

**INFLUÊNCIA DA PERDA DE PESO NA MELHORA DAS VARIÁVEIS ESPIROMÉTRICAS  
 E NA CAPNOGRAFIA VOLUMÉTRICA: UM ESTUDO DE CASO**

Débora Aparecida Oliveira Modena<sup>1</sup>, Marcos Mello Moreira<sup>2</sup>  
 Ilma Aparecida Paschoal<sup>1</sup>, Mônica Corso Pereira<sup>1</sup>  
 Luiz Claudio Martins<sup>2</sup>, Letícia Baltieri<sup>1</sup>  
 Renata Cristina Gobato<sup>2</sup>, Elaine Cristina Candido<sup>2</sup>  
 Ana Maria Neder<sup>1</sup>, Everton Cazzo<sup>3</sup>, Elinton Adami Chaim<sup>4</sup>

**RESUMO**

A obesidade provoca alterações importantes na função pulmonar, e alguns exames, como espirometria e capnografia volumétrica (VCap), podem ajudar a diagnosticar essas complicações. Objetivo foi descrever a influência da perda de peso na melhora da função pulmonar. Foi avaliado um indivíduo com obesidade mórbida grau III, que participou da abordagem de perda de peso multidisciplinar do HC da Unicamp e foi submetido a avaliações iniciais e finais de medidas antropométricas e da função pulmonar. Foi realizada espirometria, capnografia volumétrica e risco de desenvolvimento da Apneia do Sono pelo questionário de Berlim. Após a perda de peso de 90kg, IMC de 28kg / m<sup>2</sup>, observou-se melhora nos valores espirométricos no primeiro e segundo momentos nas variáveis de capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório final no primeiro segundo (FEV1), fluxo expiratório final. Já na capnografia volumétrica houve aumento do volume minuto alveolar [MValv (L)], volume minuto do espaço morto das vias aéreas [MVd aw (L)], pico de fluxo expiratório e [PFE (L / min)]. A classificação de risco para o desenvolvimento da apneia obstrutiva do sono evoluiu de alto a baixo risco. Conclusão: A abordagem multidisciplinar da perda de peso é uma ferramenta importante para auxiliar o indivíduo no processo de emagrecimento de forma educativa e saudável. A perda de peso ocorre como resultado do esforço e da aprendizagem e leva a benefícios para a saúde, como melhora da função e mecânica pulmonar e qualidade do sono.

**Palavras-chave:** Obesidade. Emagrecimento. Função pulmonar. Mecânica pulmonar. Espirometria e capnografia volumétrica.

1-Departamento de Cirurgia, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas-SP, Brasil.

**ABSTRACT**

Influence of losing weight in volumetric capnography and spirometry variables improvement: a case study

Obesity causes important changes in lung function, and some tests, such as spirometry and volumetric capnography (VCap), may help diagnose these complications. Objective was to describe the influence of weight loss on improvement of lung function. An individual with morbid obesity grade III, who participated in the multidisciplinary weight loss approach of the HC of Unicamp and was submitted to initial and final evaluations of anthropometric measures and pulmonary function, was evaluated. Spirometry, volumetric capnography and risk of developing sleep apnea were performed by the Berlin questionnaire. After weight loss of 90 kg, BMI of 28 kg / m<sup>2</sup>, improvement in spirometric values was observed in the first and second moments in the variables of forced vital capacity (FVC), final expiratory volume in the first second (FEV1), final expiratory flow. In volumetric capnography, there was an increase in alveolar minute volume [MValv (L)], minute volume of airway space [MVd aw (L)], peak expiratory flow and [PEF (L / min)]. risk for the development of obstructive sleep apnea has evolved from high to low risk. Conclusion: The multidisciplinary approach to weight loss is an important tool to assist the individual in the process of losing weight in an educational and healthy way. Weight loss occurs as a result of effort and learning and leads to health benefits such as improved lung function and mechanics and quality of sleep.

**Key words:** Obesity. Weight loss. Pulmonary function. Pulmonary Mechanics. Spirometry and Volumetric Capnography.

2-Programa de pós-graduação em Ciências da Cirurgia, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas-SP, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Existem no mundo mais de um bilhão de adultos com sobrepeso e aproximadamente 300 milhões de adultos obesos, e no futuro próximo cerca de 60% da população mundial deve ter algum problema de saúde relacionado à obesidade (Brasil, 2014; Salome e colaboradores, 2010).

A obesidade pode estar associada a 26 tipos de doenças, o que justifica a maior preocupação da área médica em relação às comorbidades e complicações que podem até ocasionar a morte prematura dos pacientes (Guh e colaboradores, 2009; Salome e colaboradores, 2010).

A obesidade pode levar a alterações pulmonares, pois a redução da complacência torácica e pulmonar devido à deposição de tecido adiposo na região central do tronco dificulta a distensão da parede torácica e abdominal ao final da expiração, levando a um quadro retentor com conseqüente prejuízo mecânica pulmonar (Alami e colaboradores, 2007; Cawley e colaboradores, 2010; Guh e colaboradores, 2009; Jones e Nzekwu, 2006; Salome e colaboradores, 2010).

No ambulatório de cirurgia bariátrica do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), os pacientes são assistidos por um grupo multidisciplinar de preparo pré-operatório para cirurgia bariátrica, composto pela equipe de enfermagem, nutrição, fisioterapia e médicos, a fim de orientar / estimular a perda de peso de forma saudável (Brasil, 2014)

Após quatro a seis meses de acompanhamento no grupo pré-operatório e atingir os critérios de elegibilidade, os pacientes e seus familiares são aconselhados sobre a cirurgia bariátrica, seus cuidados intra e pós-operatórios e quando optam realizam a cirurgia bariátrica de Y-Rox.

Durante o período no programa multidisciplinar, os pacientes realizam uma série de exames pré e pós-operatórios e testes de função pulmonar, como espirometria (teste de função pulmonar), capnografia volumétrica (VCap) e respondem ao questionário de Berlim.

A espirometria avalia quantitativa e qualitativamente aspectos da função pulmonar, como o fluxo e o volume de ar nos pulmões.

Já a VCap, é uma ferramenta amplamente utilizada durante os procedimentos cirúrgicos e, mais

recentemente, também passou a ser utilizada para monitorar as trocas gasosas através da produção e do padrão de valores de eliminação do dióxido de carbono CO<sub>2</sub> durante a respiração espontânea. Ambos os exames requerem a colaboração do indivíduo avaliado (Mariana e colaboradores, 2017; Veronez e colaboradores, 2014).

O QB é hoje um dos instrumentos mais reconhecidos, cujo objetivo é rastrear o risco de desenvolvimento da SAOS.

O questionário consiste em três categorias de questões com pontuação de 1 a 2 pontos de acordo com a resposta dada pelo indivíduo avaliado (Faria e colaboradores, 2014; Vaz e colaboradores, 2011).

Neste estudo, descrevemos um paciente submetido à VCap, à espirometria e ao questionário de Berlim (QB) para avaliar o risco de apneia obstrutiva do sono (AOS) no início de seu acompanhamento, ou seja, fase 1 e evolução até a perda de peso, fase 2 (60kg).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este é um estudo de caso, que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP (CEP: 1.181.716); o participante assinou o termo de consentimento livre e esclarecido.

### Participante

Foi selecionado um homem de 19 anos que participou do grupo multidisciplinar de preparo pré-operatório para cirurgia bariátrica do HC da Unicamp. Ele iniciou o tratamento em 2017, pesando 208kg, IMC 67,3Kg / m<sup>2</sup>, relação cintura / quadril (RCQ): 0,95 e circunferência cervical (CC) de 45cm, durante um ano e dois meses.

Durante sua participação no programa multidisciplinar, ele foi supervisionado e orientado por uma equipe de médicos, enfermeiros, psicólogos, nutricionistas e fisioterapeutas sobre os riscos da obesidade e suas complicações.

O paciente teve uma perda de peso média semanal de 2.294kg chegando a 90kg com IMC 28 Kg / m<sup>2</sup>, RCQ: 0,71 e CC: 36,5cm.

Após perder 118kg, o paciente optou por não realizar a cirurgia e continuou seguindo as orientações da equipe multidisciplinar.

Ao atingir 150Kg (Fase 1) e 90Kg (Fase 2), o paciente foi submetido aos exames de VCap (CO2SMO Plus Dixtal / Novamatrix, Respironics, Murrsville, PA) e espirometria (nnd, EasyOneTM).

O exame VCap levou cerca de 10 minutos e foi realizado sempre pelo mesmo fisioterapeuta. O participante foi convidado a ficar na posição sentada confortavelmente e descansar por 5 minutos, enquanto as instruções para o exame eram fornecidas.

Antes do exame, o paciente foi encorajado a beber água para evitar o desconforto que poderia ser causado pela respiração bucal (por exemplo, garganta seca, tosse, etc).

Depois disso, um clipe nasal foi colocado para evitar a saída de ar pelas narinas e o indivíduo foi solicitado a respirar regularmente em ar ambiente através de um bocal mantido pela mão dominante e conectado aos sensores do capnógrafo.

O participante foi solicitado a respirar regularmente por alguns segundos para se adaptar a esta situação e, em seguida, o registro digital on-line (software Analysis Plus®) dos ciclos respiratórios começou e continuou por 5 minutos. Um sensor de oximetria de pulso foi instalado no dedo indicador.

Ao final da coleta de dados, selecionou-se uma sequência off-line dos ciclos respiratórios dos sujeitos para acomodar uma variação <15% para o volume corrente expiratório e <5% para a pressão parcial da concentração de CO<sub>2</sub> (ETCO<sub>2</sub>).

No entanto, as sequências que mostraram inclinação do P2Slp e P3Slp igual a zero foram eliminadas, bem como valores discrepantes (Modena e colaboradores, 2017).

Através dos testes e QB, foram observados efeitos benéficos da perda de peso na função e mecânica respiratória (Quadro 1, 2).

## DISCUSSÃO

No teste VCap (Quadro 1), Pulso, SpO<sub>2</sub> e FR dificilmente variaram. Por outro lado, a MV alv (L), MVD aw (L), apresentou um aumento significativo (de 9,2 para 13,27 e, de 1,44 para 2,19, respectivamente); na fase inspiratória houve deslocamento de um volume menor de ar, pois a gordura abdominal restringiu os movimentos de contração e descida do diafragma.

Devido à perda de peso, o pulmão atingiu maior capacidade de insuflação, aumento do volume corrente e, conseqüentemente, melhora na ventilação alveolar.

**Quadro 1 - Dados do VCap na Fase 1 e na Fase 2.**

<b>Capnografia Volumétrica</b>			
	<b>Fase 1 (150 kg)</b>	<b>Fase 2 (90 kg)</b>	<b>Variação (%)</b>
MV alv (L)	9,20	13,27	47,55
MVd aw (L)	1,44	2,19	34,25
FR (rpm)	9,83	9,71	1,23
VCO <sub>2</sub> (mL/min)	307,88	304,33	-1,17
ETCO <sub>2</sub> (mmHg)	32,63	22,14	-47,38
PEF (L/min)	27,31	40,86	49,85
VCO <sub>2</sub> /br (mL)	31,02	30,63	-1,27
P2Slp (mmHg/L)	291,90	101,90	-186,44
P3Slp (mmHg/L)	4,77	3,32	-43,62
FC (bpm)	76,00	70,00	-8,57
SpO <sub>2</sub> (%)	98%	98%	0%
PIF (L/min)	34,66	48,77	40,71
Ti (sec)	2,66	2,98	12,28
Te (sec)	3,45	3,32	-3,15
RBSI (mL/br)	9,35	6,48	-44,38

**Legenda:** VM alv (L) = volume minuto alveolar; MVd aw (L) = volume espaço morto anatômico; FR (cpm) = frequência respiratória; VCO<sub>2</sub> (mL / min) = produção de gás de carbonico; ETCO<sub>2</sub> (mmHg) concentração final expiratória de gás carbonico; PEF (L / min) = pico de fluxo expiratório; VCO<sub>2</sub> / br (mL) produção de gás carbonico por respiração; P2Slp (mmHg / L) = inclinação do slope 2; P3Slp (mmHg / L) = inclinação do slope 3; FC (bpm) = frequência cardíaca; SpO<sub>2</sub> (%) = saturação de oxigênio; PFI (L / min) = pico de fluxo inspiratório; Ti (seg) = tempo inspiratório; Te (seg) = tempo expiratório; RBSI (RR / L) = índice de Tobin.

A resistência que a adiposidade oferecida nas vias aéreas condutoras poderia ser evidenciada pela medida do CC, enfatizando a expansão e acomodação do volume de ar na zona condutiva e reforçando a literatura que estabelece que a obesidade afeta a função pulmonar através de um processo restritivo (Faria e colaboradores, 2014; Mariana e colaboradores, 2017; Modena e colaboradores, 2017).

A produção total de dióxido de carbono em mL / min,  $VCO_2$  e a produção pelo ciclo respiratório,  $VCO_2$  / br, não apresentaram variações, o que não ocorreu com a pressão de  $CO_2$  ao final da expiração ( $ETCO_2$ ) variando de 32,63 a 22,14mmHg, considerando aumento da VM alv (L) (de 9,2 para 13,27), melhora da PFE (L / min) (de 27,31 para 40,86).

Outra variável que demonstrou melhora na ventilação alveolar foi P2Slp (mmHg / L) e P3Slp (mmHg / L); de 291,90 a 101,90 (melhoria de 186,44%) e de 4,77 a 3,32, respectivamente; além disso, aumento de PFI (melhora de 40,71%).

Segundo Ferreira e colaboradores (2017), indivíduos jovens com obesidade apresentam um aumento do volume pulmonar devido a uma resposta causada pelo aumento da demanda cardiopulmonar secundária a alterações na estrutura corporal, que é diferente daquela de um indivíduo adulto.

Modena e colaboradores (2018) avaliaram dados da VCap de indivíduos com e sem obesidade e observaram que indivíduos obesos são propensos a apresentar uma

ventilação mais efetiva durante a respiração espontânea. Nesse caso, após a perda de peso, o aumento da ventilação alveolar foi ainda maior e um pouco mais efetivo.

Outros autores correlacionam a inclinação (diminuição) de PSlp 2 e PSlp 3 com doenças que afetam o sistema circulatório pulmonar (por exemplo, tromboembolismo pulmonar); em doenças que restringem a mecânica pulmonar (por exemplo, fibrose pulmonar idiopática), há poucas evidências na literatura atual.

As variáveis espirométricas apresentaram melhora após a perda de peso. A CVF e o VEF1 foram inicialmente baixos, sugerindo uma doença pulmonar restritiva leve (Faria e colaboradores, 2014; Mariana e colaboradores, 2017).

O VEF1 / CVF estava normal, isto é, sem presença de obstrução. MEF25-75% (L / s) estava no limite inferior para obstrução de pequenas vias aéreas. Após a perda de peso, a CVF, VEF1 e MEF 25-75% (L / s) apresentaram um aumento de 9,33%; 19,72% e 34,4%, respectivamente, que fala em favor da "normalização" da complacência pulmonar e menor compressão nas pequenas vias aéreas (Quadro 2).

Essas melhorias ocorrem devido à eliminação do fator extrínseco, isto é, adiposidade central observada na variável RCQ, que atuou como componente mecânico restritivo, dificultando a expansão pulmonar (Mafort e colaboradores, 2014; Modena e colaboradores, 2018).

**Quadro 2 - Dados da Espirometria e Questionário de Berlim Fase 1 e Fase 2.**

Espirometria				
	Fase 1 (150kg)		Fase 2 (90kg)	
	Melhor	Previsto %	Melhor	% Previsto
FVC (L)	4,63 (6,16)	75	4,33 (5,29)	82
FEV <sub>1</sub>	3,87 (5,46)	71	4,06 (4,76)	85
FEV <sub>1</sub> /FVC	83,70 (94,00)	89	93,80 (94,00)	100
MEF <sub>25-75%</sub> (L/s)	83,7 (6,57)	61	4,61 (5,59)	82
FIVC (L)	83,70 (6,16)	78	4,10 (5,29)	77
Questionário de Berlim				
Fase 1 (150kg)			Fase 2 (90kg)	
Alto risco (7 points)			Baixo risco (7 points)	

**Legenda:** CVF = capacidade vital forçada; VEF1 = volume expiratório final no primeiro segundo; VEF1 / CVF (%) = volume expiratório final no primeiro segundo / capacidade vital forçada; MEF25-75% (L / s) = fluxo expiratório médio; FIVC (L) = capacidade vital forçada inspiratória.

Bhammar e colaboradores (2016) observaram que indivíduos obesos apresentam uma respiração cujos volumes e

fluxos pulmonares são baixos e com alto custo de oxigênio devido ao excesso de peso e gordura na parede torácica, seja durante

repouso ou exercício. Isso contribui para um padrão respiratório único, geralmente observado em indivíduos obesos, com altas taxas respiratórias e baixos volumes, caracterizando uma respiração rápida e superficial (aumento do índice de Tobin).

Há evidências apontando que a perda de peso moderada leva a uma melhora dos volumes pulmonares durante o exercício, redução da carga ventilatória da respiração, o que leva a uma diminuição do gasto metabólico durante o resto do exercício; Essas melhorias estão fortemente associadas às mudanças na distribuição da gordura após a perda de peso (Bhammar e colaboradores, 2016).

Pacientes obesos já têm predisposição ao desenvolvimento de apneia obstrutiva do sono (AOS). Na Fase 1, o QB classificou o paciente como de alto risco (7 pontos) para o desenvolvimento de AOS, enquanto na Fase 2 foi considerado de baixo risco (1 ponto).

Além disso, o paciente relatou melhora na qualidade do sono e mais disposição para as atividades do dia-a-dia (Faria e colaboradores, 2014).

Um estudo recente de Modena e colaboradores (2018) revelaram que o QB é uma ferramenta eficaz e confiável para avaliar a prevalência de AOS entre indivíduos obesos e que esta doença está diretamente relacionada com o acúmulo de gordura no pescoço, o que leva a um aumento na circunferência cervical e diminui a espaço disponível na laringe para o fluxo de ar.

O presente estudo mostrou uma relevância significativa na prática clínica, bem como para levar a uma perspectiva futura, especialmente porque mostrou a importância de acompanhar em série a função pulmonar de indivíduos com obesidade durante o processo de perda de peso por meio exames não invasivos e de baixo custo.

## CONCLUSÃO

A abordagem multidisciplinar foi o ápice para uma perda de peso segura e eficaz, cuja consequência foi a melhora das alterações patofisiológicas relacionadas à obesidade da função pulmonar e mecânica.

A espirometria mostrou-se confiável e a VCap foi uma ferramenta importante para complementar esses achados. Assim, um exame não substitui o outro, mas ambos complementam os achados um do outro.

## REFERENCIAS

1-Alami, R.S.; Morton, J.M.; Schuster, R.; Lie, J.; Sanchez, B.R.; Peters, A. Is there a benefit to preoperative weight loss in gastric bypass patients? A prospective randomized trial. *Surg Obes Relat Dis.* Vol. 3. Núm. 2. 2007.p.141-145.

2-Bhammar, M.D.; Stickford, L.J.; Bernhardt, V.; Babb, G.T. Effect of weight loss on operational lung volumes and oxygen cost of breathing in obese women. *Int J Obes.* Vol 40. Núm. 6. 2016. p.998-1004.

3-Brasil. Ministério da Saúde: Pan American Health Organization. Perspectives and challenges in caring for people with obesity in the SUS. 2014. p.116.

4-Cawley, J.; Sweeney, J. M.; Kurian, M. Predicting Complications after Bariatric Surgery using Obesity-Related Co-morbidities. *Obesity Surgery.* Núm. 17. 2010. p. 1451-1456.

5-Faria, G.A.; Ribeiro, G.O.A.M.; Marson, L.A.F.; Schivinski, S.I.C.; Severino, D.S.; Ribeiro, D.J.; Filho, B.A.A. Effect of exercise test on pulmonary function of obese adolescents. *J Pediatr (Rio J).* Vol. 90. Núm. 3. 2014. p.242-249.

6-Guh, D.; Zhang, W.; Bansback, N.; Amarsi, Z.; Birmingham, C.L.; Anis, A.H. The incidence of comorbidities related to obesity and overweight: a systematic review and metaanalysis. *BMC Public Health.* Vol. 9. 2009. p.88-120.

7-Jones, R.L.; Nzekwu, M-MU. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest journal.* Vol .130. Núm. 3. 2006. p.827-833.

8-Mafort, T.; Madeira, E.; Madeira, M.; Guedes, E.; Moreira, R.; Mendonça, L. Six-Month Intra-gastric Balloon Treatment for Obesity Improves Lung Function, Body Composition, and Metabolic Syndrome. *Obesity Surgery.* Vol. 24. Núm. 2. 2014. p.232-240.

9-Mariana, S.; Ferreira, S.M.; Mendes, T.; Marson, A.L.F.; Mariana, P.; Zambon, P.M.; Antonio, A.R.G.M.M.; Paschoal, A.I.; Toro, A.D.C.A.; Severino, D.S.; Ribeiro, A.G.O.M.; Ribeiro, D.J. Spirometry and volumetric

capnography in lung function assessment of obese and normal-weight individuals without asthma. *J Pediatr (Rio J)*. Vol. 93. Núm. 4. 2017. p.398-405.

10-Modena, O.A.D.; Cazzo, C.C.E.; Baltieri, L.; Silveira, B.J.L.; Almeida, M.A.N.; Gobato, C.R.; Elinton Adami Chaim, AE. Obstructive sleep apnea syndrome among obese individuals: A cross-sectional study. *Rev Assoc Med Bras*. Vol. 63. Núm. 10. 2017. p.862-868.

11-Modena, O.A.D.; Moreira, M.M.; Paschoal, A.I.; Pereira, C.M.; Cláudio, C.L.; Cazzo, E.V.; Chaim, A.E. Respiratory evaluation through volumetric capnography among grade III obese and eutrophic individuals: a comparative study. *São Paulo Med. J.* 2018.

12-Salome, M.; King, K. G.; Berend, N. Physiology of obesity and effects on lung function Chery. *J Appl Physiol*. Vol. 108. 2010. p.206-211.

13-Vaz, A.P.; Drummond, M.; Mota, P. Caetano.; Severo, M.; Almeida, J.; Winck, J. Carlos. Tradução do Questionário de Berlim para língua Portuguesa e sua aplicação na identificação da SAOS numa consulta de patologia respiratória do sono. *Rev Port Pneumol*. Vol. 17. 2011. p.59-65.

14-Veronez, L.; Pereira, M.C.; Silva, S.M.; Barcaui, L.A.; Capitani, E.M.; Moreira, M.M.; Paschoal, I.A. Volumetric capnography for the evaluation of chronic airways diseases. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. Vol. 23. Núm. 9. p. 983-989.

3-Divisão de Cirurgia Gastrointestinal, Departamento de Cirurgia, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade de Campinas (Unicamp), Campinas-SP, Brasil.

4-Divisão de Cirurgia, Departamento de Cirurgia, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade de Campinas (Unicamp), Campinas-SP, Brasil.

E-mails dos autores:

de\_modena@yahoo.com.br

tucamm@yahoo.com.br

ilma@mpc.com.br

moncorso@gmail.com

lcaludio@fcm.unicamp.br

lbaltieri@yahoo.com.br

rcgobato@gmail.com

elainecandido@hc.unicamp.br

anader@unicamp.br

evertoncazzo@yahoo.com.br

chaim@hc.unicamp.br

Endereço para correspondência:

Débora A Oliveira Modena.

Rua José Magrini.

Bairro Saúde, Mogi Mirim-SP.

Hospital de Clínicas, Ambulatório de Cirurgia.

CEP: 13800-479.

Recebido para publicação em 24/01/2019

Aceito em 21/06/2019

### **Conflito de interesses**

Os autores declaram não ter conflito de interesse.

### **Fontes de financiamento**

Este trabalho contou com o apoio da CAPES - Fundação de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.