



**Escola Superior de Saúde  
Politécnico do Porto**

**Mariana Duarte Lopes de Sousa**

---

**Efeitos do treino dos músculos inspiratórios na capacidade  
pulmonar em jovens atletas de basquetebol do sexo masculino**

---

**Estudo randomizado controlado**

Dissertação submetida à Escola Superior de Saúde Politécnico do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia – Opção Cardiorrespiratória realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Rui Viana da Área Técnico-Científica de Fisioterapia e coorientação do Professor Doutor Pedro Monteiro da Área Técnico-Científica de Ciências Funcionais.

Setembro de 2017

## **Efeitos do treino dos músculos inspiratórios na capacidade pulmonar em jovens atletas de basquetebol do sexo masculino**

Mariana Sousa<sup>1</sup>, Rui Viana<sup>2</sup>, Pedro Monteiro<sup>3</sup>, Cláudia Barrias<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ESS-Escola Superior de Saúde Instituto Politécnico do Porto

<sup>2</sup>UFP-Universidade Fernando Pessoa

<sup>3</sup>ESS-Escola Superior de Saúde Instituto Politécnico do Porto

### **Resumo**

**Introdução:** Os músculos inspiratórios podem interferir no desempenho dos atletas, promovendo vasoconstrição periférica e fadiga no sistema músculo-esquelético. Assim, o treino dos músculos inspiratórios (TMI) poderá ser útil na inibição do reflexo metabólico respiratório, retardando a instalação de fadiga, melhorando capacidades respiratórias e a realização de exercício de forma mais eficaz. **Objetivo:** Avaliar os efeitos do TMI na função pulmonar em jovens atletas de basquetebol. **Métodos:** Vinte atletas de basquetebol, juniores, do sexo masculino, foram randomizados e divididos em grupo experimental (GE) e grupo controlo (GC), ambos com 10 elementos. Todos os indivíduos foram avaliados em dois momentos, antes da aplicação do TMI e 6 semanas após a aplicação do mesmo. O GE (15.00±2.00 anos) efetuou o TMI durante 6 semanas recorrendo a um *threshold*, tendo sido submetido a duas séries de 30 repetições a 50% da pressão inspiratória máxima enquanto o GC (16.00±2.00 anos) não efetuou qualquer tipo de treino respiratório. Nos dois momentos de avaliação foram registados os valores de: Volume Corrente (VC), Capacidade Vital (CV), Volume de Reserva Inspiratório (VRI), Volume de Reserva Expiratório (VRE), Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) e Ventilação Voluntária Máxima (VVM). **Resultados:** Não se verificaram diferenças significativas nas características antropométricas. Observou-se um aumento estatisticamente significativo do VRI (p=0,005), VEF<sub>1</sub>/CVF (p=0,005), VVM (p=0,005), CV (p=0,007), VRE (p=0,047), entre a 1ª e a 2ª avaliação no GE. No GC, não se verificou qualquer melhoria significativa. **Conclusão:** O protocolo de 6 semanas de TMI, através da utilização do *threshold* parece produzir efeitos positivos na função pulmonar em jovens atletas de basquetebol.

**Palavras-chave:** Basquetebol, Espirometria, Função Pulmonar, *Threshold*, Treino Muscular Inspiratório.

## **Abstract**

**Background:** The inspiratory muscles may interfere with the athletes' performance, leading to a peripheral vasoconstriction reaction that results in the early fatigue of the musculoskeletal system. Thus, inspiratory muscle training (IMT) may be a useful modality to inhibit the respiratory metabolic reflex, delaying the installation of fatigue, improving respiratory capacities and consequently allowing the exercise to be carried out more efficiently. **Aim:** To evaluate the effects of IMT on pulmonary function in young basketball athletes. **Methods:** Twenty male junior basketball players participated in the study. Athletes were randomly assigned to an experimental group (EG) or to a control group (CG), with 10 participants in each group. The EG ( $15.00 \pm 2.00$  years) participated in a 6-week IMT program using a threshold, (two sets of 30 repetitions at 50% of maximal inspiratory pressure) while the CG ( $16.00 \pm 2.00$  years) did not perform any type of respiratory training. The pulmonary function of all subjects were evaluated at baseline and the after the IMT program. In the two moments of evaluation, the following parameters were assessed: Tidal Volume (TV), Vital Capacity (VC), Inspiratory Reserve Volume (IRV), Expiratory Reserve Volume (ERV), Forced Expiratory Volume in the first second (FEV1) and Maximum Voluntary Ventilation (MVV). **Results:** No significant differences were found in the anthropometric characteristics. A statistically significant increase in IRV ( $p = 0.005$ ), VEF1/FVC ( $p = 0.005$ ), MVV ( $p = 0.005$ ), VC ( $p = 0.007$ ), ERV ( $p=0,047$ ) was found in the EG. On the contrary, the pulmonary function of the CG did not change. **Conclusion:** The 6-week IMT protocol, using a threshold, seems to have produced a positive effect on lung function in male young basketball athletes.

**Keywords:** Basketball, Inspiratory Muscle Training, Pulmonary function, Spirometry, *Threshold*.

## 1. Introdução

O basquetebol é um desporto de equipa com muitos desafios, desafios esses que envolvem três fatores importantes: esforços repetidos de alta intensidade, que levam a ventilação ao seu limite; solicitação e contribuição dos músculos do *Core*, nomeadamente mudar de direção rapidamente, passar a bola, defender a bola de outros adversários; para além de requerer ainda decisões táticas durante os jogos, ao mesmo tempo em que o desconforto da ventilação se faz sentir de forma acentuada (McConnell, 2011).

Tratando-se de um desporto tipicamente de esforço intermitente, a prática de basquetebol depende do metabolismo aeróbico para a realização dos gestos técnicos e do metabolismo anaeróbico para a realização de transições ofensivas e defensivas de alta intensidade. Desta forma, características como a força, a velocidade e a aptidão cardiorrespiratória são preponderantes para o elevado desempenho do atleta de basquetebol (Castagna et al., 2010). De facto, no estudo realizado por Abdelkrim, Fazaa e Ati (2007), os autores demonstraram que o desempenho de atletas de basquetebol, mesmo no escalão de juniores, depende em grande parte da sua aptidão cardiorrespiratória, a qual diminui, progressivamente, durante o jogo, impedindo-os de continuar a jogar a elevados níveis de intensidade.

Neste sentido, o treino dos atletas de basquetebol, para além dos exercícios técnicos e táticos inerentes à própria modalidade, engloba habitualmente uma componente de treino de fortalecimento dos músculos locomotores assim como da aptidão cardiorrespiratória (Hajghanbari et al., 2013). Não obstante, a exigência competitiva da prática desportiva, leva a uma procura constante de novas estratégias que permitam aos atletas melhorarem o seu desempenho. Deste modo, o treino dos músculos respiratórios, mais especificamente o treino dos músculos inspiratórios (TMI), tem sido objeto de atenção crescente por parte da comunidade científica, como uma estratégia passível de melhorar o desempenho de atletas de várias modalidades, entre as quais o basquetebol (Hajghanbari et al., 2013; Vasconcelos et al., 2017). No entanto, embora o TMI pareça possuir benefícios, pois poderá permitir um maior aporte de oxigénio ( $O_2$ ) aos tecidos, o que resulta num melhor desempenho físico, a sua implementação prática é frequentemente negligenciada (Charususin et al., 2013).

Do ponto de vista fisiológico, o sistema respiratório e o seu centro de regulação controlam a produção aumentada de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) que resulta da realização de exercício físico explosivo ou de exercício físico mantido por longos períodos (McConnell e Griffiths, 2010; Tong et al., 2012). Estudos recentes sugerem que os músculos inspiratórios podem interferir no desempenho dos atletas, uma vez que quando existem condições

físicas de maior esforço, a produção de radicais livres excede a capacidade de eliminação dos mesmos e o reflexo metabólico simpático é ativado, levando a uma reação de vasoconstrição periférica que resulta na instalação de fadiga no sistema músculo-esquelético e, conseqüentemente, na redução da intensidade do exercício (Callegaro et al., 2011; Sheel et al., 2001).

De acordo com McConnell e Lomax (2003), a entrada em fadiga ao nível dos músculos inspiratórios, provoca uma diminuição da capacidade ventilatória, conduzindo a um aumento da atividade vasoconstritora simpática a nível muscular, que conduz a uma diminuição do fluxo sanguíneo nas regiões periféricas, comprometendo a perfusão sanguínea nos órgãos de locomoção. Este fenómeno acontece devido ao trabalho excessivo dos músculos inspiratórios, em atividades físicas explosivas, levando a uma diminuição da capacidade de realizar o exercício (McConnell e Lomax, 2006). Assim, um crescente corpo de evidência refere que o TMI poderá ser uma modalidade útil na inibição do reflexo metabólico respiratório em indivíduos jovens saudáveis, retardando a instalação de fadiga e permitindo a continuação da realização de exercício (McConnell e Lomax, 2006; Witt et al., 2007). No basquetebol existem uma quantidade de estudos com recurso ao TMI, ainda muito reduzida. No entanto, já foi demonstrado como benéfico em basquetebolistas de cadeira de rodas, levando a uma melhoria da função respiratória e conseqüentemente a uma diminuição do trabalho respiratório (Goosey-Tolfrey, Foden e Degens, 2010; Vasconcelos et al., 2017).

O TMI é uma modalidade terapêutica, que implica a existência de uma resistência inspiratória. Este esforço deve ser controlado, específico, repetido e deve acontecer em intervalos regulares. Este método de fortalecimento representa uma estratégia viável para otimizar a capacidade respiratória, oferecendo aos atletas a capacidade de aumentarem a sua tolerância ao esforço durante a prática desportiva (Tuner et al., 2011). Na verdade, Bailey et al. (2010), verificaram que a implementação de um protocolo de TMI consistindo na realização de 30 repetições máximas (RM) contra a pressão exercida pelo *threshold* a 50% da pressão inspiratória máxima (PIM), duas vezes por dia, resultou no aumento da absorção de O<sub>2</sub> durante a realização de exercício de intensidade máxima, levando a um aumento da tolerância ao esforço pelos atletas.

Atualmente, o fortalecimento dos músculos inspiratórios através de um *threshold* é a técnica mais amplamente usada para a realização de TMI, tendo sido demonstrado que a sua aplicação é eficaz no aumento da força muscular inspiratória em jovens adultos saudáveis, aumentando a eficácia respiratória e diminuindo as elevadas concentrações de

lactato no sangue resultantes da realização de exercício de intensidade máxima (Caine e McConnell, 2000).

De uma forma geral, tem sido defendido que a maioria dos protocolos de TMI apresenta um resultado positivo entre a quarta e a sexta semana de intervenção, a partir das quais ocorre uma franca hipertrofia dos músculos inspiratórios, particularmente do diafragma, o que resulta no aumento da perfusão sanguínea dos membros inferiores durante o exercício físico (Downey et al., 2007; McConnell e Lomax, 2006).

Assim, em face da evidência anteriormente reportada, a realização do presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de um protocolo de TMI durante 6 semanas, na função pulmonar de jovens atletas de basquetebol do sexo masculino, ampliando o conhecimento existente nesta área de intervenção da Fisioterapia.

## **2. Métodos**

### **2.1. Desenho de estudo e participantes**

Este estudo caracteriza-se como randomizado controlado. A seleção da amostra, foi efetuada através da entrega aos atletas de forma aleatória de envelopes selados, com atribuição de Grupo Experimental (GE) ou Grupo Controlo (GC), formando assim dois grupos (Schulz, Altman e Moher, 2010).

Os atletas foram informados da existência de dois grupos diferentes, com procedimentos diferentes. Foram incluídos no estudo jovens atletas de basquetebol, praticantes há pelo menos um ano; sem alterações cognitivas e com consentimento informado devidamente assinado (anexo I). Os indivíduos que apresentavam disfunções neurológicas, cardíacas, respiratórias, fumadores, e que não completassem o TMI predefinido ou recusa na participação da avaliação espirométrica, foram excluídos.

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Escola Superior de Saúde, Politécnico do Porto (anexo II). Todos os participantes, bem como os responsáveis legais foram informados relativamente aos objetivos e procedimentos do estudo, através do termo de Consentimento Informado, de acordo com as normas da Declaração de Helsínquia.

Foi-lhes dada ainda a oportunidade de realizar todas as perguntas que considerassem oportunas e necessárias, assim como a qualquer momento do estudo recusarem a participação no mesmo ou de suspenderem a sua participação.

Todos os dados foram devidamente codificados para assegurar a sua anonimização, tendo apenas estado disponíveis para o responsável do estudo.

## 2.2. Instrumentos de medida

### 2.2.1. Características dos participantes

A caracterização sociodemográfica e antropométrica da amostra foi realizada através de um questionário, fornecido aos atletas (Anexo IV), que incluiu idade, índice de massa corporal (IMC), hábitos desportivos, se apresentavam disfunções musculoesqueléticas, neurológicas, cardíacas, respiratórias, ou se eram fumadores. Posteriormente procedeu-se à pesagem e medição da altura de cada indivíduo, através de um estadiómetro Seca<sup>®</sup> 222 (*Seca-Medical Scales and measuring Systems<sup>®</sup>, Birmingham, United Kingdom*) com precisão de 1mm e de uma balança digital (*eletrónica<sup>®</sup> BF811*) com precisão de 0,1kg. O registo de treino foi efetuado com recurso a uma tabela, ordenada pelas semanas de protocolo e número de vezes que os atletas realizaram o treino (Anexo IV).

### 2.2.2. Espirometria

A espirometria foi efetuada com o sistema de recolha de dados da BIOPAC MP35 e com transdutor de fluxo SS11LA (*BIOPAC Systems, Inc.*), que permite calcular volumes, capacidades e débitos pulmonares. A espirometria foi realizada, na posição de sentado em cadeiras com apoios laterais e posteriores, no local de treino, antes de qualquer aquecimento, e com um clipe nasal. Os testes de função pulmonar foram realizados três vezes por cada participante, os valores dos volumes e capacidades pulmonares, são resultado da média das três medições.

### 2.2.3. Treino dos músculos inspiratórios

O threshold permite efetuar o fortalecimento dos músculos inspiratórios. O dispositivo de resistência à pressão inspiratória que foi utilizado foi o Threshold IMT (*Threshold Inspiratory Muscle Training: Respirationics, New Jersey, USA*) para fortalecimento dos músculos inspiratórios dos atletas.

Os atletas do GE foram submetidos a 2 séries de 30 repetições a 50% da pressão inspiratória máxima (PIM) (Romer, McConnell e Jones 2002b; Sonetti et al., 2001). O cálculo de carga do *threshold*, foi efetuado da seguinte maneira: colocou-se o mínimo de resistência e foi-se aumentando progressivamente a carga, de modo a que os atletas conseguissem efetuar apenas 30 repetições (McConnell, 2011). Os participantes do GE,

foram instruídos a fazer 30 inspirações máximas 2 vezes por dia, 4 vezes por semana, durante 6 semanas. Durante o treino os participantes são instruídos a iniciar cada ventilação desde o volume residual, de uma maneira intensa, rápida e profunda, com esforço máximo até haver uma expansão do volume pulmonar. Os participantes foram sempre supervisionados. O procedimento foi realizado antes dos treinos e o responsável assinalou o número de treinos na folha de registo.

O protocolo de 6 semanas de TMI foi descrito anteriormente como efetivo (Tong et al., 2016).

Os participantes do GE, foram instruídos a fazer 30 inspirações máximas 2 vezes por dia, 4 vezes por semana, durante 6 semanas. Durante o treino os participantes são instruídos a iniciar cada ventilação desde o volume residual, de uma maneira intensa, rápida e profunda, com esforço máximo até haver uma expansão do volume pulmonar. Os participantes foram sempre supervisionados. O procedimento foi realizado antes dos treinos e o responsável assinalou o número de treinos na folha de registo (anexo III).

### **2.3. Procedimentos**

Inicialmente foi contactado o Presidente do Sporting Clube Vasco da Gama, para ser autorizado o estudo, seguido do parecer positivo, foi entregue aos representantes legais da amostra, um consentimento informado.

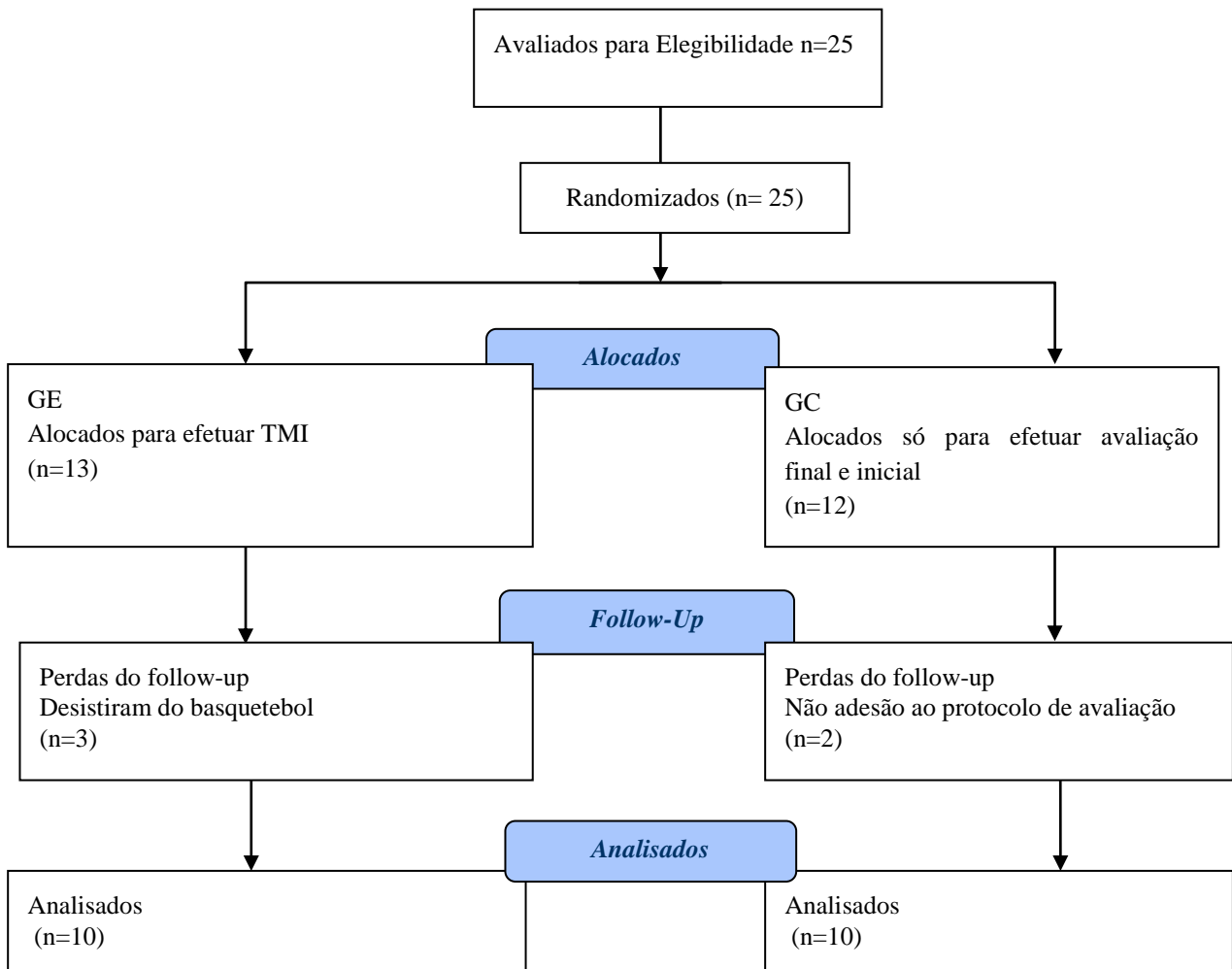
As avaliações foram realizadas na Escola Superior de Saúde, Politécnico do Porto. Os 20 atletas de basquetebol, do sexo masculino, foram divididos aleatoriamente pelo grupo a que é aplicado o protocolo de treino GE e GC e foram acompanhados durante 6 semanas. Ambos os grupos foram avaliados em dois momentos através de espirometria, antes e depois da aplicação do TMI. Nos dois momentos de avaliação foram registados, com recurso ao sistema BIOPAC MP35, os valores de Capacidade Vital (CV), Volume Corrente (VC), Volume de Reserva Inspiratório (VRI), Volume de Reserva Expiratório (VRE), Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) e Ventilação Voluntária Máxima (VVM).

## 2.4. Estatística

A análise estatística foi realizada com o programa *Statistic Package for Social Science* (SPSS), versão 24 para Windows. Inicialmente efetuou-se uma análise descritiva da amostra, recorrendo-se ao teste de *Mann-Whitney-U* para analisar diferenças entre os parâmetros antropométricos e de treino do GE e do GC. Optou-se por uma estatística não paramétrica devido ao reduzido tamanho amostral (Marôco, 2010). Foi utilizado o teste de *Wilcoxon* para amostras emparelhadas com o objetivo de detetar diferenças dos parâmetros espirométricos iniciais e finais entre os dois momentos de avaliação. Na análise estatística foi utilizado o nível de significância de 5% ( $p < 0.05$ ). Todos os valores são apresentados como mediana (intervalo interquartil).

### 3. Resultados

Inicialmente, os participantes no estudo, eram 25 atletas de basquetebol do sexo masculino (Fig.1); contudo foram excluídos 5 atletas, 3 por desistirem do basquetebol, 2 por não efetuarem os procedimentos da avaliação inicial. Como tal, foram incluídos 20 atletas de basquetebol no presente estudo, os quais foram divididos em GE (n=10) e GC (n=10).



**Figura 1.** Fluxograma da amostra

### 3.1. Características dos participantes

Os 20 atletas que participaram no presente estudo, apresentaram uma idade média de  $15,70 \pm 0,80$  anos, tendo como valor mínimo 14 anos e 17 anos como máximo. O peso dos atletas em média foi de  $72,20 \pm 7,46$  Kg, sendo o mínimo 62 kg e o máximo 85 kg. A média da altura dos atletas foi de  $1,82 \pm 7,10$ cm, com o mínimo de altura a ser de 1,67 m e o máximo 1,94 m. O índice de massa corporal (IMC) da amostra foi de  $21,73 \text{kg/m}^2$  e com o valor mínimo de  $18,39 \text{kg/m}^2$  e o máximo de  $24,84 \text{kg/m}^2$ . As características de treino, relativas aos anos de prática abrangeram valores entre os 3 anos e os 10 anos, sendo que à data da avaliação inicial os atletas praticavam basquetebol, em média, à cerca de  $5,95 \pm 0,43$  anos. Todos os atletas realizavam apenas um treino diário, com uma frequência média de  $4,00 \pm 0,17$  vezes por semana, variando de 3 a 5 treinos semanais e com duração média de  $96,00 \pm 2,76$  minutos.

No momento inicial ao comparar o GE e o GC, os grupos apresentaram homogeneidade, tanto ao nível das características biológicas, como de treino, não se observando diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ( $0,111 < p < 1,000$ ), como podemos constatar na tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização da amostra e comparação entre grupos.

	<b>GE (n=10)</b>	<b>GC (n=10)</b>	<b>p</b>
<b>Características Biológicas</b>			
Idade (anos)	15,00 (2)	16,00 (2)	0,127
Peso (Kg)	69,00 (12)	74,00 (14)	0,111
Altura (cm)	181,5 (10)	185,5 (9)	0,520
IMC ( $\text{Kg/m}^2$ )	22,05 (2,77)	21,11 (2,68)	0,705
<b>Características de Treino</b>			
Anos de Prática	6,50 (2)	6,00 (2)	0,159
Treinos Semanais	4,00 (0)	4,00 (0)	0,168
Duração (min)	90,00 (8)	90,00 (8)	1,000

GC-grupo controlo; GE-grupo experimental; \*valores estatisticamente significativos  $p < 0,05$ ; Med (IQ) Mediana (intervalo interquartil).

Na tabela 2 podem-se verificar, que no momento inicial (M1), os dois grupos em estudo, não apresentaram diferenças estatisticamente relevantes.

Tabela 2 - Comparação dos valores espirométricos entre grupos no momento inicial (M1) e no momento final (M2)

	<b>GE (n=10)</b>	<b>GC (n=10)</b>	<b>P</b>	<b>GE (n=10)</b>	<b>GC (n=10)</b>	<b>P</b>
	M1	M1		M2	M2	
VC (L)	0,81(0,34)	0,72(0,35)	0,121	0,81(0,35)	0,76(0,30)	0,211
VRI (L)	1,87(1,42)	1,94(1,49)	0,496	2,08(1,85)	2,12(1,58)	0,011*
VRE (L)	2,17(1,60)	1,90(1,66)	0,426	3,06(1,74)	1,94(2,12)	0,705
CV (L)	4,76(2,85)	4,60(1,83)	0,677	5,88(2,37)	5,16(2,85)	0,016*
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	72,4(27,6)	78(68,5)	0,306	86,4(33,0)	85,8(40,0)	0,545
VVM (L/min)	90,6(18,5)	75(54,0)	0,096	131(0,61)	85,5(97,0)	0,008**

\*p<0,05; \*\*p<0,01

**Legenda:** GC-grupo controle; GE-grupo experimental; M1-primeiro momento da avaliação espirométrica; M2-segundo momento da avaliação espirométrica; VC-volume corrente; VRI- volume de reserva inspiratório; VRE- volume de reserva expiratório; CV-capacidade vital; CVF- capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>- volume expiratório forçado no primeiro segundo; VVM- ventilação voluntária máxima; Med (IQ) Mediana (intervalo interquartil).

Quando se comparam os dois grupos no momento final (M2), constata-se que as variáveis que tinham valores similares no M1 mantêm-se sem diferenças estatisticamente significativas (VC, VRE e VEF<sub>1</sub> (p=0,211, p=0,705 e p=0,545)). As variáveis VRI, CV e VVM apresentam diferenças com significância estatística, sendo os valores existentes no GE superiores aos do GC.

Na tabela 3 é possível observar as alterações ocorridas no M1 e M2 em ambos os grupos. No GC não existiram alterações estatisticamente significativas, em nenhum dos parâmetros espirométricos avaliados. No GE, com a exceção do VC ( $p=0,859$ ), todas as variáveis em estudo sofreram um aumento significativo entre o M1 e M2.

Tabela 3- Comparação dos parâmetros de função pulmonar entre o M1 e o M2, do GE ( $n=10$ ) e do GC ( $n=10$ ).

	<b>GE M1vsM2</b>	<b>GC M1vsM2</b>
	<b>p</b>	<b>p</b>
<b>VC</b>	0,859	0,507
<b>VRE</b>	0,047*	0,441
<b>VRI</b>	0,005**	0,646
<b>CV</b>	0,007**	0,241
<b>VEF<sub>1</sub>/CVF</b>	0,005**	0,445
<b>VVM</b>	0,005**	0,192

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$

**Legenda:** GC-grupo de controlo; GE-grupo experimental; M1-primeiro momento da avaliação espirométrica; M2-segundo momento da avaliação espirométrica; VC-volume corrente; VRI- volume de reserva inspiratório; VRE- volume de reserva expiratório; CV-capacidade vital; CVF- capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub> – volume expiratório forçado no primeiro segundo; VVM- ventilação voluntária máxima.

#### 4. Discussão

O presente estudo teve como principal objetivo avaliar o efeito do TMI na função pulmonar em jovens atletas de basquetebol, através de um protocolo de treino, com a duração de 6 semanas. Os resultados obtidos demonstraram que o TMI a 50% da pressão máxima, foi eficaz, melhorando de forma significativa a capacidade pulmonar (VRI, VVM, VEF<sub>1</sub>, CV e VRE) do GE. Relativamente ao GC não foram observadas diferenças estatisticamente significativas.

Embora existam outros estudos, que sustentem os resultados obtidos (Tong et al., 2008; Vasconcelos et al., 2017), este é o primeiro estudo randomizado controlado em jovens atletas de basquetebol do género masculino.

O efeito do TMI na ventilação, demonstrou melhorar o desempenho desportivo (Romer et al., 2002a; Wells et al., 2005). No entanto, os mecanismos responsáveis pelas melhorias de desempenho após o TMI continuam controversos (Edwards e Walker, 2009). Os mecanismos sugeridos para melhorar o desempenho incluem uma hipertrofia do diafragma (Downey et al., 2007), um aumento do fluxo sanguíneo direcionado para os músculos locomotores (Harms et al., 1997) e uma redução na percepção subjetiva de fadiga e classificação de dispneia (Downey et al., 2007). Além disso, Sheel (2002) levantou a hipótese de que as mudanças no desempenho após o TMI poderiam estar relacionadas com melhorias na eficiência ventilatória. Após o TMI, a demanda metabólica dos músculos inspiratórios durante o exercício é reduzida (Babcock et al., 1995), contribuindo assim para uma menor absorção total de O<sub>2</sub> e saída de CO<sub>2</sub>. Em situações em que a eficiência ventilatória é prejudicada, por exemplo, na hipoxia, tais efeitos podem influenciar o desempenho do exercício (Downey et al., 2007; Roussos, 1985). O aumento do VRI (p=0,005) nos atletas de basquetebol (GE) após 6 semanas de TMI, foi corroborado por outro estudo realizado por Kilding, Brown e McConnell (2010), no qual os autores defenderam que o TMI resultou em níveis superiores de força muscular inspiratória. Adicionalmente, foi já demonstrado que o aumento da força muscular inspiratória está intimamente relacionado com o aumento da espessura do diafragma, promovendo assim o aumento dos volumes pulmonares e a melhoria da capacidade de exercício em indivíduos saudáveis (Enright et al., 2006; Sheel, 2002).

Um estudo de revisão sistemática realizado por HajGhanbari et al. (2013), que englobou 21 ensaios clínicos randomizados controlados, demonstrou que o TMI pode aumentar a performance respiratória, desportiva, a força muscular e a endurance. A mesma meta-

análise demonstrou ainda que a VVM pode melhorar consideravelmente depois do TMI, o que se verificou no GE ( $p=0,005$ ) em relação ao GC ( $p=0,192$ ). O aumento da VVM pode ainda ser explicado pelo aumento do trabalho dos músculos ventilatórios, o que vai ao encontro do proposto por Leith e Bradelay (1976), os quais defendiam que o treino destes músculos tem capacidade de induzir melhorias na VVM, força muscular, endurance e capacidade de exercício funcional (Sonetti et al., 2001).

Segundo Mazic et al. (2015), ao efetuarem um estudo que comparou as diferentes modalidades desportivas e a sua influência na capacidade pulmonar dos atletas, obtiveram os seguintes resultados: no basquetebol, pólo aquático e remo (o  $VEF_1$  foi maior, seguido da CV, CVF). O aumento do  $VEF_1$  pode ser explicado devido às alterações sofridas no CVF, à diminuição da resistência das vias aéreas, provocada pela CVF, consequentemente implica um maior  $VEF_1$  (Wells et al., 2005). Podemos assim explicar que as melhorias obtidas relativas ao aumento do  $VEF_1$  do GE devem-se em grande parte a alterações no mecanismo respiratório, provocado pelo aumento da CVF.

Num estudo randomizado controlado realizado por Enright et al. (2006), com o objetivo de verificar o efeito do TMI nos volumes pulmonares, espessura do diafragma e capacidade de exercício em indivíduos saudáveis, os resultados obtidos sugerem que o TMI de alta intensidade resulta num aumento de todas as variáveis supracitadas. Os mesmos autores explicam ainda o aumento da CV e da CPT, referindo que este é indicativo da existência de maior capacidade dos músculos inspiratórios expandirem o tórax, após treino físico intenso. O aumento dessas capacidades pulmonares também pode ser resultado de uma maior contribuição dos músculos do tórax superior e da região cervical para o volume inspirado após o TMI, como verificado neste estudo.

Segundo Griffiths e McConnell (2007), o aumento do VRE do GE neste estudo, poderá ser explicado pelo facto de ser impossível separar o efeito inspiratório e expiratório, na hiperventilação que ocorre durante o treino. Este aumento foi ainda corroborado por um estudo realizado por Kellens et al. (2011) que aplicaram o TMI em atletas amadores, observando-se evolução positiva após 4 semanas de TMI.

O trabalho respiratório é afetado, pela diminuição da pressão inspiratória máxima, originando uma diminuição da capacidade vital inspiratória, afetando a performance dos atletas, tanto a nível técnico como tático (HajGhanbari et al., 2013; McConnell, 2011; 2013). Posto isto, será de vital importância, implementar a integração do TMI num programa de condicionamento muscular em jovens basquetebolistas, para otimizar e

ajudar os atletas de basquetebol a desenvolverem capacidades para ventilarem de forma eficiente, face aos desafios que eles enfrentam em campo.

Os resultados obtidos no presente estudo podem ter sido condicionados por alguns aspetos que importa salientar. Em primeiro lugar, destaca-se o tamanho amostral que poderá ter limitado a magnitude do efeito da intervenção. Adicionalmente, o facto da intervenção ter englobado somente seis semanas não possibilitou a avaliação dos efeitos do TMI a longo prazo. Finalmente, não foram recolhidos dados respeitantes ao desempenho desportivo dos atletas pelo que não foi possível averiguar o efeito da intervenção nesta valência.

Deste modo, dado que os resultados obtidos no presente estudo, embora em pequena escala, foram importantes, devem ser tomados em consideração para confirmação em investigação futura. Assim seria pertinente a realização de estudos com amostras de larga escala e de ambos os sexos e com um período de intervenção superior para averiguar os efeitos do TMI a longo prazo. Sugerem-se ainda a realização de novos estudos que avaliem o efeito do TMI nas componentes metabólicas dos atletas de basquetebol bem como no seu desempenho desportivo.

## **5. Conclusão**

Tendo em consideração os objetivos definidos inicialmente e os resultados obtidos neste estudo, parece razoável realçar que 6 semanas de TMI originaram um efeito positivo na função pulmonar de jovens atletas de basquetebol do sexo masculino.

Estes resultados demonstraram, portanto, uma relevância que nos permite sugerir a importância da implementação de um protocolo de TMI como complemento do treino de jovens basquetebolistas do sexo masculino.

## 6. Referências Bibliográficas

- Abdelkrim, N., Fazaa, S., Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Journal Sports of Medicine*, 41(2), 69-75.
- Babcock, M., Johnson, B., Pegelow, D., Suman, O., Griffin, D., and Dempsey, J. (1995). Hypoxic effects on exercise-induced diaphragmatic fatigue in normal healthy humans. *Journal of Applied Physiology*, 78(1), 82–92.
- Bailey, S., Fuldord, J., Vanhatalo, A., Winyard, P. Blackwell, J., DiMenna, F., Wilkerson, D., Benjamin, N. e Jones, A. (2010). Inspiratory muscle training enhances pulmonary O<sub>2</sub> uptake kinetics and high-intensity exercise tolerance in humans. *Journal of Applied Physiology*, 109(2), 457-468.
- Caine, M. e McConnell, A. (2000). Development and evaluation of pressure threshold inspiratory muscle trainer for use in the context of sports performance. *Sports Engineering*, 3(3), 149-159.
- Callegaro, C., Ribeiro, J., Tan, C., Taylor, A. (2011). Attenuated inspiratory muscle metaboreflex in endurance-trained individuals. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 177(1), 24-29.
- Castagna, C., Manzi, V., Impellizeri, F, Chaouachi, A., Abdelkrim, N. e Ditroilo, M. (2010). Validity of an on-court lactate threshold test in young basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2434-2439.
- Charususin, N., Gosselink, R., Decramer, M., McConnell, A., Saey, D., Maltais, F. (2013). Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive pulmonary disease: A multicentre randomized controlled trial. *Biomedical Journal Open*, 3 (8), 003101.
- Downey, A., Chenoweth, L., Townsend, D., Ranum, J., Ferguson, C. e Harms, A. (2007). Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 156(2), 137-146.
- Edwards, A., e Walker, R. (2009). Inspiratory muscle training and endurance: a central metabolic control perspective. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 4(1), 122–128.
- Enright, S., Unnithan, B., Heward, C., Withnall, L., Davies, D.(2006) Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Physical Therapy*, 86 (3), 345-354.

- Goosey-Tolfrey, V., Foden, E. e Degens, H. (2010). Effects of inspiratory muscle training on respiratory function and repetitive sprint performance in wheelchair basketball players. *British Journal of Sports Medicine*, 44(9), 665-668.
- Griffiths, L. e McConnell, A. (2007). The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance. *European Journal of Applied Physiology*, 99(5), 457-66.
- Griffiths, L. e McConnell, A. (2012). The influence of rowing-related postures upon respiratory muscle pressure and flow generating capacity. *European Journal of Applied Physiology*, 112(12), 4143-4150.
- HajGhanbari, B., Yamabayashi, C., Buna, T., Coelho, J., Freedman, K., Morton, T., Palmer, S., Toy, M., Walsh, C., Sheel, A. e Reid, W. (2013). Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1643-1663.
- Harms, C., Babcock, M., McClaran, S., Pegelow, D., Nিকেle, G., Nelson, W., et al. (1997). Respiratory muscle work compromises leg blood flow during maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*. 82(5), 1573–1583.
- Kellens, I., Cannizzaro, F., Gouilly, P. e Crielaard, J. (2011). Entraînement de la force des muscles inspiratoires chez le sujet sportif amateur. *Revue des maladies respiratoires*, 28(5), 602-608.
- Kilding, A., Brown, S. e McConnell, A. (2010). Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. *European Journal of Applied Physiology*, 108(3), 505- 511.
- Leith, D., e M. Bradelay (1976). Ventilatory muscle strength and endurance training. *Journal of Applied Physiology*, 41 (4), p. 508–516.
- Lomax, M e McConnell, A. (2003). Inspiratory muscle fatigue in swimmers after single 200 m swim. *Journal of Sports Sciences*, 21, 659-664.
- Marôco, J. (2010). *Análise Estatística com o PASW Statistics*. Pêro Pinheiro: ReportNumber.
- Mazic, S., Lazovicb, B., Djelica, M., Suzic-Lazicd, J., Djordjevic-Saranovicc, S.,Durmicb, T., Soldatovice, I., Zikicf, D., Gluvicb, Z., Zugicg, V. (2015). Respiratory parameters in elite athletes -does sport have an influence? *Revista Portuguesa Pneumologia*, 21(4), 192-197.
- McConnell, A e Lomax, M. (2006). The influence of inspiratory muscle work history and specific inspiratory muscle training upon human limb muscle fatigue. *Journal of physiology*, 577(1), 445-457.

- McConnell, A. (2011). *Breathe strong perform better*, Champaign: Human Kinetics, United States of America.
- McConnell, A. (2013). *Respiratory muscle training*, London, Churchill Livingstone.
- Romer, L., McConnell, K. e Jones, D. (2002b). Inspiratory muscle fatigue in trained cyclists: effects of inspiratory muscle training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(5), 785-792.
- Romer, L., McConnell, K., and Jones, D. (2002a). Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *Journal of Sports Science*, 20(7), 547–562.
- Roussos, C. (1985). Function and fatigue of respiratory muscles. *Chest* 88, 124S–132S.
- Sheel, A. (2002). Respiratory muscle training in healthy individuals: physiological rationale and implications for exercise performance. *Sports Medicine*. 32(9), 567–581.
- Sheel, A., Derchak, P., Pegelow, D., Dempsey, J. (2001). Threshold effects of respiratory muscle work on limb vascular resistance. *American Journal of Physiology-Heart and Circulation Physiology*, 537(1), 277-89.
- Sonetti, D., Wetter, T., Pegelow, D. e Dempsey, J. (2001). Effects of respiratory muscle training versus placebo on endurance exercise performance. *Respiratory Physiology and Neurobiology*, 127(2), 185-199.
- Tong, T., Fu, F., Chung, P, Eston, R., Lu, K., Quach, B., Nie, J. e So, R. (2008). The effect of inspiratory muscle training on high-intensity, intermittent running performance to exhaustion. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 33(4), 671-681.
- Tong, T., Lin, H., McConnell, A., Eston, R., Zheng, J., Nie, J. (2012) Respiratory and locomotor muscle blood-volume and oxygenation kinetics during intense intermittent exercise. *European Journal Sport Science*, 12(4), 321-30.
- Tong, T., McConnell, A., Lin, H., Nie, J., Zhang, H., Wang, J.(2016) Functional inspiratory and core muscle training enhances running performance and economy. *Journal of Strenght and Conditioning Research*, 30(10), 2942-2951.
- Turner, L., Tecklenburg-Lund, S., Chapman, R., Stager, J., Wilhite, D., Mickleborough T. (2012) . Inspiratory muscle training lowers the oxygen cost of voluntary hyperpnea. *Journal of Applied Physiology*, 112(1), 127–34.

Vasconcelos, T., Hall, A., Viana, R., (2017). The influence of inspiratory muscle training on lung function in female basketball players-a randomized controlled trial. *Porto Biomedical Journal*,2 (3), 86-89.

Wells, G., Pyley, M., Thomas, S., Goodman, L. e Duffin, J. (2005). Effects of concurrent inspiratory and expiratory muscle training on respiratory and exercise performance in competitive swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 94(5-6), 527-540.

Witt, J., Guenette, J., Rupert, J., McKenzie, D. e Sheel, W. (2007). Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. *Journal of Physiology*, 584(3), 1019- 1028.

## **Anexos**

# Anexo I

P.PORTO

ESCOLA  
SUPERIOR  
DE SAÚDE  
POLITÉCNICO  
DO PORTO

## TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

### Declaração de Consentimento Informado

Conforme a lei 67/98 de 26 de Outubro e a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996; Edimburgo 2000; Washington 2002, Tóquio 2004, Seul 2008, Fortaleza 2013) – quando se aplicar

Efeitos do treino dos músculos inspiratórios na capacidade pulmonar em atletas de basquetebol

### DESIGNAÇÃO DO ESTUDO

Eu, abaixo-assinado, na qualidade de representante legal de (NOME COMPLETO DO INDIVÍDUO PARTICIPANTE DO ESTUDO):

Fui informado de que o Estudo de Investigação acima mencionado se destina a avaliar os Efeitos do treino dos músculos inspiratórios na capacidade pulmonar em atletas de basquetebol, antes e depois da aplicação de um protocolo de treino.

Sei que neste estudo está prevista a realização de duas avaliações através da espirometria (dados espirométricos), uma antes de iniciar a aplicação de um protocolo de treino dos músculos inspiratórios e outra após o período de treino, no primeiro momento de avaliação terei também que responder a um questionário sociodemográfico. Estas avaliações irão realizar-se nas instalações da Escola Superior de Saúde Politécnico do Porto (ESS). O treino dos músculos inspiratórios irá ser realizado através de um aparelho com resistência ao fluxo de ar inspiratório (Threshold IMT), consiste na realização de 2 séries de 30 inspirações, todos os dias de treino, uma vez por dia durante 6 semanas.

Foi-me garantido que todos os dados relativos à identificação dos Participantes neste estudo são confidenciais e que será mantido o anonimato.

Sei que posso recusar-me a autorizar a participação ou interromper a qualquer momento a participação no estudo, sem nenhum tipo de penalização por este facto.

Compreendi a informação que me foi dada, tive oportunidade de fazer perguntas e as minhas dúvidas foram esclarecidas.

Autorizo de livre vontade a participação daquele que legalmente represento no estudo acima mencionado.

Também autorizo a divulgação dos resultados obtidos no meio científico, garantindo o anonimato.

Nome do Investigador e Contacto: Mariana Duarte Lopes Sousa (918607979).



ESS\_0004\_MD\_317\_01

1 | 1

DATA

ASSINATURA

25

## Anexo II

**ESTSP** | POLITÉCNICO  
DO PORTO

### PARECER DA COMISSÃO DE ÉTICA

---

Número de Registo da Comissão de Ética: 3720/2016  
Data de recepção do Documento: 30/11/2016  
Existência de entradas anteriores: sim

**Título do Trabalho:** Efeitos do treino dos músculos inspiratórios na capacidade pulmonar em atletas de basquetebol.  
**Investigador Principal:** Mariana Sousa  
**Investigador Responsável:** Rui Viana

**Data prevista para a realização do trabalho:** Início Outubro 2016 Fim Abril 2017

#### RESUMO DO ESTUDO

**Tipo de estudo:** randomizado, controlado, segundo os autores.

**Objectivos:** presentes.

**Amostra:** Atletas do Sporting Clube Vasco da Gama entre 14 e 16 anos, **contacto pessoal.**

**Formulário de dados a recolher:** Referencia a codificação e garantia do anonimato e **confidencialidade.**

**Material:** descrição presente.

**Métodos:** descrição presente.

**Riscos:** Sem referência a riscos.

**Consentimento informado:** Presente.

**Autorização pelos responsáveis locais:** Apresenta autorização do Sporting Clube Vasco da Gama (deve apresentar comprovativo), Apresenta dos Responsáveis da ESTSP.

#### Apreciação da Comissão de Ética:

Chama-se a atenção os trabalhos só poderão ter início após parecer favorável desta Comissão e aprovação pela Presidência da ESTSP.

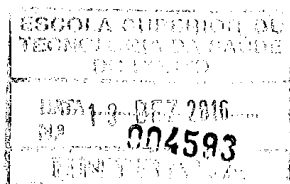
No entanto, reúne as condições para parecer favorável, após a assinatura do Presidente da ESTSP e da Comissão de Ética.

#### Parecer final da Comissão de Ética:

De acordo com os dados analisados, o parecer é favorável desde que cumpridas todas as directrizes submetidas a esta Comissão, com prejuízo de a decisão ser suspensa caso haja algum incumprimento grave.

**Data:** 7/dezembro/2016

**Assinaturas:**



### Anexo III

Registo do número de treino dos músculos inspiratórios ao longo de seis semanas

Atleta	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6

Legenda: colocar um "I" de cada vez que efetua um treino

## Anexo IV

### Questionário Sociodemográfico

Este questionário serve de base a um estudo de investigação que tem como objetivo avaliar os Efeitos do treino dos músculos inspiratórios na capacidade pulmonar em atletas de basquetebol. No questionário deve responder a todas as questões, não existem respostas certas ou erradas, sendo estes dados e os restantes confidenciais. Os dados obtidos serão utilizados apenas para fins académicos (dissertação de Mestrado em Fisioterapia Cardiorrespiratória, de Mariana Duarte Lopes Sousa, que será realizada na Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto). Muito obrigada pela sua colaboração.

Nome/Código

---

Género: F\_\_M\_\_ Idade: \_\_Altura: \_\_Peso: \_\_IMC: \_\_

Há quanto tempo pratica a modalidade de basquetebol?

---

Quantos treinos tem por semana? E qual a duração dos treinos?

---

Quantas vezes treina por dia?

---

Pratica outro desporto para além do basquetebol? Se sim qual?

---

Tem algum problema de saúde? Se sim qual?

---

Tem problemas/doenças respiratórias? Se sim quais?

---

Sente algum desconforto/dor durante o treino? Se sim identifique-o(s).

---

Fumador? Sim\_\_Não\_\_