

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

Relação entre força muscular respiratória e desempenho físico de  
jogadores de basquetebol em cadeira de rodas

Raphael do Nascimento Pereira

2013

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RAPHAEL DO NASCIMENTO PEREIRA

RELAÇÃO ENTRE FORÇA MUSCULAR  
RESPIRATÓRIA E DESEMPENHO FÍSICO DE  
JOGADORES DE BASQUETEBOL EM  
CADEIRA DE RODAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, da Universidade Metodista de Piracicaba, para obtenção do Título de Mestre em Fisioterapia. Área de concentração: Intervenção fisioterapêutica. Linha de pesquisa: Processos de Intervenções Fisioterapêuticas nos Sistemas Cardiovascular, Respiratório, Muscular e Vias Metabólicas.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marlene Aparecida Moreno

Piracicaba

2013

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Unimep

Bibliotecária: Luciene Cristina Correa Ferreira CRB8/8235

**P436r**     **Pereira, Raphael do Nascimento**

Relação entre força muscular respiratória e desempenho físico de jogadores de basquetebol em cadeira de rodas. / Raphael do Nascimento Pereira. – Piracicaba, SP: [s.n.], 2013.

67 f. ; il.

Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Faculdade de Ciências da Saúde / Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia - Universidade Metodista de Piracicaba. 2013.

Orientadora: Dra. Marlene Aparecida Moreno.

Aos meus pais, Ronaldo e Aldenora.  
Aos meus irmãos, Ronaldo (Roni) e  
Raphaela. E à minha amada  
Roberta.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos fazendo o bem ao próximo.

Aos meus pais Ronaldo e Aldenora Pereira, pelo empenho em sempre dar aos seus filhos todo o amor, carinho, devoção, caráter e, acima de tudo, exemplo da importância da família em nossas vidas. Muito obrigado por terem tornado realidade o sonho de um menino que um dia viu o seu pai se tornar mestre e o tomou como exemplo. Agradeço por terem me dado subsídios para a realização deste grande sonho que foram estes quatro anos longe de casa em busca do aprimoramento profissional e, principalmente, do conhecimento científico. Muito obrigado por todo o apoio nos momentos difíceis e de fraqueza, pelos conselhos, pelos inúmeros “puxões de orelha”, pelos abraços cheios de alegria em cada regresso para casa, e também pelos cheios de saudades e tristeza em cada partida. Amo vocês!

Ao meu irmão Ronaldo Pereira (Roni), por todo o apoio, conselhos e incentivos nesta jornada que parecia tão longa e distante no início e que agora, quando olhamos juntos para trás, temos orgulho de todo o caminho percorrido. És e sempre serás o meu maior exemplo de companheirismo, amizade e caráter.

À minha querida irmã Raphaela Pereira, também pelo amor, carinho, ternura, apoio e incentivo dados. Hoje vejo a mulher inteligente, decidida e madura que te tornaste e sinto muito orgulho disso. Muito obrigado por tudo minha irmãzinha querida.

À minha avó Alice, por todo carinho, por cada abraço apertado e por cada despedida dolorosa. Muito obrigado, amo a senhora!

A todos os meus parentes (tios, tias, primos e primas) e amigos que de forma direta ou indireta me apoiaram nesta jornada. Recebam o meu muito obrigado.

À minha amada Roberta Folha, pelo apoio quando fraquejei, pelo “porto seguro” que és para mim, pelo amor que nos uni, pelas alegrias de cada chegada, pelas broncas que me deste, pela falta que fizeste em determinados momentos, faltas estas que me deram forças para ir sempre em frente. Mas principalmente pelos momentos felizes que passamos juntos e pelos que ainda virão. Não conheço palavras suficientes para expressar a minha gratidão e o privilégio em ter-te ao meu lado. Muito obrigado por tudo, amo você!

Ao meu sogro Roberto Folha, minha sogra Soraia Folha e meu cunhado Gabriel Folha, obrigado pelo carinho, incentivo e confiança dados.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marlene Aparecida Moreno, muito obrigado pelo apoio, incentivo, compreensão e confiança. Sem a senhora nada disso seria possível.

Aos colegas Marcos Fábio Ribeiro de Abreu e Camila Brito Gonçalves pela ajuda nas avaliações.

A todos os professores, colegas e funcionários da UNIMEP. Muito obrigado.

Não poderia me esquecer dos técnicos dos times de basquetebol em cadeira de rodas, Daniel Rivabem Mizuhira e Wilson da Silva Corrêa (Caju). Muito obrigado pela confiança e apoio.

Também a todos os atletas da Associação dos Amigos Paradesportistas de Piracicaba – AAPP (SP) e do Clube dos Deficientes Físicos do Pará – “All Star Rodas” (PA) que participaram deste estudo. Muito obrigado!

A todos que de certa forma me apoiaram na realização deste grande sonho, muito obrigado!

*“Há homens que lutam um dia e são bons. Há outros que lutam um ano e são melhores. Há os que lutam muitos anos e são muito bons. Porém, há os que lutam toda a vida. Esses são os imprescindíveis.”*

Bertolt Brecht, dramaturgo alemão (1889 – 1956).

## RESUMO

O sistema respiratório tem sido apontado como fator limitante do desempenho físico durante a realização de exercícios físicos. Esta limitação está relacionada, dentre outras coisas, com a fadiga da musculatura respiratória. O processo de fadiga desta musculatura durante o exercício físico gera a ativação de diversos reflexos fisiológicos que culminam na redução do fluxo sanguíneo aos músculos esqueléticos dos membros efetores da atividade, o que gera o acúmulo de subprodutos da contração muscular, resultando na queda do desempenho muscular. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a relação entre a força da musculatura respiratória e o desempenho físico aeróbio de jogadores de basquetebol em cadeira de rodas. Para tal, foram avaliados 19 homens, praticantes de basquetebol em cadeira de rodas (BCR), os quais foram divididos em dois grupos para as análises comparativas entre sujeitos sem controle de tronco (grupo sem controle de tronco – GSCT (n = 12)) e com (grupo com controle de tronco – GCCT (n = 07)) com faixas etárias de  $31,67 \pm 8,15$  e  $30,00 \pm 6,06$  anos, massa corporal de  $65,41 \pm 16,16$  e  $68,99 \pm 14,90$  kg, estatura de  $1,59 \pm 0,17$  e  $1,55 \pm 0,24$  m e índice de massa corporal de  $25,64 \pm 3,38$  e  $29,15 \pm 6,05$  kg/m<sup>2</sup>, respectivamente. Todos realizaram avaliação da função pulmonar por intermédio da espirometria, avaliação da força muscular respiratória (FMR) pela medida das pressões inspiratórias e expiratórias máximas (PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>, respectivamente), e avaliação do desempenho físico aeróbio (DFA) pelo teste de 12 minutos para cadeirantes. Os resultados mostraram que os valores obtidos da PI<sub>máx</sub> em ambos os grupos e da PE<sub>máx</sub> no GCCT foram superiores aos previstos. Na avaliação feita entre os dois grupos não foram observadas diferenças nas variáveis PI<sub>máx</sub> e distância percorrida no teste de 12 minutos, entretanto, foi observada diferença nos valores obtidos da PE<sub>máx</sub> entre os dois grupos. Observou-se também forte correlação positiva entre a força muscular inspiratória (FMI) e o DFA ( $r = 0,66$ ;  $r^2 = 0,44$ ;  $p = 0,002$ ) e regular entre a força muscular expiratória (FME) e o DFA ( $r = 0,52$ ;  $r^2 = 0,26$ ;  $p = 0,02$ ). A partir dos valores da distância percorrida, 4 voluntários foram classificados com nível da capacidade física aeróbia acima da média e 8 apresentaram classificação média no GSCT, já no GCCT 1 voluntário apresentou classificação excelente, 5 acima da média e 1 teve classificação média. Conclui-se que os voluntários estudados apresentaram valores das pressões respiratórias máximas dentro ou acima dos preditos para suas idades e gênero, bem como correlação positiva entre estas pressões e a distância percorrida no teste de esforço, sugerindo que a força dos músculos respiratórios pode exercer influência sobre o DFA de jogadores de BCR.

Palavras-chave: Músculos respiratórios; Teste de esforço; Testes respiratórios; Cadeiras de Rodas; Esportes; Desempenho Atlético.

## ABSTRACT

The respiratory system has been indicated as a factor limiting physical performance during physical exercises. This limitation is related with the fatigue of respiratory muscles. The process of the respiratory muscles fatigue during physical exercise leads to activation of several physiological reflexes that culminate in reduced blood flow to skeletal muscles of limbs which leads to the accumulation of byproducts of muscle contraction resulting in the fall of muscle performance. The aim of this study was to evaluate the relationship between respiratory muscle strength and physical performance of wheelchair basketball (WB) players. To this end we evaluated 19 men practicing WB which were divided into two groups for comparative analyzes between subjects with and without trunk control (without trunk control group - WTCG (n = 12)) and with trunk control (with trunk control group - TCG (n = 06)) with age of of  $31.67 \pm 8.15$  and  $30.00 \pm 6.06$  years, body weight of  $65.41 \pm 16.16$  and  $68.99 \pm 14.90$  kg, height of  $1.59 \pm 0.17$  and  $1.55 \pm 0.24$  m and body mass index of  $25.64 \pm 3.38$  and  $29.15 \pm 6.05$  kg/m<sup>2</sup>, respectively. All subjects underwent pulmonary function assessment through spirometry, respiratory muscle strength (RMS) by measuring the maximal inspiratory and expiratory pressures (MIP and MEP, respectively), and aerobic performance (AP) evaluation by 12 minutes test for wheelchair users. The results showed that the values obtained in both MIP and MEP in the two groups were higher than expected. In assessment between the two groups we observed no significant differences in MIP and 12 minutes test distance, however, there were differences in values of MEP between the two groups. There was also a strong and positive correlation between inspiratory muscle strength and AP ( $r = 0.66$ ,  $r^2 = 0.44$ ,  $p = 0.002$ ) and positive and regular correlation between the expiratory muscle strength and AP ( $r = 0.52$ ,  $r^2 = 0.26$ ,  $p = 0.02$ ). From the values of distance traveled in the WTCG 4 volunteers were classified as level of aerobic capacity above average and 8 show the average rating. In the TCG 1 volunteer had excellent rating, 5 above average and 1 was rated average. We concluded that the volunteers studied had values of maximal respiratory pressures above the predicted as well the correlation between these pressures and the distance traveled in aerobic performance test suggesting that the respiratory muscle strength can exert a positive influence on the physical performance of wheelchair basketball players.

Key words: Respiratory muscles; Exercise test; Breath tests; Wheelchairs; Sports; Athletic Performance.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS .....	20
2.1. Objetivo geral.....	20
2.2. Objetivos Específicos .....	20
3. HIPÓTESES.....	21
3.1. Hipótese nula ( $H_0$ ) .....	21
3.2. Hipótese alternativa ( $H_1$ ) .....	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
4.1. Desenho do estudo e aspectos éticos.....	22
4.2. Casuística .....	22
4.3. Procedimentos experimentais .....	25
4.3.1. Provas de função pulmonar .....	26
4.3.2. Avaliação da força muscular respiratória .....	28
4.3.3. Avaliação do desempenho físico aeróbio .....	29
4.4. Análise Estatística .....	32
5. RESULTADOS .....	34
6. DISCUSSÃO.....	43
7. CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS.....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

<b>%</b>	Porcentagem
<b>[La<sup>-</sup>]</b>	Concentração de lactato sanguíneo
<b>±</b>	Mais ou menos
<b>ATS</b>	American Thoracic Society
<b>cmH<sub>2</sub>O</b>	Centímetros de água
<b>CPT</b>	Capacidade pulmonar total
<b>CV</b>	Capacidade vital
<b>CVF</b>	Capacidade vital forçada
<b>CVL</b>	Capacidade vital lenta
<b>FACIS</b>	Faculdade de Ciências da Saúde
<b>FC</b>	Frequência cardíaca
<b>FME</b>	Força muscular expiratória
<b>FMI</b>	Força muscular inspiratória
<b>IMC</b>	Índice de massa corporal
<b>irpm</b>	Incursões respiratórias por minuto
<b>kg</b>	Quilograma
<b>kg/m<sup>2</sup></b>	Quilograma por metro quadrado
<b>L</b>	Litros
<b>l</b>	Litros
<b>l/min</b>	Litros por minuto
<b>L5</b>	Quinta vértebra lombar
<b>LMT</b>	Lesão medular traumática
<b>m</b>	Metro
<b>mmHg</b>	Milímetros de mercúrio
<b>mmol/L</b>	Milimol por litro
<b>MMSS</b>	Membros superiores
<b>MMII</b>	Membros inferiores
<b>MR</b>	Músculos respiratórios
<b>N</b>	Número de participantes
<b>P</b>	Índice de significância estatística
<b>PA</b>	Pressão arterial

<b>PAD</b>	Pressão arterial diastólica
<b>PAS</b>	Pressão arterial sistólica
<b>PE<sub>máx</sub></b>	Pressão expiratória máxima
<b>PFE</b>	Pico de fluxo expiratório
<b>PI<sub>máx</sub></b>	Pressão inspiratória máxima
<b>r</b>	Índice de correlação de Pearson
<b>SpO<sub>2</sub></b>	Saturação periférica de oxigênio
<b>T4</b>	Quarta vértebra torácica
<b>TMI</b>	Treinamento muscular inspiratório
<b>UNIMEP</b>	Universidade Metodista de Piracicaba
<b>VC</b>	Volume corrente
<b>VEF<sub>1</sub></b>	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
<b>VEF<sub>1</sub>/CVF</b>	Razão entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada
<b>VO<sub>2</sub>pico</b>	Consumo de oxigênio no pico do exercício
<b>VO<sub>2</sub>máx</b>	Consumo máximo de oxigênio
<b>VR</b>	Volume residual
<b>VVM</b>	Ventilação voluntária máxima

## 1. INTRODUÇÃO

O sistema respiratório é apontado como um dos fatores limitantes do desempenho físico de atletas de alto rendimento. Esta limitação está relacionada a quatro condições: 1) aumento do trabalho respiratório; 2) hipoxemia arterial induzida pelo exercício; 3) fadiga da musculatura respiratória e 4) dispneia (Wells & Norris, 2009).

Durante exercícios físicos intensos pode-se observar alterações da frequência respiratória de até 40 a 60 incursões respiratórias por minuto (irpm). O volume corrente (VC) também aumenta, atingindo de 1,5 a 4 litros por minuto, culminando com a elevação do volume minuto, o qual pode elevar-se a até 200 L/min, durante exercícios físicos máximos (Wells & Norris, 2009).

A elevação dos valores destas variáveis, principalmente em exercícios físicos sustentados por tempo prolongado, e que excedam a intensidade de 85% do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), fazem com que a musculatura responsável pela inspiração, principalmente o músculo diafragma, seja mais requisitada, podendo gerar, em alguns casos, um quadro de fadiga desta (Johnson et al., 1993; Nickerson & Keens, 1982).

Este quadro desencadeia uma cascata de alterações no organismo que culminam na sensação de dispneia, a qual está relacionada com a queda do desempenho físico. Em situações extremas, a fadiga da musculatura respiratória é acompanhada por um quadro de hipoxemia arterial induzida pelo exercício, o que gera maior sensação de dispneia, reduzindo ainda mais o desempenho físico (McConnell & Romer, 2004; Gigliotti et al., 2006; Wells & Norris, 2009).

Diversos fatores estão associados a fadiga gerada pelo exercício físico, no entanto, a redução do fluxo sanguíneo aos músculos inspiratórios em decorrência

do aumento da pressão intra-abdominal durante a inspiração forçada, com consequente compressão de artérias responsáveis pela perfusão sanguínea diafragmática, apresenta-se como um fator importante desta situação (St Croix et al., 2000).

Segundo Johnson et al., (1993), atividades físicas que excedem 85% do  $VO_2$ máx são capazes de gerar fadiga muscular diafragmática, sendo demonstrado por Babcock et al., (1996) que este quadro também acontece em atletas de elite.

A fadiga muscular diafragmática é capaz de gerar respostas reflexas nos sistemas de regulação da circulação sanguínea e da ventilação pulmonar, dos quais podemos destacar o quimiorreflexo e o metaborreflexo induzido pela musculatura inspiratória (St Croix et al., 2000; Schmidt et al., 2005).

A ativação do metaborreflexo pela contração dos músculos esqueléticos durante os exercícios físicos já está bem estabelecida, entretanto, recentemente a literatura tem apontado que o metaborreflexo também pode ser ativado pelo trabalho dos músculos respiratórios (St Croix et al., 2000; Sheel et al., 2000; Harms et al., 2000).

A ativação do metaborreflexo induzido pelo trabalho da musculatura inspiratória se dá pelo estímulo metabólico das fibras aferentes mielinizadas mecanossensíveis do tipo III e não-mielinizadas quimiossensíveis do tipo IV, provenientes da musculatura inspiratória, especialmente do diafragma (St Croix et al., 2000; Dempsey et al., 2006). A ativação destas fibras gera uma resposta reflexa vasoconstritora na musculatura esquelética periférica em atividade através da elevação da liberação de mediadores simpáticos (St Croix et al., 2000).

Tendo em vista este mecanismo, a menor oferta de sangue, e consequente menor oferta de oxigênio à musculatura esquelética ativa, gera queda do

rendimento destes músculos pela exacerbação do desequilíbrio ácido-básico gerado pela atividade física (Harms et al, 2000; St. Croix et al., 2000).

A maior ativação do metaborreflexo pela musculatura inspiratória também está associado à sensação de dispneia, e conseqüente diminuição da capacidade dos músculos de gerar força, causando queda no  $\text{VO}_2\text{máx}$  e do desempenho físico, além do aparecimento da sensação de fadiga (Bender & Martin, 1985; Mador et al., 1993; Johnson et al., 1996; McConnell et al., 1997; Perret et al., 1999; Williams et al., 2002).

O desequilíbrio ácido-básico decorrente destas respostas reflexas é gerado pelo acúmulo de íons hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) e moléculas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) oriundos do processo de contração muscular. O acúmulo de  $\text{CO}_2$  no sangue arterial gera o estímulo de quimiorreceptores centrais localizados na face ventral do bulbo, os quais respondem a variações na pressão parcial de  $\text{CO}_2$  ( $\text{PCO}_2$ ) promovendo elevação da ventilação pulmonar e aumento da atividade nervosa simpática, para que haja a elevação da FC e da contratilidade do miocárdio (Somers et al., 1989; Marshall, 1994; Schmidt et al., 2005). Além disso, sabe-se que durante exercícios físicos máximos, o redirecionamento do fluxo sanguíneo ao diafragma e demais músculos respiratórios pode representar até 15% do consumo total de oxigênio destinado ao exercício (Wells & Norris, 2009; Aaron et al., 1992; St Croix et al., 2000; Harms et al., 2000).

Estes fatores já são evidenciados em sujeitos sem deficiências físicas, contudo, quando se trata de atletas cadeirantes ocorre um agravamento nas condições respiratórias, especialmente envolvendo sujeitos com lesão medular (LM) e com baixo controle de tronco, os quais apresentam redução dos volumes e

capacidades pulmonares, bem como da força da musculatura respiratória e da mobilidade torácica (West et al., 2012; Moreno et al., 2012).

Sujeitos com LM apresentam algumas alterações no sistema respiratório, as quais se apresentam como principais causas de óbitos desta população. Sendo elevada a incidência de atelectasias e pneumonias (Chen et al., 1999) que são agravadas pela adoção de um estilo de vida inativo (Carter, 1987; DeVivo et al., 1999; Aito, 2003).

Neste sentido, a implementação de exercícios físicos como parte integrante dos programas de reabilitação de LM e sujeitos sem controle de tronco tem sido um recurso importante no tratamento e prevenção das disfunções pulmonares desta população, sendo enfatizado o treinamento com membros superiores (MMSS) (Hicks et al., 2003), uma vez que alguns grupos musculares presentes nos MMSS e cintura escapular atuam também como acessórios da respiração e não somente para o posicionamento dos membros e da postura.

As alterações respiratórias observadas em sujeitos com LM estão relacionadas com o nível e com o tipo (parcial ou completa) da lesão. Lesões em níveis iguais ou superiores de C1 a T11 são capazes de ocasionar alterações na mecânica inspiratória, sendo observada uma piora deste quadro quanto mais alto for o nível da LM (Winslow & Rozovsky, 2003).

Entretanto, o fato de um cadeirante com LM treinar regularmente uma modalidade esportiva já é capaz de promover adaptações benéficas sobre a função respiratória, devido a maior exigência desta musculatura durante os treinamentos (Moreno et al., 2012).

Em busca de estratégias para melhorar o desempenho físico de atletas, programas de treinamento específico para a musculatura inspiratória têm sido

propostos, tendo por objetivo adiar ou até evitar a fadiga diafragmática (McConnell & Lomax, 2006). Em estudo realizado por Vergès et al. (2007) os autores encontraram pequena melhora no desempenho físico de atletas com LM após programa de treinamento muscular inspiratório (TMI). Já Goosey-Tolfrey et al. (2010) não encontraram alterações significativas no desempenho físico, frequência cardíaca máxima e concentração sanguínea de lactato ( $[La^-]$ ) de jogadores de basquete em cadeira de rodas submetidos a um programa de TMI, promovendo apenas alterações na força muscular inspiratória (FMI) e na qualidade de vida destes sujeitos.

No estudo de Litchke et al. (2008), os autores também demonstraram melhora da FMI após protocolo de TMI, contudo, ressaltaram a elevação da ventilação voluntária máxima, associada a sensação de “maior conforto respiratório durante o esporte” relatadas pelos paratletas avaliados.

Semelhante as alterações da mecânica inspiratória, a LM também é capaz de gerar alterações na mecânica expiratória. Estas também acontecem dependendo do nível e do tipo da LM, tendo este acometimento lesões em níveis de C5 a L1 (Winslow & Rozovsky, 2003). O comprometimento da mecânica expiratória está comumente associado a alterações funcionais dos músculos abdominais (reto do abdome, transversos do abdome e oblíquos externos e internos do abdome), contudo, também pode ser oriundo de disfunções do músculo peitoral maior, o qual possui inervação proveniente do nervo peitoral lateral e medial, com raízes nervosas em níveis de C5 a T1 (Estenne et al., 1989). Sendo frequentemente encontrado um quadro de redução da força muscular expiratória (FME) nestes sujeitos (De Troyer et al, 1980; Hopman et al, 1997).

Sabe-se que o processo natural de expiração não necessita de ação muscular, entretanto, durante os exercícios físicos, devido ao desencadeamento da dispneia, tem-se um relaxamento da musculatura lisa da parede brônquica em consequência da retirada do tônus parassimpático. Além disso, acontece o recrutamento dos músculos expiratórios, com maior ação dos músculos abdominais com o intuito de aumentar a pressão intra-abdominal para reduzir o volume expiratório final e aumentar o fluxo expiratório. Além disso, a redução do volume expiratório final promove um melhor estiramento das fibras musculares diafragmáticas, favorecendo o alinhamento destas, gerando maior tensão das fibras musculares, e conseqüentemente maior força muscular durante a próxima inspiração (Campbell & Green, 1953; McKenzie, 2012).

Além da musculatura abdominal melhorar a mecânica expiratória, autores como Sinnott et al. (2000) e Mulroy et al. (2004), sugerem que sujeitos que possuam melhor controle de tronco e conseqüentemente maior ativação da musculatura abdominal tendam a ter maior eficiência na propulsão da cadeira de rodas, podendo, alcançar maiores velocidades (Kulig et al., 2001). Reforçando estas considerações, Yang et al. (2009) demonstraram que a ativação exógena da musculatura do tronco (abdominais e região lombar) por meio da estimulação elétrica de superfície, foi capaz de melhorar a eficiência mecânica da propulsão de sujeitos com LM.

A melhora da eficiência mecânica da propulsão acontece pela maior ativação dos músculos abdominais e estabilizadores do tronco serem capaz de aumentar a movimentação angular do tronco durante a propulsão da cadeira de rodas, gerando maior tempo de contato da mão com a roda, aumentando o tempo de propulsão e, por conseguinte, a transferência de força da extremidade superior

do tronco para as rodas (Sanderson & Sommer III, 1985; Rodgers et al., 2000; Yang et al., 2006).

Após pesquisa nas bases de dados PubMed, PEDro e Cochrane, utilizando a associação dos descritores *inspiratory muscle strength*, *expiratory muscle strength*, *wheelchair users*, *wheelchair athletes* e *spinal cord injury*, não foram encontrados estudos correlacionando a FMI ou a FME ao desempenho físico de cadeirantes.

Logo, tendo em vista a escassez literária sobre o assunto, e as evidências de que a maior ativação do metaborreflexo pela musculatura inspiratória durante os exercícios físicos é capaz de limitar o desempenho físico de atletas, além de que a maior ativação da musculatura abdominal auxilia a eficiência da propulsão da cadeira de rodas, sendo esta mesma musculatura uma das principais efetoras do processo de expiração forçada, faz-se necessária a investigação da relação entre a força muscular respiratória e o desempenho físico de atletas cadeirantes, com o intuito de melhor nortear novas estratégias e métodos de treinamento para esta população.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar a relação entre força muscular respiratória e desempenho físico de jogadores de basquetebol em cadeira de rodas.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Avaliar a presença de alterações pulmonares de origem restritiva ou obstrutiva.
- Avaliar a força muscular respiratória e compará-la aos valores preditos, de acordo com a idade e o gênero.
- Avaliar o desempenho físico aeróbio de jogadores de basquetebol em cadeira de rodas.
- Avaliar a relação entre força muscular inspiratória e distância percorrida no teste de avaliação do desempenho físico aeróbio.
- Avaliar a relação entre força muscular expiratória e distância percorrida no teste de avaliação do desempenho físico aeróbio.

### 3. HIPÓTESES

**3.1. Hipótese nula ( $H_0$ ):** Não há correlação entre as forças musculares inspiratória e expiratória e o desempenho físico de jogadores de basquete em cadeira de rodas.

**3.2. Hipótese alternativa ( $H_1$ ):** Há correlação entre as forças musculares inspiratória e expiratória e o desempenho físico de jogadores de basquete em cadeira de rodas.

- $H_{1'}$ : Existe correlação positiva entre a força muscular inspiratória e o desempenho físico de jogadores de basquete em cadeira de rodas.
- $H_{1''}$ : Existe correlação negativa entre a força muscular inspiratória e o desempenho físico de jogadores de basquete em cadeira de rodas.
- $H_{1'''}$ : Existe correlação positiva entre a força muscular expiratória e o desempenho físico de jogadores de basquete em cadeira de rodas.
- $H_{1''''}$ : Existe correlação negativa entre a força muscular expiratória e o desempenho físico de jogadores de basquete em cadeira de rodas.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1. Desenho do estudo e aspectos éticos**

Trata-se de um estudo com delineamento transversal, o qual respeitou as normas de conduta em pesquisa experimental com seres humanos descritas na resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (parecer 55/08) (Anexo 1). Todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

### **4.2. Casuística**

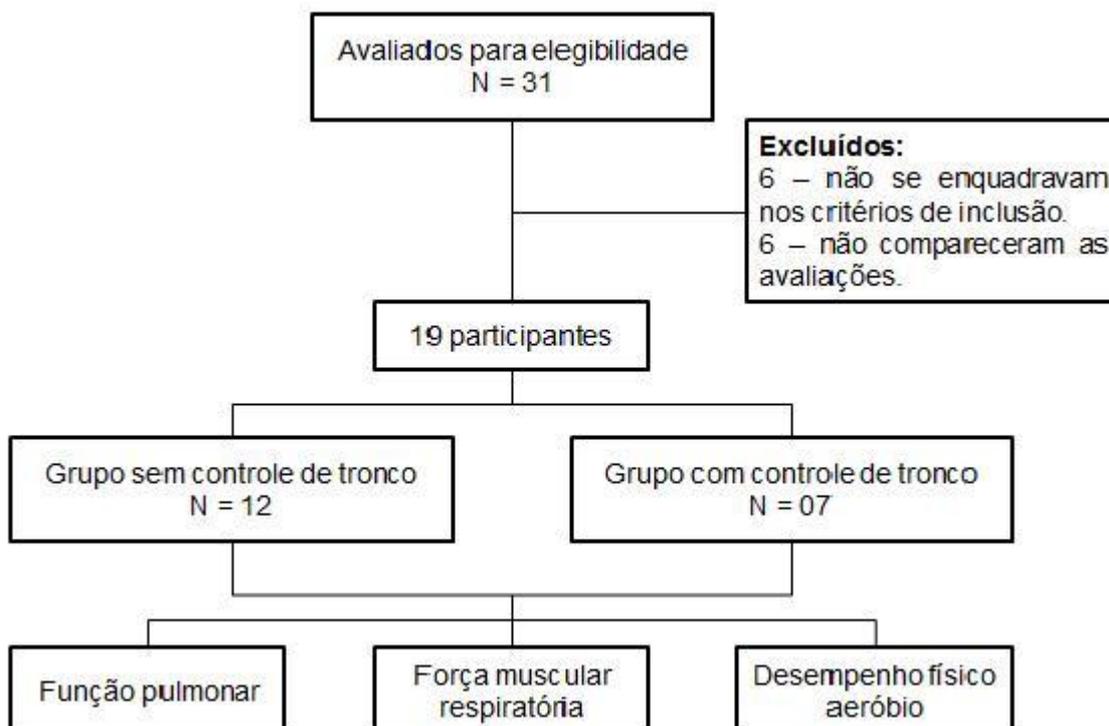
O cálculo amostral foi realizado por meio do aplicativo GraphPad StatMate, versão 1.01, com intervalo de confiança de 95% e “power” de 80%. Os parâmetros utilizados foram as pressões respiratórias máximas, sendo sugerido 12 sujeitos por grupo.

Foram triados 31 homens, jogadores de basquetebol em cadeira de rodas, procedentes da Associação dos Amigos Paradesportistas de Piracicaba - AAPP (SP), e do Clube dos Deficientes Físicos do Pará – “All Star Rodas” (PA), sendo selecionados 19, conforme os seguintes critérios:

- Critérios de inclusão: ser do gênero masculino; praticar basquetebol em cadeira de rodas há mais de três meses.
- Critérios de exclusão: presença de alterações cardiovasculares ou respiratórias; presença de alterações motoras ou cognitivas que impossibilitassem a execução dos testes; e tabagismo.

Os voluntários foram divididos em dois grupos de acordo com a pontuação da sua classificação funcional, tendo um grupo de sujeitos sem controle de tronco (GSCT, n= 12) e um de sujeitos com controle de tronco (GCCT, n = 07).

Os sujeitos alocados no GSCT tinham pontuação da classificação funcional de 0,5 até 2,5, enquanto que a pontuação da classificação funcional dos sujeitos do GCCT foi de 3,0 a 4,5, conforme sugerido pela *International Wheelchair Basketball Federation (IWBF)*. A divisão dos grupos e a sistematização das ações desta pesquisa estão presentes na Figura 1. Já as características dos voluntários e a etiologia das deficiências em cada grupo estão descritas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.



**Figura 1:** Fluxograma de participação dos voluntários no estudo.

**Tabela 1:** Características dos voluntários.

<b>Variáveis</b>	<b>GSCT</b>	<b>GCCT</b>	<b>P valor</b>
<b>Nº de voluntários</b>	12	07	
<b>Idade (anos)</b>	31,67 ± 8,15	30,00 ± 6,06	0,65
<b>Massa corporal (kg)</b>	65,41 ± 16,16	68,99 ± 14,90	0,64
<b>Estatura (m)</b>	1,59 ± 0,17	1,55 ± 0,24	0,9
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	25,64 ± 3,38	29,15 ± 6,05	0,10
<b>Volume de treinamento (horas/semana)</b>	23,50 ± 10,32	18,00 ± 11,22	0,45
<b>Tempo de prática esportiva regular (anos)</b>	5,14 ± 4,67	7,91 ± 4,74	0,21
<b>Classificação Funcional</b>	1,29 ± 0,45	3,71 ± 0,27	0,0004

GSCT = grupo sem controle de tronco. GCCT = grupo com controle de tronco. IMC = Índice de massa corpórea. P valor = comparação GSCT vs GCCT. (Dados apresentados em média ± desvio padrão).

**Tabela 2:** Etiologias das deficiências.

<b>Etiologia</b>	<b>GSCT</b>	<b>GCCT</b>
<b>LMT (T4 – L5)</b>	7	1
<b>Mielomeningocele</b>	2	1
<b>Poliomielite</b>	1	1
<b>Malformação congênita</b>	1	2
<b>Amputação unilateral</b>	0	2
<b>Artrogripose múltipla</b>	1	0

GSCT = grupo sem controle de tronco. GCCT = grupo com controle de tronco. LMT = lesão medular traumática. (T4 – L5) = nível das lesões medulares traumáticas.

Todos os voluntários participavam dos treinamentos de basquetebol em cadeira de rodas de três a cinco vezes por semana, com duração mínima de três horas cada sessão, as quais incluíam treinamento físico, treinamento técnico e tático, estando no mesmo período do ciclo de preparação esportiva (mesociclo competitivo). O treinamento físico envolvia alongamentos, exercícios de resistência muscular, e também de resistência cardiovascular. Além do treinamento físico, os atletas realizavam treinamento técnico e tático específico para o esporte. Cerca de 60% das sessões eram dedicadas à prática de jogos e de posicionamento tático, e 40% dedicadas a atividades específicas, tais como tiros, e percursos passando por obstáculos (cones).

#### **4.3. Procedimentos experimentais**

Inicialmente foi realizada uma entrevista com preenchimento da ficha de avaliação proposta para este estudo (Anexo 2). Nesta entrevista, aspectos referentes a saúde dos voluntários foram coletados, a fim de ser verificada a elegibilidade de cada um.

Após a entrevista, iniciou-se o protocolo de avaliações, sendo realizado em dois dias consecutivos. No primeiro dia fez-se a avaliação das variáveis respiratórias a partir das provas de função pulmonar e da força muscular respiratória (inspiratória e expiratória). No segundo dia, realizou-se o teste de avaliação do desempenho físico aeróbio, pelo teste de 12 minutos adaptado para cadeirantes.

#### 4.3.1. Provas de função pulmonar

A avaliação da função pulmonar foi realizada com o intuito de verificar a presença de alterações pulmonares de origem restritiva ou obstrutiva. Para esta avaliação foi utilizado um espirômetro computadorizado ultrassônico, com sensor de fluxo da marca Easy One™ modelo 2001 (ndd medizintechnik AG, Zurich, Suíça), conectado a um microcomputador contendo o programa Winspiro versão 1.04. Este equipamento foi calibrado antes dos testes de acordo com as orientações do fabricante.

Para a realização das medidas espirométricas foi realizada a manobra de capacidade vital forçada (CVF), a qual representa o volume máximo de ar exalado com esforço máximo, a partir do ponto de máxima inspiração. Sendo esta realizada de acordo com as diretrizes da *American Thoracic Society* (ATS) (2005) para aceitabilidade e reprodutibilidade. As manobras foram realizadas sempre pelo mesmo avaliador, até serem obtidas três curvas aceitáveis e duas reprodutíveis, não excedendo mais que oito tentativas.

O protocolo foi realizado da seguinte forma: primeiramente, o voluntário ficava em repouso por 10 minutos, sendo explicado todo o procedimento do teste durante este período. O teste se iniciava com o voluntário sentado de forma ereta (com 90° de flexão do quadril), em sua própria cadeira de rodas, mantendo a cabeça em posição neutra e utilizando um clipe nasal para evitar fuga de ar pelas narinas.

Sendo feito estes preparativos, foi realizada a manobra de CVF, na qual os voluntários foram instruídos a fazer uma inspiração máxima, seguida de uma expiração máxima e forçada. Todos os participantes foram verbalmente

encorajados pelo avaliador a exalar o ar forçadamente até o final da manobra. Sendo interrompida a expiração após seis segundos.

Durante as manobras foram fornecidos e analisados gráficos em tempo real das curvas com a finalidade de avaliar os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade das mesmas, como proposto pela ATS (2005). Alguns destes critérios foram ajustados para sujeitos com lesão medular devido suas disfunções musculares, sendo realizadas adaptações em relação ao tempo expiratório e ao volume retro-extrapolado (Kelley et al., 2003).

Os testes de cada voluntário foram sobrepostos automaticamente pelo programa utilizado, o que tornou mais fácil a verificação da reprodutibilidade das manobras. Assim, após o preenchimento dos critérios de aceitação, no qual as duas melhores curvas foram classificadas para as análises, devendo estas ter diferença inferior a 5% ou 150 ml para as variáveis CVF e volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1). Foram excluídas as curvas que extrapolaram estes limites.

Cada curva foi analisada por dois pesquisadores diferentes, sendo excluídas da análise aquelas consideradas tecnicamente inadequadas. Após a aplicação dos critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade foram registrados os maiores valores obtidos das variáveis estudadas.

Foram obtidos valores absolutos e percentuais com base nas manobras aplicadas, que levam em consideração os valores previstos de cada grupo para a CVF, VEF1 e razão VEF1/CVF. Estes foram calculados pelas equações propostas por Pereira et al. (2007) para a população brasileira, as quais foram utilizadas para prever valores normais, afim de verificar a presença de disfunções ventilatórias e assim caracterizar a amostra.

#### **4.3.2. Avaliação da força muscular respiratória**

Para obtenção dos valores da força muscular respiratória adotou-se a análise das pressões inspiratórias e expiratórias máximas (P<sub>Imáx</sub> e P<sub>Emáx</sub>), utilizando um manovacuômetro analógico (Ger-ar<sup>®</sup>, São Paulo, Brasil), escalonado em cmH<sub>2</sub>O, com limite operacional de  $\pm 300$  cmH<sub>2</sub>O.

As pressões inspiratória e expiratória máximas foram obtidas a partir do volume residual (VR) e da capacidade pulmonar total (CPT), respectivamente, com o voluntário sentado de forma ereta (com 90° de flexão do quadril) em sua própria cadeira de rodas, usando um clipe nasal para evitar fuga de ar pelas narinas, e um bocal plástico rígido que era conectado ao manovacuômetro. Um pequeno orifício foi feito na peça que conectava o bocal ao manovacuômetro para prevenir os efeitos do fechamento da glote.

Todo o protocolo foi realizado sob a supervisão de um avaliador devidamente treinado, o qual explicava e demonstrava a técnica correta a ser realizada quantas vezes fossem necessárias. Foram realizadas no mínimo cinco manobras máximas, devendo ser três aceitáveis e reprodutíveis (com diferença inferior a 10% entre elas), com intervalo de um minuto entre cada uma. O esforço inspiratório e expiratório era sustentado por ao menos um segundo. Foram registrados os maiores valores obtidos para as análises (Black e Hyatt, 1969; Neder et al., 1999).

As pressões respiratórias máximas previstas foram calculadas em valores absolutos e percentuais para cada voluntário por meio das equações propostas por Neder et al. (1999), as quais foram desenvolvidas para sujeitos sem deficiências, no entanto, não foram encontradas tais equações adaptadas para

indivíduos com deficiências físicas:  $PI_{máx} = (-0,80 \times idade) + 155,3$ , com limite inferior de normalidade de -17,3; e  $PE_{máx} = (-0,81 \times idade) + 165,3$ , com limite inferior de normalidade de -15,6.

#### 4.3.3. Avaliação do desempenho físico aeróbio

Para a avaliação do desempenho físico aeróbio utilizou-se o teste de 12 minutos para cadeirantes, o qual foi desenvolvido por Franklin et al. (1990), para usuários de cadeira de rodas praticantes de exercícios físicos.

Este teste foi adaptado por Gorla et al. (2009) para ser realizado em quadras poliesportivas. Assim, o teste foi realizado em quadra coberta, de piso rígido e não escorregadio, na qual foi delimitado um retângulo com medidas de 25 x 15 metros, com 12 cones, sendo distribuídos em cada uma das extremidades e também a cada 2 metros de seus respectivos vértices, formando um retângulo com perímetro de 75,32 m (Figura 2).



**Figura 2:** Representação da área do teste de 12 minutos. Fonte: Dados do autor.

Imediatamente antes do início do teste, foram verificadas as variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas em repouso (pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ ), concentração de lactato sanguíneo [ $La^-$ ]) e percepção subjetiva de esforço:

- A FC foi mensurada utilizando-se um cardiofrequencímetro da marca Polar, modelo RS800CX<sup>®</sup> (Polar Electro Co.Ltda. Kempele, Oulu, Finland).
- A PA foi avaliada pelo método auscultatório com um esfigmomanômetro da marca Solidor, modelo aneroide (Wenzhou Qianglong Medical Appliance Factory, Wenzhou, Zhejiang, China) e um estetoscópio da marca Littmann, modelo Master Classic II (3M Health Care. St. Paul, MN, USA).
- Para a medida da  $SpO_2$  foi utilizado um oxímetro de pulso da marca Solmedica, modelo MD300C1 (Beijing Choice Eletronic Tech. Co.,Ltd.).
- A concentração de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) foi verificada por meio da ordenha de uma gota de sangue dos lobos auriculares, a qual foi armazenada em uma tira reagente (Accusport BM-Lactate, Roche, São Paulo, Brasil), sendo esta posta no lactímetro (Monitor Accutrend Plus, Roche, São Paulo, Brasil), no qual foi medida a intensidade da cor produzida na camada de reação da tira de teste, através de fotometria de refletância, e calcula a concentração de

lactato na amostra através de um algoritmo específico, sendo o resultado expresso em mmol/L.

- A percepção subjetiva de esforço foi medida pela escala de Borg (0–10).

Em seguida, deu-se início ao teste, no qual os voluntários foram orientados a percorrerem a maior distância possível durante 12 minutos, dentro do circuito delimitado (Figura 2), fazendo as curvas entre o cone mais externo e os dois mais internos, de forma a manter a velocidade. O teste iniciava e terminava com um apito, sendo dado um estímulo verbal padronizado a cada minuto (ex: “dois minutos de teste, e você está indo muito bem, continue assim”).

Ao final do teste, além de computada a distância total percorrida, foram registradas as mesmas variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas colhidas no início do teste. Posteriormente, foi realizado o cálculo estimativo do  $VO_2$ máx alcançado pelos sujeitos de acordo com a equação proposta por Franklin et al. (1990):  $VO_2$ máx (ml/kg/min) = distância (milhas) – 0,37 / 0,0337.

A partir do cálculo do  $VO_2$ máx, foi realizada a classificação do nível do desempenho físico aeróbio, conforme apresentado na Tabela 3 (Franklin et al., 1990).

**Tabela 3:** Classificação do desempenho físico aeróbio pelo resultado do teste de 12 minutos para cadeirantes, de acordo com Franklin et al. (1990).

<b>Classificação</b>	<b>Distância (milhas)</b>	<b>Distância (metros)</b>	<b>VO<sub>2</sub>máx (ml/kg/min)</b>
<b>Excelente</b>	> 1,59	> 2560	> 36,2
<b>Acima da Média</b>	1,36 – 1,59	2171 - 2560	29,2 – 36,2
<b>Médio</b>	0,87 - 1,35	1381 - 2170	14,6 – 29,1
<b>Abaixo da Média</b>	0,63 – 0,86	1010 - 1380	7,7 – 14,5
<b>Ruim</b>	< 0,63	< 1010	< 7,7

VO<sub>2</sub>máx = consumo máximo de oxigênio.

#### **4.4. Análise Estatística**

Para a análise estatística dos resultados utilizou-se o aplicativo BioEstat versão 5.0. A análise da normalidade na distribuição dos dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk, após esta, optou-se pelo teste de t de Student para as análises comparativas entre os dados paramétricos, e pelo teste de Mann-Whitney para a comparação dos dados não paramétricos.

Quando encontradas diferenças estatisticamente significativas foi calculado o “effect size” (magnitude do efeito) com a finalidade de se quantificar a magnitude desta diferença. Para esta análise foi utilizado o aplicativo “Effect Size Generator”, versão 2.3 (Swinburne University of Technology, Center for Neuropsychology, Melbourne, Australia). Sendo os resultados interpretados de acordo com os propostos por Rhea (2004) para sujeitos treinados de forma recreativa. Sendo considerado o tamanho do efeito trivial quando o resultado dos cálculos foi inferior a 0,35, pequeno quando o resultado foi de 0,35 a 0,80,

moderado de 0,80 a 1,50, e tamanho do efeito grande quando o resultado foi superior a 1,5.

Para a análise da relação entre as variáveis, utilizou-se o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson, sendo adotados os graus de correlação propostos por Callegari–Jacques (2006), que considera nula quando o índice de correlação ( $r$ ) for igual a zero (0), fraca quando estiver entre 0 e 0,3, regular entre 0,3 e 0,6, forte entre 0,6 e 0,9, muito forte entre 0,9 e 1, e perfeita ou plena quando for igual a 1. Todos os resultados desta pesquisa foram descritos em médias e seus respectivos desvios-padrões.

Para todas as análises, adotou-se significância de 5%.

## 5. RESULTADOS

Na Tabela 4 estão apresentados os valores relativos e absolutos referentes as variáveis espirométricas. Nesta pode-se observar que em nenhum dos grupos estudados foram observadas alterações pulmonares de origem restritiva ou obstrutiva. Tendo os dois grupos valores superiores a 80% do predito em todas as variáveis.

**Tabela 4:** Valores absolutos e relativos das variáveis espirométricas.

Variáveis	GSCT	GCCT	P valor
<b>CVF (l)</b>	3,95 ± 1,10	4,52 ± 0,92	0,15
<b>CVF (%)</b>	96,25 ± 24,36	130,71 ± 52,75	0,07
<b>VEF1 (l)</b>	3,26 ± 0,91	3,68 ± 0,63	0,25
<b>VEF1 (%)</b>	93,42 ± 18,51	121,86 ± 48,24	0,18
<b>VEF1/CVF</b>	0,84 ± 0,08	0,82 ± 0,05	0,47
<b>VEF1/CVF (%)</b>	103,13 ± 8,59	95,57 ± 4,96	0,06

GSCT = grupo sem controle de tronco. GCCT = grupo com controle de tronco. P valor = comparação GSCT vs GCCT. CVF = capacidade vital forçada. VEF1 = volume expiratório forçado no primeiro segundo. (Dados apresentados em média ± desvio padrão).

Na Tabela 5 observa-se as comparações entre os valores obtidos e preditos da P<sub>Imáx</sub>, onde destaca-se que ambos os grupos apresentam valores superiores ao predito, tendo ambos tamanhos do efeito moderado.

**Tabela 5:** Comparação entre os valores obtidos e preditos da pressão inspiratória máxima referente aos grupos de sujeitos estudados.

<b>P<sub>Imáx</sub></b>	<b>Obtida (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>Predita (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>Percentual alcançado (%)</b>	<b>P valor (Obtida vs Predita)</b>	<b>Tamanho do efeito</b>
<b>GSCT</b>	157,50 ± 40,82	129,97 ± 6,52	121,53 ± 31,74	0,04	0,92
<b>GCCT</b>	180,00 ± 49,75	131,30 ± 4,84	136,73 ± 34,77	0,04	1,36

P<sub>Imáx</sub> = pressão inspiratória máxima. GSCT = grupo sem controle de tronco. GCCT = grupo com controle de tronco. (Dados apresentados em média ± desvio padrão).

Na Tabela 6 encontram-se os valores preditos e obtidos da PEmáx dos grupos estudados. Observa-se que os valores obtidos do GCCT foram significativamente superiores em relação aos preditos, com tamanho do efeito alto. Em contrapartida o GSCT não apresentou diferença significativa nesta variável.

**Tabela 6:** Comparação entre os valores obtidos e preditos da pressão expiratória máxima referente aos grupos de sujeitos estudados.

<b>PEmáx</b>	<b>Obtida (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>Predita (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>Percentual alcançado (%)</b>	<b>P valor (Obtida vs Predita)</b>	<b>Tamanho do efeito</b>
<b>GSCT</b>	166,25 ± 66,34	139,35 ± 6,60	119,05 ± 47,60	0,18	---
<b>GCCT</b>	237,14 ± 50,57	141,00 ± 4,90	168,07 ± 33,98	0,002	2,67

PEmáx = pressão inspiratória máxima. GSCT = grupo sem controle de tronco. GCCT = grupo com controle de tronco. (Dados apresentados através da média ± desvio padrão).

Na Tabela 7, estão apresentados os resultados da comparação entre os valores obtidos das pressões respiratórias máximas e da distância percorrida nos grupos estudados. Foi encontrada diferença significativa apenas na comparação entre os valores obtidos da PEmáx, tendo esta diferença um tamanho do efeito moderado. Não foram observadas diferenças significativas para as demais variáveis.

**Tabela 7:** Comparação dos valores obtidos das pressões respiratórias máximas e da distância percorrida no teste de 12 minutos, entre os dois grupos estudados. Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão.

Variáveis	GSCT	GCCT	P valor	Tamanho do efeito
<b>PI<sub>máx</sub> obtida (cmH<sub>2</sub>O)</b>	157,50 $\pm$ 40,82	180,00 $\pm$ 49,75	0,30	---
<b>PE<sub>máx</sub> obtida (cmH<sub>2</sub>O)</b>	166,25 $\pm$ 66,34	237,14 $\pm$ 50,57	0,03	1,19
<b>Distância percorrida (m)</b>	2055,81 $\pm$ 261,91	2275,55 $\pm$ 238,69	0,09	---

PI<sub>máx</sub> = pressão inspiratória máxima. PE<sub>máx</sub> = pressão inspiratória máxima. GSCT = grupo sem controle de tronco. GCCT = grupo com controle de tronco. (Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão).

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados da diferença ( $\Delta$ ) das variáveis hemodinâmicas e metabólica antes e após o teste de desempenho físico aeróbio. Podem-se observar respostas semelhantes na comparação entre os dois grupos estudados.

**Tabela 8:** Resultados da avaliação do desempenho físico aeróbio pelo teste de 12 minutos.

Variáveis	GSCT	GCCT	P valor
$\Delta$ FC (bpm)	103,33 $\pm$ 13,24	88,71 $\pm$ 18,58	0,08
$\Delta$ PAS (mmHg)	30,00 $\pm$ 12,06	39,29 $\pm$ 22,07	0,42
$\Delta$ PAD (mmHg)	-9,17 $\pm$ 18,81	-6,43 $\pm$ 11,80	0,73
$\Delta$ [La <sup>-</sup> ] (mmol/L)	6,22 $\pm$ 2,30	7,04 $\pm$ 2,12	0,47
Borg final (0 – 10)	7,91 $\pm$ 1,58	8,83 $\pm$ 1,94	0,16
Distância percorrida (m)	2055,81 $\pm$ 261,91	2275,55 $\pm$ 238,69	0,09
Velocidade média (km/h)	10,28 $\pm$ 1,31	11,38 $\pm$ 1,19	0,09
VO <sub>2</sub> máx (ml/kg/min)	26,94 $\pm$ 4,83	31,00 $\pm$ 4,40	0,09

GSCT = grupo sem controle de tronco. GCCT = grupo com controle de tronco.  $\Delta$  FC = variação da frequência cardíaca (FC final – FC repouso).  $\Delta$  PAS = variação da pressão arterial sistólica (PAS final – PAS repouso).  $\Delta$  PAD = variação da pressão arterial diastólica (PAD final – PAD repouso).  $\Delta$  [La<sup>-</sup>] = variação de lactato sanguíneo ([La<sup>-</sup>] final – [La<sup>-</sup>] repouso). VO<sub>2</sub>máx = consumo máximo de oxigênio. (Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão).

As Tabelas 9 e 10 mostram o número de voluntários em cada nível de classificação do desempenho físico aeróbio, de acordo com o proposto por Franklin et al. (1990), tempo de prática esportiva, volume de treinamento e a pontuação da classificação funcional dos grupos estudados.

**Tabela 9:** Classificação da capacidade aeróbia de acordo com Franklin et al (1990), do grupo de sujeitos sem controle de tronco (GSCT).

<b>Nível de classificação</b>	<b>Nº de voluntários</b>	<b>Tempo de prática esportiva (anos)</b>	<b>Volume de treino (horas/semana)</b>	<b>Classificação funcional</b>
<b>Excelente</b>	0	---	---	---
<b>Acima da média</b>	4	7,00 ± 3,37	24,75 ± 10,50	1,75 ± 0,50
<b>Médio</b>	8	4,20 ± 5,15	22,88 ± 8,87	1,06 ± 0,18
<b>Abaixo da média</b>	0	---	---	---
<b>Ruim</b>	0	---	---	---

(Dados apresentados em média ± desvio padrão).

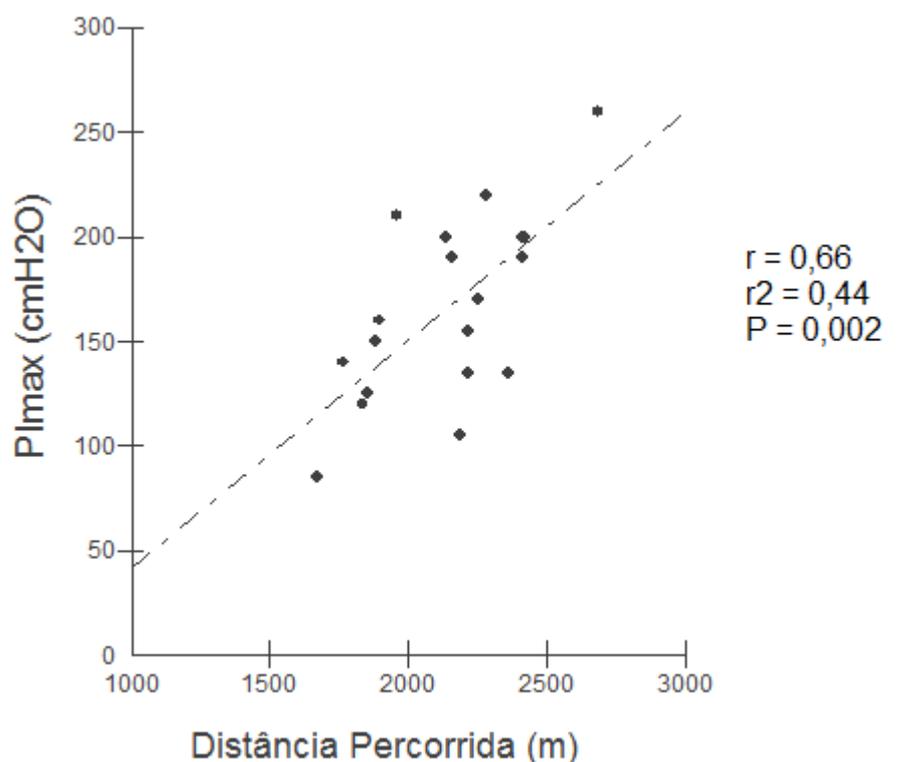
**Tabela 10:** Classificação da capacidade aeróbia de acordo com Franklin et al (1990), do grupo de sujeitos com controle de tronco (GCCT).

<b>Nível de classificação</b>	<b>Nº de voluntários</b>	<b>Tempo de prática esportiva (anos)</b>	<b>Volume de treino (horas/semana)</b>	<b>Classificação funcional</b>
<b>Excelente</b>	1	13	9	4
<b>Acima da média</b>	5	6,48 ± 4,85	17,40 ± 11,50	3,80 ± 0,27
<b>Médio</b>	1	10	30	3,5
<b>Abaixo da média</b>	0	---	---	---
<b>Ruim</b>	0	---	---	---

(Dados apresentados através de média ± desvio padrão).

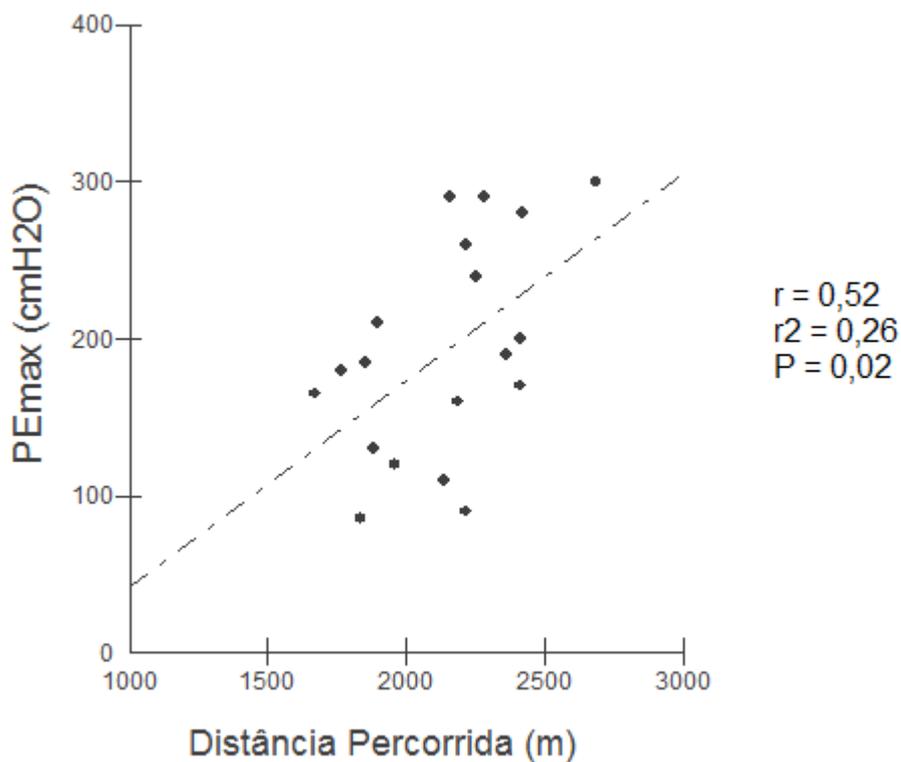
Tendo em vista a semelhança dos resultados obtidos no teste de avaliação do desempenho físico aeróbio, bem como na avaliação da força muscular respiratória, também levando em consideração o número reduzido de participantes nos grupos estudados, foi realizado o agrupamento dos voluntários dos dois grupos para a realização das análises de correlação propostas para este estudo. Formando um único grupo composto por 19 jogadores de basquete em cadeira de rodas.

No que se refere a relação entre a distância percorrida no teste de 12 minutos e a  $P_{\text{Imáx}}$ , foi encontrada correlação positiva e forte ( $r = 0,66$ ;  $r^2 = 0,44$ ;  $P = 0,002$ ), conforme demonstrado na Figura 3.



**Figura 3:** Correlação entre a distância percorrida no teste de 12 minutos e pressão inspiratória máxima ( $P_{\text{Imáx}}$ ).

Sobre a relação entre a PEmáx e a distância percorrida no teste de 12 minutos, verificou-se correlação positiva e regular ( $r = 0,52$ ;  $r^2 = 0,26$ ;  $P = 0,02$ ), como apresentado na Figura 4.



**Figura 4:** Correlação entre a distância percorrida no teste de 12 minutos e a pressão expiratória máxima (PEmáx).

## 6. DISCUSSÃO

Após análise dos resultados da prova de função pulmonar pode-se observar que nenhum dos grupos apresentou alterações pulmonares de origem restritiva ou obstrutiva. Apesar de diversos autores destacarem a relevância da lesão medular traumática (LMT) sobre a redução da função pulmonar devido alterações na mecânica dos músculos respiratórios, este achado não foi reproduzido no presente estudo (Anke et al., 1993; Winslow e Rozovsky, 2003; Aarabi et al., 2012; West et al., 2012).

Sugere-se que a preservação da função pulmonar, principalmente no GSCT, o qual continha sujeitos acometidos com LMT, à prática regular do basquete em cadeira de rodas (BCR), o qual utiliza amplamente os MMSS e a movimentação do tronco durante a propulsão da cadeira de rodas, assim como nos arremessos realizados durante o jogo (Sinnott et al., 2000; Kulig et al., 2001; Mulroy et al., 2004). Alguns músculos envolvidos na função de estabilização, posicionamento e execução de movimentos dos membros superiores e do tronco também atuam como músculos acessórios nos processos de inspiração e expiração forçada. Logo, o treinamento destes músculos pode ter sido preponderante na prevenção do surgimento de alterações na mecânica respiratória, e conseqüentemente, na função pulmonar dos sujeitos estudados.

No presente estudo, os sujeitos com LMT apresentaram nível da lesão entre T4 e L5, tendo alterações na mecânica inspiratória, provavelmente, em virtude da redução da função dos músculos intercostais, os quais possuem inervação oriunda de raízes medulares em níveis de T1 a T11 (Winslow e Rozovsky, 2003).

Segundo De Troyer et al., (1986), alterações na função dos músculos intercostais são capazes de gerar redução da FMI e conseqüente diminuição da expansibilidade torácica. Entretanto, foram observados valores da  $PI_{máx}$  obtidos superiores aos preditos, bem como valores obtidos semelhantes em ambos os grupos. Também atribuímos estes achados às afirmativas descritas anteriormente, levando em consideração o treinamento da musculatura acessória envolvida na inspiração forçada durante a prática do BCR, tendo em vista que alguns músculos da cintura escapular atuam tanto na movimentação e estabilização dos membros superiores, assim como acessórios ao processo de inspiração forçada (Lake et al., 1990; Kulig et al., 2001; Sinnott et al., 2000; Mulroy et al., 2004; De Troyer et al., 2005).

Em relação ao comportamento da  $PE_{máx}$ , observou-se valores obtidos superiores aos preditos apenas no GCCT. Valendo ressaltar que este mesmo grupo apresentou valores obtidos superiores aos observados no GSCT.

Como já citado, o processo natural de expiração não necessita de ação muscular, apenas de uma diferença de gradiente pressórico intrapulmonar com o meio externo. No entanto, durante a expiração forçada tem-se ação de músculos localizados na região do tórax (músculo peitoral maior) e do tronco (músculos abdominais) (Campbell & Green, 1953; McKenzie, 2012).

A manutenção da funcionalidade dos músculos abdominais está relacionada com a preservação do controle de tronco, o qual é preponderante na avaliação da classificação funcional pela *International Wheelchair Basketball Federation* (IWBF). Quanto maior a estabilização do tronco e movimentação angular realizada com a flexão e extensão do tronco, maior é a pontuação na classificação funcional da IWBF (Courbariaux, 1996). Assim sendo, sugerimos

que os sujeitos do GCCT possuíam melhor controle e estabilização do tronco, tendo em vista que estes tinham maior pontuação na classificação funcional da IWBF. E que possivelmente também apresentaram preservação da funcionalidade dos músculos abdominais e do tronco, fato que provavelmente influenciou para que os sujeitos deste grupo apresentassem PEmáx superior ao predito, bem como superior aos valores observados no GSCT.

Vale ressaltar que os sujeitos do GSCT não apresentaram valores de PEmáx obtidos inferiores ao predito de acordo com as equações propostas para indivíduos sem deficiências, apesar de sete dos doze voluntários deste grupo terem sequelas de LMT em níveis de T4 a L5, tendo estes um possível acometimento funcional dos músculos abdominais.

Atribuímos este achado a prática regular do BCR, como sugerido por Moreno et al (2012), os quais avaliaram a influência da prática regular de rugby e BCR em sujeitos tetraplégicos e paraplégicos, respectivamente, sugerindo que a prática destes esportes exerceu adaptações benéficas sobre a força muscular respiratória dos atletas com LMT.

Também foi possível observar semelhanças nos resultados obtidos pelos dois grupos no teste de avaliação do desempenho físico aeróbio. Não havendo diferenças nas comparações entre as variações da FC ( $\Delta FC$ ), PAS ( $\Delta PAS$ ), PAD ( $\Delta PAD$ ), assim como na variação da concentração de lactato sanguíneo ( $\Delta [La^-]$ ). Também sendo observada semelhança nas comparações entre a distância percorrida, velocidade média e  $VO_2$ máx estimado.

Em pesquisa desenvolvida por Leicht et al (2012), foi encontrado um  $VO_2$ pico de, em média, 24,5 ml/kg/min para o grupo de paratletas com LMT alta (tetraplégicos), de 34,9 ml/kg/min para o grupo de paratletas com LMT baixa

(paraplégicos) e de 42 ml/kg/min no grupo de paratletas sem LMT e com maior controle de tronco. Sendo atribuído a este achado a justificativa de que um menor grupamento muscular utilizado durante o exercício físico promove um menor consumo de oxigênio. Tendo em vista que o valor do  $VO_2$ máx leva em consideração a oferta de  $O_2$  e a capacidade de utilização deste  $O_2$  pelos músculos em atividade, logo, com um menor grupamento muscular em atividade teremos valores reduzidos do  $VO_2$ máx.

Nossos resultados estão de acordo com o demonstrado na literatura científica. Franklin et al (1990) observaram um  $VO_2$ máx de 22 ml/kg<sup>-1</sup>/min<sup>-1</sup> em um grupo heterogêneo de 30 cadeirantes praticantes de esportes, sendo 25 paraplégicos, dois com sequela de poliomielite e três amputados. Nestes também foi observada uma variação da distância percorrida no teste de 12 minutos de 0,64 a 1,79 milhas (1029,68 a 2880,73 metros).

Flores et al (2010) observaram um  $VO_2$ máx estimado pelo resultado do teste de 12 minutos de 22,79 ml/kg<sup>-1</sup>/min<sup>-1</sup> e uma distância percorrida média de 1823 m em praticantes de handebol em cadeira de rodas. Já Vanderthommen et al (2002) ao avaliarem o desempenho físico aeróbio com um teste de múltiplos estágios encontraram um  $VO_2$ pico de 25,3 ml/kg/min em um grupo heterogêneo de cadeirantes praticantes de atividades físicas. Vinet et al (2002) avaliaram o  $VO_2$ pico por intermédio da adaptação para cadeirantes do teste de múltiplos estágios de Léger e Boucher, encontrando um resultado de 2,05 l/min<sup>-1</sup>.

Autores sugerem que a presença, o tipo e o nível de LMT são capazes de gerar redução da massa muscular ativada durante os exercícios físicos (menor controle de tronco) e diminuição da ativação do sistema nervoso autônomo, culminando em queda do desempenho físico aeróbio, sendo observada

capacidade física aeróbia inferior em sujeitos com LMT alta (tetraplégicos), quando comparados com sujeitos com LMT baixa (paraplégicos) (Coutts et al., 1983; Campbell et al., 2004; Leicht et al., 2012). Entretanto, não foram observadas diferenças entre os resultados obtidos no teste de avaliação do desempenho físico aeróbio dos grupos estudados, apesar de o GSCT conter sete indivíduos com LMT (nível de T4 a L5) e o GCCT ter apenas um (no nível de L3/L4). Sendo observada, de acordo com a Tabela 3 a classificação da capacidade física aeróbia média no GSCT e acima da média no GCCT.

Atribuiu-se a estes achados a justificativa de o GCCT ter um número reduzido de participantes ( $n = 7$ ), uma vez que puderam ser observados valores numéricos superiores no resultado do teste de avaliação da capacidade física aeróbia (distância percorrida e  $VO_2$ máx) deste grupo, quando comparado aos resultados do GSCT (Tabela 8), porém, estatisticamente semelhantes. Assim, sugerimos que novos estudos sejam realizados com um número maior de participantes em cada grupo, objetivando investigar o comportamento do desempenho físico aeróbio de sujeitos com e sem controle de tronco.

A análise da relação entre a  $PI_{máx}$  e a distância percorrida no teste de 12 minutos, mostrou correlação positiva e forte, na qual a FMI exerce influência de 44% sobre o desempenho físico aeróbio. De acordo com Romer et al., (2006) e McConnell e Lomax (2006), os músculos inspiratórios são capazes de limitar o desempenho físico de indivíduos saudáveis, bem como, esta mesma musculatura é capaz de limitar o desempenho físico de atletas (Dempsey et al., 2002; Harms., 2007; Dempsey et al., 2008; Romer e Polkey, 2008). Logo, atribuímos a relação encontrada entre a FMI e a distância percorrida no teste de 12 minutos, a menor ativação do metaborreflexo induzido pelo trabalho da musculatura inspiratória e

do quimiorreflexo. Tendo em vista que durante o teste de esforço, a maior força dos músculos inspiratórios pode ter gerado melhor distribuição do fluxo sanguíneo aos músculos esqueléticos em atividade nos membros superiores e no tronco, o que possivelmente reduziu o desequilíbrio ácido-básico gerado pelo exercício físico, levando a menor fadiga muscular e sensação de dispneia, culminando no melhor desempenho físico dos cadeirantes. Entretanto, devemos ressaltar a limitação de não ter avaliado estas variáveis.

A PEmáx também apresentou correlação positiva e regular com a distância percorrida no teste de 12 minutos. Além dos músculos abdominais serem utilizados durante o processo de expiração forçada (Campbell, 1953), a utilização desta musculatura por cadeirantes está também relacionada com a eficiência da propulsão da cadeira de rodas (Sanderson e Sommer III, 1985; Rodgers et al., 2000; Yang et al., 2006). Assim sendo, ligamos a relação encontrada entre a FME e a distância percorrida, a maior ativação da musculatura abdominal e melhor controle de tronco.

Vale ressaltar o pioneirismo nos achados do estudo aqui proposto, o que dificultou a comparação dos resultados encontrados com estudos previamente publicados. Contudo, esta pesquisa dá subsídios para o desenvolvimento de uma série de estudos na linha de investigação sobre a influência da melhora da força muscular respiratória sobre o desempenho físico de atletas cadeirantes.

Algumas limitações foram encontradas neste estudo e devem ser apontadas. As equações utilizadas para a obtenção dos valores preditos tanto das pressões respiratórias máximas, como no teste de função pulmonar foram desenvolvidas para sujeitos sem deficiências. Também não foi possível atender ao número de sujeitos por grupo sugerido pelo cálculo amostral, uma vez que

havam apenas 19 voluntários elegíveis para o estudo nas equipes avaliadas. Vale ressaltar também a necessidade do agrupamento dos voluntários para serem feitas as correlações propostas, tendo em vista que o número de participantes por grupo era reduzido, não sendo possível serem feitas as correlações separadamente.

## 7. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que nenhum dos grupos estudados apresentavam alterações pulmonares de origem restritiva ou obstrutiva. Além disso, a força muscular inspiratória e expiratória dos sujeitos e encontravam-se dentro ou acima dos valores previstos para a idade e gênero.

Também observou-se que não houve diferença significativa na força muscular inspiratória e no desempenho físico entre os grupos estudados. Entretanto, os sujeitos do GCCT apresentaram força muscular expiratória superior aos do GSCT, fato este atribuído ao maior controle de tronco e consequente utilização dos músculos abdominais.

Foi observado também um desempenho físico aeróbio classificado como acima da média para o GCCT e médio para o GSCT de acordo com a classificação proposta por Franklin et al (1990).

Por fim, os grupos estudados apresentaram correlação positiva entre as pressões respiratórias máximas e a distância percorrida no teste de esforço, sugerindo que a força dos músculos respiratórios tem relação com o desempenho físico aeróbio de praticantes de basquetebol em cadeira de rodas. Sendo sugestivo que uma melhor condição e função dos músculos inspiratórios e expiratórios tenha gerado menor ativação do metaborreflexo induzido pelo trabalho da musculatura inspiratória e do quimiorreflexo, além de maior eficiência na propulsão da cadeira de rodas, respectivamente.

## 8. REFERÊNCIAS

Aarabi B, Harrop JS, Tator CH, Alexander M, Dettori JR, Grossman RG, Fehlings MG, Mirvis SE, Shanmuganathan K, Zacherl KM, Burau KD, Frankowski RF, Toups E, Shaffrey CI, Guest JD, Harkema SJ, Habashi NM, Andrews P, Johnson MM, Rosner MK. Predictors of pulmonary complications in blunt traumatic spinal cord injury. *J Neurosurg Spine*. 2012; 17 (1 Suppl): 38-45.

Aaron EA, Seow KC, Johnson BD, Dempsey JA. Oxygen cost of exercise hyperpnea: implications for performance. *J Appl Physiol*. 1992; 72 (5): 1818-25.

Aito S. Complications during the acute phase of traumatic spinal cord lesions. *Spinal Cord*. 2003; 41: 629-635.

American Thoracic Society / European Respiratory Society (ATS / ERS). Task Force: standardization of lung function testing. *STANDARDISATION OF SPIROMETRY*. *Eur Resp J*. 2005; 26 (2): 319-338.

Anke A, Aksnes AK, Stanghelle JK, Hjeltnes N. Lung volumes in tetraplegic patients according to cervical spinal cord injury level. *Scand J Rehabil Med*. 1993; 25: 73-7.

Babcock MA, Pegelow DF, Johnson BD, Dempsey JA. Aerobic fitness effects on exercise-induced low-frequency diaphragm fatigue. *J Appl Physiol*. 1996; 81 (5): 2156-64.

Bender PR, Martin BJ. Maximal ventilation after exhausting exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1985; 17: 164-167.

Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969; 103: 641-50.

Callegari-Jacques, SM. *Bioestatística: princípios e aplicações práticas*. Cap 10: Correlação Linear Simples, p 90. Artmed, 2006. 255 p.

Campbell EJM, Green JH. The expiratory function of the abdominal muscles in man. An electromyographic study. *J. Physiol.* 1953; 120: 409-418.

Campbell IG, Williams C, Lakomy HK. Physiological and metabolic responses of wheelchair athletes in different racing classes to prolonged exercise. *J Sports Sci.* 2004; 22: 449-456.

Carter RE. Respiratory aspects of spinal cord injury management. *Paraplegia.* 1987; 25: 262–266.

Chen D, Apple DF, Hudson LM, Bode R. Medical complications during acute rehabilitation following spinal cord injury: current experience of the Model Systems. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80: 1397-401.

Courbariaux B. The classification system for wheelchair basketball players. International Wheelchair Basketball Federation (IWBF). 1996.

Coutts K, Rhodes E, McKenzie D. Maximal exercise responses of tetraplegics and paraplegics. *J Appl Physiol: Respir Environ Exercise Physiol.* 1983; 55: 479-482.

De Troyer A, Estenne M, Vincken W. Rib cage motion and muscle use in high tetraplegia. *Am Rev Respir Dis.* 1986; 133: 1115-9.

De Troyer A, Kirkwood PA, Wilson TA: Respiratory action of the intercostal muscles. *Physiol Rev.* 2005; 85 (2): 717-56.

Dempsey JA, McKenzie DC, Haverkamp HC, Eldridge MW. Update in the understanding of respiratory limitations to exercise performance in fit, active adults. *Chest*. 2008; 134 (3): 613-22.

Dempsey JA, Romer L, Rodman J, Miller J, Smith C. Consequences of exercise-induced respiratory muscle work. *Respir Physiol Neurobiol*. 2006; 151 (2-3): 242-50.

Dempsey JA, Sheel AW, St Croix CM, Morgan BJ. Respiratory influences on sympathetic vasomotor outflow in humans. *Respir Physiol Neurobiol*. 2002; 130 (1): 3-20.

DeVivo MJ, Krause S, Lammertse DP. Recent trends in mortality and causes of death among persons with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999; 80: 1411-55.

Estenne M, De Troyer A. Relationship between respiratory muscle electromyogram and rib cage motion in tetraplegia. *Am Rev Respir Dis*. 1985; 132 (1): 53-9.

Estenne M, De Troyer A. The effects of tetraplegia on chest wall statics. *Am Rev Respir Dis*. 1986; 134 (1): 121-4.

Estenne M, Knoop C, Vanvaerenbergh J, Heilporn A, De Troyer A. The effect of pectoralis muscle training in tetraplegic subjects. *Am Rev Respir Dis*. 1989; 139: 1218-22.

Flores LJF, Pereira NM, Silva AAC, Campos LFCC, Gouveia RB, Pena LGS, Borges M, Faria FR, Calegari DR, Gorla JI. Aerobic power of wheelchair handball players in a court test. *Caderno de Educação Física*. 2010; 9 (17): 75-83. (Article in Portuguese)

Franklin BA, Swantek KI, Grais SL, Johnstone KS, Gordon S, Timmis GC. Field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchair users. *Arch Phys Med Rehabil.* 1990; 71 (8): 574-8.

Gigliotti F, Binazzi B, Scano G. Does training of respiratory muscle affect exercise performance in healthy subjects? *Respir Med.* 2006; 100: 1117-1120.

Goosey-Tolfrey V, Foden E, Perret C, Degens H. Effects of inspiratory muscle training on respiratory function and repetitive sprint performance in wheelchair basketball players. *Br J Sports Med.* 2010; 44 (9): 665-8.

Gorla JI, Campana MB, Oliveira LZ. *Teste e Avaliação em Esporte Adaptado.* São Paulo: Phorte, 2009. 222 p.

Harms CA, Wetter TJ, St Croix CM, Pegelow DF, Dempsey JA. Effects of respiratory muscle work on exercise performance. *J Appl Physiol.* 2000; 89 (1): 131-8.

Harms CA. Insights into the role of the respiratory muscle metaboreflex. *J Physiol.* 2007; 584 (Pt 3): 711.

Hicks AL, Martin KA, Ditor DS, Latimer AE, Craven C, Bugaresti J, et al. Longterm exercise training in persons with spinal cord injury: effects on strenght, arm ergometry performance and psychological well-being. *Spinal Cord.* 2003; 41: 34- 43.

Johnson BD, Aaron EA, Babcock MA, Dempsey JA. Respiratory muscle fatigue during exercise: implications for performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1996; 28: 1129-1137.

Johnson BD, Babcock MA, Suman OE, Dempsey JA. Exercise-induced diaphragmatic fatigue in healthy humans. *J Physiol.* 1993; 460: 385-405.

Kelley A, Garshick E, Gross ER, Lieberman SL, Tun CG, Brown R. Sirometry test standards in spinal cord injury. *Chest*. 2003; 123: 725-730.

Kulig K, Newsam CJ, Mulroy SJ, Rao S, Gronley JK, Bontrager EL, Perry J. The effect of level of spinal cord injury on shoulder joint kinetics during manual wheelchair propulsion. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2001; 16: 744-751.

Lake FR, Henderson K, Briffa T, Openshaw J, Musk AW. Upper-limb and lower-limb exercise training in patients with chronic airflow obstruction. *Chest*. 1990; 97 (5): 1077-82.

Leicht CA, Bishop NC, Goosey-Tolfrey VL. Submaximal exercise responses in tetraplegic, paraplegic and non-spinal cord injured elite wheelchair athletes. *Scand J Med Sci Sports*. 2012; 22: 729-736.

Litchke LG, Russian CJ, Lloyd LK, Schmidt EA, Price L, Walker JL. Effects of respiratory resistance training with a concurrent flow device on wheelchair athletes. *J Spinal Cord Med*. 2008; 31 (1): 65-71.

Mador MJ, Magalang UJ, Rodis A, Kufel TJ. Diaphragmatic fatigue after exercise in healthy human subjects. *Am Rev Respir Dis*. 1993; 148: 1571-5.

Marshall JM. Peripheral chemoreceptors and cardiovascular regulation. *Physiol Rev*. 1994; 74 (3): 543-94.

McConnell AK, Romer LM. Respiratory muscle training in healthy humans: resolving the controversy. *Int J Sports Med*. 2004; 25 (4): 284-293.

McConnell AK, Caine MP, Sharpe GR. Inspiratory muscle fatigue following running to volitional fatigue: the influence of baseline strength. *Int J Sports Med*. 1997; 18: 169-173.

McConnell AK, Lomax M. The influence of inspiratory muscle work history and specific inspiratory muscle training upon human limb muscle fatigue. *J Physiol.* 2006; 577 (Pt 1): 445-57.

McKenzie, DC. Respiratory physiology: adaptations to high-level exercise. *Br J Sports Med.* 2012; 46: 381–384.

Moreno MA, Zamunér AR, Paris JV, Teodori RM, Barros RM. Effects of wheelchair sports on respiratory muscle strength and thoracic mobility of individuals with spinal cord injury. *Am J Phys Med Rehabil.* 2012; 91 (6): 470-7.

Mulroy SJ, Farrokhi S, Newsam CJ, Perry J. Effects of spinal cord injury level on the activity of shoulder muscles during wheelchair propulsion: an electromyographic study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 85: 925-934.

Neder JA, andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.* 1999; 32 (6): 719-27.

Nickerson BG, Keens TG. Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. *J Appl Physiol.* 1982; 52: 768-772.

Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Pneumol.* 2007; 33 (94): 10-19.

Pereira CAC. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. *J Pneumol.* 2002; 28 (3): 1-82.

Perret C, Pfeiffer R, Boutellier U, Wey HM, Sengler CM. Noninvasive measurement of respiratory muscle performance after exhaustive endurance exercise. *Eur Resp J.* 1999; 14: 264-269.

Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res.* 2004; 18 (4): 000-000.

Rodgers MM, Keyser RE, Gardner ER, Russell PJ, Gorman PH. Influence of trunk flexion on biomechanics of wheelchair propulsion. *J Rehabil Res Dev.* 2000; 37: 283–295.

Romer LM, Lovering AT, Haverkamp HC, Pegelow DF, Dempsey JA. Effect of inspiratory muscle work on peripheral fatigue of locomotor muscles in healthy humans. *J Physiol.* 2006; 571 (Pt 2): 425-39.

Romer LM, Polkey MI. Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. *J Appl Physiol.* 2008; 104 (3): 879-88.

Sanderson DJ, Sommer III HJ. Kinematic features of wheelchair propulsion. *J Biomech.* 1985; 18: 423–429.

Schmidt H, Francis DP, Rauchhaus M, Werdan K, Piepoli MF. Chemo- and ergoreflexes in health, disease and ageing. *Int J Cardiol.* 2005; 98 (3): 369-78.

Sheel AW, Derchak PA, Morgan BJ, Pegelow DF, Jacques AJ, Dempsey JÁ. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex reduction in rest leg blood flow in humans. *J Physiol.* 2001; 537 (Pt 1): 277-89.

Silva AC, Neder JA, Chiurciu MV, Pasqualin DC, da Silva RC, Fernandez AC, Lauro FA, de Mello MT, Tufik S. Effect of aerobic training on ventilatory muscle endurance of spinal cord injured men. *Spinal Cord.* 1998; 36 (4): 240-5.

Sinnott KA, Milburn P, McNaughton H. Factors associated with thoracic spinal cord injury, lesion level and rotator cuff disorders. *Spinal Cord.* 2000; 38: 748-753.

Somers VK, Mark AL, Zavala DC, Abboud FM. Influence of ventilation and hypocapnia on sympathetic nerve responses to hypoxia in normal humans. *J Appl Physiol.* 1989; 67 (5): 2095-100.

St Croix CM, Morgan BJ, Wetter TJ, Dempsey JA. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex sympathetic activation in humans. *J Physiol.* 2000; 529 (2): 493-504.

van der Woude LH, Bouten C, Veeger HE, Gwinn T. Aerobic work capacity in elite wheelchair athletes: a cross-sectional analysis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002; 81 (4): 261-71.

Vanderthommen M, Francaux M, Colinet C, Lehance C, Lhermerout C, Crielaard J, Theisen D. A multistage field test of wheelchair users for evaluation of fitness and prediction of peak oxygen consumption. *J Rehabil Res Dev.* 2002; 39 (6): 685-692.

Vergès S, Flore P, Nantermoz G, Lafaix PA, Wuyam B. Inspiratory muscle training in athletes with spinal cord injury. *Int J Sports Med.* 2007; 30 (7): 526-532.

Vinet A, Le Gallais D, Bouges S, Bernard PL, Poulain M, Varray A, Micallef JP. Prediction of VO<sub>2</sub>peak in wheelchair-dependent athletes from the adapted Leger and Boucher test. *Spinal Cord.* 2002; 40: 507-512.

Wells GD, Norris SR. Assessment of physiological capacities of elite athletes & respiratory limitations exercise performance. *Paediatr Respir Rev.* 2009; 10: 91-98.

West CR, Campbell IG, Shave RE, Romer LM. Resting cardiopulmonary function in paralympic athletes with cervical spinal cord injury. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2012; 44 (2): 323-329.

Williams JS, Wonqsathikun J, Boon SM, Acevedo EO. Inspiratory muscle training fails to improve endurance capacity in athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34 (7): 1194-8.

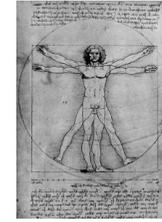
Winslow C, Rozovsky J. Effect of spinal cord injury on the respiratory system. *Am J Phys Med Rehabil.* 2003; 82: 803-814.

Yang YS, Koontz AM, Triolo RJ, Mercer JL, Boninger ML. Surface electromyography activity of trunk muscles during wheelchair propulsion. *Clin Biomech.* 2006; 21: 1032-1041.

Yang YS, Koontz AM, Triolo RJ, Rory A. Cooper RA, Boninger ML. Biomechanical analysis of functional electrical stimulation on trunk musculature during wheelchair propulsion. *Neurorehabil Neural Repair.* 2009; 23 (7): 717-725.

Yim SY, Cho KJ, Park CI, Yoon TS, Han DY, Kim SK, Lee HL. Effect of wheelchair ergometer training on spinal cord-injured paraplegics. *Yonsei Med J.* 1993; 34 (3): 278-86.





## ***CERTIFICADO***

Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado ***"Efeito da prática regular de atividade física sobre variáveis cardiorrespiratórias de lesados medulares"***, sob o protocolo nº **55/08**, do Pesquisador ***Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene Aparecida Moreno***, está de acordo com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.

We certify that the research project with title ***"Effect of the physical activity on cardiorespiratory variables in persons with spinal cord injury"***, protocol nº **55/08**, by Researcher ***Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene Aparecida Moreno***, is in agreement with the Resolution 196/96 from Conselho Nacional de Saúde/MS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba – UNIMEP.

**8.1. Piracicaba, SP, Brazil, 17, december, 2008.**

**Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Telma Regina de P. Souza**  
**Coordenadora CEP – UNIMEP**





## FICHA DE AVALIAÇÃO

### 1 – DADOS PESSOAIS

**NOME:** \_\_\_\_\_

**SEXO:** ( ) M ( ) F; **DATA NASCIMENTO:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ **IDADE:** \_\_\_\_\_

**RAÇA:** ( ) branca ( ) negra ( ) asiática

**RG:** \_\_\_\_\_ **CFP:** \_\_\_\_\_

**PROFISSÃO:** \_\_\_\_\_

**ESCOLARIDADE:** ( ) Fundamental ( ) Médio ( ) Colegial//Téc ( ) Universitário

**ESTADO CIVIL:** ( ) Solteiro ( ) Casado ( ) Desquitado/Divorciado ( ) Viúvo  
( ) Amasiado

**ENDEREÇO:** \_\_\_\_\_

**Bairro:** \_\_\_\_\_ **Cidade:** \_\_\_\_\_ **UF:** \_\_\_\_\_

**Telefone:** ( ) \_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_

**e-mail:** \_\_\_\_\_

## 2 – ANAMNESE (Data: ...../...../.....)

### 2.1. Hábitos de vida:

**a) É fumante atualmente?**

- ( ) Sim Cigarros/dia: \_\_\_\_\_ Há quanto tempo?: \_\_\_\_\_  
( ) Não

**b) Já fumou antes (se a resposta anterior for não)?**

- ( ) Sim. Cigarros/dia: \_\_\_\_\_ Período fumante: \_\_\_\_\_  
Quando parou? \_\_\_\_\_  
( ) Não

**c) Ingere bebida alcoólica atualmente?**

- ( ) Sim Que tipo? \_\_\_\_\_  
( ) Não

**d) Já ingeriu bebida alcoólica antes (se resposta anterior for não)?**

- ( ) Sim Que tipo?: ( ) destilados ( ) fermentados ( ) ambos  
Quantidade: \_\_\_\_\_ Frequência: \_\_\_\_\_ Há  
quanto tempo?: \_\_\_\_\_  
( ) Não

**e) Você trabalha ou estuda?**

- ( ) Sim Cargo: \_\_\_\_\_  
( ) Não

**f) Como você classifica o nível de stress no seu trabalho / estudo e no seu dia a dia familiar.**

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| <u>Trabalho:</u> | <u>Família:</u> |
| ( ) nenhum       | ( ) nenhum      |
| ( ) leve         | ( ) leve        |
| ( ) moderado     | ( ) moderado    |
| ( ) muito alto   | ( ) muito alto  |

**g) Qual é o tipo de deficiência que você possui?**

( ) Paraplegia - Nível:\_\_\_\_\_

( ) Tetraparesia - Nível:\_\_\_\_\_

( ) Amputação - Tipo:\_\_\_\_\_

( ) Malformação - Tipo:\_\_\_\_\_

( ) Pós-Poliomielite

**h) Há quanto tempo possui a deficiência?**

\_\_\_\_\_

**i) Faz tratamento fisioterapêutico? Se sim, por quanto tempo?**

( ) Sim, há quanto tempo:\_\_\_\_\_

( ) Não

**j) Há quanto tempo utiliza a cadeira de rodas para se locomover?**

\_\_\_\_\_

**k) Quantas modalidades esportivas você treina regularmente?**

\_\_\_\_\_

**l) Qual destas modalidades esportiva que você pratica?**

( ) Natação ( ) Outras:\_\_\_\_\_

( ) Atletismo

( ) Basquete

( ) Vôlei

**m) Caso você pratique Basquete ou Vôlei, qual é a sua posição de jogo e qual é a sua pontuação de classificação funcional?**

\_\_\_\_\_

**n) Caso seja praticante de Natação ou Atletismo, qual é a sua principal prova de competição?**

\_\_\_\_\_

**o) Há quanto tempo você pratica este esporte?**

\_\_\_\_\_

**p) Quantas vezes treina durante a semana?**

\_\_\_\_\_

**q) Quantas vezes e quantas horas durante o dia?**

\_\_\_\_\_

**r) Faz treinamento de força (musculação) além do treinamento convencional da sua modalidade esportiva?**

\_\_\_\_\_

## **2.2. Dados Clínicos:**

**a) Tem Doenças Cardiovasculares diagnosticadas?**

( ) Sim - Qual?: \_\_\_\_\_

( ) Não

**b) Hipertensão? ( ) Sim - Medicação \_\_\_\_\_ dose \_\_\_\_\_ ( ) Não**

**c) Dislipidemia ? ( ) Sim - Medicação \_\_\_\_\_ dose \_\_\_\_\_ ( ) Não**

**d) Diabete tipo II ( ) Sim - Medicação \_\_\_\_\_ dose \_\_\_\_\_ ( ) Não**

**e) Apnéia do sono ( ) Sim Diagnosticada? \_\_\_\_\_ ( ) Não**

**f) Osteoartrite ( ) Sim Medicação \_\_\_\_\_ dose \_\_\_\_\_ ( ) Não**

**g) Apresenta dor no: Ombro ( ) Cotovelo ( ) Punho ( ) Coluna ( )**

**h) Refluxo gastroesofágico:**

( ) Sim Qual?: \_\_\_\_\_

( ) Não

**i) Incontinência urinária:**

( ) Sim Qual?: \_\_\_\_\_ ( ) Não

**j) Alterações da tireóide:**

( ) Sim Qual?: \_\_\_\_\_ ( ) Não

**k) Asma ou bronquite:**

( ) Sim Qual?: \_\_\_\_\_ ( ) Não

**l) Têm doença pulmonar diagnosticada?**

( ) Sim Qual?: \_\_\_\_\_ Há quanto tempo: \_\_\_\_\_

( ) Não

**m) Medicamentos em uso:**

Medicamento	Efeito	Dosagem	Tempo que toma

**n) Cirurgia:** ( ) não ( ) sim (quais e data?)

---

---

**o) Outras observações a respeito de sua saúde que não foram apresentadas acima:**

---

---

---

---

---

**p) Faz uso de alguma suplementação alimentar?**

- ( ) Sim - Qual?: \_\_\_\_\_  
( ) Não

**2.3. Antecedentes Familiares (se falecidos, indicar a idade que faleceram):**

Idade do Pai: \_\_\_\_\_ Idade da Mãe: \_\_\_\_\_

Apresenta antecedentes das seguintes doenças?

	Grau Parentesco	Tipo ou tempo
Doenças Cardiovasculares		
Alterações da Tireóide		
Diabetes		
Dislipemia		
Obesidade		
Renais		
Pulmonares		

**3 – EXAMES FÍSICOS (Data: ..../..../....)**

---

**3.1. Medidas Antropométricas:**

Estatura: \_\_\_\_\_ m    Massa Corporal: \_\_\_\_\_ kg    IMC: \_\_\_\_\_ kg/m<sup>2</sup>