



# TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM ATLETAS DE DIVERSAS MODALIDADES: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## Inspiratory Muscle Training in Athletes of Different Modalities: Bibliographic Review

Felipe Augusto Alves de Almeida<sup>1</sup>

William Jacomin Redondo Mendes<sup>2</sup>

Veridiana Ferreira Farha<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente do curso de Fisioterapia das Faculdades Integradas de Bauru

<sup>2</sup>Orientador e Docente do curso de Fisioterapia das Faculdades Integradas de Bauru

<sup>3</sup>Coorientador e Docente do curso de Fisioterapia das Faculdades Integradas de Bauru

### Resumo

A preparação física tem papel importante no desempenho e rendimento dos atletas de diversas modalidades do esporte, portanto o trabalho cardiopulmonar que acontece durante as atividades exige que o organismo realize maiores taxas de perfusão tecidual por acúmulo de metabólitos, esse efeito acontece devido ao metaborreflexo. O Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) é caracterizado pela aplicabilidade de cargas inspiratórias, proporcionando o aumento de força e resistência dos músculos da respiração, fornecendo maior quantidade de oxigênio ao organismo. Sendo assim, relevante verificar a aplicabilidade clínica e acurácia dos estudos que demonstram a eficácia do fortalecimento respiratório, voltados para o rendimento e desempenho dos atletas, independente do esporte praticado. O objetivo do presente estudo pretende compreender a eficácia do TMI em atletas, analisando a aplicabilidade e efeito no desempenho das atividades desportivas. Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica, realizando busca dos artigos nos portais do PUBMED, SCIELO e BIREME. Nos atletas a produção de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) é mais abundante devido ao volume, intensidade e gasto energético realizado durante os treinos, perante a isso o TMI tem demonstrado bons efeitos com melhoras significativas nas pressões respiratórias e no desempenho dos atletas de diversas modalidades do esporte, podendo ser aplicado e complementado aos treinamentos rotineiros. Conforme o levantamento literário, os estudos demonstraram boa aplicabilidade e eficácia do TMI nos esportes, sendo um complemento ideal para aumento da resistência, diminuição da fadiga, melhora do desempenho, aumento da Pressão Inspiratória Máxima (P<sub>Imáx</sub>) e Pressão Expiratória Máxima (P<sub>Emáx</sub>), portanto contribuindo de forma positiva para os atletas.

**Palavras-chave:** Treinamento Muscular Respiratório; Exercícios Respiratórios; Exercícios de Respiração.

## **Abstract**

Physical training plays an important role in the performance of athletes in a variety of sports. The cardiopulmonary work that takes place during these activities requires the body to achieve higher rates of tissue perfusion due to the accumulation of metabolites. Inspiratory Muscle Training (IMT) is characterized by the application of inspiratory loads, providing an increase in the strength and endurance of the breathing muscles, supplying a greater amount of oxygen to the body. It is therefore important to check the clinical applicability and accuracy of studies demonstrating the effectiveness of respiratory strengthening, aimed at the performance of athletes, regardless of the sport practiced. The aim of this study is to understand the effectiveness of IMT in athletes, analyzing its applicability and effect on the performance of sports activities. This is a literature review study, searching for articles on the PUBMED, SCIELO and BIREME portals. In athletes, the production of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) is more abundant due to the volume, intensity and energy expenditure carried out during training. In view of this, IMT has shown good effects with significant improvements in respiratory pressures and in the performance of athletes from various sports disciplines and can be applied and complemented to routine training. According to the literature survey, the studies showed that IMT is applicable and effective in sports, and is an ideal complement for increasing endurance, reducing fatigue, improving performance, increasing Maximum Inspiratory Pressure (MIP) and Maximum Expiratory Pressure (MEP), thus making a positive contribution to athletes.

**Key-words:** Respiratory Exercises; Respiratory Muscle Training; Breathing Exercises.

## **Introdução**

Existem diversas variáveis que competem na preparação de atletas, sejam profissionais ou amadores. A preparação física compreende papel importante para aumento do desempenho e rendimento, para isso o trabalho cardiopulmonar é coerente com a demanda de esforços, assim exigindo do organismo maiores índices de perfusão tecidual por excesso de metabólitos. O corpo responde liberando maior quantidade de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na corrente sanguínea quando existem picos de desgastes pelas atividades físicas. Com o aumento da quantidade de radicais livres, principalmente CO<sub>2</sub>, há o aumento do trabalho cardiopulmonar, coração aumenta frequência de batimentos elevando fluxo sanguíneo, ou seja, irrigação dos tecidos, e pulmão eliminando maior quantidade de CO<sub>2</sub> captando maior quantidade de oxigênio (O<sub>2</sub>) para nutrição dos tecidos e controle do PH sanguíneo (NEPOMUCENO JÚNIOR; GÓMEZ; GOMES NETO, 2016).

Durante as atividades esportivas realizadas em diferentes modalidades, acontecem respostas motoras e fisiológicas de aumento do trabalho respiratório que são estimuladas exercendo maior demanda de esforços, favorecendo a fadiga

induzida pela atividade física dos músculos vinculados a respiração, acumulando metabólitos. Esse efeito acontece devido ao metaborreflexo. Portanto, é necessário que os músculos respiratórios sejam condicionados a melhorar força e resistência para que os músculos periféricos não sejam afetados pelo metaborreflexo e fadiga dos músculos inspiratórios (CUNHA *et al.*, 2019; TURNER *et al.*, 2016).

O Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) caracteriza-se pela aplicabilidade de cargas inspiratórias, objetificando o aumento de força e resistência dos músculos da respiração, podendo ser realizado através de diversos equipamentos e técnicas como *Power Breathe*, *Threshold*, hiperpneia isocápnica e equipamentos personalizados, sendo incluído em modelos denominados de Treinamento Muscular Respiratório (RMT) (CAVALCANTE; HALL; SOUTO, 2019; HAJGHANBARI *et al.*, 2013).

O TMI tem sido estudado em diversas patologias com variados desfechos como lesão medular, DPOC, miastenia gravis, insuficiência cardíaca e indivíduos saudáveis. Observou-se melhora satisfatória em pacientes menos ativos e nos indivíduos saudáveis que praticavam esporte, com aumento na duração e tolerância aos exercícios (MARCHESE *et al.*, 2020; CAVALCANTE; HALL; SOUTO, 2019; SALES *et al.*, 2015).

Nos últimos anos, o número de estudos relacionados ao TMI em atletas tem crescido esporadicamente, sendo de grande importância verificar sua aplicabilidade clínica e acurácia dos estudos que demonstram a eficácia do fortalecimento dos músculos da respiração, voltados ao rendimento e desempenho dos atletas, independentemente do esporte praticado. O objetivo do presente estudo pretende compreender a eficácia do TMI em atletas, analisando a aplicabilidade e efeito no desempenho das atividades desportivas.

## **Métodos**

O estudo trata-se de uma revisão bibliográfica. Para a busca dos artigos foram utilizados os portais do PUBMED, SCIELO e BIREME. Os descritores foram designados pela plataforma DeCS (BIREME) e utilizados *Respiratory exercises*, *Respiratory muscle training*, *Breathing Exercises*, Treinamento Muscular Respiratório, Exercícios Respiratórios e Exercícios de Respiração. As palavras chaves utilizadas foram Treinamento Muscular Inspiratório, *Power Breathe* e Treinamento Respiratório. Combinados com “*and*” ou “*e*” seguidos das palavras

esporte, atletas, nadadores, futebolistas, lutadores, *sports, athletes, swimmers, soccer players e fighters*. Para seleção de artigos foi ajustado filtro de 2013 a 2023, ou seja, os últimos 10 anos.

## Resultados

Dentro do período de pesquisa foi realizado busca ativa de 41 estudos relacionados ao tema, sendo retirados por critérios de exclusão 4 publicações contendo data inferior aos 10 últimos anos, 5 por não apresentarem uma metodologia clara, 6 por tratar de atletas portadores de deficiência física e 5 por não realizarem ensaios clínicos randomizados.

Desta forma, foram analisados 21 estudos de diferentes modalidades esportivas, compostas por natação, mergulho, remo, futebol, futebol de salão, rugby, basquete, corrida e ciclismo com os resultados destacados na tabela 1.

**Quadro 1 – Amostra de trabalhos analisados**

MODALIDADE ESPORTIVA	AUTORES	DISPOSITIVO	MÉTODO	RESULTADO
NATAÇÃO	MUTHUSAMY <i>et al.</i> , 2022	Power Breathe	Grupo A controle (Treino habitual) x Grupo B experimental (TMI) x Grupo C experimental (TMI + treinamento individualizado) 4 semanas de intervenção	Melhoras mais significativas no Grupo C com aumento da CVF, CVF previsto, VEF1, VEF e MVV previsto
NATAÇÃO	PUPISOVÁ <i>et al.</i> , 2014	Power Breathe	Utilizado 4 indicadores (força, velocidade, volume e distância) e TMI (30 respirações 2 vezes ao dia) 10 semanas de intervenção	Melhora em todos os indicadores e no desempenho esportivo
NATAÇÃO	CUNHA <i>et al.</i> , 2019	Power Breathe	Grupo Controle (TMI baixa intensidade 15% PImáx) x Grupo experimental (TMI alta intensidade 50% da PImáx) 30 esforços, 2 vezes por dia e 12 semanas de intervenção	Não houve melhora significativa em nenhum dos campos avaliados

<b>NATAÇÃO</b>	SHEI <i>et al.</i> , 2016	Resistência a fluxo respiratório incremental com manômetro de pressão conectado a um software (RT2)	Grupo Experimental 1 (treino de natação+TMI) x Grupo Experimental 2 (treino de natação+TMI placebo) x Grupo Controle (Treinamento de rotina) 80% da PImáx sustentada, 3 dias por semana com 12 semanas de intervenção	Aumento da PImáx, Pimáx sustentada, tempo até a fadiga e MVV de 12 segundos no Grupo Experimental 1
<b>MERGULHO</b>	WHEELOCK <i>et al.</i> , 2021	Respirações intermitentes contra válvulas respiratórias acionadas por mola com cargas estáticas e resistivas	TMI 30min, 45 esforços a 60% da PImáx e PEmáx, 3 dias da semana por 4 semanas de intervenção	Melhora da PImáx e PEmáx, no tempo, no desempenho esportivo e redução do esforço
<b>MERGULHO</b>	HELD; PENDERGAST, 2014	Ventilação Isocápnica Simulada	TMI 30min, 15 esforços de 60% a 100% da PImáx e PEmáx, 5 dias da semana por 4 semanas de intervenção	Aumento de 34% da PImáx e 32% da PEmáx, melhoria da eficiência muscular respiratória e provável redução da fadiga.
<b>REMO</b>	RIGANAS <i>et al.</i> , 2019	Power Breathe	TMI masculino x TMI feminino x Controle masculino x Controle feminino (30min de esforço de 30% a 80% da PImáx, 5 vezes por semana) 6 semanas de intervenção	Aumento significativo da Pimáx e melhoria de desempenho esportivo em ambos os sexos dos grupos de TMI
<b>FUTEBOL</b>	OZMEN <i>et al.</i> , 2017	Spirotiger	Grupo controle x Grupo TMI 15 min de esforço, 2 vezes na semana 5 semanas de intervenção	Não houve diferença significativa nas funções pulmonares e no desempenho esportivo
<b>FUTEBOL</b>	CAVALCANTE; HALL; SOUTO, 2019	Power Breathe	TMI 30 inspirações a 50% da PImáx, 1 vez por dia por 2 semanas	Melhora significativa da PImáx e no PIF, melhor tolerância ao exercício e aumento da velocidade de sprint
<b>FUTEBOL</b>	ARCHIZA <i>et al.</i> , 2018	Power Breathe	Grupo controle (15% da PImáx) x Grupo TMI (50% PImáx) 30 esforços inspiratórios, 2 vezes ao dia, 5 dias por semana durante 6 semanas intervenção	Melhora da PImáx, na tolerância ao exercício e desempenho de recuperação de sprints

<b>FUTEBOL</b>	MACKALA <i>et al.</i> , 2019	Threshold	Grupo TMI (15min de TMI, 45seg ativo e 15seg passivo, 40% a 80% da PImáx, 2 vezes ao dia, 5 dias na semana) x Grupo controle (Treino de rotina) 8 semanas de intervenção	Aumento significativo da PImáx e PEmáx, melhora no desempenho e resistência aeróbica
<b>FUTEBOL DE SALÃO</b>	SOUSA <i>et al.</i> , 2021	Power Breathe	Grupo controle (Treino de rotina) x Grupo 1 (TMI alta intensidade 80% da PImáx em 3 séries de 12 repetições 3 vezes na semana) x Grupo 2 (TMI baixa intensidade 50% da PImáx em 2 séries de 20 repetições 3 vezes na semana) 8 semanas de intervenção	Aumento na PImáx e PEmáx e melhora na tolerância ao exercício nos grupos de TMI
<b>RÚGBI</b>	NUNES <i>et al.</i> , 2018	Power Breathe	Grupo TMI (80% da PImáx) x Grupo controle (TMI sem resistência) 30min, 1 vez ao dia, 3 vezes na semana durante 12 semanas de intervenção	Aumento significativo da PImáx e PEmáx, MVV e desempenho esportivo
<b>BASQUETE</b>	VASCONCELO S; HALL; VIANAA, 2016	Power Breathe	Grupo experimental (30 esforços inspiratórios com 50% da PImáx, 1 vez ao dia, 5 dias na semana) x Grupo controle (treino de rotina) 4 semanas de intervenção	Melhora da função pulmonar
<b>BASQUETE</b>	OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2017	Power Breathe	TMI 30 inspirações durante 10min, 60% a 75% da PImáx, 1 vez no dia, 4 dias na semana por 4 semanas de intervenção	Aumento da PImáx e PEmáx e melhora no desempenho esportivo
<b>CORRIDA</b>	TONG <i>et al.</i> , 2016	Power Breathe	Grupo Intervenção (30 inspirações, 50% da PImáx, 2 vezes por dia, 6 dias na semana) x Grupo Controle (Treino de rotina) 4 semanas de intervenção	Melhora de função global de músculos inspiratórios e centrais, Aumento da PImáx e melhora no desempenho

<b>CORRIDA</b>	CHANG <i>et al.</i> , 2021	Power Breathe	Grupo controle (TMI 50% da P <sub>lmáx</sub> ) x Grupo experimental (TMI progressiva 50% a 80% da P <sub>lmáx</sub> ) 2 vezes por dia, 5 dias por semana e durante 4 semanas	Melhora na P <sub>lmáx</sub> , no desempenho de corrida de 800m e nas alterações do fluxo sanguíneo no grupo de TMI progressiva em relação ao grupo CON
<b>CORRIDA</b>	KATAYMA <i>et al.</i> , 2019	Hiperpneia Isocápnica Normóxica e Hipóxica	Grupo controle x Grupo treinamento normóxico x Grupo treinamento hipóxico (RMET 28 sessões com duração de 30 minutos, durante 6 semanas de intervenção	Melhora na resistência muscular respiratória, atenuação do metaborreflexo e melhora do desempenho esportivo
<b>CORRIDA</b>	PIECHURA <i>et al.</i> , 2020	Power Breathe e Threshold	Grupo PowerBreathe (30 inspirações, 50% a 70% da P <sub>lmáx</sub> , 2 vezes por dia, 5 dias na semana) x Grupo Threshold (30 inspirações, 30% a 50% da P <sub>lmáx</sub> , 2 vezes por dia, 5 dias na semana) x Grupo Controle (Treino habitual) 8 semanas de intervenção	Aumento da P <sub>lmáx</sub> , melhora do desempenho e tolerância ao exercício no Grupo PowerBreathe
<b>CICLISMO</b>	TURNER <i>et al.</i> , 2016	Power Breathe	Grupo TMI (30 inspirações, 50% da P <sub>lmáx</sub> , 2 vezes ao dia) x Grupo Controle (60 inspirações, 15% da P <sub>lmáx</sub> , 1 vez ao dia) 6 semanas de intervenção	Aumento da P <sub>lmáx</sub> e redução na desoxigenação muscular global
<b>CICLISMO</b>	ABREU <i>et al.</i> , 2019	Power Breathe	Grupo controle (15% P <sub>lmáx</sub> ) x Grupo 1 TMI moderado (60% P <sub>lmáx</sub> ) x Grupo 2 TMI alta intensidade (80-90% P <sub>lmáx</sub> ) 12 respirações por minuto, 3 dias por semana e durante 11 semanas de intervenção	Aumento da P <sub>lmáx</sub> e PEmáx, melhora no sistema cardiovascular e no desempenho esportivo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

## Discussão

Foram observados 21 estudos realizados como ensaios clínicos randomizados, que interviam com TMI, independente do dispositivo, obtendo resultados de melhoras em diversos parâmetros como a força muscular respiratória, função pulmonar, cardiovascular, oxigenação periférica, saturação sanguínea, redução da percepção do esforço e fadiga, melhora da resistência, rendimento e no desempenho dos atletas em seus respectivos esportes. Resultados estes, que se

comparam com Archiza *et al.* (2018), demonstrando bons resultados no fortalecimento dos músculos da respiração, aumento do desempenho esportivo, melhor oxigenação periférica e melhor tolerância aos exercícios.

Os atletas da Natação tendem a obter melhor performance no desempenho esportivo correlacionadas a parâmetros de melhora da função pulmonar, perante a exigência da ativação dos músculos respiratórios durante a execução do nado com fases de apneia (MUTHUSAMY *et al.*, 2022). Muthusamy *et al.* (2022) estudaram 43 nadadores universitários que foram separados em 3 grupos, sendo grupo A (treino habitual), grupo B (TMI) e grupo C experimental (TMI com treinamento individualizado) para realização de 4 semanas de intervenção e como resultado o grupo C que realizou TMI combinado com treinamento individualizado de natação apresentou índices melhores na função pulmonar, melhora na Ventilação Voluntária Máxima (MVV) e no desempenho em relação aos outros grupos. Pupisová *et al.* (2014) aplicaram 4 indicadores (força, velocidade, volume e distância) para avaliação e como intervenção utilizaram o TMI resistido com dispositivo *Power Breathe*, durante 10 semanas, demonstrando melhora em todos os indicadores avaliados e no desempenho de natação subaquática. No período de 12 semanas de intervenção, Cunha *et al.* (2019) realizaram TMI de alta (50% da P<sub>lmáx</sub>) e baixa (15% da P<sub>lmáx</sub>) intensidade em 29 nadadores de elite avaliando desempenho de natação, força muscular inspiratória, função pulmonar e dispneia percebida, entretanto não obtiveram incremento nestas variáveis, possivelmente devido à falta de adesão e supervisão dos atletas, porém relatam que a intensidade do TMI realizado não foi suficientemente eficaz para melhorias dos campos avaliados. Entretanto, Shei *et al.* (2016) em intervenção durante 12 semanas em 24 nadadores sub-elite do sexo masculino e feminino, separados em 3 grupos, o grupo no qual foi realizado TMI resistido a fluxo com intensidade de 80% da P<sub>lmáx</sub> sustentada, observou-se aumento da força e a resistência muscular inspiratória com redução da fadiga muscular respiratória.

No mergulho, a submersão e a profundidade podem afetar negativamente o desempenho do exercício e aumentar os índices de dispneia, desta forma a utilização do TMI auxilia nos âmbitos hipo ou hiperbáricos durante as submersões (HELD; PENDERGAST, 2014). Wheellock *et al.* (2021) realizaram TMI resistivo a 60% da P<sub>lmáx</sub> em 10 homens mergulhadores combinado com mergulhos em profundidades e exposição a altitude elevada, após 4 semanas de intervenção e

obtiveram resultados significativos de aumento da  $PI_{m\acute{a}x}$  e  $PE_{m\acute{a}x}$ , efeito principal aos tempos em profundidade, redução do esforço respiratório e demonstraram eficácia para melhora no desempenho dos mergulhadores. Além disso, o estudo de Held e Pendergast (2014) utilizou a submersão simulada através de uma câmara hiperbárica realizado em 8 mergulhadores, 4 semanas de intervenção com TMI através de um dispositivo que fornecia resistência por molas, trabalhando com 60-100% da  $PI_{m\acute{a}x}$  e  $PE_{m\acute{a}x}$ . Seus resultados verificaram que o TMI resultou em melhora na eficiência da musculatura respiratória e redução da fadiga muscular periférica.

Na modalidade do remo os esforços realizados exigem índices e capacidades físicas e aeróbicas elevadas dos atletas praticantes, podendo afetar a oxigenação no sangue e conseqüentemente o aumento da fadiga (RIGANAS *et al.*, 2019). Riganas *et al.* (2019) com o objetivo de investigar os efeitos do TMI nos níveis de saturação sanguínea e desempenho dos atletas remadores, realizaram estudo com 36 participantes, sendo 20 homens e 16 mulheres, separados em 2 grupos de TMI e 2 grupos controles, ambos masculino e feminino. O TMI foi aplicado através do dispositivo *Power Breathe* uma vez por dia, 5 vezes na semana com intensidade progressiva de 30-80% da  $PI_{m\acute{a}x}$  e após 6 semanas de intervenção observou-se melhora da força muscular inspiratória, redução da hipoxemia arterial induzida pelo exercício, aumento da saturação sanguínea e melhora no desempenho em ambos os sexos, porém em testes físicos diferentes.

No âmbito do futebol é necessário que os atletas possuam boa condição aeróbica para realizar *sprints* em alta intensidade por grandes distâncias e permanecerem os longos períodos de partida no alto nível (MACKALA *et al.*, 2019). Ozmen *et al.* (2017) realizaram intervenção em 18 atletas do sexo masculino organizados em 2 grupos, TMI e controle, e utilizaram um dispositivo portátil com bolsa reinalatória chamado *Spirotiger*, onde foi ajustado a intensidade para 40-50% da capacidade vital e a ventilação minuto para 60% do MVV e realizado TMI 1 vez por dia, apenas 2 vezes na semana no período de 5 semanas de intervenção e obteve-se resultados que não demonstraram melhoras significativas na força muscular respiratória, função pulmonar e no desempenho esportivo dos atletas, possivelmente pela duração e frequência de TMI ser insuficiente para apresentar resultados satisfatórios. Entretanto, Cavalcante, Hall e Souto (2019) que realizaram TMI com resistência linear por molas, proporcionado pelo dispositivo *Power Breathe*,

uma vez por dia sendo todos os dias da semana, com intensidade de resistência de 50% da P<sub>l</sub>máx, no período de 2 semanas de intervenção, observaram resultados com melhoras significativas da P<sub>l</sub>máx, pico de fluxo inspiratório (PIF), melhora no desempenho com maior tolerância ao exercício e velocidade de *sprint*. Contudo, Archiza *et al.* (2018) realizaram 6 semanas de intervenção em 18 atletas do sexo feminino divididas em 2 grupos, controle e TMI, onde aplicaram o TMI 2 vezes por dia durante 5 dias na semana e também com o resistor linear, *Power Breathe K5*, com carga de 50% da P<sub>l</sub>máx no grupo experimental e 15% no grupo controle, observando melhor desempenho de recuperação nos *sprints* em ambos os grupos, porém com resultados mais significativos no grupo TMI. O estudo feito por Mackala *et al.* (2019) propôs 8 semanas de intervenção com a utilização do dispositivo portátil *Threshold*, fornecendo resistência linear por molas, sendo aplicado 2 vezes ao dia, 5 dias na semana com intensidade de 40-80% da P<sub>l</sub>máx em 16 atletas subdivididos em 2 grupos, experimental e controle, apresentando resultados de melhor tolerância aeróbica, melhora na resistência e no desempenho dos atletas.

O futebol de salão ou futsal exige de seus praticantes a variabilidade constante de velocidade dentro de campo, entre caminhadas e *sprints*, gerando alterações cardiovasculares e fadiga corporal global, já que não há posições fixas e todos os jogadores variam o seu posicionamento durante uma partida (SOUSA *et al.*, 2021). O estudo realizado por Sousa *et al.* (2021) teve como objetivo investigar dois tipos diferentes de protocolos de TMI, sendo alta e baixa intensidade, resistido pelo *Power Breathe*, intervindo em 30 atletas do sexo masculino que foram designados a 3 grupos, sendo grupo 1 TMI de alta intensidade (TMI1), grupo 2 TMI de baixa intensidade (TMI2) e grupo controle com treinos rotineiros. O grupo 1 trabalhou com intensidade de 80% da P<sub>l</sub>máx com 2 séries de 12 esforços, enquanto o grupo 2 resistiu a 50% da P<sub>l</sub>máx com 2 séries de 20 esforços e em ambos os grupos a intervenção ocorreu 1 vez ao dia, 3 vezes por semana com duração de 8 semanas resultando em melhora da força muscular respiratória e tolerância aos exercícios nos grupos que utilizaram o TMI, demonstrando aumento da capacidade aeróbica através da aplicação de alta intensidade e concluindo que ambos os protocolos influenciaram na melhora da P<sub>l</sub>máx e desempenho esportivo.

O rúgbi é caracterizado por exigir de seus praticantes ações motoras variando de baixas a altas intensidades, sendo necessário que os músculos da respiração trabalhem de maneira adequada (NUNES *et al.*, 2018). Nunes *et al.* (2018)

realizaram um estudo com objetivo de analisar os efeitos do TMI de alta intensidade, interveio em 20 atletas amadores de rúgbi, do sexo masculino, separados em 2 grupos, TMI e controle, implementando o TMI resistido linear pelo dispositivo *Power Breathe* em ambos os grupos, utilizando protocolo de treino 1 vez ao dia, 3 vezes na semana com intensidade de 80% da P<sub>Imáx</sub> para o grupo TMI e nenhuma resistência para o controle, sendo aplicado durante 12 semanas de intervenção obtendo resultados de melhoras de resistência e força dos músculos respiratórios, além de aumento da distância percorrida no teste físico, apontando melhora no desempenho esportivo.

O basquete é uma modalidade esportiva complexa por suas jogadas técnicas e constituídas por força, potência e agilidade com *sprints* de curtas distâncias ocasionando alterações do sistema cardiorrespiratório (VASCONCELOS; HALL; VIANAA, 2017). Segundo o estudo realizado por Vasconcelos, Hall e Viana (2017) que interviam em 23 atletas de basquete, do sexo feminino, separadas em 2 grupos, experimental e controle, aplicando protocolo de TMI através de um resistor limiar de pressão, *Power Breathe*, com intensidade de 50% da P<sub>Imáx</sub> sendo 1 vez ao dia, 5 dias na semana com duração de 4 semanas de intervenção, apontaram melhora apenas para função pulmonar das atletas, contemplando Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo (VEF1), Capacidade Vital Forçada (CVF) e Pico de Fluxo Expiratório (PFE). Entretanto Oliveira *et al.* (2017) tiveram como seu objetivo avaliação da efetividade do TMI utilizando o *Power Breathe* e interveio em sete atletas profissionais de basquete, do sexo masculino, com aplicação do protocolo de TMI contendo 1 período de treinamento ao dia, por 4 dias na semana durante 4 semanas de intervenção, aplicando intensidade da carga progressivamente de 60% a 75% da P<sub>Imáx</sub>, resultando e concluindo em aumento da força muscular inspiratória e melhora no desempenho esportivo dos atletas, beneficiando-os no retardo da fadiga global.

A corrida identifica-se por ser uma modalidade que busca e exige a capacidade de resistência aeróbica dos atletas praticantes, sendo repercutido em curtas e longas distâncias (CHANG *et al.*, 2021). O estudo direcionado por Tong *et al.* (2016) aplicou TMI em 16 atletas recreativos do sexo masculino e feminino divididos em 2 grupos, controle e TMI, com resistência do *Power Breathe* trabalhando com intensidade 50% da P<sub>Imáx</sub>, ambos os grupos realizaram o TMI 2 vezes ao dia, 6 dias por semana durante 4 semanas, e após, os atletas realizaram

mais 6 semanas de treinamentos específicos para corrida, porém o grupo TMI realizou treinamento específico combinado com *Power Breathe*, mantendo a intensidade imposta anteriormente, concluindo com resultados significativos de melhoras de função global de musculaturas centrais e inspiratórias, aumento da P<sub>lmáx</sub> e melhora no desempenho esportivo no grupo TMI. Entretanto, Chang *et al.* (2021) realizaram TMI com *Power Breathe K2* em 20 atletas do sexo masculino e feminino sendo subdivido em 2 grupos, controle e TMI, utilizando como protocolo a realização de 2 treinamentos ao dia, 5 dias na semana com duração de 4 semanas de intervenção aplicando progressivamente a intensidade da carga de 50% até 80% da P<sub>lmáx</sub>, portanto, obtiveram resultados onde o grupo TMI demonstrou aumento da força respiratória e redução nas alterações da taxa de volume sanguíneo periférico. Katayma *et al.* (2019) interviram em 21 corredores do sexo masculino divididos em 3 grupos, sendo controle, treinamento normóxico e treinamento hipóxico, onde observaram resultados significativos utilizando o Treinamento de Resistência Muscular Respiratório (RMET) com aparelho composto por sistema de circuito aberto permitindo hiperpneia isocápnica em condições de normóxia ou hipóxia conectado ao fluxômetro, introduzido ao protocolo com 28 sessões de 30 minutos diários, variando de 4 a 5 vezes na semana durante 6 semanas com intensidade progressiva a partir de 50% da MVV. Os autores observaram que não houve diferença significativa no ambiente hipóxico em relação ao normóxico e ambos obtiveram melhora na resistência dos músculos respiratórios, redução da ação do metaborreflexo e aumento da resistência global em ambos os grupos experimentais em relação ao controle. Contudo, Piechura *et al.* (2020) compararam intervenções entre *Power Breathe* e *Threshold* em 25 atletas separados em 3 grupos, sendo experimental 1 (EXP1), experimental 2 (EXP2) e controle, no grupo EXP1 realizou intervenção com *Power Breathe* com intensidade de carga de 50% a 70% da P<sub>lmáx</sub> e no grupo EXP2 interveio com *Threshold* com carga de 30% a 50% da P<sub>lmáx</sub>, ambos seguindo protocolo de 2 vezes ao dia, 5 dias na semana durante 8 semanas de intervenção, contudo, demonstrando que os indivíduos que realizaram TMI com *Power Breathe* obtiveram maiores resultados significativos com melhora na força muscular inspiratória, volumes e capacidades pulmonares e desempenho físico em relação ao *Threshold* e ao grupo controle.

O ciclismo é caracterizado por exigir de seus praticantes bom condicionamento aeróbico para as longas distâncias percorridas que podem

ocasionar fadiga da musculatura periférica (TURNER *et al.*, 2016). Turner *et al.* (2016) submetem 16 ciclistas do sexo masculino altamente treinados subdivididos em 2 grupos e realizaram TMI resistido por meio do *Power Breathe* com intensidade de 50% da P<sub>lmáx</sub> no grupo experimental e 15% no controle, sendo 2 vezes ao dia durante 6 semanas observando que a implementação do TMI pode proporcionar melhor fornecimento de oxigênio para as musculaturas respiratórias e periféricas, reduzindo a desoxigenação musculoesquelética e obtendo melhora no desempenho de resistência. Abreu *et al.* (2019) analisaram 30 ciclistas homens recreativos, separados em 3 grupos, sendo grupo controle com TMI de intensidade limitada de 15% da P<sub>lmáx</sub>, grupo 1 TMI de intensidade moderada de 60% da P<sub>lmáx</sub> e grupo 2 TMI de alta intensidade de 80 a 90% da P<sub>lmáx</sub>. Para o protocolo de treinamento foi utilizado o *Power Breathe K5* e realizado 1 hora por dia, 3 dias por semana durante 11 semanas de intervenção, observaram que os resultados obtidos demonstraram efeitos significativos de melhoras no sistema cardiovascular, além de melhorar a força muscular inspiratória no grupo 1 e 2 em relação ao controle.

Nos estudos que realizaram revisões sistemáticas obtiveram resultados positivos com o TMI. Hajghanbari *et al.* (2013) realizaram coleta de dados em 21 artigos que intervêm em esportes como corrida, ciclismo, natação, futebol, rúgbi e remo e com diferentes tipos de TMI e Santiago *et al.* (2020) analisaram 10 artigos com aplicação do TMI e RMT em modalidades esportivas intermitentes sendo futebol, rúgbi, badminton, hóquei em campo, e basquete e em ambos estudos foi observado melhora na função pulmonar, melhora significativa da P<sub>lmáx</sub>, melhoras na percepção de esforço, índice de dispneia e desempenho dos atletas referente aos grupos de intervenção, concluindo que de acordo com a especificidade de treinamento de cada esporte o TMI pode melhorar o desempenho esportivo, aumentando a força e resistência muscular respiratória, dados estes que se equiparam com os resultados analisados em nosso estudo. Entretanto, Nepomuceno Júnior, Gómez e Gomes Neto (2016) utilizaram somente ensaios clínicos randomizados analisando os efeitos do TMI com *Power Breathe* sobre intensidade de carga de 50% da P<sub>lmáx</sub> e observaram que as práticas esportivas associadas aos protocolos de TMI demonstram benefícios à capacidade pulmonar, principalmente pela melhora da P<sub>lmáx</sub>, com redução da percepção de esforço e melhora do desempenho esportivo nos testes contra-relógio, e segundo Lázaro *et al.* (2021) o *Power Breathe* é um dispositivo caracterizado por fácil manejo, aplicável nas rotinas

de treino de diversas modalidades esportivas sem dificuldades de uso e eficiente para proporcionar melhorias durante as atividades físicas, contudo Karsten *et al.* (2018) afirmam que o TMI linear pode ser um recurso ergogênico disposto de efeitos eficazes, proporcionando melhoras no desempenho em resistência principalmente em esportes intermitentes. O estudo realizado por Sales *et al.* (2016) teve como análise os efeitos do RMT em atletas e não-atletas dentro de 20 estudos, onde foi imposto aplicações de resistores limiaries de pressões e hiperpneia isocápnica, além da combinação dos dois métodos, portanto o estudo confirma que o RMT melhora a resistência muscular respiratória em atletas e não atletas, demonstrando também que o método de capacidade ventilatória sustentada máxima (MSVC) combinado com hiperpneia isocápnica obteve resultados mais satisfatórios em comparação aos limiaries de pressão.

Dentro dos estudos observados, nota-se a aplicação de diversos protocolos distintos com a necessidade de uma padronização interventiva para demonstração de melhores resultados. Assim, segundo Santos *et al.* (2019) que propuseram um protocolo de intervenção supervisionado, onde o TMI de intensidade crítica (90-105% da  $P_{lm\acute{a}x}$ ) e o TMI moderado (60% da  $P_{lm\acute{a}x}$ ), utilizando resistor inspiratório disposto pelo dispositivo *Power Breathe*, pode ser aplicado na rotina de treinos dos atletas e utilizados segundo a periodização de seus campeonatos proporcionando resultados esperados com melhoras significativas no pico de consumo de oxigênio, na redução da sensação de dispneia e sensação de fadiga periférica, além de aumentos na carga de trabalho e retardo nos efeitos do metaborreflexo, mantendo períodos de treinos de 1 hora de treinamento por dia, 3 vezes na semana.

As limitações do presente estudo são correlacionadas a escassez de artigos, dispostos do tempo de 10 anos selecionado para pesquisa, voltados para diferentes âmbitos dos esportes e predominando no basquete, ciclismo, rúgbi, mergulho e remo. Além da variação de protocolos, tempo de intervenção, volume da amostra e índices de intensidades propostas por meio dos dispositivos de TMI, sendo difícil a capacidade de construir e aplicar uma metodologia eficaz em todas as áreas para eficiência e melhora dos atletas, sendo de grande importância futuros estudos para definição do método de um protocolo ideal para melhora funcional destes pacientes.

### **Considerações Finais**

Considerando os artigos analisados nesta revisão, em sua maioria demonstraram boa aplicabilidade e eficácia do TMI nos esportes, sendo um complemento ideal para aumento da resistência, redução da fadiga, aumento da força dos músculos respiratórios e melhora do desempenho esportivo, contribuindo de forma positiva para os atletas que buscam maior capacitação dentro da especificidade de seu esporte, com a necessidade de treinos supervisionados, com intensidade e frequência adequadas, além do comprometimento dos atletas. Entretanto, ainda é necessário estudos com maiores aprofundamentos, tempo e tamanho de amostra, devido as amostras limitadas e os métodos com baixo rigor de avaliação, perante a inexistência de um bom padrão avaliativo.

## Referências

- ABREU, R. *et al.* Effects of inspiratory muscle training intensity on 2 cardiovascular controls in amateur cyclists. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, v. 317, n. 6, p. 891-902, 1 dez. 2019. DOI 10.1152/ajpregu.00167.2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31596110/>. Acesso em: 10 out. 2023.
- ARCHIZA, B. *et al.* Effects of inspiratory muscle training in professional women football players: a randomized sham-controlled trial. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 7, p. 771-780, 2018. DOI 10.1080/02640414.2017.1340659. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28622081/>. Acesso em: 17 mar. 2023.
- CAVALCANTE, R.; HALL, E.; SOUTO, A. Inspiratory Muscle Training improves the performance of a repeated sprint ability test in professional soccer players. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 23, n. 3, p. 452-455, 2019. DOI: 10.1016/j.jbmt.2019.01.016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31563354/>. Acesso: 8 abr. 2023.
- CUNHA, M. *et al.* The effect of inspiratory muscle training on swimming performance, inspiratory muscle strength, lung function, and perceived breathlessness in elite swimmers: a randomized controlled trial. **Porto Biomedical Journal**, v. 4, n. 6, 8 jul. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/j.pbj.0000000000000049>. Disponível em: [https://journals.lww.com/pbj/fulltext/2019/12000/the\\_effect\\_of\\_inspiratory\\_muscle\\_training\\_on.4.aspx](https://journals.lww.com/pbj/fulltext/2019/12000/the_effect_of_inspiratory_muscle_training_on.4.aspx). Acesso em: 16 out. 2023.
- CHANG, Y. *et al.* Effects of 4-Week Inspiratory Muscle Training on Sport Performance in College 800-Meter Track Runners. **Medicina**, v. 5, n. 71, p. 72, 15 jan. 2021. DOI: 10.3390/medicina57010072. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33467421/>. Acesso em: 12 out. 2023.
- HAJGHANBARI, B. *et al.* Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses. **J Strength Cond Res**, v. 27, n. 6, p. 1643-1663, jun. 2013. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318269f73f. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22836606/>. Acesso em: 10 out. 2023.
- HELD, H; PENDERGAST, D. The effects of respiratory muscle training on respiratory mechanics and energy cost. **Respir Physiol Neurobiol**, n. 200, p. 7-17, 15 ago.

2014. DOI: 10.1016/j.resp.2014.05.002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24816143/>. Acesso em: 17 out. 2023.

KARSTEN, M. *et al.* The effects of inspiratory muscle training with linear workload devices on the sports performance and cardiopulmonary function of athletes: A systematic review and meta-analysis. **Phys Ther Sport**, n. 34, p. 92-104, nov. 2018. DOI: 10.1016/j.ptsp.2018.09.004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30261349/>. Acesso em: 16 out. 2023.

KATAYMA, K. *et al.* Effects of Respiratory Muscle Endurance Training in Hypoxia on Running Performance. **Med Sci Sports Exerc** v. 51, n. 7, p. 1477-1486, jul. 2019. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001929. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30789438/>. Acesso em: 12 out. 2023.

LÁZARO, D. *et al.* Inspiratory Muscle Training Program Using the PowerBreath®: Does It Have Ergogenic Potential for Respiratory and/or Athletic Performance? A Systematic Review with Meta-Analysis. **Int J Environ Res Public Health**, v. 18, n. 13, p. 6703, 22 jun. 2021. DOI: 10.3390/ijerph18136703. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34206354/>. Acesso em: 16 out. 2023.

MARCHESE, L. D. *et al.* Estudo Controlado das Alterações Hemodinâmicas Centrais de uma Sessão de Exercício Inspiratório com Diferentes Cargas na Insuficiência Cardíaca. **Arq Bras Cardiol**, v. 114, n. 4, p. 656-663, 2020. DOI <https://doi.org/10.36660/abc.20180375>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/p6qQNPSmsBd3xhxRPnYyw9h/>. Acesso em: 6 abr. 2023.

MACKALA, K. *et al.* The Effect of Respiratory Muscle Training on the Pulmonary Function, Lung Ventilation, and Endurance Performance of Young Soccer Players. **Int J Environ Res Public Health**, v. 17, n. 1, p. 234, 28 dez. 2019. DOI: 10.3390/ijerph17010234. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31905644/>. Acesso em: 15 out. 2023.

MUTHUSAMY, S. *et al.* Effects of individualized training and respiratory muscle training on pulmonary function among collegiate swimmers: an experimental study. **Physical Education Theory and Methodology**, v. 22, n. 3, 30 nov. 2022. DOI: 10.17309/tmfv.2022.3s.09. Disponível em: <file:///C:/Users/felip/Desktop/TCC%20-%20ARTIGOS%20ORIGINAIS/NADADORES/05%20-%20ESPORTES%20AQU%20C3%81TICOS.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2023.

NEPOMUCENO JÚNIOR, B. R. V.; GÓMEZ, T. B.; GOMES NETO, M. Use of Powerbreathe® in inspiratory muscle training for athletes: systematic review. **Fisioter. Mov.**, Curitiba, v. 29, n. 4, p. 821-830, 2016. DOI <https://doi.org/10.1590/1980-5918.029.004.AO19>. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-828796>. Acesso em: 17 mar. 2023.

NUNES, A. *et al.* Effects of high-intensity inspiratory muscle training in rugby players. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 24, n. 3, jun. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220182403166216>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/vPWYsKQnMJ4LLJjNmPjvHRb/>. Acesso em: 4 nov. 2023.

OLIVEIRA, A. *et al.* A efetividade do treinamento muscular respiratório com *powerbreathe* em atletas de basquete. **Fisioterapia em Ação - Anais eletrônicos**, p. 21–32, 24 maio 2017. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/fisioterapiaemacao/article/view/13262>. Acesso em: 21 out. 2023.

OZMEN, T. *et al.* Effects of respiratory muscle training on pulmonary function and aerobic endurance in soccer players. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 57, n. 5, p. 507-513, maio 2017. DOI: 10.23736/S0022-4707.16.06283-6. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28399624/>. Acesso em: 16 out. 2023.

PIECHURA, K. *et al.* Influence of Inspiratory Muscle Training of Various Intensities on The Physical Performance of Long-Distance Runners. **Journal of Human Kinetics**, v. 75, p. 127-137, 31 out. 2020. DOI: 10.2478/hukin-2020-0031. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33312301/>. Acesso em: 17 out. 2023.

PUPISOVÁ, Z. *et al.* Changes of inspiratory parameters and swimming performance by influence of powerbreathe plus level 3. **Sport Science**, v. 7, n. 2, p. 12-15, dez. 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/270567073\\_Changes\\_of\\_inspiratory\\_parameters\\_and\\_swimming\\_performance\\_by\\_influence\\_of\\_Powerbreathe\\_Plus\\_Level\\_3](https://www.researchgate.net/publication/270567073_Changes_of_inspiratory_parameters_and_swimming_performance_by_influence_of_Powerbreathe_Plus_Level_3). Acesso em: 20 maio 2023.

RIGANAS, C. *et al.* Inspiratory muscle training effects on oxygen saturation and performance in hypoxemic rowers: Effect of sex. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 22, p. 2513-2521, 29 jul. 2019. DOI: 10.1080/02640414.2019.1646582. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31357915/>. Acesso em: 16 out. 2023.

SALES, A. T. *et al.* Respiratory muscle endurance after respiratory muscle training in athletes and non-athletes: a systematic review and meta-analysis. **Physical Therapy in Sports**, v. 17, p. 76-86, 2016. DOI 10.1016/j.ptsp.2015.08.001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26626464/>. Acesso em: 14 mar. 2023.

SANTOS, P. *et al.* Critical inspiratory pressure – a new methodology for evaluating and training the inspiratory musculature for recreational cyclists: study protocol for a randomized controlled trial. **Trials**, v. 20, n. 1, p. 258, 7 maio 2019. DOI: 10.1186/s13063-019-3353-0. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31064379/>. Acesso em: 16 out. 2023.

SANTIAGO, J. L. *et al.* Inspiratory Muscle Training in Intermittent Sports Modalities: A Systematic Review. **Internacional Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 12, p. 4448, 21 jun. 2020. DOI: 10.3390/ijerph17124448. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32575827/>. Acesso em: 21 jul. 2023.

SOUSA, M. *et al.* Inspiratory Muscle Training Improves Aerobic Capacity in Amateur Indoor Football Players. **Int J Sports Med**, v. 42, n. 5, p. 456-463, maio 2021. DOI: 10.1055/a-1255-3256. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33307554/>. Acesso em: 16 out. 2023.

SHEI, J. *et al.* Effect of flow-resistive inspiratory loading on pulmonary and respiratory muscle function in sub-elite swimmers. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 56, n. 4, p. 392-398, abr. 2016. Disponível em: <https://www.minervamedica.it/en/journals/sports-med-physical->

fitness/article.php?cod=R40Y2016N04A0392. Acesso em: 18 out. 2023.

TONG, T. *et al.* “Functional” inspiratory and core muscle training enhances running performance and economy. **J Strength Cond Res**, v. 30, n. 10, p. 2942-2951, out. 2016. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000656. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25162653/>. Acesso em: 17 out. 2023.

TURNER, L. *et al.* The Effect of Inspiratory Muscle Training on Respiratory and Limb Locomotor Muscle Deoxygenation During Exercise with Resistive Inspiratory Loading. **Int J Sports Med**, v. 37, n. 8, p. 598-606, jul. 2016. DOI: 10.1055/s-0042-104198. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27191210/>. Acesso em: 16 out. 2023.

VASCONCELOS, T.; HALL, A.; VIANAA, R. The influence of inspiratory muscle training on lung function in female basketball players - a randomized controlled trial. **Porto Biomedical Journal**, v. 2, n. 3, p. 86-89, jan. 2017. DOI: 10.1016/j.pbj.2016.12.003. Disponível em: [https://journals.lww.com/pbj/fulltext/2017/05000/the\\_influence\\_of\\_inspiratory\\_muscle\\_training\\_on.5.aspx](https://journals.lww.com/pbj/fulltext/2017/05000/the_influence_of_inspiratory_muscle_training_on.5.aspx). Acesso em: 04 nov. 2023.

WHEELOCK, C. *et al.* Respiratory muscle training and exercise ventilation while diving at altitude. **Undersea Hyperb Med.**, v. 48, n. 2, p.107-117, 2021. DOI: 10.22462/03.04.2021.1. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33975401/>. Acesso em: 16 out. 2023.