, juntamente com a tosse diminuída, aumenta os riscos associados com a retenção de secreções pulmonares (Thomas & McIntosh, 1994). As CPPO podem prolongar o desconforto do paciente, o período de hospitalização, aumentar o consumo de recursos, a morbilidade e mortalidade hospitalar (Pasquina et al., 2006).

As restrições pulmonares do pós-operatório persistem, o que pode aumentar ainda mais as complicações respiratórias, como a atelectasia. A Figura 2 apresenta os aspetos fisiológicos determinantes das complicações pós-operatórias na função respiratória em pacientes com obesidade mórbida.

Figura 2 – Mecanismos fisiopatológicos que conduzem a complicações pulmonares pós-operatórias em pacientes obesos

Fonte: Pelosi & Gregoretti (2010). Traduzido e adaptado pelo autor.

2.2.1 – Cirurgia bariátrica

As alterações pulmonares referidas são descritas tanto em cirurgias por laparotomia como por vídeo-laparoscopia, sendo menos acentuadas neste último tipo (Joris, Hinque, Laurent, Desaive, & Lamy, 1998). Lawrence e seus colaboradores (2006) referem no entanto que ainda não está bem definido se a cirurgia vídeo-laparoscópica reduz a incidência de CPPO.

É ainda assumido que o paciente obeso é mais suscetível às repercussões pulmonares causadas pela anestesia e pelo procedimento cirúrgico, que essas alterações podem ser mais intensas, o que também pode favorecer uma maior incidência de CPPO nesse grupo de indivíduos (Eichenberger et al., 2002).

A ventilação mecânica intraoperatória, muitas vezes com alta fração inspirada de oxigénio (FIO_2), níveis insuficientes de pressão positiva expiratória final (PEEP) e manobras de recrutamento alveolar aplicadas de forma irregular, pode agravar deficiências pré-existentes na mecânica respiratória (Cattano et al., 2010). A formação do pneumoperitoneu e alterações posturais associadas com o procedimento bariátrico podem igualmente prejudicar a função respiratória e as trocas gasosas tanto no período intraoperatório como no pós-operatório (Cattano et al., 2010).

2.2.2 – Músculos respiratórios

Os músculos envolvidos na respiração podem ser classificados pela sua função anatómica em dois grupos: músculos das vias aéreas superiores e músculos das vias aéreas inferiores (Sasaki, Meyer, & Eikermann, 2013).

Os músculos das vias aéreas superiores tais como o genioglosso, abdutores e adutores laríngeos desempenham um papel vital na manutenção da estrutura anatómica da faringe e do complexo laringotraqueal ao contrabalançarem a pressão inspiratória negativa gerada pelos músculos das vias aéreas inferiores, de forma a permitir o fluxo de ar durante a inspiração e a garantir a permeabilidade das vias aéreas superiores (Berg et al., 1997; Murphy et al., 2008). Os músculos das vias aéreas inferiores são responsáveis por gerar forças inspiratórias e expiratórias no tórax (Sasaki et al., 2013).

O músculo inspiratório mais importante é o diafragma, responsável por 75% da alteração total no volume pulmonar durante a inspiração, sendo os 25% restantes produzidos pela expansão da caixa torácica (Berge & Warner, 1996). Os músculos intercostais externos e escalenos mantêm a expansão normal da caixa torácica durante a inspiração de forma a prevenir a retração da mesma, em resposta à pressão intratorácica negativa gerada pela descida do diafragma (Berge & Warner, 1996).

Os músculos expiratórios incluem os intercostais internos, reto abdominal, oblíquo externo, oblíquo interno e transverso do abdómen. A expiração em repouso é geralmente passiva causada pelo relaxamento do diafragma e pelo recuo passivo dos tecidos elásticos do tórax e pulmões para que retornem à sua posição de equilíbrio (Berge & Warner, 1996; Sasaki et al., 2013).

A disfunção dos músculos respiratórios resulta de uma multiplicidade de fatores, incluindo intervenções peri-operatórias e comorbilidades pré-operatórias como é o caso da obesidade (Sasaki et al., 2013).

Medicação intra-operatória

A medicação intra-operatória usual inclui uma combinação de fármacos anestésicos, sedativos e opióides, os quais são responsáveis pela diminuição do estímulo neuronal nas vias aéreas superiores (nervo hipoglosso) e inferiores (nervo frénico) (Hajiha, DuBord, Liu, & Horner, 2009; Overdyk, 2010). A medicação utilizada provoca relaxamento da mandíbula e músculos faríngeos, deslocamento posterior da língua, conduzindo ao aumento da resistência das vias aéreas e colapso alveolar (Hajiha, DuBord, Liu, & Horner, 2009; Overdyk, 2010). Simultaneamente, ocorre depressão dos movimentos dos músculos respiratórios da via aérea inferior, conduzindo a uma diminuição dos volumes pulmonares e da CRF (pela posição cefálica do diafragma no final da expiração) (Berge & Warner, 1996; Chawla & Drummond, 2008; Saraswat, 2015), contribuindo para a formação de atelectasia em aproximadamente 90% dos pacientes submetidos à anestesia (Eichenberger et al., 2002; Harris, Morell, Bajaj, & Martin-Hirsch, 2010; Saraswat, 2015; Serejo et al., 2016).

O habitual relaxamento muscular farmacológico através de bloqueadores neuromusculares é útil para otimizar as condições cirúrgicas (Cammu et al., 2006). No entanto, há forte evidência de que a curarização residual pós-operatória persiste com frequência resultando em comprometimento da função pulmonar (Eikermann et al., 2007; Herbstreit, Peters, & Eikermann, 2009) por insuficiência respiratória e ocorrência de edema pulmonar (Krodel, Bittner, Abdulnour, Brown, & Eikermann, 2011).

A ventilação mecânica também é associada à disfunção diafragmática. Estudos referem que após o seu início ocorre rápida proteólise no diafragma levando à sua atrofia e disfunção contrátil (Shanely et al., 2002).

Cirurgia

Relativamente ao ato cirúrgico, como já abordado, existem vários mecanismos através dos quais a cirurgia pode induzir insuficiência respiratória. Algumas dessas razões são a interrupção funcional (corte, rasgo e retração) dos músculos respiratórios (intercostais ou reto abdominal) (Sasaki et al., 2013), a resposta inibitória neuronal à estimulação cirúrgica por inibição reflexa via aferência vagal, bem como a inflamação localizada pós-operatória (Sasaki et al., 2013).

Após a cirurgia abdominal ou torácica, os pacientes geralmente experienciam um padrão restritivo com baixos volumes e CRF diminuída (Sasaki et al., 2013). Essas alterações são observadas em qualquer tipo de cirurgia torácica ou abdominal e persistem no pós-operatório, afetando a coordenação dos múltiplos músculos respiratórios e consequentemente a eficiência da ventilação pulmonar (Berge & Warner, 1996).

3 – REABILITAÇÃO RESPIRATÓRIA

Apesar de ao longo das últimas duas décadas a reabilitação pós-operatória e a evolução na identificação e modificação de técnicas cirúrgicas e anestésicas no melhor controlo da dor terem levado a reduções de complicações pós-operatórias e altas hospitalares mais rápidas, as CPPO continuam a colocar um peso sobre os recursos dos sistemas saúde (Kehlet & Wilmore, 2002).

A pré-reabilitação cirúrgica passou a ser incluída nas estratégias para reduzir as CPPO, proporcionando aos indivíduos melhorias na capacidade funcional e a reversão de alterações nos sistemas cardiovascular, respiratório, neuromuscular e músculo-esquelético (Topp et al., 2002).

A disfunção muscular respiratória, especialmente do diafragma, tem sido associada com o desenvolvimento de CPPO (Welvaart et al., 2011). Algumas evidências sugerem que a adequada força muscular respiratória no pré-operatório e a capacidade de gerar adequados volumes pulmonares pode ser protetor contra o desenvolvimento de CPPO (Hulzebos, Van Meeteren, De Bie, Dagnelie, & Helders, 2003). Como tal, é concebível que o treino e fortalecimento pré-operatório da musculatura inspiratória seja uma das intervenções de reabilitação atualmente mais investigadas. É uma técnica que visa aumentar a força muscular inspiratória e resistência através da aplicação de um aumento de carga à inspiração (Mans et al., 2012), a qual poderá ter impacto sobre a recuperação cirúrgica e redução na incidência de CPPO.

O primeiro grande estudo que mostra os benefícios de inspiração máxima sustentada no pós-operatório foi desenvolvido em 1954 por Thoren na Grã-Bretanha (Overend et al., 2001). Numa amostra de trezentos e quarenta e três pacientes submetidos a colecistectomia, o autor demonstrou uma incidência de atelectasia (detetada por radiografia) de 42% nos indivíduos do grupo de controlo versus 27% em pacientes tratados no pós-operatório com terapia física, incluindo exercícios de respiração profunda. A taxa de incidência diminuiu para os 12%, em pacientes que receberam instrução adicional pré-operatória sobre os exercícios respiratórios (Overend et al., 2001).

Ward & Nicholas (1992) mostraram que atelectasia no pós-operatório é mais reduzida se se adotar uma inspiração profunda com pausa de três segundos, ao invés de várias inspirações profundas não sustentadas.

Ainda não existe consenso sobre a carga, repetição e duração dos programas de treino, os quais podem ser diferentes dependendo da população em causa, no entanto, é reconhecido que a musculatura inspiratória responde da mesma forma que outros músculos esqueléticos (McConnell, Romer, & Weiner, 2005). Sudre (2003) refere que os pacientes devem ser instruídos a tossir e a realizar técnicas de expansão pulmonar pelo menos vinte e quatro a quarenta e oito horas antes da cirurgia, a qual deve ser mantida no pós-operatório durante três a cinco dias.

3.1 – TÉCNICAS DE EXPANSÃO PULMONAR

Como descrito anteriormente, sabe-se que as complicações pulmonares pós-operatórias são importantes causas de morbilidade e mortalidade no período pós-operatório. A incidência de CPPO depende de vários fatores, como o local e tamanho da incisão cirúrgica, duração da cirurgia e presença de fatores de risco (Chiavegato, Jardim, Faresin, & Juliano, 2000; Overend et al., 2001). De acordo com a literatura, as complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgias abdominais com incisão convencional apresentam incidência que varia de 30% a 80% (Hall, Tarala, Hall, & Mander, 1991).

A reabilitação respiratória, através do recurso a técnicas de higiene brônquica, deambulação precoce, fortalecimento muscular e expansão pulmonar, tem sido usada com o propósito de prevenir a acumulação de secreções, reduzir a incidência de infeções pulmonares pós-operatórias e promover a melhoria clínica da atelectasia, pneumonia, complacência pulmonar e capacidades pulmonares (Jerre et al., 2007; Rosa, Roese, Savi, Dias, & Monteiro, 2007), devendo ser iniciada no pré-operatório (Dronkers, Veldman, Hoberg, van der Waal, & van Meeteren, 2008; Haeffener, Ferreira, Barreto, Arena, & Dall'Ago, 2008) e continuada no pós-operatório (Pasquina, Tramèr, & Walder, 2003; Thomas & McIntosh, 1994).

Apesar de inúmeras investigações sobre o mecanismo das CPPO e dos vários métodos de tratamento, nenhum isoladamente foi aceite como mais eficaz não havendo

ainda um conceito terapêutico específico universalmente aceite (Parreira et al., 2004; Tomich et al., 2010).

A incapacidade de expandir os pulmões até à sua capacidade máxima dá origem a áreas de atelectasia pulmonar, a principal causa das complicações pulmonares pós-operatórias (Dias et al., 2008), as quais poderão ser evitadas ou minimizadas através da utilização de um protocolo de reabilitação respiratória (Dronkers, Veldman, Hoberg, van der Waal, & van Meeteren, 2008; Haeffener, Ferreira, Barreto, Arena, & Dall'Ago, 2008; Pasquina, Tramèr, & Walder, 2003; Thomas & McIntosh, 1994).

Na prática clínica têm sido utilizadas várias técnicas ou instrumentos que encorajam o paciente a inspirar profundamente para promover a expansão pulmonar (Tomich et al., 2010). Inspirações profundas e sustentadas elevam a pressão transpulmonar com consequente aumento dos volumes pulmonares, os quais promovem a manutenção dos movimentos da caixa torácica, evitam a contratura dos músculos respiratórios, melhoram as trocas gasosas e a eficácia da tosse (Parreira et al., 2012; Restrepo, Wettstein, Wittnebel, & Tracy, 2012). As inspirações profundas têm assim a capacidade de reverter atelectasias e prevenir complicações respiratórias visto que a complacência pulmonar e a pressão parcial de oxigénio (PaO_2) retornam aos seus valores normais após insuflações pulmonares profundas (McKim, Katz, Barrowman, Ni, & LeBlanc, 2012; Tomich et al., 2007).

Já é conhecido desde a década de 1960 que a pausa inspiratória tem um papel fundamental na reversão da atelectasia. Ward, Danziger, Bonica, Allen, & Bowes (1966) demonstraram que a inspiração profunda mantida com pausa pós-inspiratória simula o bocejo fisiológico, considerando os autores ser o método mais eficaz para reverter atelectasias. Sugeriam ainda que no pós-operatório se devia recomendar ao paciente repetidos bocejos seguidos de tosse, por serem de fácil realização, ao invés de exercícios de inspiração profunda.

Segundo Baker, Lamb, & Marini (1990) a realização de inspiração lenta e profunda, seguida de pausa pós-inspiratória de pelo menos cinco segundos, permite que o ar se distribua de forma homogénea.

Várias técnicas e métodos são apresentados como capazes de elevar os volumes pulmonares e promover a melhoria nas áreas colapsadas do pulmão, entre eles: inspirometria de incentivo, respiração intermitente com pressão positiva, terapia com pressão positiva expiratória final (PEEP), exercícios de respiração profunda, bloqueio inspiratório e as técnicas de "empilhamento" como o Breath Stacking e Air Stacking (AS)

(Barcelar et al., 2014; Lawrence, Cornell, & Smetana, 2006; Porto et al., 2014; Qaseem et al., 2006).

Apesar da reabilitação respiratória ser realizada rotineiramente no pós-operatório de cirurgias abdominais altas (Barbalho-Moulim et al., 2009) através de um grande número de recursos terapêuticos para prevenir de forma eficaz as CPPO (Thomas & McIntosh, 1994), existem poucos estudos que comprovem a eficácia das técnicas isoladamente (Jerre et al., 2007) e nenhum método é aceite como mais eficaz (Agostini et al., 2008). Os autores têm usado as técnicas de expansão pulmonar através de diferentes protocolos (Barbalho-Moulim et al., 2009), sendo necessários estudos que definam um protocolo de tratamento ideal de forma a esclarecer o real efeito das diferentes modalidades no restabelecimento precoce da função pulmonar e na prevenção de CPPO (Lawrence et al., 2006).

Inspirometria de incentivo

O objetivo terapêutico de qualquer técnica de expansão pulmonar é reverter áreas de colapso alveolar através do aumento da pressão transpulmonar e da CRF.

O inspirómetro de incentivo, introduzido por Bartlett na década de 1970, é um equipamento acessível e de baixo custo que encoraja o paciente por meio de um feedback visual a manter uma inspiração máxima sustentada numa única tentativa, sendo uma das estratégias mais utilizadas no pós-operatório (Parreira et al., 2004). Para a execução da técnica são necessárias a colaboração e a compreensão do paciente, como também ausência de dor, fraqueza muscular, dispneia e de depressão do nível de consciência (Overend et al., 2001; Weindler & Kiefer, 2001).

A inspirometria de incentivo permanece uma técnica amplamente utilizada para a profilaxia e tratamento de complicações respiratórias em pacientes pós-cirúrgicos, apesar de vários estudos sugerirem que é ensinada de forma inconsistente (uma breve explicação no pré-operatório e usada inadequadamente pelos pacientes) e constituir uma técnica ineficaz segundo alguns autores (Cattano et al., 2010; Overend et al., 2001). O balanço das evidências dos melhores estudos disponíveis não suportam o uso de inspirometria de incentivo para diminuir a incidência de complicações pulmonares após a cirurgia abdominal (Cattano et al., 2010; Crowe & Bradley, 1997; Jenkins, Soutar, Loukota, Johnson, & Moxham, 1989; Overend et al., 2001).

Pressão positiva contínua

Na reabilitação respiratória, o uso de pressão positiva contínua nas vias aéreas imediatamente após extubação demonstrou ser eficaz na redução significativa de perda de volumes pulmonares após a cirurgia. No entanto, além de ser uma técnica dispendiosa, existe o risco de deiscência da sutura pela tensão provocada na anastomose cirúrgica (Neligan et al., 2009).

3.1.1 – Técnicas de empilhamento

As técnicas de empilhamento incluem o Breath Stacking e o Air Stacking. Têm como princípio fisiológico o aumento do volume pulmonar através de uma máscara com válvula unidirecional (com auxílio de ressuscitador manual no Air Stacking) e como objetivos a reexpansão pulmonar (através da otimização do volume inspiratório), o auxílio à tosse e remoção de secreções brônquicas (em consequência do aumento do pico de fluxo expiratório).

A técnica de Breath Stacking, interpretada como respiração por empilhamento, não tem ainda tradução consensual para a língua Portuguesa pelo que será mantida a terminologia original.

Desenvolvida por Marini e colaboradores em 1986, a técnica BS foi originalmente concebida para avaliar os subcomponentes da CV (CI e VRE) em indivíduos inconscientes, pouco colaborantes ou ainda com incapacidade em sustentar um esforço inspiratório devido à presença de dor, dispneia ou fraqueza muscular (Marini et al., 1986).

Em 1990, Baker e colaboradores sugeriram a utilização desta técnica após constatarem o aumento dos volumes pulmonares em pacientes com dificuldades na utilização dos inspirómetros de incentivo (Baker et al., 1990). Observaram um aumento na geração e sustentação do volume inspiratório com a técnica de BS quando comparada com a inspirometria de incentivo.

A técnica de BS consiste na utilização de uma máscara com uma válvula unidirecional acoplada ao rosto do paciente, a qual bloqueia a expiração e permite a inspiração com esforço mínimo por parte do paciente (Feitosa, Barbosa, Pessoa, Rodrigues-Machado, & Andrade, 2012; Marini et al., 1986) (Figura 3). O paciente realiza sucessivas inspirações que aumentam progressivamente o volume pulmonar até que atinja

involuntariamente volumes inspiratórios máximos, ativando uma maior expansão pulmonar desde a CRF até à CPT (Barcelar et al., 2014). A manobra é encerrada quando as inspirações deixam de ser suficientes para vencer a força de retração elástica do tórax e pulmões (Feitosa et al., 2012; Marini et al., 1986).

Figura 3 - Técnica de expansão pulmonar Breath Stacking

A oclusão do ramo expiratório evoca mecanismos compensatórios de manutenção do volume corrente que estimula progressivamente o centro respiratório provocando acumulação de ar nos pulmões e melhoria na ventilação colateral (Marini et al., 1986).

À medida que o volume pulmonar aumenta, os esforços inspiratórios tornam-se menores pois diminui a complacência torácica e pulmonar, os músculos respiratórios encurtam-se e entram em desvantagem mecânica (Baker et al., 1990) devido à posição de bloqueio inspiratório que o tórax assume (Marini et al., 1986; Marques & Faria, 2009). A acumulação de ar nos pulmões ocorre até que o esforço de inspiração seja igual à pressão de retração elástico do tórax e pulmões (Marini et al., 1986). Uma vez atingida a insuflação máxima, o volume de ar comprimido é libertado sob a força dos músculos expiratórios, gerando assim uma tosse com o recuo dos pulmões e da parede torácica (Rafiq et al., 2015).

Resultados terapêuticos da técnica de expansão pulmonar Breath Stacking

A inspiração máxima conduz a um aumento da pressão transpulmonar e do volume toraco-pulmonar próximo da capacidade pulmonar total, promovendo a redistribuição do ar. A pausa pós-inspiratória e tempo inspiratório prolongado com essa pressão elevada, recruta alvéolos colapsados, reexpande áreas de atelectasia, reduz o shunt pulmonar e contribui para o aumento da PaO_2 (Dias et al., 2008; Marques & Faria, 2009).

As técnicas de empilhamento estão expostas na literatura em vários estudos com objetivos de reexpansão e desobstrução de vias aéreas. Uma tosse eficaz é um mecanismo de defesa indispensável para manter as vias aéreas permeáveis e a sua disfunção conduz a complicações pulmonares como pneumonia e atelectasia (Choi, Park, Kim, & Kang, 2012). As manobras de BS aperfeiçoam a fase explosiva da tosse por distenderem a caixa torácica e alongarem a musculatura expiratória, favorecendo a sua contração (Rodrigues-Machado, 2008). Dessa forma, em indivíduos com diminuição da força muscular inspiratória, a expansão pulmonar através da otimização do tempo inspiratório permite a acumulação de alto volume pulmonar necessário para gerar uma tosse eficaz (Boitano, 2012).

Os feitos da técnica de BS têm sido comparados aos do inspirómetro de incentivo. Baker e seus colaboradores (1990) propuseram a utilização da técnica de BS para a terapia de expansão pulmonar em indivíduos que recuperavam de situações clínicas como traumatismo torácico e cirurgia abdominal, uma vez que promove um aumento maior na capacidade inspiratória (15% a 20% em relação à capacidade inspiratória padrão) e aumento na duração da manobra quando se sustenta um volume máximo, em comparação com a inspirometria de incentivo em indivíduos com uma reduzida capacidade para sustentar a inspiração profunda. Resultados semelhantes foram encontrados por Dias e seus colaboradores (2008) em indivíduos submetidos a cirurgia abdominal.

O estudo de Feitosa e colaboradores demonstra que a técnica de BS possui boa reprodutibilidade, o que permite o seu uso por diferentes examinadores na prática clínica (Feitosa et al., 2012). Explicam também as razões pelas quais a técnica de BS consegue maiores volumes pulmonares que a inspirometria de incentivo: a válvula unidirecional permite o relaxamento dos músculos inspiratórios sem perder a expansão pulmonar; a técnica de BS é realizada com respirações cumulativas, que permitem a sustentação da

pressão intrapulmonar, a redistribuição do volume pelas forças de interdependência e a abertura de áreas hipoventiladas através da ventilação colateral.

A técnica de BS, utilizada como uma manobra terapêutica e de avaliação, está documentada na literatura e o seu potencial terapêutico tem sido corroborado em diferentes estudos.

Diniz (2003) demonstrou que a técnica BS favorece a ventilação nas bases pulmonares e regiões periféricas, enquanto durante a inspirometria de incentivo as regiões centrais e o terço médio do pulmão são mais ventiladas. Esses dados reforçam a evidência de que a técnica BS permite ventilar as regiões mais periféricas, áreas mais predispostas às CPPO.

Katz, Ozanne, Zinn, & Fairley (1981) demonstraram que um volume total de recrutamento obtido por aumento gradual da PEEP só é alcançado após quatro a cinco respirações (20 a 25s), o tempo aproximado de duração da manobra de BS. Ao manter o pulmão distendido (com a oclusão do ramo expiratório) permite tempo adicional para que as forças de interdependência recrutem volume, um processo que não se completa numa inspirometria convencional. Estes aspetos fisiológicos fazem com que a técnica de BS seja considerada pela literatura como uma técnica superior ao inspirómetro de incentivo na geração de volumes inspiratórios.

A técnica de BS provou também ser eficaz na redução do shunt pulmonar em pacientes submetidos a cirurgia de revascularização coronária (Strider, Turner, Egloff, Burns, & Truwit, 1994).

Outros estudos compararam o efeito de altos volumes inspiratórios sustentados em pausas de até cinco segundos, com volumes sem pausa inspiratória, tendo o grupo da pausa inspiratória apresentado efeito reversivo à atelectasia (Junior et al., 2007).

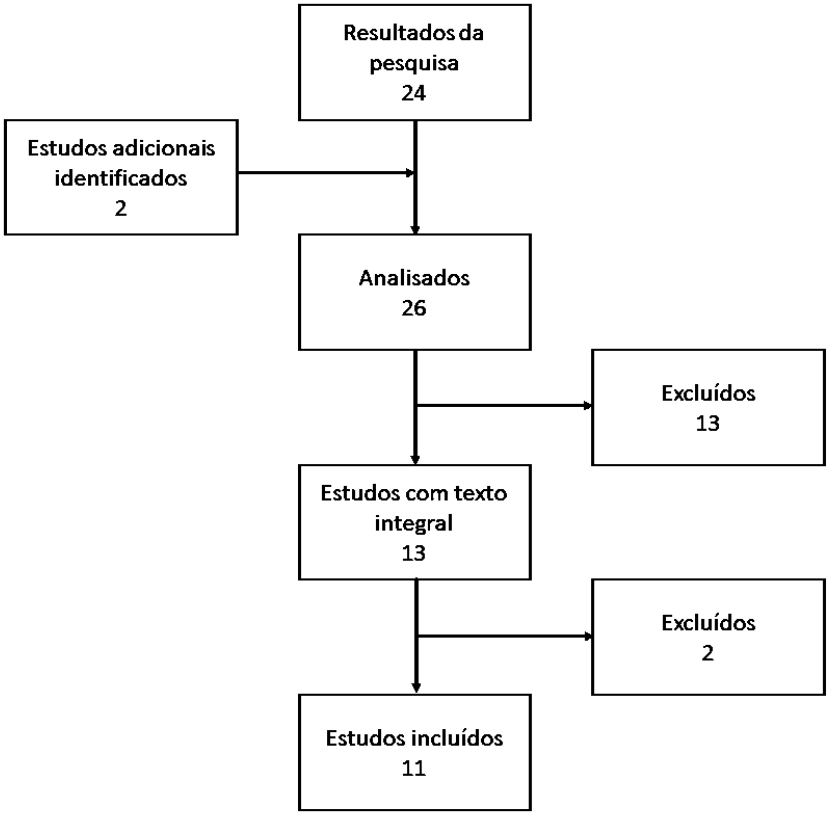
Reolon, Casagrande, Lorenzon, & Kessler (2009), encontraram melhoria na força muscular respiratória em indivíduos submetidos à técnica de BS, a qual produz aumento da expansibilidade da caixa torácica, da complacência pulmonar estática e dinâmica e melhoria na oxigenação.

Os principais estudos realizados nas últimas décadas admitem que a técnica de BS é responsável pela melhoria na força muscular respiratória, na capacidade inspiratória e acumulação de maiores volumes pulmonares. A técnica de BS, ao permitir o relaxamento dos músculos inspiratórios (sem perder a expansão pulmonar), otimiza a duração do tempo inspiratório, com consequente maior volume pulmonar e expansão de áreas periféricas hipoventiladas e mais predispostas às CPPO.

3.2 – REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Esta revisão foi realizada seguindo as diretrizes da PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; www.prisma-statement.org/statement.htm, consultadas em 10 de janeiro de 2017 (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, & PRISMA Group, 2009). A pesquisa foi realizada em fevereiro de 2017. A combinação das palavras-chave utilizadas foram: "breath stacking" ou "breath-stacking". Dois revisores realizaram pesquisas para identificar todos os possíveis estudos que poderiam ajudar a responder à pergunta de pesquisa, nas bases de dados MEDLINE/ PubMed, Scopus, Web of Knowledge e Cochrane. Todas as referências dos estudos consultados foram revistas. Os limites das pesquisas foram os estudos publicados em inglês em qualquer data, não sendo considerados resumos publicados em conferências e congressos. Foram identificados 11 artigos para realizar esta revisão sistemática, como visto no fluxograma apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma da seleção de estudos para a revisão sistemática



Foram desenvolvidos ao longo das últimas décadas alguns estudos para determinar a eficácia e aplicabilidade da técnica de expansão pulmonar Breath Stacking.

No Quadro 7 apresentamos os principais estudos desenvolvidos sobre a técnica de expansão pulmonar Breath Stacking, fazendo referência ao tipo de estudo, número de participantes e respetivas médias de idades, bem como aos objetivos, intervenção desenvolvida, metodologia utilizada e principais conclusões.

Os estudos analizados são de intervenção, dos quais três são prospetivos (Rafiq et al., 2015; Toussaint, Boitano, Gathot, Steens, & Soudon, 2009), um retrospetivo (McKim et al., 2012) e os restantes transversais.

Todos os estudos são oriundos do continente Americano (um estudo Americano, três Canadianos e cinco Brasileiros), com a exceção de um desenvolvido no Reino Unido (Rafiq et al., 2015) e outro na Bélgica (Toussaint, Boitano, Gathot, Steens, & Soudon, 2009).

Observamos que existe uma grande variabilidade em termos do número de indivíduos envolvidos nos grupos de intervenção e das idades médias, variando entre os 12 (Dias et al., 2008) e os 179 indivíduos (Toussaint et al., 2009), com médias de idade compreendidas entre os 11 (Jenkins, Stocki, Kriellaars, & Pasterkamp, 2014) e os 64 anos de idade (Dias et al., 2011; Rafiq et al., 2015).

Os objetivos dos diferentes estudos passam por estudar os efeitos do recrutamento pulmonar, relativamente ao **aumento de volume** (Baker, Lamb, & Marini, 1990; Cleary, Misiaszek, Kalra, Wheeler, & Johnston, 2013; Jenkins, Stocki, Kriellaars, & Pasterkamp, 2014), sua **intensidade** e **duração** (Cleary, Misiaszek, Kalra, Wheeler, & Johnston, 2013), efeitos a logo prazo sobre a medida de **capacidade vital forçada**, **expansão toraco-abdominal** e sobre os **fluxos de tosse máxima** (Barcelar et al., 2014; Cleary, Misiaszek, Kalra, Wheeler, & Johnston, 2013; Dias et al., 2011; Feitosa, Barbosa, Pessoa, Rodrigues-Machado, & Andrade, 2012; McKim, Katz, Barrowman, Ni, & LeBlanc, 2012; Toussaint et al., 2009). Encontramos ainda cinco estudos comparativos entre diferentes técnicas de expansão pulmonar (Baker, Lamb, & Marini, 1990; Dias et al., 2011; Dias et al., 2008; Feitosa, Barbosa, Pessoa, Rodrigues-Machado, & Andrade, 2012; Rafiq et al., 2015).

Os estudos apresentados abordam diferentes contextos da aplicabilidade da técnica de BS: em pacientes acometidos por **doenças neuromusculares**, pacientes no **pós-operatório de cirurgia cardíaca e abdominal**, bem como em **pacientes com lesão**

pulmonar aguda e em indivíduos **obesos**. É abordada ainda a comparação entre a técnica BS com outras **técnicas de expansão pulmonar** e de **otimização da tosse**.

Breath-Stacking em pacientes com doenças neuromusculares

Jenkins, Stocki, Kriellaars, & Pasterkamp (2014) avaliaram se o BS involuntário da respiração é eficaz no aumento do volume respiratório em crianças com doenças neuromusculares. Compararam o BS voluntário e BS apoiado versus o BS involuntário num grupo de 23 crianças e adolescentes. Foram aplicadas 3 repetições das diferentes manobras de BS. Cada repetição durou 15 segundos, o que correspondeu entre 3 a 5 respirações. A duração da técnica em tempo ao invés do número total de respirações foi escolhida para minimizar o efeito de diferentes padrões de respiração entre os participantes com base na idade ou no estado respiratório. Concluíram que o BS involuntário pode atingir volumes aproximadamente três vezes superiores e pode ser particularmente útil em indivíduos não cooperantes com graus mais leves de fraqueza dos músculos respiratórios.

Cleary, Misiaszek, Kalra, Wheeler, & Johnston (2013) estudaram a intensidade e duração dos efeitos do recrutamento de volume pulmonar através da técnica BS sobre a função pulmonar e tosse em 29 indivíduos com esclerose lateral amiotrófica. Cada participante realizou uma sessão de recrutamento com 3 a 5 insuflações máximas e 2 ensaios de tosse aumentada. Concluíram que a técnica de BS teve um efeito significativamente positivo sobre a capacidade vital forçada e o fluxo de tosse máxima, podendo ser um tratamento eficaz para melhorar a tosse e a função pulmonar em indivíduos com esclerose lateral amiotrófica.

McKim, Katz, Barrowman, Ni, & LeBlanc (2012) avaliaram o efeito a longo prazo das medidas de CVF antes e após a introdução de manobras de recrutamento de volume pulmonar em 22 indivíduos com distrofia muscular de Duchenne. A técnica de BS foi utilizada duas vezes por dia (entre 3 a 5 repetições). Os autores concluíram que a taxa de declínio da CVF melhorou drasticamente com o início de manobras regulares de recrutamento de volume pulmonar.

Breath Stacking em pacientes submetidos a cirurgia

Dias et al. (2011) avaliaram os efeitos que a inspirometria de incentivo e a técnica de BS têm sobre a recuperação da CVF, em 35 pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. As duas técnicas de expansão pulmonar foram realizadas no pré-operatório e nos dias 1º a 5º do pós-operatório, tendo os pacientes realizado a manobra através de sucessivos esforços inspiratórios durante um período de 20 segundos. Os autores concluíram que quando comparada à inspirometria de incentivo, a técnica de BS promove maior volume inspiratório no pós-operatório.

Dias et al. (2008) compararam o volume inspiratório mobilizado durante a técnica de Breath Stacking, com o volume na inspirometria de incentivo em 12 pacientes submetidos a cirurgia abdominal. Cada técnica foi realizada 5 vezes no primeiro dia de pós-operatório, através da realização de sucessivos esforços inspiratórios durante um período de 20 segundos. Concluíram que a técnica BS mostrou ser eficaz e superior à inspirometria de incentivo para a geração e sustentação de volumes inspiratórios.

Breath Stacking e obesidade

O único estudo sobre a obesidade incluído nesta revisão, foi conduzido por Barcelar et al. (2014), os quais analisaram os efeitos da técnica de BS na expansão toraco-abdominal em mulheres obesas. Foram avaliadas as medidas antropométricas, espirométricas e pressões máximas inspiratórias, sucessivamente analisadas por Pletismografia Optoeletrónica e por um respirómetro durante a respiração normal e durante as manobras de Breath Stacking, comparando-as depois com um grupo de 15 mulheres com peso normal. O número de repetições e duração da técnica BS não foi descrito. Verificaram que as mulheres obesas demonstraram respostas distintas nos diferentes compartimentos da parede torácica durante a manobra de Breath Stacking, constituindo esta uma possível terapia para prevenir complicações respiratórias.

Breath Stacking em pacientes com lesão pulmonar aguda

Porto e seus colaboradores (2014) compararam a eficácia da manobra de recrutamento alveolar e da técnica BS em relação à mecânica pulmonar e trocas gasosas em 30 pacientes com lesão pulmonar aguda. Divididos em dois grupos, todos os pacientes

receberam os tratamentos de forma alternada com intervalo de um dia entre eles. A técnica BS consistiu em 6 repetições com a duração de 30 segundos, com intervalos de 2 minutos entre cada repetição, totalizando 120 segundos de recrutamento. A manobra de recrutamento alveolar foi aplicada durante 30 segundos em 4 repetições, totalizando também 120 segundos de recrutamento. Não tendo os autores estabelecido superioridade de uma técnica em relação à outra, concluíram que as duas técnicas são eficazes na melhoria da mecânica pulmonar e das trocas gasosas em pacientes com lesão pulmonar aguda.

Breath Stacking versus outras técnicas de expansão pulmonar e de otimização da tosse

Na pesquisa realizada, encontramos apenas dois estudos comparativos entre as técnicas de expansão pulmonar BS, inspirometria de incentivo e inspirometria convencional.

Baker, Lamb, & Marini (1990) estudaram o efeito de uma válvula unidirecional sobre a duração e os volumes obtidos com a inspirometria de incentivo, numa amostra de 26 pacientes a recuperarem de cirurgia, trauma ou doença crítica, cuja dor ou fraqueza prejudicava a capacidade de alcançar ou sustentar uma inspiração profunda. Um protocolo de três diferentes manobras (capacidade inspiratória padrão sem válvula e sem pausa inspiratória; com pausa inspiratória auxiliada por válvula unidirecional; BS não assistido, com sucessivas respirações acumuladas com uma válvula unidirecional) foi realizado por ordem aleatória em todos os indivíduos. A técnica BS foi realizada com recurso a 3 repetições e todas as manobras terminaram voluntariamente pelo paciente no limite de tolerância, ou quando o investigador observou esforços respiratórios ineficazes. Os autores concluíram que a técnica BS potencia a eficácia da inspirometria de incentivo na consecução dos seus objetivos terapêuticos.

Feitosa, Barbosa, Pessoa, Rodrigues-Machado, & Andrade (2012) avaliaram as propriedades clinimétricas da técnica de BS e compararam os resultados com os obtidos pela inspirometria convencional em relação à capacidade inspiratória. Numa amostra de 85 voluntários, a manobra de BS e os testes espirométricos foram realizados e avaliados três vezes por dois examinadores. A manobra BS foi realizada três vezes e com intervalos de dois minutos entre manobras. Função pulmonar, parâmetros antropométricos e cardiopulmonares foram avaliados antes da intervenção. Frequência respiratória,

frequência cardíaca e saturação periférica de oxigénio foram determinadas antes, durante e após a manobra. Os autores concluíram que a técnica BS é reproduzível e mobiliza volumes pulmonares maiores que a inspirometria convencional.

Toussaint, Boitano, Gathot, Steens, & Soudon (2009) estudaram três técnicas de melhoria da tosse em pacientes com doenças neuromusculares: tosse manualmente assistida em 179 pacientes, Breath Stacking e Breath Stacking manualmente assistido num subgrupo de 60 pacientes que estavam em ventilação não invasiva combinada com tosse manualmente assistida. Relativamente à técnica de BS, os autores apenas descrevem que após dois minutos de treino, aos pacientes era solicitada a realização de uma manobra de tosse com expiração forçada. A função pulmonar foi avaliada através do VC, fluxo de tosse máxima não assistida, PIm e PEm. O autor concluiu que pacientes com VC > 340 ml e PEm < 34 cm/ H_2O beneficiam da combinação de Breath Stacking e de tosse manualmente assistida para melhorar o fluxo de tosse máxima > 180 l/min.

Encontramos ainda um estudo comparativo entre as técnicas de Breath Stacking e Air Stacking (realizada com insuflador manual). Rafiq e seus colaboradores (2015) pretenderam determinar se o insuflador manual oferecia eficácia clínica suficiente para ser considerado eficaz em termos de custos, em comparação com a técnica menos dispendiosa de Breath Stacking. Estudo prospetivo, randomizado com 40 pacientes com esclerose lateral amiotrófica seguidos em intervalos de 3 meses durante pelo menos 12 meses ou até à morte. A técnica de BS foi realizada com recurso a 2 ou 3 repetições, com 3 a 5 respirações por repetição. A técnica de Air Stacking foi empregue com 3 a 5 ciclos de insuflação por sessão. Concluiram os autores que a técnica BS é recomendável e se perfila como a intervenção de primeira linha de baixo custo para recrutamento de volume e aumento da tosse em pacientes que preencham aos critérios de intervenção com ventilação não-invasiva.

Pela análise dos artigos supra-citados, observamos que não existe um protocolo standard relativo à aplicação da técnica de Breath Stacking. O número de repetições da técnica BS é variável, oscilando entre duas (Rafiq et al., 2015) a seis (Porto et al., 2014) numa única série, exceto no estudo de McKim, Katz, Barrowman, Ni, & LeBlanc (2012), a qual foi utilizada duas vezes dia. A duração da técnica BS foi descrita em **tempo** (Dias et al., 2011; Dias et al., 2008; Jenkins, Stocki, Kriellaars, & Pasterkamp, 2014), em **número de respirações** (Rafiq et al., 2015) ou até ao **término voluntário** por parte do participante (Baker, Lamb, & Marini, 1990). São descritas **repetições** com duração entre os 15 a 20 segundos (Dias et al., 2011; Dias et al., 2008; Jenkins, Stocki, Kriellaars, &

Pasterkamp, 2014; Porto et al., 2014) e entre 3 a 5 **respirações** por repetição (Jenkins, Stocki, Kriellaars, & Pasterkamp, 2014; Rafiq et al., 2015). Intervalos de 2 minutos entre cada repetição foram referidos em dois estudos (Feitosa, Barbosa, Pessoa, Rodrigues-Machado, & Andrade, 2012; Porto et al., 2014).

Constatamos ainda que é atribuida à técnica de Breath Stacking, nos diferentes contextos da sua aplicabilidade, a capacidade de melhorar a função respiratória e mecânica pulmonar através do aumento dos **volumes pulmonares** (Dias et al., 2011; Dias et al., 2008; Feitosa, Barbosa, Pessoa, Rodrigues-Machado, & Andrade, 2012; Jenkins, Stocki, Kriellaars, & Pasterkamp, 2014; Rafiq et al., 2015), da **CVF** (Cleary, Misiaszek, Kalra, Wheeler, & Johnston, 2013; McKim, Katz, Barrowman, Ni, & LeBlanc, 2012) e do **fluxo de tosse máxima** (Cleary, Misiaszek, Kalra, Wheeler, & Johnston, 2013; Rafiq et al., 2015; Toussaint et al., 2009**)**. Verificamos também a sua superioridade, relativamente às **diferentes técnicas de expansão pulmonar (**Baker, Lamb, & Marini, 1990; Dias et al., 2011; Dias et al., 2008; Feitosa, Barbosa, Pessoa, Rodrigues-Machado, & Andrade, 2012**)**. É considerada uma técnica **eficaz, reproduzível** (Feitosa, Barbosa, Pessoa, Rodrigues-Machado, & Andrade, 2012) e recomendável como **técnica de primeira linha** (Rafiq et al., 2015) na **expansão** e **prevenção de complicações respiratórias** (Barcelar et al., 2014).

Terminamos concluindo que a técnica Breath Stacking é eficaz, reproduzível e comparativamente a outras técnicas de expansão pulmonar, é superior no aumento dos volumes pulmonares e na promoção da expansão pulmonar.

Quadro 7 – Características dos estudos que recorrem à técnica Breath Stacking

Autores/ país	Título	Tipo de estudo/ nº de participantes/ idades	Objetivos	Intervenção	Metodologia	Principais resultados
Jenkins, Stocki, Kriellaars, & Pasterkamp, (2014). Canadá	Breath-Stacking in Children With Neuromuscular Disorders.	Estudo randomizado cruzado. 23 Crianças com doenças neuromusculares, das quais 15 internadas e 8 em ambulatório. As idades variaram entre 3 a 19 anos (x=11 anos).	Avaliar se o Breath-Stacking involuntário da respiração é eficaz no aumento do volume respiratório em crianças com doenças neuromusculares (DNM).	Breath-stacking involuntário (BSI) vs Breath-stacking voluntário (BSV) vs Breath-stacking apoiado (BSA).	O estudo inicial do breath stacking involuntário seguiu um delineamento cruzado aleatório. Subsequentemente, comparou-se o breath-stacking voluntário e apoiado versus o involuntário num grupo menor de crianças e adolescentes.	Em comparação com BSI, BSV conseguiu volumes semelhantes nos seis indivíduos com DNM, mas BSA foi mais bem-sucedido naqueles com maior fraqueza muscular. BSI pode atingir volumes aproximadamente três vezes superiores e pode ser particularmente útil em indivíduos não cooperantes com graus mais leves de fraqueza dos músculos respiratórios.
Cleary et al. (2013). Canadá	The effects of lung volume recruitment on coughing and pulmonary function in patients with ALS.	Estudo cruzado para comparar os efeitos do recrutamento de volume pulmonar com uma condição de controlo. 29 Indivíduos com esclerose lateral amiotrófica (ELA). 65,4 ± 11,5 anos	Estudar a intensidade e duração dos efeitos do recrutamento de volume pulmonar, através de uma técnica de Breath-Stacking, sobre a função pulmonar e tosse em indivíduos com ELA.	Cada participante completou uma sessão de tratamento e uma sessão de controlo, separadas por um mínimo de 24 horas e um máximo de sete dias. Na sessão de tratamento, cada participante realizou uma sessão típica de recrutamento (isto é, cinco insuflações máximas com dois ensaios de tosse aumentada).	Os dados foram recolhidos em três momentos: basal/ antes da realização da manobra (Tempo 1), 15 min após (Tempo 2) e 30 min após (Tempo 3). Na condição de controlo, o protocolo foi o mesmo, exceto não ter sido realizada qualquer manobra.	Os resultados demonstraram que a manobra de Breath-Stacking teve um efeito significativamente positivo sobre a capacidade vital forçada mas não teve um efeito facilitador sobre a pressão nasal. Teve um efeito significativamente positivo sobre o fluxo de tosse máxima. Em conclusão, o recrutamento de volume pulmonar pode ser um tratamento eficaz para melhorar a tosse e a função pulmonar em indivíduos com ELA.
McKim et al. (2012). Canadá	Lung Volume Recruitment Slows Pulmonary Function Decline in Duchenne Muscular Dystrophy.	Estudo de coorte retrospetivo. 22 Indivíduos com distrofia muscular de Duchenne (DMD) aos quais foi prescrita manobras regulares de recrutamento de volume pulmonar (RVP) e relataram adesão à terapia. 19,6 ± 2,4 anos	Avaliar o efeito a longo prazo das medidas de capacidade vital forçada (CVF) antes e após a introdução de RVP em indivíduos com DMD.	Introdução de manobras de RVP regulares (Breath-Stacking); 3 a 5 insuflações máximas (capacidade máxima de insuflação), utilizando um saco de reanimação manual e um bocal, duas vezes por dia.	Estudo de coorte retrospetivo de dados da função pulmonar, incluindo CVF, fluxo de pico de tosse (FPT), pressão inspiratória máxima (PIm) e pressão máxima expiratória máxima (PEm). Os dados foram recolhidos durante 33 meses antes e 45 meses após a introdução das manobras de RVP.	A taxa de declínio da CVF em pacientes com DMD melhorou drasticamente com o início de manobras de RVP regulares.

Autores/ ano/ país	Título	Tipo de estudo/ nº de participantes/ idades	Objetivos	Intervenção	Metodologia	Principais resultados
Dias et al. (2011). Brasil	Three physiotherapy protocols: Effects on pulmonary volumes after cardiac surgery	Ensaio clínico prospetivo, controlado e randomizado. 35 Pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. Controlo 64 ± 2 anos Inspirometria de incentivo 60 ± 3 anos Breath stacking 63 ± 3 anos.	Avaliar o volume inspiratório em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca e determinar os efeitos que a inspirometria de incentivo (II) e a técnica de Breath-Stacking (BS) têm sobre a recuperação da capacidade vital forçada (CVF) nesses pacientes.	Os pacientes, todos os quais realizaram procedimentos de mobilização e tosse, foram divididos aleatoriamente em três grupos: controlo, realizaram apenas os procedimentos acima mencionados; II, realizaram os procedimentos acima mencionados e instruídos a fazer longas respirações usando um inspirómetro de incentivo; BS, realizaram os procedimentos acima mencionados, em conjunto com sucessivos esforços inspiratórios utilizando uma máscara facial acoplada a uma válvula unidirecional.	Os pacientes foram divididos aleatoriamente em três grupos: CE, II e BS. A inspirometria forçada foi realizada no pré-operatório e nos dias 1 a 5 do pós-operatório. Durante as manobras, o volume inspiratório foi medido nos grupos II e BS.	Os três protocolos foram equivalentes quanto à recuperação da CVF nos primeiros cinco dias pós-operatórios. Quando comparada à II, a técnica de BS promoveu maior volume inspiratório nessa amostra de pacientes cardíacos no pós-operatório.
(Dias et al., 2008). Brasil	Incentive spirometry and Breath-Stacking: Effects on the inspiratory capacity of individuals submitted to abdominal surgery.	Ensaio clínico cruzado. 12 Pacientes. Média = 60,7 anos.	Comparar o volume inspiratório mobilizado durante a técnica de Breath-Stacking, com o volume na inspirometria de incentivo em pacientes submetidos à cirurgia abdominal.	Doze pacientes, no primeiro dia de pós-operatório, foram orientados a inspirar profundamente por meio do inspirómetro de incentivo Voldyne e a realizar esforços inspiratórios sucessivos pela máscara facial adaptada para realização da manobra de Breath-Stacking. Cada técnica foi realizada cinco vezes de acordo com a randomização.	No período pré-operatório, os pacientes realizaram prova espirométrica e foram avaliados e instruídos quanto à realização das técnicas. Um ventiómetro de Wright permitiu o registro da capacidade inspiratória.	A técnica de Breath-Stacking mostrou-se eficaz e superior à inspirometria de incentivo para a geração e sustentação de volumes inspiratórios. Por não haver descrição de efeitos adversos, essa técnica pode, provavelmente, ser utilizada de forma segura e eficaz, principalmente em pacientes pouco cooperantes.
Barcelar et al. (2014). Brasil	The Expansion of the Pulmonary Rib Cage during Breath-Stacking Is Influenced by Age in Obese Women.	Estudo cruzado. 19 Mulheres obesas e 15 mulheres saudáveis, com peso normal, utilizadas como grupo de controlo. Obesas 37 ± 9,64 anos Controlo 33,8 ± 9,34 anos.	Analisar em mulheres obesas os efeitos da técnica de Breath-Stacking na expansão toraco-abdominal.	Nas 19 mulheres obesas foram avaliadas a antropometria, inspirometria e pressões máximas inspiratórias e sucessivamente analisadas por Pletismografia Optoeletrónica e um respirómetro durante a respiração normal e durante as manobras de Breath-Stacking comparadas com um grupo de 15 mulheres com peso normal.	Os efeitos das manobras foram avaliados em termos de volumes totais e compartimentais da parede torácica no início do estudo, fim da manobra de Breath-Stacking e após a manobra. Os indivíduos obesos foram sucessivamente classificados em dois grupos, de acordo com a resposta durante a manobra: grupo 1 = caixa torácica prevalente ou grupo 2 = expansão abdominal.	As mulheres obesas demonstraram respostas diferentes nos diferentes compartimentos da parede torácica durante a manobra de Breath-Stacking. Em mulheres obesas, a expansão máxima da caixa torácica e do abdómen é influenciada pela idade e a manobra de Breath-Stacking pode ser uma possível terapia para prevenir complicações respiratórias.

Autores/ ano/ país	Título	Tipo de estudo/ nº de participantes/ idades	Objetivos	Intervenção	Metodologia	Principais resultados
(Porto et al., 2014). Brasil	Comparative analysis between the alveolar recruitment maneuver and Breath-Stacking technique in patients with acute lung injury.	Estudo cruzado. 30 Pacientes. Técnica de Breath-Stacking: 49,8 ± 12 anos. Manobra de recrutamento alveolar: 47 ± 11 anos.	Comparar a eficácia da manobra de recrutamento alveolar (MRA) e a técnica de Breath-Stacking (BS) em relação à mecânica pulmonar e trocas gasosas em pacientes com lesão pulmonar aguda.	2 Grupos: Grupo 1 – BS Grupo 2 - MRA	Após a realização de fisioterapia convencional, todos os pacientes receberam os tratamentos com um intervalo de um dia entre eles. No primeiro grupo, utilizou-se inicialmente a técnica de BS e posteriormente a MRA. Os pacientes do grupo 2 foram inicialmente submetidos à MRA, seguida pela técnica de BS.	As técnicas de BS e MRA são eficazes na melhora da mecânica pulmonar e das trocas gasosas em pacientes com lesão pulmonar aguda.
Baker et al. (1990). EUA	Breath-Stacking increases the depth and duration of chest expansion by incentive spirometry.	Estudo randomizado cruzado. 26 Pacientes cooperantes a recuperarem de cirurgia, trauma ou doença crítica cuja dor ou fraqueza prejudica a capacidade de alcançar ou sustentar uma inspiração profunda. 33 ± 12,63 anos.	Determinar o efeito de uma válvula unidirecional (permitindo apenas a inspiração) sobre a duração e o volume obtidos com a inspirometria de incentivo.	1) Capacidade inspiratória padrão sem válvula ou pausa inspiratória; (2) Capacidade inspiratória com pausa inspiratória auxiliada por válvula unidirecional; (3) Breath-Stacking não assistido, com sucessivas respirações acumuladas com uma válvula unidirecional.	As três diferentes manobras foram realizadas por ordem aleatória em todos os indivíduos. Uma quarta manobra foi adicionada nos últimos 13 indivíduos estudados: um esforço inspiratório inicial com subsequente empilhamento com válvula unidirecional.	A técnica de Breath-Stacking potencia a eficácia da inspirometria de incentivo na consecução dos seus objetivos terapêuticos.
Feitosa et al. (2012). Brasil	Clinimetric properties of breath-stacking technique for assessment of inspiratory capacity.	Estudo transversal. 85 Voluntários saudáveis: 41 homens e 44 mulheres. 21 ± 2,79 anos.	Avaliar as propriedades clinimétricas da técnica de Breath-Stacking e comparar os resultados com os obtidos com a inspirometria convencional em relação à capacidade inspiratória.	Inspirometria e Técnica de Breath-Stacking (BS).	Função pulmonar, parâmetros antropométricos e cardiopulmonares foram avaliados antes da intervenção. A técnica de BS foi realizada com uma válvula inspiratória unidirecional por dois examinadores diferentes. A ordem de cada examinador foi randomizada. Testes espirométricos foram realizados três vezes e a manobra de BS foi avaliada três vezes por cada examinador. A frequência respiratória, frequência cardíaca e saturação periférica de oxigénio foram determinadas antes, durante e após a manobra.	A técnica BS é reproduzível. Esta técnica mobiliza volumes pulmonares maiores do que a inspirometria convencional.

Autores/ ano/ país	Título	Tipo de estudo/ nº de participantes/ idades	Objetivos	Intervenção	Metodologia	Principais resultados
Rafiq et al. (2015). Reino Unido	A preliminary randomized trial of the mechanical insufflator-exsufflator versus Sreath-Stacking technique in patients with amyotrophic lateral sclerosis.	Estudo prospetivo, randomizado de intervenção. 40 Pacientes com esclerose lateral amiotrófica. 60 ± 15,2 anos vs 64 ± 10,5 anos.	Determinar se o insuflador manual oferece eficácia clínica suficiente para ser considerado eficaz, em termos de custos, em comparação com a técnica menos dispendiosa de Breath-Stacking.	Insuflador manual (n=19) versus técnica de breath-stacking (n=21).	Seguidos em intervalos de três meses durante pelo menos 12 meses ou até à morte.	Recomenda-se a técnica de Breath-Stacking como uma intervenção de primeira linha de baixo custo para recrutamento de volume e aumento da tosse em pacientes com ELA que preenchem aos critérios de intervenção com ventilação não-invasiva.
Toussaint et al. (2009). Bélgica	Limits of Effective Cough- Augmentation Techniques in Patients With Neuromuscular Disease.	Estudo comparativo transversal prospetivo. 179 Pacientes: Duchenne ou distrofia muscular de Becker 22,2 ± 7,1 anos. Atrofia muscular espinhal tipo 2 26,4 ± 2 anos. Outras doenças neuromusculares 33 ± 15 anos.	Estudo comparativo de 3 técnicas de melhoria da tosse: Tosse manualmente assistida (TMA); Breath Stacking (BS); Breath Stacking manualmente assistida (BSMA).	A TMA foi medida com 179 pacientes. O BS e BSMA foram medidos num subgrupo de 60 pacientes com doença neuromuscular que estavam em ventilação não invasiva combinada com TMA.	Volume corrente (VC) e fluxo de tosse máxima (FTM) não assistido foram medidos com um inspirómetro portátil. As pressões inspiratória máxima (PIm) e expiratória máxima (PEm) foram medidas com um manómetro de acordo com o método descrito por Black e Hyatt. Os melhores valores de 3 VC, PIm, PEm e FTM não assistidos foram mantidos para análise.	Pacientes com VC> 340 mL e PEm <34 cm H2O beneficiariam de forma ótima da combinação de Breath-Stacking e de tosse manualmente assistida para melhorar FTM > 180 L/ min.

4 – O ENFERMEIRO ESPECIALISTA EM ENFERMAGEM DE REABILITAÇÃO

A reabilitação é descrita como um processo que promove a prevenção, a diminuição das alterações e o desenvolvimento de capacidades perdidas de forma a possibilitar o regresso a um nível de funcionalidade anterior e o retorno ao quotidiano com qualidade e independência (Andrade, Araújo, Andrade, Soares, & Chianca, 2010, Pereira, 2007).

A enfermagem de reabilitação, enquanto especialidade multidisciplinar, compreende um corpo de conhecimentos e procedimentos específicos que permite ajudar as pessoas com doenças agudas, crónicas ou com as suas sequelas a maximizar o seu potencial funcional e independência. Os seus objetivos gerais são a melhoria da função, promoção da independência e a máxima satisfação da pessoa (Ordem dos Enfermeiros, 2011b).

O regulamento das competências comuns do enfermeiro especialista conceptualiza o especialista como o enfermeiro que possuiu um conhecimento mais desenvolvido numa área específica da enfermagem (Ordem dos Enfermeiros, 2011a), traduzindo-se num conjunto de competências especializadas relativas a um corpo de intervenção (Ordem dos Enfermeiros, 2011b).

O mesmo regulamento conceptualiza que o enfermeiro especialista em enfermagem de reabilitação concebe, implementa e monitoriza planos de enfermagem de reabilitação diferenciados, baseados nos problemas reais e potenciais das pessoas. A sua intervenção visa promover o diagnóstico precoce e ações preventivas, de forma a evitar complicações e incapacidades, bem como a conservação, melhoria ou recuperação das aptidões funcionais tão rapidamente quanto possível, entre as quais, a função respiratória (Ordem dos Enfermeiros, 2011a).

Indicadores tais como a satisfação dos clientes, promoção da saúde e bem-estar, prevenção de complicações, readaptação e reeducação funcional, refletem a qualidade dos cuidados especializados prestados pelos enfermeiros especialistas em enfermagem de reabilitação (Ordem dos Enfermeiros, 2015).

REABILITAÇÃO RESPIRATÓRIA

A Direção Geral da Saúde (2009) define reabilitação respiratória como sendo uma intervenção global e multidisciplinar, baseada na evidência, dirigida a doentes com doença respiratória crónica, sintomáticos e frequentemente com redução das suas atividades de vida diária. É delineada para reduzir os sintomas, otimizar a funcionalidade, aumentar a participação social e reduzir custos de saúde através da estabilização ou regressão das manifestações sistémicas da doença.

A reabilitação respiratória constitui uma área fundamental na prevenção e tratamento das doenças do aparelho respiratório. Atua ao nível de vários domínios das disfunções respiratórias, tais como retenção de secreções, obstrução do fluxo aéreo, ineficaz expansão pulmonar e alterações da função ventilatória (Gosselink, 2006).

No domínio da reabilitação respiratória, a Canadian Association of Rehabilitation Nurses (2011) define que o enfermeiro de reabilitação deve avaliar a função cardiopulmonar, considerando situações pré-existentes ou atuais, bem como indicadores físicos e diagnósticos como alterações do padrão respiratório, oximetria de pulso, testes da função pulmonar, entre outros. Elucida ainda que as intervenções de enfermagem de reabilitação se centram na promoção e manutenção da função cardiorrespiratória ótima, através do controlo da sintomatologia, maximização da ventilação, circulação e oxigenação.

A Ordem dos Enfermeiros (2011) estabelece através do Regulamento n.º 125/ 2011 que o enfermeiro especialista em enfermagem de reabilitação é o profissional habilitado para prescrever e implementar programas de reeducação funcional cardiorrespiratória com o objetivo de assegurar e maximizar a capacidade funcional, prevenir complicações, evitar incapacidades ou minimizar o impacto das mesmas ao nível das funções neurológica, respiratória, cardíaca, motora ou de outras deficiências e incapacidades (Ordem dos Enfermeiros, 2015).

No âmbito da reabilitação da função cardiorrespiratória, postula também que o enfermeiro especialista em enfermagem de reabilitação está capacitado para avaliar o risco de alteração da função, recolher informação pertinente e utilizar instrumentos de medida, identificar as necessidades, selecionar e prescrever as intervenções e conceber, implementar e monitorizar os planos de intervenção, cujo objetivo primordial constitui a otimização e/ou reeducação da função cardiorrespiratória.

Define ainda três competências específicas:

1 – Cuida de pessoas com necessidades especiais ao longo do ciclo de vida em todos os contextos da prática de cuidados;

2 – Capacita a pessoa com deficiência, limitação da atividade e/ou restrição da participação para a reinserção e o exercício da cidadania;

3 – Maximiza a funcionalidade desenvolvendo as capacidades da pessoa.

O indivíduo obeso enquadra-se no espetro de pessoas com necessidades especiais e limitações funcionais que beneficiam de intervenção especializada para maximização da função e prevenção de complicações.

Tal como já abordado, as repercussões da obesidade sobre a função respiratória, com a redução dos volumes e capacidades pulmonares, poderão ser exacerbadas em situações de vulnerabilidade, como é o caso da cirurgia abdominal alta, conduzindo a maior incidência de CPPO e afetando negativamente a evolução clinica. Como tal, é imperioso que a reabilitação respiratória deva ser iniciada no período pré-operatório e continuada no pós-operatório com o propósito preventivo, restaurador e maximizador da função.

O presente projeto enquadra-se nesses propósitos. Pretende-se aferir os possíveis ganhos em saúde pela utilização de uma técnica específica de expansão pulmonar, bem como discernir sobre os resultados terapêuticos para inclusão em programas de reabilitação da função respiratória.

II – ESTUDO EMPÍRICO

5 – METODOLOGIA

5.1 – PERGUNTA DE PARTIDA

Após a revisão da literatura, formulou-se a seguinte pergunta de partida:

- A técnica de expansão pulmonar Breath Stacking permite melhorar a função respiratória em mulheres obesas submetidas a cirurgia bariátrica?

5.2 – OBJETIVOS

5.2.1 – Objetivo geral

- Avaliar os efeitos da técnica Breath Stacking na função respiratória em mulheres obesas submetidas a cirurgia bariátrica.

5.2.2 – Objetivos específicos

Avaliar e comparar entre os grupos de controlo e intervenção:

- Os valores das variáveis espirométricas: capacidade vital forçada (CVF) e volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1)
- Os valores da pressão inspiratória (PIm) e pressão expiratória máxima (PEm)
- Os valores da saturação periférica de oxigénio (SpO_2)
- Os valores da frequência respiratória (FR)

5.3 – HIPÓTESES E VARIÁVEIS

As hipóteses de trabalho estabelecidas e que a pesquisa colocou em destaque são:

H1: A técnica de expansão pulmonar Breath Stacking permite melhorar a função respiratória em mulheres obesas submetidas a cirurgia bariátrica.

H2: A técnica de expansão pulmonar Breath Stacking permite aumentar o volume pulmonar em mulheres obesas submetidas a cirurgia bariátrica.

H3: A técnica de expansão pulmonar Breath Stacking permite aumentar a força muscular respiratória em mulheres obesas submetidas a cirurgia bariátrica.

H4: A técnica de expansão pulmonar Breath Stacking permite aumentar a saturação periférica de oxigénio em mulheres obesas submetidas a cirurgia bariátrica.

H5: A técnica de expansão pulmonar Breath Stacking permite normalizar a frequência respiratória em mulheres obesas submetidas a cirurgia bariátrica.

Variável dependente:

- **Função respiratória**, que será avaliada através de:
  - CVF
  - VEF1
  - PIm
  - PEm
  - SpO_2
  - FR

Variáveis independentes:

- Idade
- Peso
- Altura
- IMC

5.4 – TIPO DE ESTUDO

Será realizado um estudo quase-experimental de natureza quantitativa. A investigação quase-experimental caracteriza-se por não ter um controlo completo, uma aleatoriedade na seleção dos grupos e por não necessitar de longos períodos de observação e recolha dos dados (Fonseca, 2002). Os resultados da investigação quantitativa podem ser quantificados, recorrem à linguagem matemática para descrever as causas de um fenómeno e as relações entre variáveis. São encarados como se constituíssem um retrato real da população alvo da investigação (Fonseca, 2002).

5.5 – PROCEDIMENTO

O presente estudo decorreu na UTCO/ CED-O do Centro Hospitalar de São João, local de trabalho do investigador.

As pacientes em pré-operatório de cirurgia bariátrica foram distribuídas de forma equitativa pelo grupo de controlo e pelo grupo de intervenção, como se explicará no sub-capítulo Amostragem, tendo os dados sido recolhidos em duas fases como se pode observar no Quadro 8.

Quadro 8 – Avaliação pré e pós-operatória

Avaliações	**Pré-operatório**	**Pós-operatório**		
	24 Horas	24 Horas	48 Horas	72 Horas
Antropométrica (Peso, altura, IMC)	**GC + GI**			
Medidas respiratórias (SpO_2, FR)	**GC + GI**			**GC + GI**
Espirométricas (CVF, VEF1)	**GC + GI**			**GC + GI**
Força muscular (PIm, PEm)	**GC + GI**			**GC + GI**
Técnica Breath Stacking	**GI**	**GI**	**GI**	**GI**

GC = grupo de controlo; GI = grupo de intervenção

Na primeira fase (pré-cirúrgica), em ambos os grupos foram avaliadas as medidas respiratórias, espirométricas e da função muscular ventilatória, no dia anterior à cirurgia bariátrica. No grupo de intervenção foi aplicada a técnica de expansão pulmonar Breath Stacking após as avaliações. Na segunda fase (pós-cirúrgica), em ambos os grupos foram avaliadas as medidas respiratórias, espirométricas e da função muscular ventilatória após as setenta e duas horas pós intervenção cirúrgica. No grupo de intervenção foi aplicada a técnica de expansão pulmonar Breath Stacking após as vinte e quatro, quarenta e oito e setenta e duas horas após intervenção cirúrgica.

Na aplicação da técnica de expansão pulmonar Breath Stacking foi utilizada uma máscara facial de silicone a envolver nariz e boca, conectada a uma válvula unidirecional que permitiu apenas a inspiração (o ramo expiratório permaneceu ocluído). A máscara foi segura e acoplada pelo examinador à face da paciente, a qual realizou inspirações sucessivas a partir da CRF, tendo sido retirada cinco segundos após ter atingido a CPT e se ter constatada a ausência de volume de ar inspirado (Baker, Lamb, & Marini, 1990; Marini, Rodriguez, & Lamb, 1986). A técnica foi realizada seis vezes, com intervalos de trinta segundos entre cada manobra.

Durante a realização da técnica, as pacientes mantiveram o posicionamento sentado com apoio para as costas e pés apoiados ao chão. Os dados foram recolhidos sempre pelo mesmo avaliador, com recurso ao mesmo equipamento.

De forma a excluir a presença de dor que pudesse condicionar as manobras de expansão e a mensuração dos parâmetros da função respiratória, foi aplicada uma escala de avaliação numérica da dor (sendo que a 0 corresponde a classificação “Sem Dor” e a 10 a classificação “Dor Máxima”) antes da aplicação da técnica de BS. Não houve pacientes afetadas pelo mau controlo da dor nem excluídas do estudo.

A recolha de dados decorreu durante nove semanas entre os meses de janeiro a março, tendo o estudo sido aprovado pela Comissão de Ética para a Saúde do Centro Hospitalar de S. João/ Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (Anexo I). Todas as participantes assinaram o consentimento informado (Anexo II), no qual se procedeu à explicação do estudo, da garantia de confidencialidade das informações recolhidas e da liberdade de abandono ou recusa de participação em qualquer uma das fases da investigação.

A técnica de BS é considerada uma técnica segura (Dias et al., 2008) não havendo riscos conhecidos decorrentes da sua aplicação. Durante o estudo não ocorreram incómodos ou intercorrências provocadas pela aplicação da técnica de expansão pulmonar

Breath Stacking. Não houve recusa ou desistência de qualquer participante durante a investigação.

5.6 – AMOSTRAGEM

A população deste estudo foi constituída por mulheres voluntárias com idade igual ou superior a 18 anos, com cirurgia bariátrica programada e internadas no Centro de Elevada Diferenciação da Obesidade do Hospital de São João.

A amostra foi de 36 mulheres, tendo a seleção sido realizada de forma sequencial, também denominada de conveniência, no período compreendido entre 3 de Janeiro a 5 de Março de 2017.

5.7 – CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Definimos como critérios de inclusão:

- Índice de massa corporal (IMC) $\geq$ 35kg/m^2;
- Mulheres em pré-operatório de cirurgia bariátrica;
- Pós-operatório de cirurgia bariátrica com entubação orotraqueal e necessidade de anestesia geral;
- Estabilidade hemodinâmica sem necessidade de drogas vasoativas durante a cirurgia;
- Com assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido.

Definimos como critérios de exclusão:

- Hábitos tabágicos;
- Patologia respiratória, cardíaca e neuromuscular prévia;
- Défice cognitivo prévio;
- Intolerância para a utilização da máscara de Breath Stacking;
- Complicações pós-operatórias com necessidade de admissão em unidade de cuidados intermédios ou intensivos;
- Extubação em período superior a 24 horas após a cirurgia;
- Nível de consciência no pós-operatório incompatível com a realização da técnica de Breath Stacking.

Os critérios de inclusão e exclusão foram conferidos através da consulta das pacientes bem como do processo clínico no período pré e pós-operatório.

Por ordem de internamento e preenchidos os critérios de inclusão, as pacientes foram distribuídas de forma alternada e equitativa pelos grupos de controlo e intervenção. Foram excluídas três mulheres por apresentarem patologia respiratória prévia.

5.8 – AVALIAÇÕES

A investigação seguiu um protocolo para registro de dados de todos os indivíduos participantes numa ficha de avaliação própria (Anexo III) contendo: idade, peso, altura, índice de massa corporal, critérios de inclusão e exclusão e avaliação relativa às medidas antropométricas, espirométricas, respiratórias e da força muscular respiratória, pré e pós-operatórias.

5.8.1 – Avaliação antropométrica

- Peso
- Altura
- IMC

As medidas antropométricas foram avaliadas com as pacientes na posição ereta, usando roupas leves e sem sapatos. Para a avaliação do peso foi utilizada uma balança digital (marca seca, modelo 799; capacidade = 200 kg, resolução = 100 g). Para a avaliação da altura foi utilizado um estadiómetro (marca seca, modelo 220; graduação = 1 mm). O IMC foi obtido dividindo o peso (kg) pelo quadrado da altura (m^2).

5.8.2 – Avaliação espirométrica

- CVF
- VEF1

As medidas espirométricas foram determinadas utilizando um espirómetro digital portátil marca Contec, modelo CMS-SP10 (Anexo IV). As pacientes foram instruídas a realizar uma inspiração máxima (próxima da CPT) seguida de uma expiração máxima forçada (no bocal do espirómetro) e prolongada em direção ao VR com a finalidade de verificar a CVF (avaliação de volumes pulmonares) e VEF1 (avaliação da obstrução pulmonar).

Com as pacientes na posição sentada, pés apoiados no chão, coluna ereta, sem apoio para os membros superiores, usando clipe nasal e bocal descartável posicionado entre as arcadas dentárias superior e inferior de modo a não haver vazamento de ar, foram realizadas pelo menos três manobras da CVF e selecionada a melhor das três. Cada paciente realizou no mínimo três manobras forçadas de capacidade vital e no máximo oito manobras aceitáveis e reprodutíveis, com dois minutos de intervalo entre elas, de acordo com os critérios de reprodutibilidade e aceitabilidade da American Thoracic Society Society/ European Respiratory (Miller, 2005).

5.8.3 – Avaliação da força muscular respiratória

- PIm
- PEm

As pressões inspiratórias e expiratórias máximas correspondem aos índices da resistência do diafragma e da força dos músculos abdominais e intercostais, respetivamente (Santana et al., 2001).

Foi avaliada a força muscular ventilatória através da utilização de um manómetro manual marca Instrumentation Industries, modelo NS 120-TRR (Anexo IV) conectado a um bocal com tubo de 20 cm de comprimento. As PIm e PEm foram avaliadas a partir do volume residual e capacidade pulmonar total, respetivamente.

A avaliação foi realizada com as pacientes na posição sentada, pés apoiados no chão, coluna ereta, sem apoio para os membros superiores e usando clipe nasal. As pacientes foram instruídas a realizar um esforço inspiratório e expiratório máximo e a mantê-lo pelo menos durante um segundo. Foram realizadas pelo menos três manobras inspiratórias e expiratórias e selecionadas as melhores de três. Cada paciente realizou no mínimo três manobras aceitáveis, com trinta segundos de intervalo entre elas.

5.8.4 – Avaliação de medidas respiratórias

- SpO_2
- FR

A SpO_2 foi determinada com recurso a um oxímetro de pulso digital marca Elera, modelo X1 (Anexo IV).

A FR foi avaliada através da observação da expansão torácica e contabilização do número de ciclos respiratório durante um minuto.

As duas medidas foram avaliadas antes de qualquer outra avaliação e antes da técnica de Breath Stacking.

5.9 – PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

Para o tratamento estatístico dos dados foi utilizado o software Stata® versão 14.0.

Os resultados do estudo foram apresentados sob a forma de gráficos e tabelas, recorrendo à análise estatística descritiva (média e desvio padrão) e inferencial. Dada a pequena dimensão da amostra e ao facto de não se verificarem os pressupostos da estatística paramétrica (normalidade), recorremos ao teste bilateral de Mann-Whitney (U) para comparação de dois grupos independentes.

Quando se dispõe de uma amostra pequena e a variável numérica não apresenta uma variação normal ou quando não há homogeneidade das variâncias pode utilizar-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney (U). É indicado para comparação de dois grupos não emparelhados para se verificar se pertencem ou não à mesma população e cujos requisitos para aplicação do teste t Student não foram cumpridos. O teste de Mann-Whitney (U) pode ser considerado a versão não paramétrica do teste t para amostras independentes (Pestana & Velosa, 2008).

O teste de Mann-Whitney é apropriado para averiguar se são iguais as medianas μX e μY de duas populações contínuas e independentes, X e Y, respetivamente. As duas amostras envolvidas não têm que ter a mesma dimensão (Pestana & Velosa, 2008).

O teste funciona da seguinte forma: juntam-se as duas amostras numa só (amostra combinada) identificando a origem (X ou Y) de cada elemento desta nova amostra.

Ordena-se a amostra combinada e observam-se as posições (ranks) ocupadas pelos elementos X e pelos elementos Y. Se X e Y ficarem aleatoriamente distribuídos, então a decisão final será favorável a H0 (pois, sob H0, a mediana da população subjacente à amostra combinada será igual às medianas μX e μY). Caso contrário, rejeita-se H0. Neste caso, se, por exemplo, as maiores observações estiverem mais frequentemente associadas à amostra de X, é possível inferir que $\mu X > \mu Y$ (Pestana & Velosa, 2008).

Os testes estatísticos foram realizados com nível de confiança de 95%, considerando como significativo nível de significância $p < 0,05$.

6 – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo apresentamos os resultados do estudo sob a forma de gráficos e tabelas, recorrendo à análise estatística descritiva (média e desvio padrão) e inferencial. Dada a pequena dimensão da amostra e ao facto de não se verificarem os pressupostos da estatística paramétrica (normalidade), recorremos ao teste bilateral de Mann-Whitney (U) para comparação de dois grupos independentes. Apresentamos no Anexo V os gráficos que demonstram a ausência de normalidade nos diferentes parâmetros avaliados, expressa pela distribuição de densidades em relação à distribuição normal. Foi definido como nível de significância $p < 0,05$.

A comparação dos nossos resultados com outros dados da literatura é limitada, pois são poucos os estudos que abordam as alterações pulmonares no pós-operatório de cirurgia abdominal e não temos conhecimento de estudos que avaliem a reversão das alterações na função respiratória em indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica após um programa de reexpansão pulmonar com a técnica de Breath Stacking bem como a sua comparação com um grupo de controlo. Como tal, confrontamos os nossos resultados com os diferentes estudos que abordam as alterações na função respiratória no pós-operatório de cirurgia abdominal e com os estudos que exploram os diferentes contextos da aplicabilidade da técnica de Breath Stacking.

6.1 – CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra deste estudo é composta por 36 indivíduos do sexo feminino, distribuídos de forma equitativa pelos grupos de controlo (GC) e intervenção (GI). Relativamente à idade, verificamos na Tabela 1 a homogeneidade dos dois grupos, tendo o GC uma média de 44,83±9,15 anos e o GI 45,78±8,03 anos. O máximo foi de 62 anos nos dois grupos.

Na literatura consultada, relativamente aos estudos sobre a técnica de BS, observamos que existe uma grande variabilidade em termos de indivíduos nos grupos de intervenção e nas respectivas médias de idade, variando de 12 (Dias et al., 2008) a 179

indivíduos (Toussaint et al., 2009), com médias de idade entre os 11 (Jenkins et al., 2014) e os 64 anos (Dias et al., 2011; Rafiq et al., 2015). Em relação aos estudos sobre as alterações pulmonares no pós-operatório de cirurgia abdominal, encontramos variações entre os 21 (Paisani et al., 2005) e os 70 indivíduos (Nguyen et al., 2001), com médias de idade a variar entre os 33 (Joris et al., 1998) e os 42 anos de idade (Nguyen et al., 2001).

Tabela 1 – Distribuição da amostra segundo a idade por grupos

Variável	Nº		Média		DP		Mínimo		Máximo	
	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI
Idade (anos)	18	18	**44,83**	**45,78**	9,15	8,03	31	33	62	62

GC = grupo de controlo; GI = grupo de intervenção; DP = desvio padrão

6.2 – CARATERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DA AMOSTRA

Em relação às variáveis antropométricas verificamos igualmente, na Tabela 2, a homogeneidade dos dois grupos. O IMC foi semelhante nos grupos de controlo e intervenção com médias de 43,24±4,83 Kg/m^2 e 43,47±4,02 Kg/m^2 respetivamente. Os valores de IMC referenciados nos estudos consultados oscilam entre os 43,45 Kg/m^2 (Barcelar et al., 2014) e os 50 Kg/m^2 (Ebeo, Benotti, Byrd, Elmaghraby, & Lui, 2002; Paisani, Chiavegato, & Faresin, 2005).

Tabela 2 – Distribuição da amostra por grupos segundo peso, altura e IMC

Variável	Nº		Média		DP		Mínimo		Máximo	
	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI
Peso (Kg)	18	18	112,28	114,05	14,13	10,88	93	101	139	135
Altura (cm)	18	18	161,11	162,05	6,04	6,27	150	150	169	173
IMC (Kg/m^2)	18	18	**43,24**	**43,47**	4,83	4,02	37,8	37,1	55,8	52,7

GC = grupo de controlo; GI = grupo de intervenção; DP = desvio padrão

6.3 – RESULTADOS DOS PARÂMETROS DA VARIÁVEL DEPENDENTE NA 1ª E 2ª AVALIAÇÕES

Pela análise da Tabela 3, verificamos que não houve diferença significativa pré-operatória entre os grupos de controlo e intervenção em relação à CVF, VEF1, PIm, PEm, SpO2 e FR. Os dois grupos obtiveram resultados significativamente idênticos na 1ª avaliação, não havendo resultados díspares passíveis de conduzir a enviesamentos.

Tabela 3 – Resultados dos parâmetros espirométricos, de força muscular respiratória e medidas respiratórias, na 1ª e 2ª avaliações, distribuídos por grupos

	GC	**GI**	**GC**	**GI**
	1ª Avaliação		**2ª Avaliação**	
Variável	(N = 18) Média±DP min/ máx	(N = 18) Média±DP min/ máx	(N = 18) Média±DP min/ máx	(N = 18) Média±DP min/ máx
CVF (ml)	**3113,89**±645,53 1530/ 4340	**3067,78**±431,99 2100/ 3750	2491,11±608,89 1110/ 3470	2650,56±510,99 1520/ 3510
VEF1 (ml)	**2763,33**±571,66 1400/ 3560	**2713,89**±466,78 1580/ 3340	2136,11±536,92 940/ 2920	2348,33±505,04 1350/ 3140
PIm (cm/H_2O)	**74,78**±13,77 40/ 96	**78,22**±13,25 40/ 100	58±16,66 32/ 84	66,44±16,69 32/ 92
PEm (cm/H_2O)	**83,33**±15,17 56/ 104	**87,11**±18,79 36/ 116	71,22±14,19 52/ 96	79,56±23,56 20/ 108
SpO_2 (%)	**97,89**±1,18 94/ 99	**97,67**±1,08 95/ 99	97,28±1,07 94/ 99	97,67±1,029 95/ 99
FR (cmin)	**17,44**±1,09 16/ 20	**18,22**±1,06 16/ 20	19,56±1,25 18/ 22	19,39±1,54 16/ 22

GC = grupo de controlo; GI = grupo de intervenção; CVF = capacidade vital forçada; VEF1 = volume expiratório forçado no primeiro segundo; PIm = pressão inspiratória máxima; PEm = pressão expiratória máxima; SpO_2 = saturação periférica de oxigénio; FR = frequência respiratória; DP = Desvio padrão; min = mínimo; máx = máximo

6.4 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA CVF NA 2ª AVALIAÇÃO

A CVF é uma medida que traduz o volume de ar inspirado, realizada de forma lenta e partindo de posição de inspiração plena para a expiração completa (Barreto, 2002).

Os valores de CVF obtidos na 2ª avaliação (3º dia pós-operatório) mostram redução significativa dos volumes, tanto no GC como no GI, sendo essa redução mais acentuada no GC (GC = **-20,29** ± 8,14 versus GI = **-13,60** ± 11,12) como se observa na Tabela 4.

Tabela 4 – Variações relativas da capacidade vital forçada, distribuídas por grupos

Variável	Nº		Média		Desvio Padrão		Mínimo		Máximo	
	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI
CVF (%)	18	18	**-20,29**	**-13,60**	8,14	11,12	-40,99	-48,82	-7,72	-4,098

GC = grupo de controlo; GI = grupo de intervenção; DP = desvio padrão

O presente estudo não avaliou os diferentes parâmetros da variável dependente no 1º e 2º dia pós-operatórios. Na literatura encontram-se valores de redução da CVF no 1º dia pós-operatório de 44% (Ebeo et al., 2002), 50% (Joris et al., 1998) e 53% (Nguyen et al., 2001). Paisani (2005) encontrou uma redução de 47% para 30% do 1º para o 3º dia pós-operatório, recorrendo a terapia pós-operatória que consistiu na realização de exercícios respiratórios associados a exercícios ativos livres globais, tosse assistida e deambulação (Paisani et al., 2005). De referir que o mesmo autor incluiu, ao contrário deste estudo, indivíduos fumadores na amostra do estudo.

A diminuição do volume inspirado no pós-operatório observado neste estudo vai de encontro aos estudos dos autores citados, que descrevem uma redução da CVF no pós-operatório em consequência da previsível diminuição da complacência pulmonar e formação de atelectasia.

Como observado no Gráfico 1, a utilização da técnica de expansão pulmonar BS permitiu neste estudo uma recuperação de **7%** na CVF no GI relativamente ao GC, provavelmente pelo recrutamento de alvéolos colapsados e reexpansão de áreas de atelectasia. O resultado foi estatisticamente significativo, com **p < 0,0049** (Tabela 5).

Gráfico 1 – Variação Percentual da CVF na 2ª avaliação

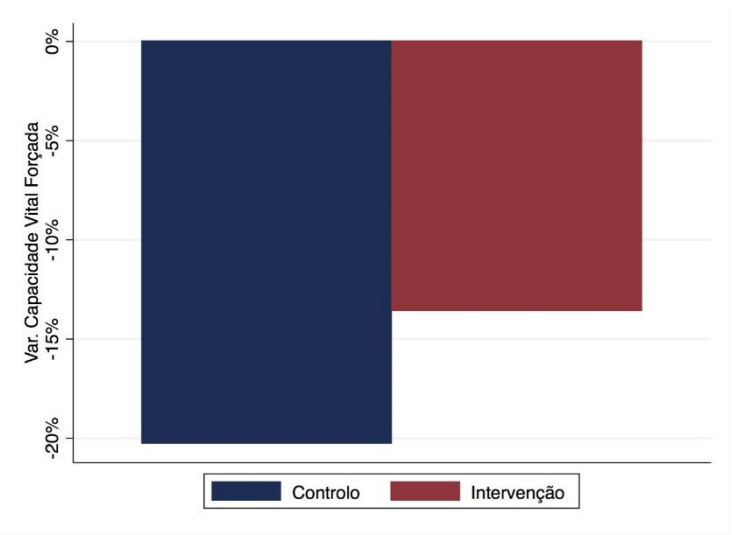


Tabela 5 – Teste bilateral de Mann-Whitney para o parâmetro CVF

Grupo	Nº	Soma de Rank	Esperado
Controlo	18	244	333
Intervenção	18	422	333
Combinado	36	666	666

H_0: CVFvar(Controlo) = CVFvar(Intervenção)
z = -2,816
Prob > |z| = 0,0049

6.5 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA VEF1 NA 2ª AVALIAÇÃO

O VEF1 representa o volume máximo de ar exalado no primeiro segundo de uma expiração forçada partindo de uma posição de plena inspiração, sendo utilizado para avaliar a obstrução das vias aéreas (Barreto, 2002).

Os valores de VEF1 obtidos na 2ª avaliação mostram, à semelhança do obtido na CVF, uma redução significativa dos volumes tanto no GC como no GI, sendo essa redução maior no GC (GC = **-23,05** ± 9,15 versus GI = **-13,38** ± 11,26) como se observa na Tabela 6.

Tabela 6 – Variações relativas do VEF1 na 2ª avaliação, distribuídas por grupos

Variável	Nº		Média		Desvio Padrão		Mínimo		Máximo	
	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI
VEF1(%)	18	18	**-23,05**	**-13,38**	9,15	11,26	-42,09	-48,34	-7,67	-3,98

GC = grupo de controlo; GI = grupo de intervenção

Nos estudos consultados, encontram-se valores de redução do VEF1 no 1º dia pós-operatório de 44% (Ebeo et al., 2002), 50% (Joris et al., 1998) e 54% (Nguyen et al., 2001). Os valores de redução do VEF1 obtidos neste estudo são significativamente menores e correspondem a uma avaliação realizada no 3º dia pós-operatório. A redução encontrada pode ser explicada pela previsível combinação da redução da complacência e volumes pulmonares, com o colapso alveolar, aumento da resistência respiratória particularmente nas bases pulmonares (Parameswaran et al., 2006), aumento na pressão transmural ao longo da parede brônquica (Zerah et al., 1993) e limitação do fluxo expiratório (Pelosi & Gregoretti, 2010).

Pela observação do Gráfico 2, verificamos que a técnica de BS permitiu, a par de uma melhoria de 7% no volume inspiratório, uma redução de aproximadamente **10%** do padrão obstrutivo no GI relativamente ao GC, facto que acompanha presumivelmente a capacidade de mobilizar maiores volumes (McKim, Katz, Barrowman, Ni, & LeBlanc, 2012; Tomich et al., 2007), o aumento da complacência torácica e pulmonar e a reversão de áreas de atelectasia. O resultado foi estatisticamente significativo, com **p < 0,0021** (Tabela 7).

Gráfico 2 – Variação Percentual do VEF1 na 2ª avaliação

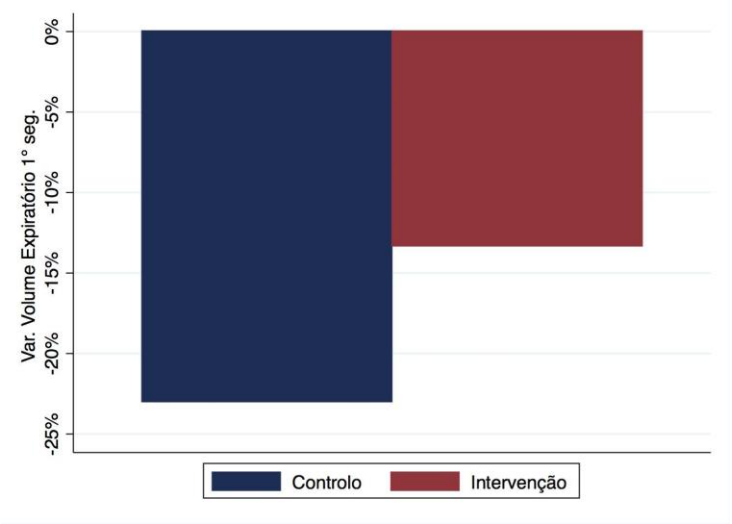


Tabela 7 – Teste bilateral de Mann-Whitney para o parâmetro VEF1

Grupo	Nº	Soma de Rank	Esperado
Controlo	18	236	333
Intervenção	18	430	333
Combinado	36	666	666
H_0: VEF1var(Controlo) = CVFvar(Intervenção) **z = -3,069** **Prob > |z| = 0,0021**			

6.6 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA PIM NA 2ª AVALIAÇÃO

A PIm é um indicador da força muscular inspiratória (Luce, 1980) e corresponde ao índice da resistência do diafragma (Santana et al., 2001).

Os valores obtidos de PIm na 2ª avaliação revelam uma redução da pressão, tanto no GC (23%) como no GI (15%), tal como se observa na Tabela 8.

Tabela 8 – Variações relativas da PIm na 2ª avaliação, distribuídas por grupos

Variável	Nº		Média		Desvio Padrão		Mínimo		Máximo	
	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI
PIm (%)	18	18	**-22,96**	**-14,93**	13,92	15,75	-46,66	-54,54	5,26	0

GC = grupo de controlo; GI = grupo de intervenção

Dos estudos que abordam a função respiratória no pós-operatório de cirurgia bariátrica, apenas Paisani (Paisani et al., 2005) faz referência às pressões respiratórias, indicando reduções de 51% e 30% na PIm nos respetivos 1º e 3º dias pós-operatórios.

Os valores de redução da PIm obtidos neste estudo são significativamente menores, relacionados provavelmente com a utilização da técnica de expansão pulmonar Breath Stacking.

É sabido que todo o processo que envolve a intervenção cirúrgica bem como o período de recuperação da mesma, conduzem à interrupção da atividade normal dos músculos respiratórios (Warner, 2000). A inibição reflexa via aferência vagal (Sasaki et al., 2013) com consequente disfunção contrátil e depressão dos movimentos respiratórios (Shanely et al., 2002) de causa farmacológica e cirúrgica, conduz a uma descoordenação dos múltiplos músculos respiratórios, observada principalmente pela posição cefálica do diafragma no final da expiração (Berge & Warner, 1996; Chawla & Drummond, 2008; Saraswat, 2015) e consecutivamente à ineficiência da ventilação pulmonar (Berge & Warner, 1996). É assim expectável a ocorrência de um padrão respiratório rápido e

superficial com volumes pulmonares reduzidos e probabilidade de formação de áreas de atelectasia (Dias et al., 2008; Feitosa, Barbosa, Pessoa, Rodrigues-Machado, & Andrade, 2012; Salome, King, & Berend, 2010; Saraswat, 2015).

Reolon, Casagrande, Lorenzon, & Kessler (2009) encontraram melhoria na força muscular respiratória em indivíduos submetidos à técnica de Breath Stacking, a qual produziu aumento da expansibilidade da caixa torácica, da complacência pulmonar estática e dinâmica e melhoria na oxigenação.

Posto isto, é seguro afirmar que a técnica de expansão BS foi responsável pela melhoria de **8%** na PIm obtida na 2ª avaliação do GI (Gráfico 3). O resultado foi estatisticamente significativo, com **p < 0,0183** (Tabela 9).

Gráfico 3 – Variação Percentual da PIm na 2ª avaliação

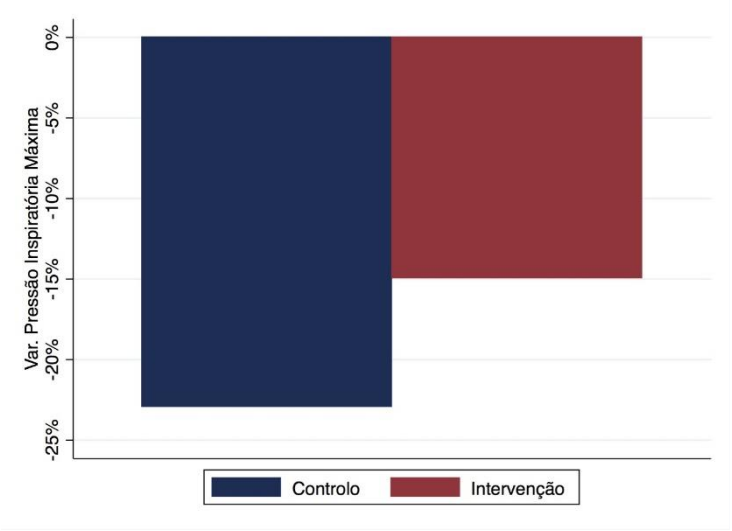


Tabela 9 – Teste bilateral de Mann-Whitney para o parâmetro PIm

Grupo	Nº	Soma de Rank	Esperado
Controlo	18	258,5	333
Intervenção	18	407,5	333
Combinado	36	666	666

H_0: PImvar(Controlo) = PImvar(Intervenção)
z = -2,360
Prob > |z| = 0,0183

6.7 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA PEM NA 2ª AVALIAÇÃO

A PEm é um indicador da força muscular expiratória (Luce, 1980) e corresponde ao índice de força dos músculos expiratórios (Santana et al., 2001).

Os valores obtidos de PEm na 2ª avaliação revelam uma redução da pressão, tanto no GC (23%) como no GI (15%), como se verifica na Tabela 10.

Tabela 10 – Variações relativas da PEm na 2ª avaliação, distribuídas por grupos

Variável	Nº		Média		Desvio Padrão		Mínimo		Máximo	
	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI
PEm (%)	18	18	**-14,10**	**-10,32**	9,71	16,75	-43,48	-45	0	21,05

GC = grupo de controlo; GI = grupo de intervenção

Tal como referido, dos estudos que abordam a função respiratória no pós-operatório de cirurgia bariátrica, apenas Paisani (Paisani et al., 2005) faz referência às pressões respiratórias, indicando reduções de 39% e 29% na PEm nos respetivos 1º e 3º dias pós-operatórios. À semelhança da PIm, os valores de PEm obtidos neste estudo são menores.

A inspiração é um processo ativo que requer a contração coordenada entre o diafragma (responsável por 75% da alteração total no volume pulmonar durante a inspiração) e os intercostais externos e escalenos (responsáveis por manter a expansão normal da caixa torácica) para vencer, nestas circunstâncias, a diminuída complacência torácica e pulmonar (Berge & Warner, 1996). A expiração é um processo passivo causado pelo relaxamento do diafragma e recuo passivo dos tecidos elásticos do tórax e pulmões para retornar à sua posição de equilíbrio (Berge & Warner, 1996; Sasaki et al., 2013). Na expiração forçada (para avaliação da VEF1), a contração dos intercostais internos e reto abdominal conta, neste contexto pós-cirúrgico, com o contributo de uma retração elástica aumentada.

No presente estudo obtivemos uma melhoria de **4%** no PEm. Comparativamente à PIm, o menor ganho obtido estará provavelmente relacionada com o diferente contributo dos diversos músculos no processo respiratório, bem como o distinto grau de afetação dos mesmos.

Conforme referido na análise anterior, perante os resultados obtidos, pode-se considerar que a técnica de expansão pulmonar de BS foi responsável pela melhoria de

4% no PEm obtida no GI (Gráfico 4). O resultado foi estatisticamente significativo, com **p < 0,0410** (Tabela 11).

Gráfico 4 – Variação Percentual da PEm na 2ª avaliação

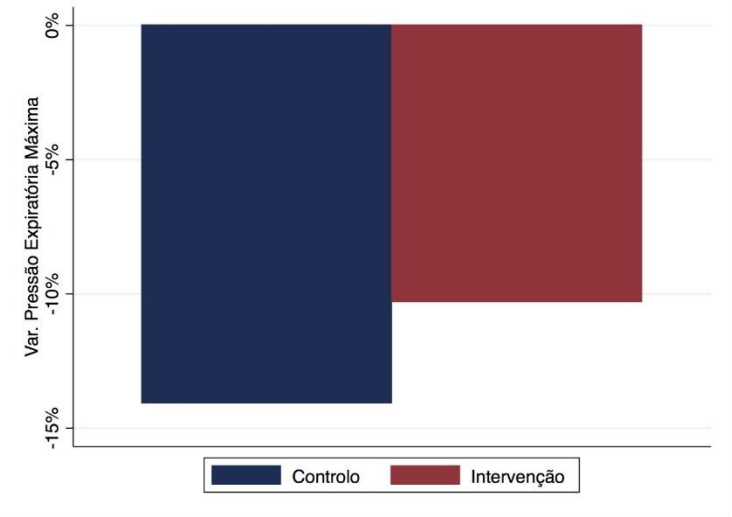


Tabela 11 – Teste bilateral de Mann-Whitney para o parâmetro PEm

Grupo	Nº	Soma de Rank	Esperado
Controlo	18	268,5	333
Intervenção	18	397,5	333
Combinado	36	666	666
H_0: PEmvar(Controlo) = PEmvar(Intervenção) **z = -2,043** **Prob > |z| = 0,0410**			

6.8 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA SPO_2 NA 2ª AVALIAÇÃO

O nosso estudo não evidenciou alterações na SpO_2 em qualquer dos grupos (GC = **-0,62** ± 0,62 versus GI = **-0,001** ± 0,35), como evidenciado na Tabela 12.

Tabela 12 – Variações relativas da SpO2 na 2ª avaliação, distribuídas por grupos

Variável	Nº		Média		Desvio Padrão		Mínimo		Máximo	
	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI
SpO_2 (%)	18	18	**-0,62**	**-0,001**	0,62	0,35	2,02	-1,01	0	1,03

GC = grupo de controlo; GI = grupo de intervenção

Apenas Paisani (Paisani et al., 2005) faz alusão ao parâmetro SpO_2, mostrando reduções de 17% e 11% nos respetivos 1º e 3º dias pós-operatórios.

A diminuição da CVF obtida nos dois grupos poderia prever uma diminuição da SpO_2 (reflexo de uma diminuição da PaO_2). Dois possíveis mecanismos explicariam tal ocorrência: a diminuição da capacidade vital que resultaria em atelectasias e colapso alveolar periférico e o encerramento precoce que ocorre nas pequenas vias aéreas, levando igualmente ao colapso alveolar. A SpO_2 não evidenciou queda no 3º dia pós-operatório. Este resultado mostra que, para além de não ter ocorrido hipoxemia arterial acentuada no pós-operatório, a complacência pulmonar e a pressão parcial de oxigénio (PaO_2) retornaram aos seus valores normais após insuflações pulmonares profundas no GC e poderá ter ocorrido um mecanismo de compensação para manter a SpO_2 nos níveis basais no GI. Esta hipótese será abordada na análise seguinte.

6.9 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA FR NA 2ª AVALIAÇÃO

Como se observa na Tabela 13, os valores obtidos de FR na 2ª avaliação aumentaram nos dois grupos, com um aumento superior no GC (GC = **12,29** ± 6,84 versus GI = **6,45** ± 6,71).

Tabela 13 – Variações relativas da FR na 2ª avaliação, distribuídas por grupos

Variável	Nº		Média		Desvio Padrão		Mínimo		Máximo	
	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI
FR (%)	18	18	**12,29**	**6,45**	6,84	6,71	0	-5,88	25	22,22

GC = grupo de controlo; GI = grupo de intervenção

A FR poderá aumentar pela diminuição da força e resistência dos músculos respiratórios, bem como pelo aumento do custo energético da respiração e consequente decréscimo na eficiência respiratória (Koenig, 2001).

A previsível diminuição na complacência e aumento da resistência do sistema respiratório no pós-operatório (Salome et al., 2010), poderão condicionar um aumento da FR através do aumento da drive inspiratória (Piper & Grunstein, 2010), na tentativa de compensar essas alterações mecânicas (Barcelar, 2011) e assim vencer as forças elásticas, a resistência respiratória, promovendo a expansão pulmonar (Chlif et al., 2005).

Perante essa condição, estará aumentada a atividade dos músculos respiratórios, criando um desequilíbrio entre a solicitação dos músculos respiratórios e a sua capacidade de gerar tensão (Chlif et al., 2005), dada a expectável depressão e descoordenação dos movimentos respiratórios no pós-operatório (Saraswat, 2015; Shanely et al., 2002). Tal situação condiciona maior consumo energético (Franssen, O'Donnell, Goossens, Blaak, & Schols, 2008; Gibson, 2000; Koenig, 2001; Weiner et al., 1998), conduzindo a maior risco de fadiga, fraqueza e ineficiência muscular (Chlif et al., 2005).

Resultados similares são descritos em pacientes com restrição pulmonar, como nas doenças neuromusculares e deformidades da caixa torácica (Koenig, 2001; Parameswaran, Todd, & Soth, 2006).

Estes dados apontam para uma relação entre a diminuição da força muscular inspiratória e o aumento da drive inspiratória. Quando os músculos enfraquecidos não conseguem gerar uma tensão suficiente, o sistema respiratório deteta essa fraqueza e aumenta a unidade de ventilação central (Chlif et al., 2005) e a sensibilidade respiratória (Parameswaran et al., 2006) o que pode conduzir a uma maior necessidade energética e assim a um aumento da FR com maior risco de fraqueza muscular inspiratória (Chlif et al., 2005).

As necessidades energéticas musculares diminuem com o aumento do volume pulmonar e melhoria da complacência torácica e pulmonar, conduzindo consequentemente à diminuição da FR (Al-Bader et al., 2008).

No GI verificou-se menor aumento da FR na 2ª avaliação, provavelmente pelo aumento do volume pulmonar (obtido pela técnica BS) e recrutamento de áreas pulmonares atelectasiadas, as quais passaram a ter melhor relação ventilação perfusão. O GC apresentou um aumento na FR, porém sem alteração da SpO_2 e maior impacto na função pulmonar relativamente aos parâmetros espirométricos. Ou seja, a manutenção da SpO_2 no GC poderá ter sido compensada pelo aumento da FR.

O estudo de Paisani (Paisani et al., 2005) apresenta reduções de 17% para 11% do 1º para o 3º dia pós-operatório, traduzindo uma recuperação de 6% na diminuição da FR. O nosso estudo mostra igualmente uma melhoria de **6%** no GC (Gráfico 5). O resultado foi estatisticamente significativo, com **$p < 0,0135$** (Tabela 14).

Gráfico 5 – Variação Percentual da FR na 2ª avaliação

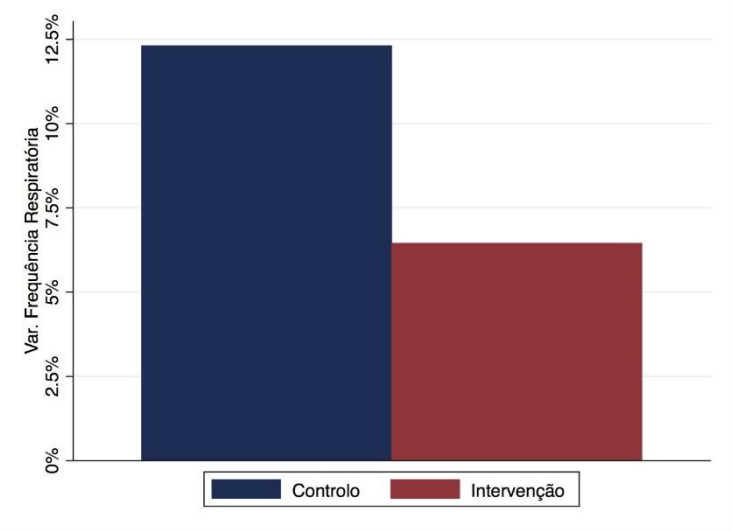


Tabela 14 – Teste bilateral de Mann-Whitney para o parâmetro FR

Grupo	Nº	Soma de Rank	Esperado
Controlo	18	410,5	333
Intervenção	18	255,5	333
Combinado	36	666	666

H_0: FRvar(Controlo) = FRvar(Intervenção)
z = 2,469
Prob > |z| = 0,0135

CONCLUSÕES

A revisão da literatura apresentada sustenta as expectáveis e semelhantes alterações nos parâmetros respiratórios obtidas neste estudo. Os resultados da 2ª avaliação mostram nos dois grupos uma diminuição da **CVF** (GC = -20,29 versus GI = -13,60), **VEF1** (GC = -23,05 versus GI = -13,38), **PIm** (GC = -22,96 versus GI = -14,93) e **PEm** (GC = -14,10 versus GI = -10,32), aumento da **FR** (GC = 12,29 versus GI = 6,45), não evidenciando alterações da **SpO_2** (GC = -0,62 versus GI = -0,001).

De acordo com as hipóteses de trabalho estabelecidas e que a pesquisa colocou em destaque, este estudo pretendeu aferir se a técnica de BS permite melhorar a função respiratória, melhoria essa traduzida pelo aumento do volume pulmonar, da força muscular respiratória e da saturação periférica de oxigénio, bem como pela normalização da frequência respiratória, de forma a reverter as alterações previsíveis no pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Os ganhos de **7%** na **CVF** e **10%** na **VEF1** obtidos no grupo de intervenção possibilitam concluir que a técnica de BS permite mobilizar maiores volumes pulmonares, possivelmente pelo aumento da complacência pulmonar e diminuição da resistência do sistema respiratório, possibilitando assim o recrutamento de alvéolos colapsados, a reexpansão de áreas de atelectasia e a redução do padrão obstrutivo.

O aumento da expansibilidade do sistema respiratório com recurso à técnica de BS permitiu ainda o aumento da força muscular respiratória, traduzida pelos ganhos de **8%** na **PIm** e **4%** na **PEm** no grupo de intervenção, possivelmente pela influência na reversão da depressão e descoordenação dos múltiplos músculos respiratórios.

O aumento da expansibilidade e da força muscular respiratória terá condicionado uma diminuição das necessidades energéticas, maior oxigenação e consequente normalização da **FR**, verificada pelo ganho obtido de **6%** no grupo de intervenção, possibilitando o retorno da **SpO_2** aos seus valores normais.

A evidência estatística permite corroborar os ganhos clínicos obtidos. As principais conclusões deste estudo permitem afirmar que o programa de expansão pulmonar com recurso à técnica de Breath Stacking foi responsável pelas alterações positivas em todas as variáveis da função respiratória no grupo de intervenção, alterações essas com significado estatístico, confirmando as hipóteses de trabalho inicialmente estabelecidas.

Concluímos assim que a técnica de expansão pulmonar Breath Stacking permite: melhorar a função respiratória (hipótese 1); aumentar o volume pulmonar (hipótese 2); aumentar a força muscular respiratória (hipótese 3); aumentar a saturação periférica de oxigénio (hipótese 4) e normalizar a frequência respiratória (hipótese 5) em mulheres obesas submetidas a cirurgia bariátrica

A técnica de Breath Stacking é considerada segura e a sua eficácia tem sido demonstrada em diferentes contextos. Diversos autores são unanimes na atribuição à técnica de Breath Stacking, a melhoria da função respiratória e da mecânica pulmonar através do aumento da CVF (Cleary et al., 2013; Dias et al., 2011; McKim et al., 2012) e volumes pulmonares (Barcelar et al., 2014; Baker, Lamb, & Marini, 1990; Dias et al., 2008; Feitosa et al., 2012; Jenkins et al., 2014; Porto et al., 2014; Rafiq et al., 2015; Toussaint et al., 2009). A evidência sugere que a adequada força e resistência muscular respiratória e a capacidade de mobilizar adequados volumes pulmonares tem impacto sobre a recuperação cirúrgica e redução na incidência de complicações pulmonares pós-operatórias (Hulzebos, Van Meeteren, De Bie, Dagnelie, & Helders, 2003; Mans et al., 2012).

A técnica de Breath Stacking é de fácil execução, prática para o avaliador e vantajosa para o paciente, requerendo equipamento de baixo custo. Para além dos ganhos clínicos, importa ainda salientar os possíveis ganhos económicos ao se optar pela técnica de expansão pulmonar BS em detrimento do inspirómetro de incentivo, dispositivo de uso corrente nas instituições de saúde e sem evidência clínica comprovada segundo alguns autores (Cattano et al., 2010; Crowe & Bradley, 1997; Jenkins, Soutar, Loukota, Johnson, & Moxham, 1989; Overend et al., 2001). Para a instituição onde este estudo foi realizado, um inspirómetro de incentivo tem um custo de 3,5€, tendo o material necessário para a realização de técnica de BS (máscara de silicone e válvula unidirecional) um custo total de 2,10€. Para além de maior eficácia permitiria uma poupança de 1,40€ por cada utente submetido a reabilitação respiratória através da técnica de expansão pulmonar Breath Stacking.

Os resultados deste estudo demonstram a eficácia da técnica de Breath Stacking na reversão das alterações na ventilação pulmonar após um programa de reexpansão pulmonar e ampliam o conhecimento sobre os efeitos da cirurgia bariátrica no sistema respiratório. Considerando a eficácia da sua aplicabilidade clínica, julgamos que esta técnica se perspetiva como um recurso com potencial terapêutico ao dispor dos Enfermeiros de Reabilitação e dos programas de Reabilitação Respiratória.

LIMITAÇÕES E SUGESTÕES

Como limitações ao presente estudo, aponta-se o pequeno tamanho da amostra (n=36) e a falta de controlo intra e pós-operatório de variáveis que possam ter condicionado maior probabilidade de formação de áreas de atelectasia e influenciado o volume mobilizado pelos pacientes, tais como: tempo de duração da cirurgia; quantidade e duração da administração de oxigénio; tipo, tempo e quantidade de fármacos administrados (anestésicos, analgésicos e relaxantes musculares); manobras de recrutamento antes e após a extubação (PEEP, FiO_2 a 100%, pressão positiva contínua); intervenções que melhorem a função respiratória (nebulizadores). Como perspetiva futura, recomenda-se o controlo das variáveis anteriormente citadas.

Não existe um protocolo definido para a aplicação da técnica estudada. Grande parte dos estudos indicam uma sessão diária de Breath Stacking, aplicada pelos autores com número de repetições variáveis entre 2 (Rafiq et al., 2015) a 6 (Porto et al., 2014) durante 15 a 20 segundos (Dias et al., 2011, Jenkins et al., 2014, Porto et al., 2014) e com intervalos diferentes entre cada repetição. Apesar de nos parecer eficaz a sua utilização em sessões de curta duração, consideramos que seria importante a uniformização da execução da técnica, com a definição do número de séries e repetições ótimas para a criação de protocolos ajustados aos diferentes cenários terapêuticos, pelo que mais estudos serão necessários para esse efeito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agostini, P., Calvert, R., Subramanian, H., & Naidu, B. (2008). Is incentive spirometry effective following thoracic surgery? *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, *7*(2), 297–300. http://doi.org/10.1510/icvts.2007.171025

Al-Bader, W. R., Ramadan, J., Nasr-Eldin, A., & Barac-Nieto, M. (2008). Pulmonary ventilatory functions and obesity in Kuwait. *Medical Principles and Practice*, *17*(1), 20–26. http://doi.org/10.1159/000109585

Andrade, L. T., Araújo, E. G., Andrade, L. D. R. P., Soares, D. M., & Chianca, T. C. M. (2010). Papel da enfermagem na reabilitação física. *Revista Brasileira de Enfermagem*, *63*(6), 1056–1060.

Armstrong, A. (2009). Developing a breath-stacking system to achieve lung volume recruitment. *British Journal of Nursing (Mark Allen Publishing)*, *18*(19), 1166–1169. http://doi.org/10.12968/bjon.2009.18.19.44820

Arozullah, A. M., Conde, M. V, & Lawrence, V. A. (2003). Preoperative evaluation for postoperative pulmonary complications. *The Medical Clinics of North America*, *87*(1), 153–173.

Baker, W. L., Lamb, V. J., & Marini, J. J. (1990). Breath-stacking increases the depth and duration of chest expansion by incentive spirometry. *The American Review of Respiratory Disease*, *141*(2), 343–346. http://doi.org/10.1164/ajrccm/141.2.343

Barbalho-Moulim, M. C., Miguel, G. P. S., Forti, E. M. P., & Costa, D. (2009). Comparison between incentive spirometry and expiratory positive airway pressure on pulmonary function after bariatric surgery. *Fisioterapia E Pesquisa*, *16*, 166–172. http://doi.org/10.1590/S1809-29502009000200013

Barcelar, J. (2011). *Avaliação da eficácia da técnica de breath stacking em mulheres obesas mórbidas quanto à distribuição de ventilação regional na caixa torácica*. Universidade Federal de Pernambuco.

Barcelar, J., Aliverti, A., Rattes, C., Ximenes, M. E., Campos, S. L., Brandão, D. C., … de Andrade, A. D. (2014). The Expansion of the Pulmonary Rib Cage during Breath Stacking Is Influenced by Age in Obese Women. *PLoS ONE*, *9*(11), e110959. http://doi.org/10.1371/journal.pone.0110959

Barreto, S. (2002). Volumes pulmonares. *Jornal de Pneumologia*, *28*(3), 83–94.

Berg, H., Roed, J., Viby-Mogensen, J., Mortensen, C. R., Engbaek, J., Skovgaard, L. T., & Krintel, J. J. (1997). Residual neuromuscular block is a risk factor for postoperative pulmonary complications. A prospective, randomised, and blinded

study of postoperative pulmonary complications after atracurium, vecuronium and pancuronium. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, *41*(9), 1095–1103. http://doi.org/10.1111/j.1399-6576.1997.tb04851.x

Berge, K. H., & Warner, D. O. (1996). Anesthetic effects on respiratory muscles. *Seminars in Anesthesia, Perioperative Medicine and Pain*, *15*(4), 321–327. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0277-0326(96)80044-4

Boitano, L. J. (2012). Management of Airway Clearance in Neuromuscular Disease. *Respiratory Care*, *51*(8), 913 LP-924. Retrieved from http://rc.rcjournal.com/content/51/8/913.abstract

Cammu, G., De Witte, J., De Veylder, J., Byttebier, G., Vandeput, D., Foubert, L., … Deloof, T. (2006). Postoperative residual paralysis in outpatients versus inpatients. *Anesthesia and Analgesia*, *102*(2), 426–429. http://doi.org/10.1213/01.ane.0000195543.61123.1f

Canadian Association of Rehabilitation Nurses. (2011). Exam Blueprint and Specialty Competencies.

Castres, I., Folope, V., Dechelotte, P., Tourny-Chollet, C., & Lemaitre, F. (2010). Quality of Life and Obesity Class Relationships. *Int J Sports Med*, *31*(11), 773–778. http://doi.org/10.1055/s-0030-1262830

Cattano, D., Altamirano, A., Vannucci, A., Melnikov, V., Cone, C., & Hagberg, C. A. (2010). Preoperative use of incentive spirometry does not affect postoperative lung function in bariatric surgery. *Translational Research : The Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, *156*(5), 265–272. http://doi.org/10.1016/j.trsl.2010.08.004

Chawla, G., & Drummond, G. B. (2008). Fentanyl decreases end-expiratory lung volume in patients anaesthetized with sevoflurane. *British Journal of Anaesthesia*, *100*(3), 411–414. http://doi.org/10.1093/bja/aem376

Chen, Y., Rennie, D., Cormier, Y., & Dosman, J. (2007). Waist circumference is associated with pulmonary function in normal-weight, overweight, and obese subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *85*(1), 35–39.

Chiavegato, L., Jardim, J., Faresin, S., & Juliano, Y. (2000). Alterações funcionais respiratórias na colecistectomia por via laparoscópica. *Jornal de Pneumologia*. scielo. Retrieved from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-35862000000200005

Chlif, M., Keochkerian, D., Mourlhon, C., Choquet, D., & Ahmaidi, S. (2005).

Noninvasive assessment of the tension–time index of inspiratory muscles at rest in obese male subjects. *International Journal of Obesity*, *29*(12), 1478–1483. http://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803030

Choi, W. A., Park, J. H., Kim, D. H., & Kang, S.-W. (2012). Cough assistance device for patients with glottis dysfunction and/or tracheostomy. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *44*(4), 351–354. http://doi.org/10.2340/16501977-0948

Christou, N. V, Look, D., & MacLean, L. D. (2006). Weight Gain After Short- and Long-Limb Gastric Bypass in Patients Followed for Longer Than 10 Years. *Annals of Surgery*, *244*(5), 734–740. http://doi.org/10.1097/01.sla.0000217592.04061.d5

Cleary, S., Misiaszek, J. E., Kalra, S., Wheeler, S., & Johnston, W. (2013). The effects of lung volume recruitment on coughing and pulmonary function in patients with ALS. *Amyotrophic Lateral Sclerosis & Frontotemporal Degeneration*, *14*(2), 111–115. http://doi.org/10.3109/17482968.2012.720262

Collet, F., Mallart, A., Bervar, J. F., Bautin, N., Matran, R., Pattou, F., … Perez, T. (2006). Physiologic correlates of dyspnea in patients with morbid obesity. *Int J Obes*, *31*(4), 700–706. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1038/sj.ijo.0803460

Collins, L., Hoberty, P., Walker, J., Fletcher, E., & Peiris, A. (1995). The Effect of Body Fat Distribution on Pulmonary Function Tests. *Chest*, *107*(5), 1298–1302. http://doi.org/10.1378/chest.107.5.1298

Conway, B., & Rene, A. (2004). Obesity as a disease: no lightweight matter. *Obesity Reviews : An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, *5*(3), 145–151. http://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2004.00144.x

Costa, D., Barbalho, M. C., Miguel, G. P. S., Forti, E. M. P., & Azevedo, J. L. M. C. (2008). The impact of obesity on pulmonary function in adult women. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, *63*(6), 719–724.

Crowe, J. M., & Bradley, C. A. (1997). The Effectiveness of Incentive Spirometry With Physical Therapy for High-Risk Patients After Coronary Artery Bypass Surgery. *Physical Therapy*, *77*(3), 260 LP-268. Retrieved from http://ptjournal.apta.org/content/77/3/260.abstract

Crummy, F., Piper, A. J., & Naughton, M. T. (2008). Obesity and the lung: 2. Obesity and sleep-disordered breathing. *Thorax*, *63*(8), 738–746. http://doi.org/10.1136/thx.2007.086843

Damia, G., Mascheroni, D., Croci, M., & Tarenzi, L. (1988). Perioperative changes in functional residual capacity in morbidly obese patients. *British Journal of*

Anaesthesia, *60*(5), 574–578.

DeLorey, D. S., Wyrick, B. L., & Babb, T. G. (2005). Mild-to-moderate obesity: implications for respiratory mechanics at rest and during exercise in young men. *International Journal of Obesity (2005)*, *29*(9), 1039–1047. http://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803003

DGS. (2016). *Processo assistencial integrado da pré-obesidade no adulto*. Lisboa. Retrieved from http://www.dgs.pt/

Dias, C., Plácido, T., Ferreira, M., Guimarães, F., & Menezes, S. (2008). Incentive spirometry and breath stacking: effects on the inspiratory capacity of individuals submitted to abdominal surgery. *Brazilian J Phys Ther*, *12*, 94–99. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552008000200004

Dias, C., Vieira, R., Oliveira, J., Lopes, A., Menezes, S., & Guimarães, F. (2011). Three physiotherapy protocols: effects on pulmonary volumes after cardiac surgery. *Jornal Brasileiro de Pneumologia: Publicação Oficial Da Sociedade Brasileira de Pneumologia E Tisilogia*, *37*(1), 54–60. http://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0366-6999.2011.17.007

Diniz, D. (2003). *Padrão regional da ventilação pulmonar durante as técnicas do Breath-Stacking e inspirômetro de incentivo pela inalação de radioaerossol*. Universidade Federal de Pernambuco.

Direção Geral da Saúde. (2009). Orientações Técnicas sobre Reabilitação Respiratória na Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica. . *Circular Informativa Nº 40A /DSPCP de 27 de Outubro.*

Domingos-Benício, N. C., Gastaldi, A. C., Perecin, J. C., Avena, K. de M., Guimarães, R. C., Sologuren, M. J. J., & Lopes-Filho, J. D. (2004). Medidas espirométricas em pessoas eutróficas e obesas nas posições ortostática, sentada e deitada. *Revista Da Associação Médica Brasileira*. scielo.

Dronkers, J., Veldman, A., Hoberg, E., van der Waal, C., & van Meeteren, N. (2008). Prevention of pulmonary complications after upper abdominal surgery by preoperative intensive inspiratory muscle training: a randomized controlled pilot study. *Clinical Rehabilitation*, *22*(2), 134–142. http://doi.org/10.1177/0269215507081574

Duggan, M., & Kavanagh, B. P. (2005). Pulmonary atelectasis: a pathogenic perioperative entity. *Anesthesiology*, *102*(4), 838–854. Retrieved from http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=1942011

Ebeo, C. T., Benotti, P. N., Byrd, R. P. J., Elmaghraby, Z., & Lui, J. (2002). The effect of bi-level positive airway pressure on postoperative pulmonary function following gastric surgery for obesity. *Respiratory Medicine*, *96*(9), 672–676.

Eichenberger, A.-S., Proietti, S., Wicky, S., Frascarolo, P., Suter, M., Spahn, D. R., & Magnusson, L. (2002). Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. *Anesthesia and Analgesia*, *95*(6), 1788–92, table of contents.

Eikermann, M., Vogt, F. M., Herbstreit, F., Vahid-Dastgerdi, M., Zenge, M. O., Ochterbeck, C., … Peters, J. (2007). The predisposition to inspiratory upper airway collapse during partial neuromuscular blockade. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *175*(1), 9–15. http://doi.org/10.1164/rccm.200512-1862OC

Faintuch, J., Souza, S. A. F., Valezi, A. C., Sant'Anna, A. F., & Gama-Rodrigues, J. J. (2004). Pulmonary function and aerobic capacity in asymptomatic bariatric candidates with very severe morbid obesity. *Revista Do Hospital Das Clinicas*, *59*(4), 181–186. http://doi.org//S0041-87812004000400005

Farkas, G., & Schlenker, E. (1994). Pulmonary ventilation and mechanics in morbidly obese Zucker rats. *Am J Respir Crit Care Med*, *150*, 356–362.

Feitosa, L. A., Barbosa, P. A., Pessoa, M. F., Rodrigues-Machado, M. da G., & Andrade, A. D. (2012). Clinimetric properties of breath-stacking technique for assessment of inspiratory capacity. *Physiotherapy Research International : The Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy*, *17*(1), 48–54. http://doi.org/10.1002/pri.512

Filardo, F., Faresin, S., & Fernandes, A. (2002). Validade de um índice prognóstico para ocorrência de complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia abdominal alta. *Revista Da Associação Médica Brasileira*. scielo.

Fisher, B. W., Majumdar, S. R., & McAlister, F. A. (2002). Predicting pulmonary complications after nonthoracic surgery: a systematic review of blinded studies. *The American Journal of Medicine*, *112*(3), 219–225.

Fonseca, J. (2002). *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC. Retrieved from http://www.ia.ufrrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf

Formiguera, X., & Cantón, A. (2016). Obesity: epidemiology and clinical aspects. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, *18*(6), 1125–1146.

http://doi.org/10.1016/j.bpg.2004.06.030

França, A. P., Aldrighi, J. M., & Marucci, M. de F. N. (2008). Fatores associados à obesidade global e à obesidade abdominal em mulheres na pós-menopausa. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*. scielo.

Franssen, F. M. E., O'Donnell, D. E., Goossens, G. H., Blaak, E. E., & Schols, A. M. W. J. (2008). Obesity and the lung: 5 · Obesity and COPD. *Thorax*, *63*(12), 1110–1117. http://doi.org/10.1136/thx.2007.086827

Fried, M., Yumuk, V., Oppert, J. M., Scopinaro, N., Torres, A., Weiner, R., … Fruhbeck, G. (2014). Interdisciplinary European guidelines on metabolic and bariatric surgery. *Obesity Surgery*, *24*(1), 42–55. http://doi.org/10.1007/s11695-013-1079-8

Frühbeck, G., Toplak, H., Woodward, E., Yumuk, V., Maislos, M., & Oppert, J. (2013). Obesity: The Gateway to Ill Health - an EASO Position Statement on a Rising Public Health, Clinical and Scientific Challenge in Europe. *Obesity Facts*, *6*(2), 117–120. Retrieved from http://www.karger.com/DOI/10.1159/000350627

Gabrielsen, A.-M., Lund, M. B., Kongerud, J., Viken, K. E., Roislien, J., & Hjelmesaeth, J. (2011). The relationship between anthropometric measures, blood gases, and lung function in morbidly obese white subjects. *Obesity Surgery*, *21*(4), 485–491. http://doi.org/10.1007/s11695-010-0306-9

Gibson, G. (2000). Obesity, respiratory function and breathlessness. *Thorax*, *55*, S41–S44. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1136/thorax.55.suppl_1.S41

Gosselink, R. (2006). Physical therapy in adults with respiratory disorders: where are we? *Revista Brasileira de Fisioterapia*, *4*(10), 361–72.

Haeffener, M. P., Ferreira, G. M., Barreto, S. S. M., Arena, R., & Dall'Ago, P. (2008). Incentive spirometry with expiratory positive airway pressure reduces pulmonary complications, improves pulmonary function and 6-minute walk distance in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *American Heart Journal*, *156*(5), 900.e1-900.e8. http://doi.org/10.1016/j.ahj.2008.08.006

Hajiha, M., DuBord, M.-A., Liu, H., & Horner, R. L. (2009). Opioid receptor mechanisms at the hypoglossal motor pool and effects on tongue muscle activity in vivo. *The Journal of Physiology*, *587*(Pt 11), 2677–2692. http://doi.org/10.1113/jphysiol.2009.171678

Hall, J. C., Tarala, R. A., Hall, J. L., & Mander, J. (1991). A multivariate analysis of the risk of pulmonary complications after laparotomy. *Chest*, *99*(4), 923–927.

Harris, A., Morell, D., Bajaj, Y., & Martin-Hirsch, D. (2010). A discussion of airway and respiratory complications along with general considerations in obese patients. *International Journal of Clinical Practice*, *64*(6), 802–806. http://doi.org/10.1111/j.1742-1241.2010.02350.x

Hedenstierna, G., & Edmark, L. (2010). Mechanisms of atelectasis in the perioperative period. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, *24*(2), 157–169. http://doi.org/10.1016/j.bpa.2009.12.002

Herbstreit, F., Peters, J., & Eikermann, M. (2009). Impaired upper airway integrity by residual neuromuscular blockade: increased airway collapsibility and blunted genioglossus muscle activity in response to negative pharyngeal pressure. *Anesthesiology*, *110*(6), 1253–1260. http://doi.org/10.1097/ALN.0b013e31819faa71

Herrara, M. F., Lozano-Salazar, R. R., Gonzalez-Barranco, J., & Rull, J. A. (1999). Diseases and problems secondary to massive obesity. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, *11*(2), 63–67.

Hulzebos, E. H. J., Van Meeteren, N. L. U., De Bie, R. A., Dagnelie, P. C., & Helders, P. J. M. (2003). Prediction of postoperative pulmonary complications on the basis of preoperative risk factors in patients who had undergone coronary artery bypass graft surgery. *Physical Therapy*, *83*(1), 8–16.

Inselman, L., Chander, A., & Spitzer, A. (2004). Diminished lung compliance and elevated surfactant lipids and proteins in nutritionally obese young rats. *Lung*, *182*(2), 101–117. http://doi.org/10.1007/s00408-003-1048-4

Inselman, L., Wapnir, R., & Spencer, H. (1987). Obesity-induced hyperplastic lung growth. *The American Review of Respiratory Disease*, *135*(3), 613–616. http://doi.org/10.1164/arrd.1987.135.3.613

Jack, D. (2016). Fighting obesity the Franco-British way. *The Lancet*, *347*(9017), 1756. http://doi.org/10.5555/uri:pii:S0140673696908259

Jenkins, H., Stocki, A., Kriellaars, D., & Pasterkamp, H. (2014). Breath stacking in children with neuromuscular disorders. *Pediatric Pulmonology*, *49*(6), 544–553. http://doi.org/10.1002/ppul.22865

Jenkins, S. C., Soutar, S. A., Loukota, J. M., Johnson, L. C., & Moxham, J. (1989). Physiotherapy after coronary artery surgery: are breathing exercises necessary? *Thorax*, *44*(8), 634–639. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC461992/

Jerre, G., Silva, T. de J., Beraldo, M. A., Gastaldi, A., Kondo, C., Leme, F., … Okamoto, V. N. (2007). Fisioterapia no paciente sob ventilação mecânica. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. scielo.

Jones, R. L., & Nzekwu, M.-M. U. (2006). The effects of body mass index on lung volumes. *Chest*, *130*(3), 827–833. http://doi.org/10.1378/chest.130.3.827

Joris, J. L., Hinque, V. L., Laurent, P. E., Desaive, C. J., & Lamy, M. L. (1998). Pulmonary function and pain after gastroplasty performed via laparotomy or laparoscopy in morbidly obese patients. *British Journal of Anaesthesia*, *80*(3), 283–288.

Junior, J., Galas, F., & Franca, L. (2007). Ventilação mecânica no intra-operatório. *J Bras Pneumol*, *33*(Supl 2), 137–141.

Kac, G., & Velásquez-Meléndez, G. (2003). A transição nutricional e a epidemiologia da obesidade na América Latina. *Cadernos de Saúde Pública*. scielo.

Katz, J. A., Ozanne, G. M., Zinn, S. E., & Fairley, H. B. (1981). Time course and mechanisms of lung-volume increase with PEEP in acute pulmonary failure. *Anesthesiology*, *54*(1), 9–16.

Kehlet, H., & Wilmore, D. W. (2002). Multimodal strategies to improve surgical outcome. *American Journal of Surgery*, *183*(6), 630–641.

Kelly, T., Yang, W., Chen, C., Reynolds, K., & He, J. (2008). Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *Int J Obes*, *32*(9), 1431–1437. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2008.102

Koenig, S. (2001). Pulmonary Complications of Obesity. *The American Journal of the Medical Sciences*, *321*(4), 249–279. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1097/00000441-200104000-00006

Kolanowski, J. (1997). Surgical treatment for morbid obesity. *British Medical Bulletin*, *53*(2), 433–444.

Kopelman, P. G. (2000). Obesity as a medical problem. *Nature*, *404*(6778), 635–643. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1038/35007508

Kotani, N., Lin, C. Y., Wang, J. S., Gurley, J. M., Tolin, F. P., Michelassi, F., … Roizen, M. F. (1995). Loss of alveolar macrophages during anesthesia and operation in humans. *Anesthesia and Analgesia*, *81*(6), 1255–1262.

Krachman, S., & Criner, G. J. (1998). Hypoventilation syndromes. *Clinics in Chest Medicine*, *19*(1), 139–155.

Krayer, S., Rehder, K., Vettermann, J., Didier, E. P., & Ritman, E. L. (1989). Position

and motion of the human diaphragm during anesthesia-paralysis. *Anesthesiology*, *70*(6), 891–898.

Kress, J. P., Pohlman, A. S., Alverdy, J., & Hall, J. B. (1999). The impact of morbid obesity on oxygen cost of breathing (VO(2RESP)) at rest. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *160*(3), 883–886. http://doi.org/10.1164/ajrccm.160.3.9902058

Krodel, D. J., Bittner, E. A., Abdulnour, R.-E. E., Brown, R. H., & Eikermann, M. (2011). Negative pressure pulmonary edema following bronchospasm. *Chest*, *140*(5), 1351–1354. http://doi.org/10.1378/chest.11-0529

Ladosky, W., Botelho, M., & Albuquerque, J. (2001). Chest mechanics in morbidly obese non-hypoventilated patients. *Respiratory Medicine*, *95*(4), 281–286. http://doi.org/10.1053/rmed.2001.1035

Lawrence, V. A., Cornell, J. E., & Smetana, G. W. (2006). Strategies to reduce postoperative pulmonary complications after noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. *Annals of Internal Medicine*, *144*(8), 596–608.

Lawrence, V. A., Hilsenbeck, S. G., Mulrow, C. D., Dhanda, R., Sapp, J., & Page, C. P. (1995). Incidence and hospital stay for cardiac and pulmonary complications after abdominal surgery. *Journal of General Internal Medicine*, *10*(12), 671–678. http://doi.org/10.1007/BF02602761

Lazarus, R., Gore, C. J., Booth, M., & Owen, N. (1998). Effects of body composition and fat distribution on ventilatory function in adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *68*(1), 35–41.

Luce, J. (1980). Respiratory complications of obesity. *Chest*, *78*, 626–631.

Magnani, K. L., & Cataneo, A. J. M. (2007). Respiratory muscle strength in obese individuals and influence of upper-body fat distribution. *Sao Paulo Medical Journal*. scielo.

Maniscalco, M., Zedda, A., Faraone, S., Cerbone, M. R., Cristiano, S., Giardiello, C., & Sofia, M. (2008). Weight loss and asthma control in severely obese asthmatic females. *Respiratory Medicine*, *102*(1), 102–108. http://doi.org/10.1016/j.rmed.2007.07.029

Mans, C. M., Reeve, J. C., Gasparini, C. A., & Elkins, M. R. (2012). Postoperative outcomes following preoperative inspiratory muscle training in patients undergoing open cardiothoracic or upper abdominal surgery: protocol for a systematic review.

Systematic Reviews, *1*, 63. http://doi.org/10.1186/2046-4053-1-63

Marini, J., Rodriguez, R., & Lamb, V. (1986). Involuntary breath-stacking. An alternative method for vital capacity estimation in poorly cooperative subjects. *The American Review of Respiratory Disease*, *134*(4), 694–698. http://doi.org/10.1164/arrd.1986.134.4.694

Marques, C., & Faria, I. (2009). Incentive inspiration therapy: a review concerning volume and flow incentive spirometry techniques and Breath-Stacking. *Revista Brasileira Em Promoção Da Saúde*, *22*(1), 55–60.

McClean, K., Kee, F., Young, I., & Elborn, J. (2008). Obesity and the lung: 1 · Epidemiology. *Thorax*, *63*(7), 649–654. http://doi.org/10.1136/thx.2007.086801

McConnell, A., Romer, L., & Weiner, P. (2005). Inspiratory muscle training in obstructive lung disease: how to implement and what to expect. *Breathe*, *2*(1), 39–50.

McKim, D. A., Katz, S. L., Barrowman, N., Ni, A., & LeBlanc, C. (2012). Lung volume recruitment slows pulmonary function decline in Duchenne muscular dystrophy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *93*(7), 1117–1122. http://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.02.024

Medina, J., Monteiro, M., Alves, M., & Souto, S. (n.d.). Panorama da obesidade em Portugal. Retrieved October 29, 2016, from http://www.academianacionalmedicina.pt/Backoffice/UserFiles/File/Documentos/Obesidade PORTUGAL.pdf

Miller, M. (2005). Standardisation of spirometry. *European Respiratory Journal*, *26*(2), 319–338. http://doi.org/10.1183/09031936.05.00034805

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *339*(7), b2535. http://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097

Mokdad, A., Marks, J., Stroup, D., & Gerberding, J. (2004). Actual causes of death in the united states, 2000. *JAMA*, *291*(10), 1238–1245. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1001/jama.291.10.1238

Molarius, A., Seidell, J. C., Sans, S., Tuomilehto, J., & Kuulasmaa, K. (2000). Educational level, relative body weight, and changes in their association over 10 years: an international perspective from the WHO MONICA Project. *American Journal of Public Health*, *90*(8), 1260–1268. Retrieved from

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1446346/

Naimark, A., & Cherniack, R. M. (1960). Compliance of the respiratory system and its components in health and obesity. *Journal of Applied Physiology*, *15*(3), 377 LP-382. Retrieved from http://jap.physiology.org/content/15/3/377.abstract

National Task Force on the Prevention and Treatment of Obesity. (2000). Overweight, obesity, and health risk. *Archives of Internal Medicine*, *160*(7), 898–904. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1001/archinte.160.7.898

Neligan, P., Malhotra, G., Fraser, M., Williams, N., Greenblatt, E., Cereda, M., & Ochroch, E. (2009). Continuous positive airway pressure via the Boussignac system immediately after extubation improves lung function in morbidly obese patients with obstructive sleep apnea undergoing laparoscopic bariatric surgery. *Anesthesiology*, *110*(4), 878–884. http://doi.org/10.1097/ALN.0b013e31819b5d8c

Nguyen, N., Lee, S., Goldman, C., Fleming, N., Arango, A., McFall, R., & Wolfe, B. (2001). Comparison of pulmonary function and postoperative pain after laparoscopic versus open gastric bypass: a randomized trial. *Journal of the American College of Surgeons*, *192*(4), 467–469.

Nguyen, N., & Wolfe, B. (2005). The physiologic effects of pneumoperitoneum in the morbidly obese. *Annals of Surgery*, *241*(2), 219–226.

Nielsen, V., Baird, M., McAdams, M., & Freeman, B. (1998). Desflurane Increases Pulmonary Alveolar-Capillary Membrane Permeability after Aortic Occlusion-Reperfusion in Rabbits Evidence of Oxidant-mediated Lung Injury. *Anesthesiology*, *88*(6), 1524–1534. Retrieved from http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=1947411

OMS. (2004). Obesity: preventing and managing the global epidemic. *Technical Report*, (894).

OMS. (2006). Obesity and overweight. Fact Sheet No 311. Retrieved from http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/index.html

OMS. (2016). Obesity. Retrieved October 27, 2016, from http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/obesity

Ordem dos Enfermeiros. (2011a). Regulamento nº 122/2011 - Regulamento das Competências Comuns do Enfermeiro Especialista em Enfermagem de Reabilitação. *Diário Da República, 2.ª Série — N.º 35 — 18 de Fevereiro de 2011*.

Ordem dos Enfermeiros. (2011b). Regulamento nº 125/2011 - Regulamento das Competências Específicas do Enfermeiro Especialista em Enfermagem de

Reabilitação. *Diário Da República, 2ª Série - N.º 35 - 18 de Fevereiro de 2011*, 8658–8659.

Ordem dos Enfermeiros. (2015). Regulamento nº 350/2015 - Regulamento dos Padrões de Qualidade dos Cuidados Especializados em Enfermagem em Enfermagem de Reabilitação. *Diário Da República, 2ª Série – N.º 119 - 22 de Junho de 2015*.

Overdyk, F. J. (2010). Postoperative opioids remain a serious patient safety threat. *Anesthesiology*. United States. http://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181e2c1d9

Overend, T., Anderson, C., Lucy, D., Bhatia, C., Jonsson, B., & Timmermans, C. (2001). The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary complications : a systematic review. *Chest*, *120*(3), 971–978.

Paisani, D., Chiavegato, L., & Faresin, S. (2005). Volumes , capacidades pulmonares e força muscular respiratória no pós-operatório de gastroplastia. *J Bras Pneumol*, *31*(2), 125–132.

Parameswaran, K., Todd, D. C., & Soth, M. (2006). Altered respiratory physiology in obesity. *Canadian Respiratory Journal*, *13*(4), 203–210.

Parreira, V., Coelho, E., Tomich, G., Alvim, A., Sampaio, R., & Britto, R. (2004). Avaliação do volume corrente e da configuração toracoabdominal durante o uso de espirômetros de incentivo a volume e a fluxo, em sujeitos saudáveis: influência da posição corporal. *Rev. Bras. Fisioter*, *8*(I), 45–51.

Parreira, V., Vieira, D., Myrrha, M., Pessoa, I., Lage, S., & Britto, R. (2012). Pletismografia optoeletrônica: uma revisão da literatura. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. scielo.

Pasquina, P., Tramer, M. R., Granier, J.-M., & Walder, B. (2006). Respiratory physiotherapy to prevent pulmonary complications after abdominal surgery: a systematic review. *Chest*, *130*(6), 1887–1899. http://doi.org/10.1378/chest.130.6.1887

Pasquina, P., Tramèr, M. R., & Walder, B. (2003). Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: systematic review. *BMJ : British Medical Journal*, *327*(7428), 1379. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC292987/

Pelosi, P., Croci, M., Ravagnan, I., Tredici, S., Pedoto, A., Lissoni, A., & Gattinoni, L. (1998). The Effects of Body Mass on Lung Volumes, Respiratory Mechanics, and Gas Exchange During General Anesthesia. *Anesthesia & Analgesia*, *87*(3), 654–660. http://doi.org/10.1097/00000539-199809000-00031

Pelosi, P., & Gregoretti, C. (2010). Perioperative management of obese patients. *Best Practice & Research. Clinical Anaesthesiology*, *24*(2), 211–225.

Pereira, M. A. O. (2007). A reabilitação psicossocial no atendimento em saúde mental: estratégias em construção. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, *15*(4), 658–664.

Pestana, D., & Velosa, S. (2008). *Introdução à Probabilidade e à Estatística*. (F. C. Gulbenkian, Ed.) (3ª Edição). Lisboa.

Piper, A. J., & Grunstein, R. R. (2010). Big breathing: the complex interaction of obesity, hypoventilation, weight loss, and respiratory function. *Journal of Applied Physiology*, *108*(1), 199 LP-205. http://doi.org/10.1152/japplphysiol.00713.2009

Porto, E., Tavolaro, K., Kumpel, C., Oliveira, F., Sousa, J., Carvalho, G., & Castro, A. (2014). Comparative analysis between the alveolar recruitment maneuver and breath stacking technique in patients with acute lung injury. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, *26*(2), 163–168. http://doi.org/10.5935/0103-507X.20140024

Poulain, M., Doucet, M., Major, G., Drapeau, V., Sériès, F., Boulet, L.-P., … Maltais, F. (2006). The effect of obesity on chronic respiratory diseases: pathophysiology and therapeutic strategies. *CMAJ : Canadian Medical Association Journal*, *174*(9), 1293–1299. http://doi.org/10.1503/cmaj.051299

Preto, J. (2016). *Relatório de actividades e resultados no CED-O: Centro Hospitalar de São João (não publicado)*. Porto.

Puglia, C. R. (2004). Indicações para o tratamento operatório da obesidade mórbida. *Revista Da Associação Médica Brasileira*. scielo.

Pulletz, S., Elke, G., Zick, G., Schadler, D., Reifferscheid, F., Weiler, N., & Frerichs, I. (2010). Effects of restricted thoracic movement on the regional distribution of ventilation. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, *54*(6), 751–760. http://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2010.02233.x

Qaseem, A., Snow, V., Fitterman, N., Hornbake, E. R., Lawrence, V. A., Smetana, G. W., … Weiss, K. B. (2006). Risk assessment for and strategies to reduce perioperative pulmonary complications for patients undergoing noncardiothoracic surgery: a guideline from the American College of Physicians. *Annals of Internal Medicine*, *144*(8), 575–580.

Rabec, C., Lucas Ramos, P., & Veale, D. (2011). Complicaciones respiratorias de la obesidad. *Archivos de Bronconeumología*, *47*(5), 252–261. http://doi.org/10.1016/j.arbres.2011.01.012

Rafiq, M. K., Bradburn, M., Proctor, A. R., Billings, C. G., Bianchi, S., McDermott, C. J., & Shaw, P. J. (2015). A preliminary randomized trial of the mechanical insufflator-exsufflator versus breath-stacking technique in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Amyotrophic Lateral Sclerosis & Frontotemporal Degeneration*, *16*(7–8), 448–455. http://doi.org/10.3109/21678421.2015.1051992

Rasslan, Z., Saad Junior, R., Stirbulov, R., Fabbri, R. M. A., & Lima, C. A. da C. (2004). Avaliação da função pulmonar na obesidade graus I e II. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, *30*(6), 508–514. http://doi.org/10.1590/S1806-37132004000600004

Ray, C., Sue, D., Bray, G., Hansen, J., & Wasserman, K. (1983). Effects of obesity on respiratory function. *Am Rev Respir Dis*, *128*, 501–506.

Reinius, H., Jonsson, L., Gustafsson, S., Sundbom, M., Duvernoy, O., Pelosi, P., … Freden, F. (2009). Prevention of atelectasis in morbidly obese patients during general anesthesia and paralysis: a computerized tomography study. *Anesthesiology*, *111*(5), 979–987. http://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181b87edb

Reolon, V., Casagrande, J., Lorenzon, I., & Kessler, A. (2009). Treinamento Muscular Ventilatório por Breath-Stacking em Indivíduos Jovens e Hígidos. *X Salão de Iniciação Científica – PUCRS*, 662–664.

Restrepo, R. D., Wettstein, R., Wittnebel, L., & Tracy, M. (2012). Incentive Spirometry: 2011. *Respiratory Care*, *56*(10), 1600 LP-1604. Retrieved from http://rc.rcjournal.com/content/56/10/1600.abstract

Rodrigues-Machado, M. (2008). *Bases da Fisioterapia Respiratória - Terapia Intensiva e Reabilitação*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Rosa, F., Roese, C., Savi, A., Dias, A., & Monteiro, M. (2007). Behavior of the lung mechanics after the application of protocol of chest physiotherapy and aspiration tracheal in patients with invasive mechanical ventilation. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*. scielo. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S0103-507X2007000200005

Sahebjami, H. (1998). Dyspnea in Obese Healthy Men. *Chest*, *114*(5), 1373–1377. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1378/chest.114.5.1373

Salome, C. M., King, G. G., & Berend, N. (2010). Physiology of obesity and effects on lung function. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, *108*(1), 206–211. http://doi.org/10.1152/japplphysiol.00694.2009

Sampol, G., Munoz, X., Sagales, M. T., Marti, S., Roca, A., Dolors de la Calzada, M.,

… Morell, F. (1998). Long-term efficacy of dietary weight loss in sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *European Respiratory Journal*, *12*(5), 1156 LP-1159. Retrieved from http://erj.ersjournals.com/content/12/5/1156.abstract

Sanches, G. D., Gazoni, F. M., Konishi, R. K., Guimarães, H. P., Vendrame, L. S., & Lopes, R. D. (2007). Cuidados intensivos para pacientes em pós-operatório de cirurgia bariátrica. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*. scielo.

Santana, H., Zoico, E., Turcato, E., Tosoni, P., Bissoli, L., Olivieri, M., … Zamboni, M. (2001). Relation between body composition, fat distribution, and lung function in elderly men. *Am J Clin Nutr*, *73*(4), 827–831. Retrieved from http://ajcn.nutrition.org/cgi/content/long/73/4/827

Santana, Souza, R., Martins, A. P., Macedo, F., Rascovski, A., & Salge, J. M. (2006). The effect of massive weight loss on pulmonary function of morbid obese patients. *Respiratory Medicine*, *100*(6), 1100–1104. http://doi.org/10.1016/j.rmed.2005.09.021

Saraswat, V. (2015). Effects of anaesthesia techniques and drugs on pulmonary function. *Indian Journal of Anaesthesia*, *59*(9), 557–564. http://doi.org/10.4103/0019-5049.165850

Sardinha, L. B., Santos, D. A., Silva, A. M., Coelho-e-Silva, M. J., Raimundo, A. M., Moreira, H., … Mota, J. (2012). Prevalence of Overweight, Obesity, and Abdominal Obesity in a Representative Sample of Portuguese Adults. *PLoS ONE*, *7*(10), e47883. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0047883

Sasaki, N., Meyer, M. J., & Eikermann, M. (2013). Postoperative respiratory muscle dysfunction: pathophysiology and preventive strategies. *Anesthesiology*, *118*(4), 961–978. http://doi.org/10.1097/ALN.0b013e318288834f

Schachter, L., Salome, C., Peat, J., & Woolcock, A. (2001). Obesity is a risk for asthma and wheeze but not airway hyperresponsiveness. *Thorax*, *56*(1), 4–8. http://doi.org/10.1136/thorax.56.1.4

Serejo, L. G. G., da Silva-Júnior, F. P., Bastos, J. P. C., de Bruin, G. S., Mota, R. M. S., & de Bruin, P. F. C. (2016). Risk factors for pulmonary complications after emergency abdominal surgery. *Respiratory Medicine*, *101*(4), 808–813. http://doi.org/10.1016/j.rmed.2006.07.015

Shanely, R. A., Zergeroglu, M. A., Lennon, S. L., Sugiura, T., Yimlamai, T., Enns, D., … Powers, S. K. (2002). Mechanical ventilation-induced diaphragmatic atrophy is associated with oxidative injury and increased proteolytic activity. *American*

Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, *166*(10), 1369–1374. http://doi.org/10.1164/rccm.200202-088OC

Sharma, G., & Goodwin, J. (2006). Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clinical Interventions in Aging*, *1*(3), 253–260. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2695176/

Sharp, J., Henry, J., Sweany, S., Meadows, W., & Pietras, R. (1964). The total work of breathing in normal and obese men. *J Clin Invest*, *43*, 728–739.

Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. (2002). Diretrizes para testes de função pulmonar. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, *28*(3), 38. Retrieved from http://www.saude.ufpr.br/portal/labsim/wp-content/uploads/sites/23/2016/07/Suple_139_45_11-Espirometria.pdf

Srinivas, C., Ravi, S., & Madhavi, L. (2011). The Impact of Body Mass Index on the Expiratory Reserve Volume. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, *5*(3), 523–525.

Steier, J., Jolley, C., Seymour, J., Roughton, M., Polkey, M., & Moxham, J. (2009). Neural respiratory drive in obesity. *Thorax*, *64*(8), 719–725. http://doi.org/10.1136/thx.2008.109728

Stenius-Aarniala, B., Poussa, T., Kvarnström, J., Grönlund, E.-L., Ylikahri, M., & Mustajoki, P. (2000). Immediate and long term effects of weight reduction in obese people with asthma: randomised controlled study. *BMJ : British Medical Journal*, *320*(7238), 827–832. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC27319/

Strider, D., Turner, D., Egloff, M. B., Burns, S. M., & Truwit, J. D. (1994). Stacked inspiratory spirometry reduces pulmonary shunt in patients after coronary artery bypass. *Chest*, *106*(2), 391–395.

Sudre, E. (2003). Prevenção de Complicações Respiratórias no Pós-Operatório Fatores de Risco : Prevenção e Pré-Operatório. In *Medicina Perioperatória* (pp. 71–76).

Thomas, J., & McIntosh, J. (1994). Are incentive spirometry, intermittent positive pressure breathing, and deep breathing exercises effective in the prevention of postoperative pulmonary complications after upper abdominal surgery? A systematic overview and meta-analysis. *Physical Therapy*, *74*(1), 3–6.

Thomas, P., Cowen, E., Hulands, G., & Milledge, J. (1989). Respiratory function in the morbidly obese before and after weight loss. *Thorax*, *44*(5), 382–386. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC461837/

Tomich, G., França, D., Túlio, M., Diniz, C., Britto, R., Sampaio, R., & Parreira, V. (2010). Effects of breathing exercises on breathing pattern and thoracoabdominal motion after gastroplasty. *J Bras Pneumol*, *36*(2), 197–204. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132010000200007

Topp, R., Ditmyer, M., King, K., Doherty, K., & Hornyak, J. 3rd. (2002). The effect of bed rest and potential of prehabilitation on patients in the intensive care unit. *AACN Clinical Issues*, *13*(2), 263–276.

Toussaint, M., Boitano, L. J., Gathot, V., Steens, M., & Soudon, P. (2009). Limits of effective cough-augmentation techniques in patients with neuromuscular disease. *Respiratory Care*, *54*(3), 359–366.

Vaughan, R. W., Cork, R. C., & Hollander, D. (1981). The effect of massive weight loss on arterial oxygenation and pulmonary function tests. *Anesthesiology*, *54*(4), 325–328.

Veale, D., Rabec, C., & Labaan, J. P. (2008). Respiratory complications of obesity. *Breathe*, *4*(3), 210 LP-223. Retrieved from http://breathe.ersjournals.com/content/4/3/210.abstract

Ward, H. E., & Nicholas, T. E. (1992). Effect of artificial ventilation and anaesthesia on surfactant turnover in rats. *Respiration Physiology*, *87*(1), 115–129.

Ward, R., Danziger, F., Bonica, J., Allen, G., & Bowes, J. (1966). An evaluation of postoperative respiratory maneuvers. *Surgery, Gynecology & Obstetrics*, *123*(1), 51–54.

Warner, D. O. (2000). Preventing postoperative pulmonary complications: the role of the anesthesiologist. *Anesthesiology*, *92*(5), 1467–1472. Retrieved from http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=1945727

Warner, D. O., Warner, M. A., & Ritman, E. L. (1996). Atelectasis and chest wall shape during halothane anesthesia. *Anesthesiology*, *85*(1), 49–59. Retrieved from http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=2028988

Watson, R. A., & Pride, N. B. (2005). Postural changes in lung volumes and respiratory resistance in subjects with obesity. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, *98*(2), 512–517. http://doi.org/10.1152/japplphysiol.00430.2004

Weindler, J., & Kiefer, R. T. (2001). The efficacy of postoperative incentive spirometry is influenced by the device-specific imposed work of breathing. *Chest*, *119*(6), 1858–1864.

Weiner, P., Waizman, J., Weiner, M., Rabner, M., Magadle, R., & Zamir, D. (1998).

Influence of excessive weight loss after gastroplasty for morbid obesity on respiratory muscle performance. *Thorax*, *53*, 39–42.

Welvaart, W. N., Paul, M. A., Stienen, G. J. M., van Hees, H. W. H., Loer, S. A., Bouwman, R., … Ottenheijm, C. A. C. (2011). Selective diaphragm muscle weakness after contractile inactivity during thoracic surgery. *Annals of Surgery*, *254*(6), 1044–1049. http://doi.org/10.1097/SLA.0b013e318232e75b

Wigfield, C. H., Lindsey, J. D., Muñoz, A., Chopra, P. S., Edwards, N. M., & Love, R. B. (2006). Is extreme obesity a risk factor for cardiac surgery?: An analysis of patients with a BMI ≥ 40. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, *29*(4), 434–440. http://doi.org/10.1016/j.ejcts.2006.01.016

Yap, J., Watson, R., Gilbey, S., & Pride, N. (1995). Effects of posture on respiratory mechanics in obesity. *J Appl Physiol*, *79*, 1199–1205.

Zavorsky, G., & Hoffman, S. (2008). Pulmonary gas exchange in the morbidly obese. *Obesity Reviews : An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, *9*(4), 326–339. http://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2008.00471.x

Zavorsky, G., Murias, J., Kim, D., Gow, J., Sylvestre, J., & Christou, N. (2007). Waist-to-hip ratio is associated with pulmonary gas exchange in the morbidly obese. *Chest*, *131*(2), 362–367. http://doi.org/10.1378/chest.06-1513

Zerah, F., Harf, A., Perlemuter, L., Lorino, H., Lorino, A.-M., & Atlan, G. (1993). Effects of Obesity on Respiratory Resistance. *Chest*, *103*(5), 1470–1476. http://doi.org/10.1378/chest.103.5.1470

Zeve, J. L. de M., Novais, P. O., & Júnior, N. D. O. (2012). Técnicas em cirurgia bariátrica: uma revisão da literatura. *Ciência & Saúde*, *5*(2), 132. http://doi.org/10.15448/1983-652X.2012.2.10966

ANEXOS

ANEXO I – AUTORIZAÇÃO DA COMISSÃO DE ÉTICA PARA A SAÚDE DO CENTRO HOSPITALAR DE SÃO JOÃO/ FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

222/16

Unidade de Investigação

Tomei conhecimento. Nada a opor.

13 de Dezembro de 2016

A Coordenadora da Unidade de Investigação

(Prof.ª Doutora Ana Azevedo)

DIRECÇÃO CLÍNICA
15/12/2016

Aprovado. Ao CA.

(Prof.ª Doutora Ana Azevedo)

AUTORIZADO

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO 22 DEZ 2016

Presidente do Conselho de Administração

Diretor Clínico — Enfermeiro Diretor — Vogal Executivo — Vogal Executivo

Exmo. Senhor

Presidente do Conselho de Administração do

Centro Hospitalar de S. João – EPE

Assunto: Pedido de autorização para realização de estudo de investigação

Nome do Investigador Principal: Sérgio Filipe Alves Vaz

Título do projecto de investigação: Avaliação da eficácia da técnica Breath Stacking na ventilação pulmonar em mulheres obesas submetidas a cirurgia bariátrica

Pretendendo realizar no Serviço de Cirurgia Geral Mulheres do Centro Hospitalar de S. João – EPE o estudo/projecto de investigação em epígrafe, solicito a V. Exa., na qualidade de Investigador, autorização para a sua efectivação.

Para o efeito, anexa toda a documentação referida no dossier da Comissão de Ética do Centro Hospitalar de S. João respeitante a estudos/projectos de investigação, à qual endereçou pedido de apreciação e parecer.

Com os melhores cumprimentos.

Porto, 26 / Agosto / 2016

O INVESTIGADOR

Sérgio Filipe Alves Vaz

ANEXO II – DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

INFORMAÇÃO AO PARTICIPANTE

ESTUDO "*AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA TÉCNICA DE EXPANSÃO PULMONAR BREATH STACKING NA FUNÇÃO RESPIRATÓRIA EM MULHERES OBESAS SUBMETIDAS A CIRURGIA BARIÁTRICA*"

Caro utente

Este documento destina-se a prestar a devida informação relativa ao estudo em que poderá participar.

O presente estudo pretende avaliar a eficácia da técnica de expansão pulmonar Breath Stacking na ventilação pulmonar em mulheres submetidas a cirurgia bariátrica, a qual permite a melhoria da função pulmonar podendo prevenir ou reverter complicações respiratórias no período pós-operatório.

É considerada uma técnica segura não havendo riscos conhecidos decorrentes da sua aplicação.

Para tal, os participantes serão distribuídos aleatoriamente por dois grupos, denominados de controlo e intervenção.

1ª Fase (pré-cirurgia)

Em ambos os grupos serão avaliadas as medidas respiratórias, espirométricas e da função muscular ventilatória. No Grupo de intervenção será realizada a técnica de expansão pulmonar Breath Stacking.

2ª Fase (pós-cirúrgica)

No grupo de intervenção será realizada a técnica de expansão pulmonar Breath Stacking, após as 24hs, 48hs e 72hs pós intervenção cirúrgica. Em ambos os grupos serão avaliadas as medidas respiratórias, espirométricas e da função muscular ventilatória após as 72hs pós intervenção cirúrgica.

Serão ainda coletadas informações relativas à idade, peso e altura.

As informações recolhidas são confidenciais, anónimas e o utente é livre de abandonar ou recusar participar em qualquer uma das fases da investigação.

A investigação foi aprovada pela Comissão de Ética para a Saúde do Centro Hospitalar de S. João – EPE.

A assinatura do consentimento informado atesta que o utente compreende o objetivo deste estudo e quais os procedimentos a que será sujeito.

Obrigado pela sua colaboração

Enfermeiro Sérgio Vaz

CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE

SÃO JOÃO

PARA INVESTIGAÇÃO CLÍNICA

Considerando a "Declaração de Helsinquia" da Associação Médica Mundial (Helsinquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996, Edimburgo 2000, Seoul 2008, Fortaleza 2013)

Designação do Estudo *(em português)*

Avaliação da eficácia da técnica Breath Stacking na função respiratória em mulheres obesas submetidas a cirurgia bariátrica.

Confirmo que expliquei ao participante/representante legal, de forma adequada e compreensível, a investigação referida, os benefícios, os riscos e possíveis complicações associadas à sua realização.

Informação escrita em anexo: ☐ Não ☒ Sim (Nº de páginas 1)

O Investigador responsável

Nome: Sérgio Filipe Alves Vaz _____ legível _____ assinatura

Identificação do participante

Nome: _____

BI/ CC nº: _____

Participante/Representante legal

· Compreendi a explicação que me foi facultada acerca do estudo que se tenciona realizar: os objetivos, os métodos, os benefícios previstos, os riscos potenciais e o eventual desconforto.

· Solicitei todas as informações de que necessitei, sabendo que o esclarecimento é fundamental para uma boa decisão.

· Fui informado da possibilidade de livremente recusar ou abandonar a todo o tempo a participação no estudo, sem que isso possa ter como efeito qualquer prejuízo na assistência que é prestada.

·Declaro não ter sido incluído em nenhum outro projeto de investigação nos últimos três meses.

Concordo com a participação neste estudo, de acordo com os esclarecimentos que me foram prestados, como consta neste documento, do qual me foi entregue uma cópia.

Data: ____/____/____ _____ assinatura

Nome *(Pais/Representante legal)*: _____

BI/ CC nº: _____ Grau de parentesco: _____

Data: ____/____/____ _____ assinatura

△ N.º4 CES-IM004-0

ANEXO III – FICHA DE AVALIAÇÃO

FICHA DE AVALIAÇÃO

(a preencher pelo investigador)

Código	Letra/ nº	/	
Idade		Peso	
Altura		IMC	
Grupo	Controlo ☐	Intervenção ☐	

CRITÉRIOS INCLUSÃO	
Índice de massa corporal (IMC) ≥ 35kg/m2	☐
Paciente em pré-operatório de cirurgia bariátrica	☐
Pós-operatório de cirurgia com entubação orotraqueal e necessidade de anestesia geral	☐
Estabilidade hemodinâmica sem necessidade de drogas vasoativas durante a cirurgia	☐
Com assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido	☐

CRITÉRIOS EXCLUSÃO	
Hábitos tabágicos	☐
Patologia pulmonar, cardíaca ou neuromuscular	☐
Défice cognitivo	☐
Intolerância para a utilização da máscara de Breath Stacking	☐
Necessidade de admissão em unidade de cuidados intensivos	☐
Extubação em período superior a 24 horas após a cirurgia	☐
Nível de consciência no pós-operatório incompatível com a realização da técnica de Breath Stacking	☐

	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO		
		24 hs	**48 hs**	**72 hs**
Técnica B.S.	☐	☐	☐	☐
SpO2				
FR				
CVF				
VEF1				
PIm				
PEm				

ANEXO IV – MATERIAL UTILIZADO

Espirómetro

Bocal espirómetro

Clipe nasal

Oxímetro

Manómetro

Filtro

Válvula unidirecional

Máscara facial

Bocal e tubo de 20 cm

Kit avaliação pressões respiratórias

Kit técnica Breath Stacking

ANEXO V – GRÁFICOS DA NORMALIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DOS PARÂMETROS DA VARIAVEL INDEPENDENTE

Gráfico 6 – Normalidade da distribuição do parâmetro capacidade vital forçada

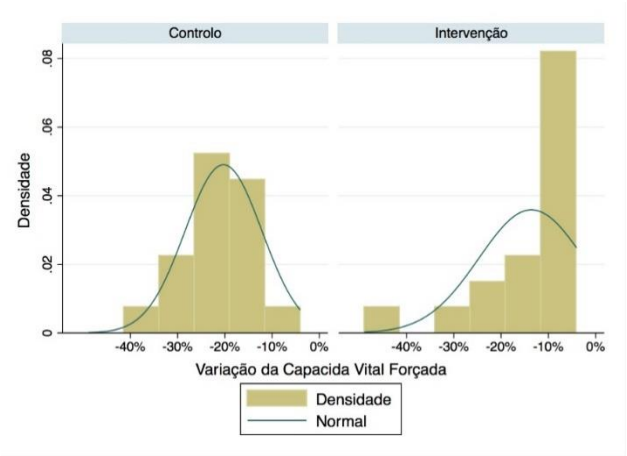


Gráfico 7 – Normalidade da distribuição do parâmetro volume expiratório forçado no primeiro segundo

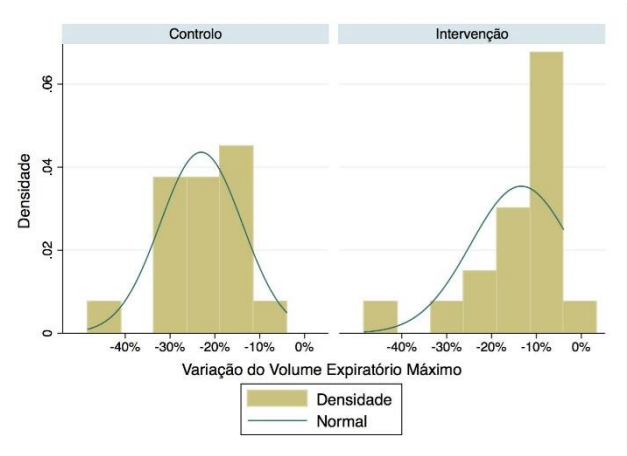


Gráfico 8 – Normalidade da distribuição do parâmetro pressão inspiratória máxima

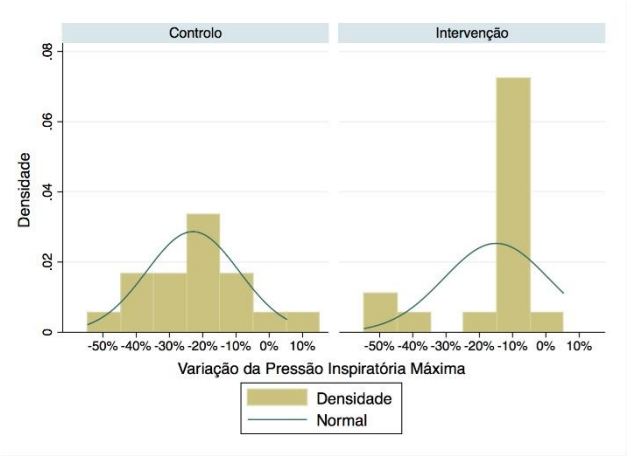


Gráfico 9 – Normalidade da distribuição do parâmetro pressão expiratória máxima

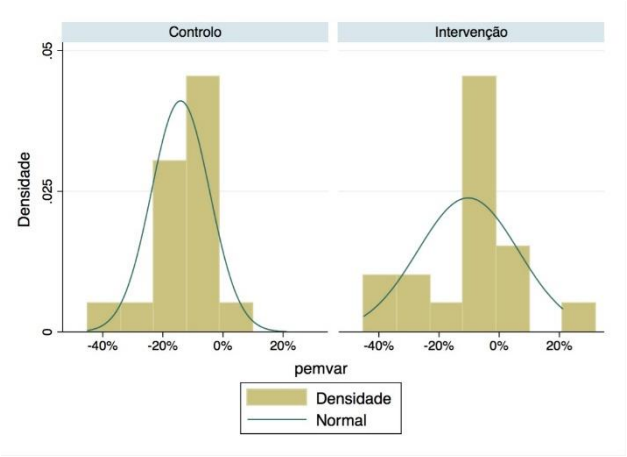
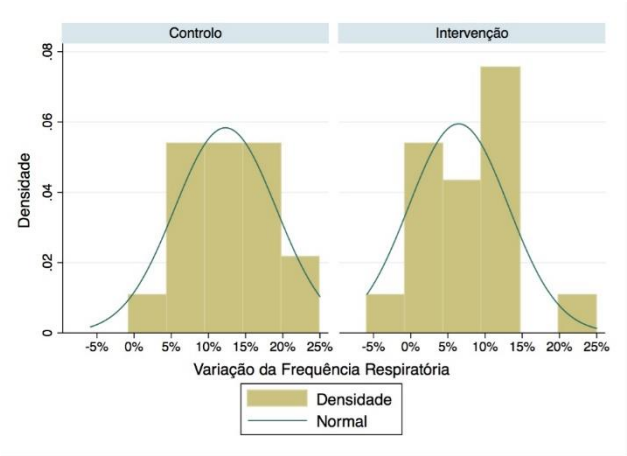



Gráfico 10 – Normalidade da distribuição do parâmetro frequência respiratória