

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

O EFEITO DE DOIS PROTOCOLOS DE TESTE INCREMENTAL NAS
RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS EM USUÁRIOS DE
CADEIRA DE RODAS DE PROPULSÃO MANUAL

JOSÉ EDUARDO ARRUDA NETO

UBERLÂNDIA
2018

JOSÉ EDUARDO ARRUDA NETO

O EFEITO DE DOIS PROTOCOLOS DE TESTE INCREMENTAL NAS
RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS EM USUÁRIOS DE
CADEIRA DE RODAS DE PROPULSÃO MANUAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde.

Orientador: Cleudmar Amaral de Araújo

Co-orientador: Silvio Soares dos Santos

UBERLÂNDIA

2018

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

A779 Arruda Neto, José Eduardo, 1983-
2018 O efeito de dois protocolos de teste incremental nas respostas
cardiorrespiratórias em usuários de cadeira de rodas de propulsão
manual [recurso eletrônico] / José Eduardo Arruda Neto. - 2018.

Orientador: Cleudmar Amaral de Araújo.

Coorientador: Silvio Soares dos Santos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Pós-graduação em Ciências da Saúde.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.153>

Inclui bibliografia.

1. Ciências médicas. I. Araújo, Cleudmar Amaral de, 1963-,
(Orient.). II. Santos, Silvio Soares dos, 1958-, (Coorient.). III.
Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ciências
da Saúde. IV. Título.

CDU: 61

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CÊNCIAS DA SAÚDE



Ata da defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia.

Defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico N° 037/PPCSA

Área de concentração: Ciências da Saúde

Linha de Pesquisa 3: Fisiopatologia das doenças e dos agravos à saúde.

Projeto de Pesquisa de vinculação: Biomecânica aplica às Ciências da Saúde.

Discente: **José Eduardo Arruda Neto** – Matrícula n° **11612CSD026** - Título do Trabalho:

“O efeito de dois protocolos de teste incremental nas respostas cardiorrespiratórias em usuários de cadeira de rodas de propulsão manual.” Às 09:00 horas do dia 21 de setembro do ano de 2018, no anfiteatro do Bloco 1M Sala 313 -Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, assim composta: Professores Doutores: Deny Gomes de Freitas (PITÁGORAS), Wallisen Tadashi Hattori (UFU), Márcio Peres de Souza (UFU) e Cleudmar Amaral de Araújo (UFU) – orientador do discente. Iniciando os trabalhos, o presidente da mesa Prof. Dr. Cleudmar Amaral de Araújo apresentou a Comissão Examinadora e o discente, agradeceu a presença do público e concedeu ao discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A seguir o senhor presidente concedeu a palavra aos examinadores que passaram a argüir o candidato. Ultimada a argüição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, em sessão secreta, em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou o candidato aprovado () reprovado. Esta defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico é parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, legislação e regulamentação internas da UFU, em especial do artigo 55 da resolução 12/2008 do Conselho de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia. Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos às 13:00 horas. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.

Prof. Dr. Cleudmar Amaral de Araújo _____

Prof. Dr. Deny Gomes de Freitas _____

Prof. Dr. Wallisen Tadashi Hattori _____

Prof. Dr. Márcio Peres de Souza _____

FOLHA DE APROVAÇÃO

José Eduardo Arruda Neto.

O efeito de dois protocolos de teste incremental nas respostas cardiorrespiratórias em usuários de cadeira de rodas de propulsão manual.

Presidente da banca: Prof. Dr. Cleudmar Amaral de Araújo.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde.

Banca Examinadora

Titular: Prof. Dr. Wallisen Tadashi Hattori

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia

Titular: Prof. Dr. Márcio Peres de Souza

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia

Titular: Prof. Dr. Deny Gomes de Freitas

Instituição: Faculdade Pitágoras Uberlândia

DEDICATÓRIA

*A meus pais, meus irmãos, meu sogro e sogra
e a minhas amadas esposa e filha por todo
apoio que venho recebido.*

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Uberlândia e a Pós-graduação em Ciências da Saúde pela oportunidade;

Ao Prof. Dr. Cleudmar, pela orientação, ensinamentos e apoio que venho recebendo;

Ao técnico do Laboratório Diego, pelo auxílio técnico em minha pesquisa;

Aos meus colegas do laboratório, que sempre me ajudaram nos momentos de angústia com palavras de incentivo e auxílio no meu trabalho;

Aos meus amigos em especial, Glênio, Christiene e Márcio que me auxiliaram muito nessa caminhada;

A meus amados pais, João e Fátima, pelos ensinamentos, apoio e principalmente pelo amor;

As minhas amadas esposa e filha, Regina e Maria Eduarda, que se sacrificaram comigo, me ajudaram e incentivaram em todos os momentos;

A meu sogro e sogra, Dário e Gilza, por me acolherem como um filho com respeito e carinho;

A meus irmãos pelo amor e pelo apoio, que apesar de distante sempre foram em abundância;

Ao Professor Wall, pela ajuda e carinho em um momento crucial;

Ao CNPq e à CAPES pelo apoio financeiro concedido ao longo do trabalho;

E Principalmente a Deus, que me deu todo suporte para estar aqui, me deu pessoas maravilhosas para chamar de amigos, irmãos e família;

Enfim, a todos que participaram e contribuíram de alguma maneira para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

“Ainda que eu fale as línguas dos homens e dos anjos, se não tiver amor, serei como o sino que ressoa ou como o prato que retine.”

Versículos de 1 Coríntios 13 do livro de 1 Coríntios da Bíblia

RESUMO

A atividade física é uma das principais formas de promover melhora na qualidade de vida de pessoas que utilizam cadeira de rodas manual para seu deslocamento. Para isso, é muito importante o desenvolvimento de equipamentos adequados e que utilizam princípios, metodologias e protocolos especificamente direcionados para esta população. O desenvolvimento de protocolos específicos para a avaliação da resposta cardiorrespiratória nessa população torna-se essencial, uma vez que são geralmente adaptados de protocolos e equipamentos convencionais para pessoas com deficiência. Assim, o objetivo do estudo foi comparar o consumo de oxigênio, a ventilação pulmonar, a produção de dióxido de carbônico e a frequência cardíaca durante um teste incremental realizado em um ergômetro tipo cadeira de rodas com duração de 12 minutos com incrementos a cada 2 minutos, utilizando duas metodologias de incrementos: Na primeira, a rotação dos aros foi mantida constante e o torque foi aumentado; na segunda, o torque foi mantido constante e a rotação dos aros foi aumentado, sendo que o valor de potência foi mantido o mesmo para cada nível determinado na primeira metodologia. Sete atletas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual, praticantes de halterofilismos e atletismo participaram do estudo. Os resultados dos experimentos mostraram que no teste variando a rotação exigiu maior resposta do sistema cardiorrespiratório, VO_2 (ml / min) ($p = 0,000016$), VE (L / min) = $p < 0,05$ e VCO_2 (ml / min) = $p < 0,05$, enquanto a frequência cardíaca não mostrou diferenças significativas. O estudo mostrou que o comportamento do VO_2 , VE e VCO_2 durante os testes apresentaram características parecidas. Houve maior exigência no teste TC comparado com o teste RC, as variáveis apresentaram curva mais acentuada no teste TC. Em geral houve maior volume de VO_2 e VE e menor VCO_2 no teste TC. A frequência cardíaca não apresentou diferença nos testes RC e TC, indicando que a rotação do aro não influenciou nesse parâmetro cardiorrespiratório.

Palavras-chave: respostas cardiorrespiratórias, teste incremental, potência aeróbia, testes laboratoriais, ergômetro para cadeirantes

ABSTRACT

Physical activity is one of the main ways to promote improvement in the quality of life of people who use manual wheelchairs for their movement. For this, it is very important to develop adequate equipment and use principles, methodologies and protocols specifically targeted to this population. The development of specific protocols for the evaluation of the cardiorespiratory response in this population becomes essential, since they are generally adapted from conventional protocols and equipment for people with disabilities. Thus, the objective of the study was to compare oxygen consumption, pulmonary ventilation, carbon dioxide production and heart rate during an incremental test performed on a wheelchair ergometer with duration of 12 minutes in increments every 2 minutes, using two methodologies of increments: In the first one, the rotation of the hoops was kept constant and the torque was increased; in the second, the torque was kept constant and the rotation of the hoops was increased, and the power value was maintained the same for each level determined in the first methodology. Seven athletes who use the manual wheelchair, weightlifters and athletics participated in the study. The results of the experiments showed that in the rotating test, the VO_2 (ml / min) ($V = 0.000016$), VE (L / min) = $p < 0.05$ and VCO_2 (ml / min) = $p < 0.05$, while heart rate did not show significant differences. The study showed that the behavior of VO_2 , VE and VCO_2 during the tests showed similar characteristics. There was a greater demand in the TC test compared to the RC test, the variables showed a more marked curve in the TC test. In general, there was a higher volume of VO_2 and VE and a lower VCO_2 in the TC test. The heart rate showed no difference in the RC and CT tests, indicating that the rotation of the rim did not influence this cardiorespiratory parameter.

Keywords: cardiorespiratory responses, incremental test, aerobic power, laboratory tests, ergometer for wheelchair users

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4. 1 - Imagem da Medula espinal, seus gânglios e nervos.....	7
Figura 4. 2 - Medula mostrando o corno dorsal e o corno ventral.....	8
Figura 4. 3 - A imagem mostra como a Mielomeningoceles é formada.....	10
Figura 4. 4 - Imagem ilustrativa da propulsão da cadeira de rodas.....	14
Figura 4. 5 - Ajustes na cadeira de rodas.....	15
Figura 5. 1 - Protótipo do Ergômetro ERG01 utilizado nos estudos.....	22
Figura 5. 2 - Estrutura do sistema mecânico de resistência projetado com correia plana de lona, sistema de carga com gaiola e um sistema de sustentação.....	23
Figura 5. 3 - Torquímetro de capacidade 100 Nm adaptado ao eixo do ergômetro....	24
Figura 5. 4 - Sistema de calibração do dispositivo de resistência utilizado diretamente no protótipo do ergômetro.....	25
Figura 6. 1 - Curva de torque e linha de tendência, com a equação da reta.....	29
Figura 6. 2 – Média e IC dos valores de VO_2 para os testes RC e TC.....	30
Figura 6. 3 - Curva do VO_2 dos testes RC e TC.	31
Figura 6. 4 - Média e IC dos valores da VE para os testes RC e TC.....	32
Figura 6. 5 - Curva do VE dos testes RC e TC.....	33
Figura 6. 6 - Média e IC dos valores de VCO_2 para os testes RC e TC.	34
Figura 6. 7 - Curva do VCO_2 dos testes RC e TC.	35
Figura 6. 8 - Média e IC dos valores de FC para os testes RC e TC.....	36
Figura 6. 9 - Curva do FC dos testes RC e TC.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 5. 1 - Características dos participantes do estudo.....	21
Tabela 5. 2 - Rotação e torque dos testes RC e TC.....	27
Tabela 6. 1 - Resultado da análise da variavel VO2 nos testes RC e TC.....	30
Tabela 6. 2 - Resultado da análise da variavel VE nos testes RC e TC.	32
Tabela 6. 3 - Resultado da análise da variavel VCO2 nos testes RC e TC.....	34
Tabela 6. 4 - Resultado da análise da variavel FC nos testes RC e TC.....	36
Tabela 6. 5 - Frequência Cardíaca (FC) em repouso logo após o teste e 5 minutos depois nos testes RC e TC.....	38
Tabela 6. 6 - Médias e dp da PAS em repouso, pós teste e 5 minutos depois de ambos os testes RC e TC.....	38
Tabela 6. 7 - Médias e dp da PAD em repouso, pós teste e 5 minutos depois de ambos os testes RC e TC.....	39

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	JUSTIFICATIVAS	4
3.	OBJETIVOS.....	6
4.	REVISÃO DA LITERATURA	7
4.1.	A MEDULA ESPINAL	7
4.2.	ASPECTOS CARDIORRESPIRATÓRIOS	11
4.3.	OS USUÁRIOS DE CADEIRAS DE RODAS.....	13
4.4.	DEFICIÊNCIA E O ESPORTE	17
5.	MATERIAIS E MÉTODOS	20
6.	RESULTADOS.....	29
7.	DISCUSSÃO	40
8.	CONCLUSÕES	44
9.	BIBLIOGRAFIA	46
	ANEXOS A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	51
	ANEXO B - ANAMNESE.....	54

1. INTRODUÇÃO

O exercício físico é um importante aliado na prevenção de doenças, sejam elas cardiorrespiratórias ou metabólicas, tornando-se, assim, essencial para a manutenção da saúde e diminuição de complicações médicas. Em contrapartida, a inatividade física favorece o acúmulo de gordura, alterando negativamente o colesterol e os triglicerídeos no sangue e, com isso, possibilita aumento do tecido adiposo. Além do mais, esse cenário pode causar um quadro de dislipidemia e síndrome metabólica, que são fatores de risco para o aparecimento e agravamento de doenças cardiovasculares. Associando esses aspectos à hiperinsulinemia, o risco de morte em pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual aumenta (FLORES et al., 2013a; HADDAD, 1997; NASCIMENTO; SILVA, 2007).

A qualidade de vida dessas pessoas que está diretamente relacionada ao nível de atividade física e à prática de exercícios físicos regulares, além de ser uma importante ferramenta na promoção da saúde. Quanto maior for a autonomia nas atividades da vida diária, bem-estar físico e social e diminuição de complicações clínicas, maior será a sua independência funcional (FLORES et al., 2013b).

A prática regular de atividade física, seja ela recreacional ou esportiva, traz melhoras relevantes tanto na qualidade de vida, integração social, capacidades psicomotoras e desempenho físico de pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual (MENEZES-REIS; RIBEIRO; TOURINHO FILHO, 2015).

Nesse sentido, o esporte é cada vez mais relevante como agente promotor de melhora da qualidade de vida, proporcionando além da reabilitação física, a reabilitação psicológica e social. Promovendo assim, melhora nas capacidades motoras e autonomia nas atividades da vida diária e consequente resgate do convívio social, melhorando a auto-estima, a autoconfiança e o autoconceito (CARDOSO, 2011; NASCIMENTO; SILVA, 2007).

Cada vez pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual estão assumindo funções sociais importantes, dentre elas o esporte. Nesse sentido, alguns esportes se destacam pela grande exigência física como o basquetebol, rúgbi e atletismo. E assim, há a necessidade da realização de testes para a avaliação física e acompanhamento do progresso do treinamento (CARDOSO, 2011; PASETTO et al.,

2011; TORRES; OLIVEIRA; ARAUJO, 2015). Nesse sentido, medir o consumo de oxigênio máximo ($VO_{2m\acute{a}x}$) é uma importante variável para avaliar o desempenho de atletas (FLORES *et al.*, 2013).

A avaliação da capacidade aeróbia nessas pessoas é difícil devido às diferenças nas respostas fisiológicas. E cada vez mais elas estão buscando o esporte de alto rendimento, com isso, os testes precisam ser mais específicos e direcionados, o que requer ferramentas para a avaliação física planejadas de acordo com as suas necessidades (MENEZES-REIS; RIBEIRO; TOURINHO FILHO, 2015).

Contudo, nesse público a capacidade cardiorrespiratória e medidas fisiológicas, como o Consumo de Oxigênio (VO_2) e frequência cardíaca (FC) são menores por causa da menor quantidade de massa muscular envolvida durante a atividade (HADDAD, 1997; MENEZES-REIS; RIBEIRO; TOURINHO FILHO, 2015).

A prática de atividade física aumenta a capacidade respiratória de pessoas que utilizam cadeira de rodas manual. Melhora também a resposta cardiovascular e a capacidade de trabalho do músculo esquelético. Essa melhora é proporcional à intensidade e volume de trabalho realizado (FLORES *et al.*, 2013a).

Para a aplicação de testes de avaliação do condicionamento físico em pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual, em geral, são utilizados cicloergômetros manuais ou podem ser utilizados esteiras ou rolos (GROSSL *et al.*, 2014; HADDAD, 1997). O princípio de funcionamento desses tipos de equipamentos, como por exemplo, cicloergômetros convencionais, utiliza a variação discreta do torque resistivo como referência para modificar os níveis de potência. Neste caso, a potência aumenta se aumentar o torque ou se o usuário aumentar voluntariamente a velocidade imposta no sistema.

Diante disso, considerando os parâmetros fisiológicos dessas pessoas; é necessário aplicar o teste incremental convencional, em que o torque é variado e a velocidade é constante para constatar se há ou não a mesma influência quando se aplica o mesmo teste incremental, porém, mantendo o torque constante e variando a velocidade. Em ambas as condições de teste, há que se aferir se há ou não igualdade no consumo de oxigênio máximo e na frequência cardíaca.

A questão principal destacada não se refere à aplicação de um teste de aptidão cardiorrespiratória e, sim, é relacionada com o padrão de ensaios de avaliação do

condicionamento físico, que utiliza equipamentos convencionais de análise, como um cicloergômetro, uma esteira ou um rolo cilíndrico, no qual o protocolo padrão é ajustar o torque para um valor predeterminado. Neste caso, se o teste fosse feito com aumentos incrementais da velocidade mantendo o torque constante.

Evidentemente, existem dificuldades técnicas de obtenção de equipamentos que variem os torques para condições fixas de velocidade, mas, para pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual que possuem funções metabólicas modificadas e afetadas pelas condições cardiorrespiratórias, faz-se necessário conhecer qual condição de análise seria a mais adequada e a diferença destas duas abordagens.

Existem equipamentos de alto custo, chamados isocinéticos, que funcionam com esta premissa, porém é preciso examinar qual a real influência nos sinais fisiológicos. A importância desta resposta é definir protocolos de testes para avaliar o condicionamento físico dessas pessoas, utilizando-se de equipamentos capazes de ajustar, de forma automatizada, o torque de maneira incremental durante os testes ou mesmo condições adequadas de variação de velocidade dos equipamentos para esta população.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é comparar as respostas cardiorrespiratórias de atletas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual em um teste incremental com tempo máximo de 12 minutos, com duas metodologias diferentes, variando o torque ou a velocidade, para um mesmo nível de potência aplicada. Do ponto de vista do projeto de equipamentos, esta observação poderá contribuir para novos protocolos de avaliação do condicionamento físico e para projetos de equipamentos dedicados a esta população.

2. JUSTIFICATIVAS

Pessoas com deficiência física, cada vez mais, têm conseguido resultados esportivos impressionantes (SIMIM et al., 2013), e mesmo assim são encontrados poucos estudos e dados publicados na literatura envolvendo atletas paralímpicos, mesmo em países mais desenvolvidos (MELLO, 2002; TORRES; OLIVEIRA; ARAUJO, 2015).

As metodologias para avaliar o desempenho físico de atletas paralímpicos que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual são principalmente: (1) testes de campo, que testam o condicionamento físico geral, onde são feitas várias mensurações que exigem as demandas básicas de desempenho.

Esse tipo de metodologia não fornece informações fisiológicas detalhadas para avaliar o nível de condicionamento físico e (2) avaliações laboratoriais, avaliam as capacidades fisiológicas, como por exemplo o consumo de Oxigênio(VO_2), Ventilação pulmonar(VE), produção de Gás Carbônico(VCO_2) e a Frequência Cardíaca(FC) Dessa forma, os testes laboratoriais são utilizados para obter informações mais detalhadas relativas ao desempenho em eventos atléticos específicos (POWERS, et al,2006). No entanto, são utilizadas adaptações de equipamentos convencionais para os testes nessa população, como cicloergômetros de braço, não respeitando assim a individualidade fisiológica e biomecânica dessa população, e com isso, não correspondendo ao gesto motor realizado por eles em suas atividades esportivas.

A elaboração de testes laboratoriais para a avaliação do desempenho físico exige uma compreensão dos fatores que contribuem para o sucesso em certo esporte. Em geral, o desempenho físico é determinado pela capacidade de produção máxima de energia, da força muscular, da coordenação/economia dos movimentos e dos fatores psicológicos do indivíduo (POWERS, et al,2006).

Nesse contexto, foi projetado e construído no Laboratório de Projetos Mecânicos Prof. Henner A. Gomide/FEMEC/UFU um ergômetro para atletas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual para resolver esses problemas de ordem mecânica. Com isso, eles podem ser avaliados de uma forma mais correta do que vinha sendo feito com adaptações de ergômetros de membros inferiores.

O presente trabalho pretende agregar conhecimento nessa área tão carente de estudos dedicados. Refletindo-se na integração cada vez mais efetiva destes indivíduos em suas comunidades, além de servir de orientação e incentivo para o surgimento de várias alternativas de programas específicos, visando à melhora da saúde e da qualidade de vida desta população. (MELLO, 2002). E a proposta deste trabalho é avaliar as respostas cardiorrespiratórias de atletas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual, utilizando-se um protocolo incremental.

3. OBJETIVOS

GERAL

O objetivo deste trabalho é comparar as respostas cardiorrespiratórias de atletas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual em um teste incremental de 12 minutos, variando torque e velocidade.

ESPECÍFICOS

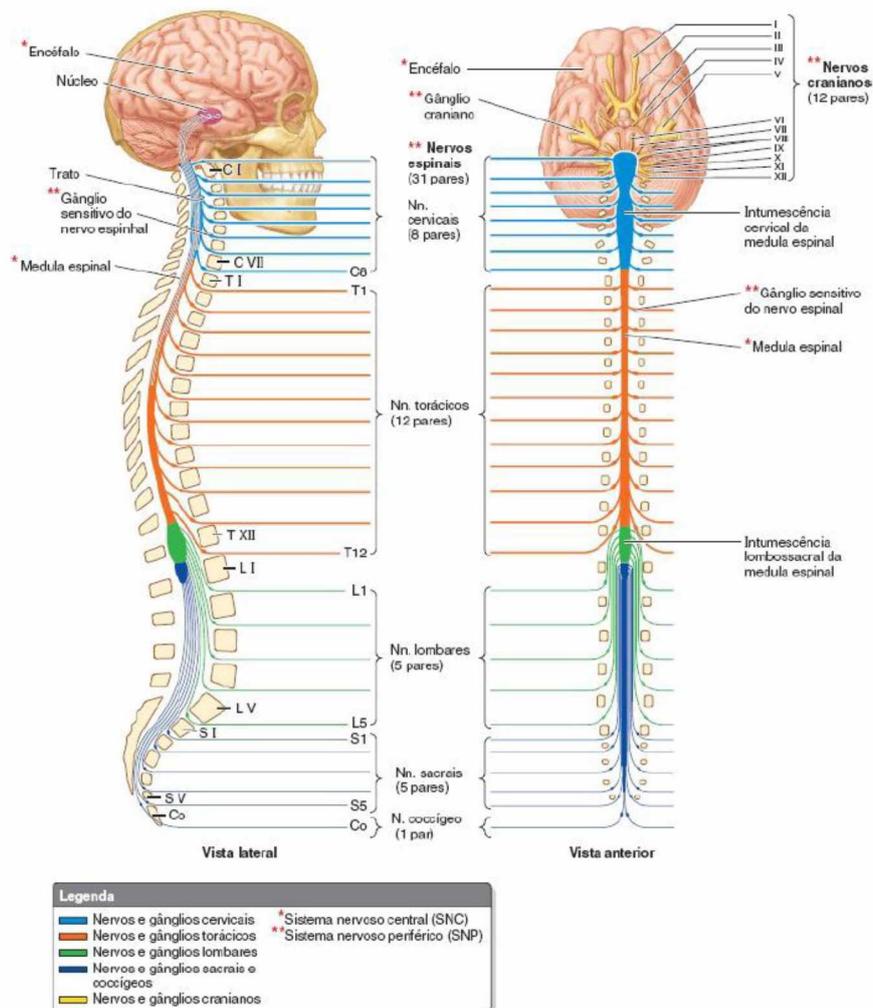
- Comparar o resultado do VO_2 de atletas que utilizam cadeira de rodas de propulsão manual que realizaram os testes com rotação constante(RC) e com torque constante(TC).
- Comparar o resultado da VE de atletas que utilizam cadeira de rodas de propulsão manual que realizaram os testes com rotação constante(RC) e com torque constante(TC).
- Comparar o resultado do VCO_2 de atletas que utilizam cadeira de rodas de propulsão manual que realizaram os testes com rotação constante(RC) e com torque constante(TC).
- Comparar o resultado da FC de atletas que utilizam cadeira de rodas de propulsão manual que realizaram os testes com rotação constante(RC) e com torque constante(TC).
- Comparar o resultado da FC, da Pressão arterial sistólica (PAS) e da Pressão Arterial Diastólica (PAD) em repouso, após o teste e 5 minutos depois do teste de atletas que utilizam cadeira de rodas de propulsão manual que realizaram os testes com rotação constante(RC) e com torque constante(TC).

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1. A MEDULA ESPINAL

A Medula Espinal (ME) é o órgão responsável por receber e enviar informações do cérebro para todos os órgãos do corpo. Ela origina-se no final do tronco cerebral e sua extensão vai até o fim da coluna vertebral, conforme figura 4.1. ME está inserida na coluna vertebral e é formada por duas estruturas: a substância cinzenta e a substância branca. A substância cinzenta é onde estão os corpos celulares neuronais, é a parte central da medula. A substância branca é onde contém as fibras axonais dos tratos ascendentes e descendentes; é uma estrutura mais externa e está em torno da substância cinzenta (MIRANDA, 2016).

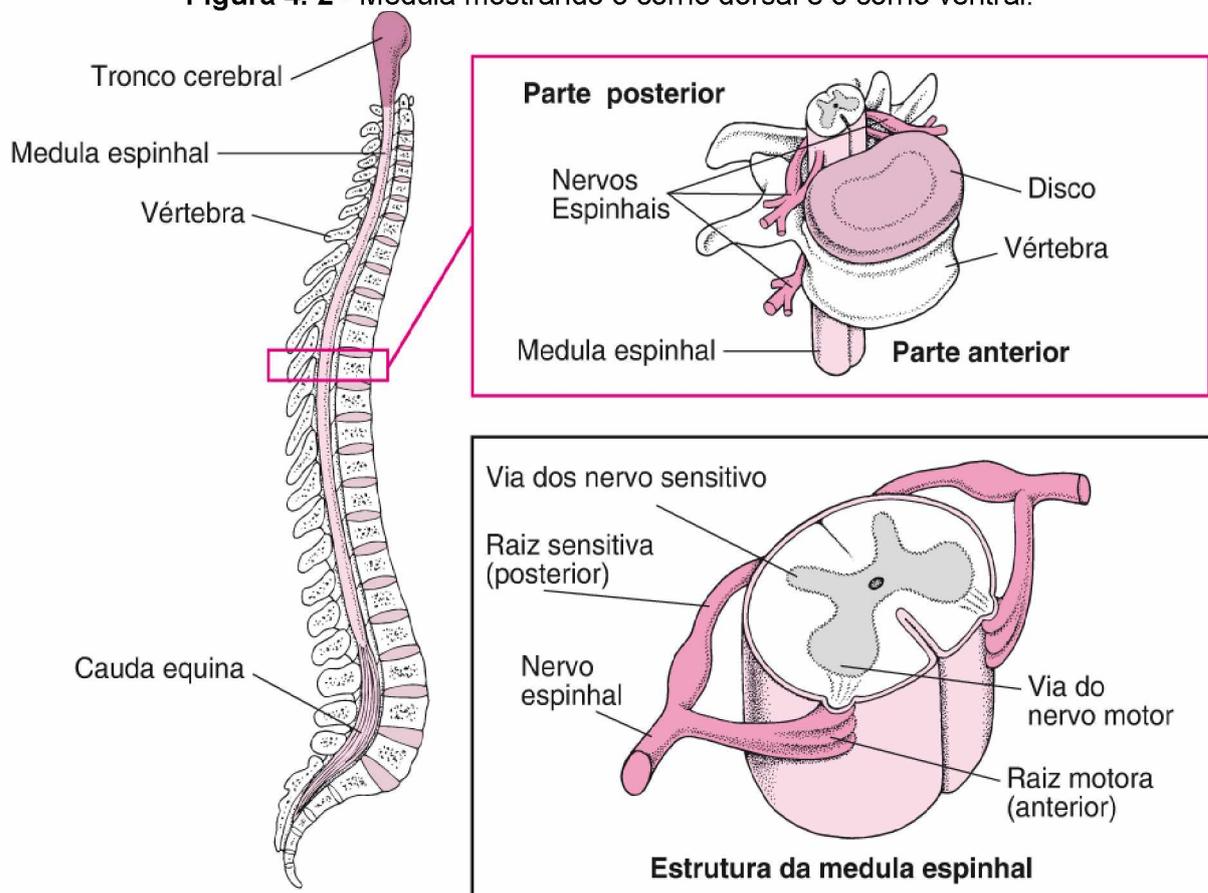
Figura 4. 1 - Imagem da Medula espinal, seus gânglios e nervos.



Fonte: <https://anatomia-papel-e-caneta.com/snc-medula-espinhal/>.

Na substância cinzenta, há duas regiões funcionalmente distintas: o corno dorsal e o corno ventral, que são a parte sensorial ou receptiva e a parte motora esquelética, respectivamente, conforme a figura 4.2. A via sensorial é formada pelos tratos ascendentes, que conduzem os sinais sensoriais recebidos de órgãos até os núcleos no tronco encefálico, tálamo e córtex (MIRANDA, 2016).

Figura 4. 2 - Medula mostrando o corno dorsal e o corno ventral.



Fonte: <https://www.msdmanuals.com/pt/casa/dist%C3%BArbios-cerebrais,-da-medula-espinhal-e-dos-nervos/biologia-do-sistema-nervoso/medula-espinhal>.

A Lesão Medular (LM) pode ser definida como sendo um dano à ME, que é capaz de provocar perda total ou parcial da função motora e/ou sensitiva: é grave e causa sequelas irreversíveis, as quais, dependendo do nível da lesão, podem levar a paraplegia ou tetraplegia. A LM é uma das principais causas de comprometimento físico que leva à cadeira de rodas a longo prazo. Essa lesão pode ser causada por

contusão, compressão, penetração ou maceração, que causam danos permanentes à ME (HAENZI; MOON, 2017; NUNES; MORAIS; FERREIRA, 2017; O'SHEA; BURDA; SOFRONIEW, 2017). A LM pode ser completa ou incompleta. Na completa, há ausência total de conectividade neural e não há controle motor voluntário ou percepção sensorial abaixo do nível da lesão. Na LM incompleta, há tecido neural suficiente para ter conectividade, através da lesão com os centros superiores, contudo, esse tecido restante pode não ser suficiente para que essas funções sejam preservadas (O'SHEA; BURDA; SOFRONIEW, 2017).

Segundo Nunes, Morais e Ferreira (2017), a principal causa de lesões na medula é o trauma (80%) em homens (60%) com idade inferior a 30 anos. O tipo mais comum é o compressivo-contusivo, em que há deslocamento, fratura ou mutilação da coluna vertebral. A energia do impacto é transmitida para a ME através dos próprios estilhaços da coluna como ossos, discos e ligamentos. Isso pode causar compressão, flexão, extensão, rotação ou deslocamento, e, por último, laceração ou transecção do disco intervertebral, causando a lesão medular.

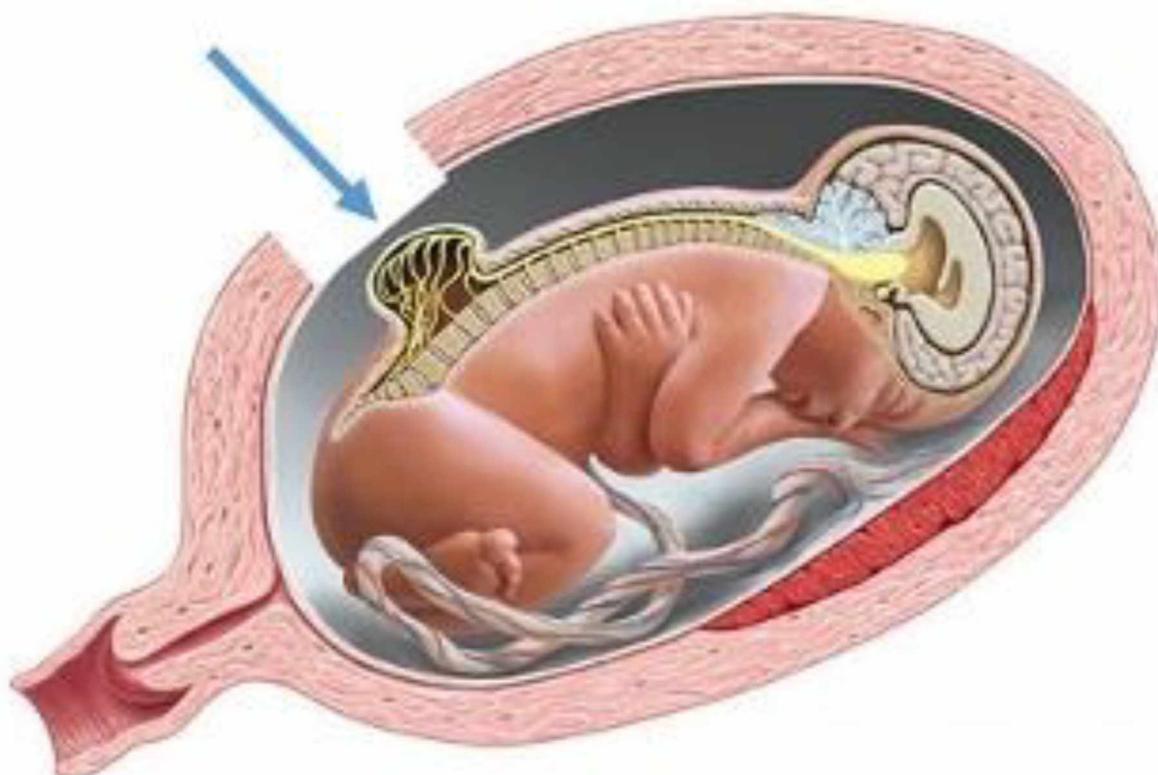
Na LM é permanente, os axônios que foram lesados não regeneram e levam a uma série de eventos deletérios. Quanto menos tecido lesado, maior será a melhora na função sensório-motora (ASSINCK et al., 2017; HAENZI; MOON, 2017).

A população mundial de indivíduos com Lesão Medular Traumática (LMT) é de três milhões, sendo que, anualmente, são aproximadamente 180.000 novos casos (HAENZI; MOON, 2017). A expectativa de vida de quem possui LM tem aumentado desde a Segunda Guerra Mundial, graças aos avanços na área médica. A partir da segunda metade do século XX, houve melhora na assistência médica de emergência e foram criados centros especializados em lesão medular em todo mundo. Com isso, o número de sobreviventes ao primeiro ano após o acidente e a longo prazo vem aumentando, o que gera impactos na qualidade dos serviços de saúde e assistência social no que tange o planejamento sobre os gastos com o cuidado ao longo da vida. (O'SHEA; BURDA; SOFRONIEW, 2017; SAVIC et al., 2017).

Uma doença que também pode levar à necessidade do uso de cadeira de rodas é a espinha bífida, uma doença congênita permanente e incapacitante. A mielomeningocele (MMC) é a forma mais grave e mais comum de espinha bífida e pode acometer tanto no sistema nervoso central quanto no periférico. É ocasionado por uma falha no fechamento do tubo neural nas primeiras quatro semanas de

gestação, fazendo com que a ME fique desprotegida e em contato com o ambiente externo, conforme a Figura 4.3. A MMC pode causar uma série de morbidades (neurológica, ortopédica, disfunção da bexiga e do intestino), o que leva à diminuição da qualidade de vida e pode causar paralisia (KAJIWARA et al., 2017; MOLDENHAUER; ADZICK, 2017; NORTH et al., 2018; SHELLHAAS et al., 2018; VAN SPEYBROECK et al., 2017).

Figura 4. 3 - A imagem mostra como a Mielomeningocele é formada.



Fonte: <https://www.eltonfernandes.com.br/conteudo/cirurgia-fetal-para-mielomeningocele-sacral-deve-ser-custeada-pelo-plano-de-saude.html>.

A MMC afeta o Sistema Nervoso Central (SNC) causando deficiências neuromotoras. Cerca de 60 dos 100.000 nascidos vivos apresentam essa doença e, a cada ano, 300.000 novos casos são registrados em todo o mundo. A falta de atividade física é comum nessa população e é maior a incidência de obesidade e doenças metabólicas (MOLDENHAUER; ADZICK, 2017; NORTH et al., 2018; SHELLHAAS et al., 2018; VAN SPEYBROECK et al., 2017).

North et al., (2018) estudaram a incidência de MMC em pacientes crianças nos últimos 40 anos. Foi observado que a obesidade infantil teve aumento acentuado nas

últimas duas décadas e afeta muito mais as pessoas com deficiência. A obesidade para essa população é a condição de risco mais agravante para sua saúde, podendo agregar outras doenças, como síndrome metabólica, diabetes tipo II, doença cardiovascular e apnéia do sono (VAN SPEYBROECK et al., 2017).

4.2. ASPECTOS CARDIORRESPIRATÓRIOS

A capacidade aeróbia é um importante elemento para avaliação da performance esportiva. Para que as solicitações cardiorrespiratórias e metabólicas ao exercício possam ser atendidas de maneira satisfatória é fundamental que várias modificações na função cardiovascular sejam promovidas, que vão depender do tipo de atividade, como intensidade e duração do exercício, e da massa muscular envolvida. Durante o exercício, há aumento da Frequência Cardíaca, do volume sistólico, do débito cardíaco e vasodilatação periférica, que é proporcional aos estímulos. A pressão arterial sistólica se elevará, porém a diastólica pode se manter ou diminuir (BRUM et al., 2004; TEJERO et al., 2018).

O exercício aeróbio tem efeito, a longo prazo, hipotensor e age diminuindo o débito cardíaco, o volume sistólico e a resistência vascular periférica. Com isso, desempenha um importante papel na redução da pressão arterial, principalmente para hipertensos (BRUM et al., 2004; COUTO et al., 2013).

A LM causa modificações nas respostas autonômicas com consequências na função cardiovascular, que dependem da natureza e do nível da lesão. Quando essa lesão acontece acima dos segmentos torácicos, há desligamento da inervação simpática. Sendo assim, os neurônios motores simpáticos deixam de exercer sua influência sobre as respostas do miocárdio, aumento de força de contratilidade e da frequência cardíaca, e dos vasos sanguíneos, vasoconstrição periférica. Essas respostas passam a ser mediadas apenas pelo ramo parassimpático, através do nervo vago, diminuindo as respostas do miocárdio, a força de contratilidade e a Frequência Cardíaca, e apresentando vasodilatação nos vasos sanguíneos (CALDEIRA et al., 2013).

Os testes laboratoriais são amplamente aplicados na análise do desempenho de atletas a fim de conhecer o nível de aptidão cardiorrespiratório e um tipo muito utilizado é o de esforço progressivo máximo (TEJERO et al., 2018; URSO;

VENÂNCIO; SILVEIRA, 2010). A utilização de testes em conjunto com a análise de gases torna possível mensurar parâmetros relativos ao sistema cardiorrespiratório, como o consumo de O_2 (VO_2), a produção de CO_2 (VCO_2), a ventilação pulmonar (VE) e a frequência cardíaca (FC). A avaliação dessas variáveis é uma importante ferramenta para acompanhar e quantificar a evolução do atleta. Nesse aspecto, o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) é uma das melhores medidas a serem feitas referente ao condicionamento cardiorrespiratório e amplamente utilizado no alto rendimento para a avaliação do desempenho (CARITÁ et al., 2014; DETONI et al., 2015; URSO; VENÂNCIO; SILVEIRA, 2010)

Durante o teste com carga progressiva, há alteração no metabolismo muscular e gera aumento no VO_2 e VCO_2 , o que também aumenta a VE. Esses testes podem indicar a capacidade e potência aeróbica de atletas. A utilização do analisador de gases possibilita a análise desses parâmetros referentes à evolução do atleta. Porém, essas medidas dependem de vários fatores, como a quantidade de massa muscular envolvida na realização dos testes, a utilização dos protocolos aplicados e a possível influência que o tempo dos estágios tem nessas respostas. Com isso, os atletas podem não alcançar o $VO_{2máx}$ na intensidade máxima do teste (DETONI et al., 2015; URSO; VENÂNCIO; SILVEIRA, 2010).

Com a LM, há atrofia do sistema musculoesquelético, espasticidade, disfunção autonômica, mudanças metabólicas, hormonais e neuromusculares, redução da capacidade respiratória, da circulação sanguínea e das dimensões das estruturas cardíacas. Lesados medulares têm altos índices de sedentarismo, o que pode levar a doenças cardiovasculares e respiratórias, limitando assim essas respostas fisiológicas à atividade física, o que leva à fadiga precocemente. Além disso, esses fatores de risco podem contribuir para a diminuição da expectativa de vida dessa população (NASCIMENTO; SILVA, 2007).

Com a prática de atividade física, há melhora da força muscular, coordenação e resistência. Com isso, o lesado medular tem diversos benefícios na realização das atividades de vida diária, na promoção do bem-estar físico e social e na redução de incidência de complicações clínicas, favorecendo a independência funcional dessas pessoas (NASCIMENTO; SILVA, 2007).

As respostas cardiorrespiratórias como o VO_2 , a VE, o VCO_2 e a FC de atletas apresentam estar relacionadas com a cadência e a intensidade escolhidos nos testes,

podendo assim modificar as respostas ao exercício. Essas respostas determinam de que maneira o sistema aeróbio responde ao longo do teste. Sendo assim, quanto maior a aptidão aeróbia, mais depressa ela responderá ao exercício e maior será o tempo gasto para que se alcance um platô de VO_2 . O efeito disso é maior atividade anaeróbia e suspensão prematura do teste por conta da fadiga (DENADAI; RUAS; FIGUEIRA, 2005; PACHECO et al., 2006).

Os testes em laboratório para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória de atletas são de grande importância, sendo utilizados na análise e no planejamento do treinamento. Durante os testes, o gesto motor deve ser realizado o mais próximo do esporte praticado, de acordo com a especificidade do esporte e o mais próximo possível das características da prova, respeitando o princípio da especificidade do movimento. Assim, os testes devem ser realizados o mais próximo possível da realidade da praticados atletas, pois a execução de protocolos que não são representativos do esporte praticado podem deturpar o resultado da avaliação, pois o princípio da especificidade seria ignorado. Nesse sentido, a cadência é um fator muito importante e vem sendo bastante discutido em testes laboratoriais (URSO; VENÂNCIO; SILVEIRA, 2010).

4.3. OS USUÁRIOS DE CADEIRAS DE RODAS

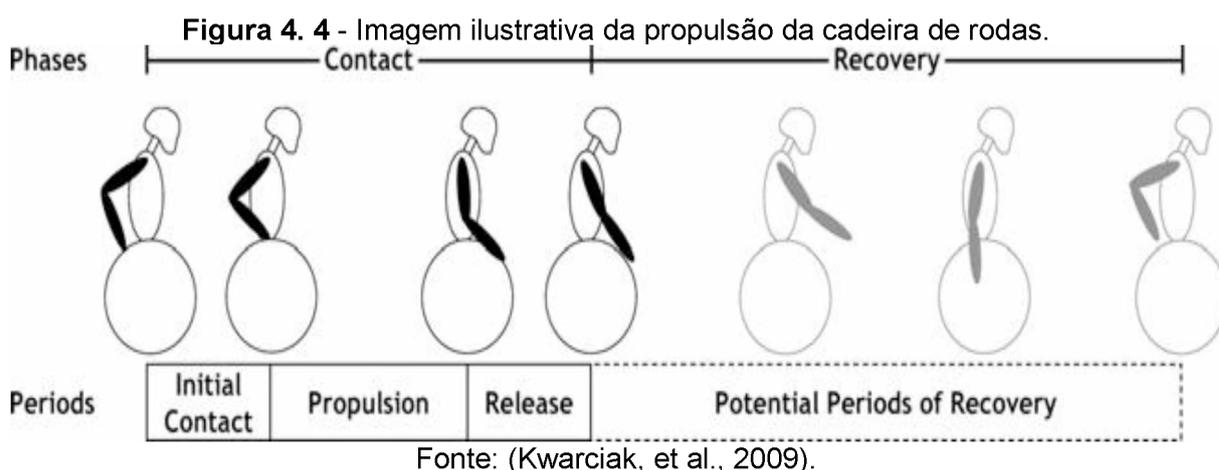
A cadeira de rodas é uma importante ferramenta para a mobilidade de pessoas com grau severo de deficiência física. A locomoção dessas pessoas está prejudicada em função da deficiência e a cadeira garante melhora da sua autonomia e bem-estar. O ato de impulsionar a cadeira de rodas requer notável esforço muscular dos membros superiores. Esse fato é inevitável, pois em decorrência da falta de movimento dos membros inferiores, os membros superiores são continuamente utilizados mesmo não sendo aptos a produzir altas taxas de forças e movimentos contínuos. Dessa forma, há sobrecarga nos membros superiores, presença de dor e possivelmente lesões nos usuários de cadeira de rodas, isso contribui para no estilo de vida pouco ativo aumentando os riscos a saúde (SAGAWA JÚNIOR et al., 2012; SILVA et al., 2017).

A atividade física favorece a melhora da saúde e qualidade de vida de pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual. Apesar disso, o ato de propelir a cadeira de rodas pode aumentar o aparecimento de lesões e dor tanto no punho

quanto no ombro (FERNANDES; SHINZATO, 1999; KWARCIK, et al., 2009; MARTINS et al., 2012; SAGAWA JÚNIOR et al., 2012; SILVA et al., 2017).

Durante a propulsão da cadeira de rodas são geradas forças de compressão, essas forças são maiores dependendo do grau de limitação. A forma de propelir a cadeira é uma condição bastante relevante, pois, varios fatores implicam na maneira de tocar o aro, entre elas a alta cadência e bruscas aplicações de força aumendo assim a sobrecarga nos membros superiores. A forma com que a pessoa usuária de cadeira de rodas manual aborda o aro de propulsão sobrecarrega essas articulações, otimizar essa abordagem e buscar um padrão melhor para a propulsão pode auxiliar a diminuir a dor. Desse modo, um padrão muito utilizado é o padrão semicircular, que é o de maior eficiência, conforme figura 4.4 (FERNANDES; SHINZATO, 1999; KWARCIK, et al., 2009; MARTINS et al., 2012; SAGAWA JÚNIOR et al., 2012; SILVA et al., 2017).

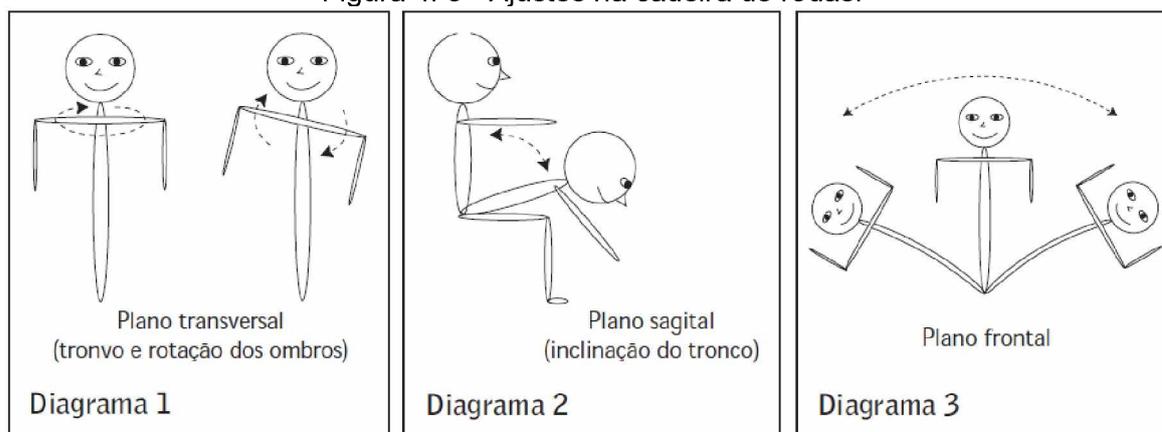
Para impulsionar a cadeira de rodas é essencial que sejam aplicadas forças no aro a fim de gerar movimento. Uma dificuldade para a pessoa usuária de cadeira de rodas manual é efetuar manobras de mudança de direção durante o movimento devido a inércia. O movimento de propulsão é feito conforme mostra a figura 4.4 (KWARCIK, et al., 2009; SAGAWA JÚNIOR et al., 2012; SILVA et al., 2017).



A impulsão impõe a pessoa usuária de cadeira de rodas manual a utilização de um certo grau de força dos membros superiores para que a cadeira continue em movimento e essa necessidade pode apontar algumas circunstâncias que causam estresse nessas estruturas. Alguns ajustes podem controlar essa pressão como

posição do eixo das rodas traseiras em relação ao ombro, altura do banco, distribuição proporcional sobre as rodas, movimentação do tronco esses ajustes podem melhorar a qualidade da propulsão da cadeira, conforme a figura 4.5. Essas diferenças na maneira de propelir os aros afetam suas ações em relação a circunstâncias de mobilidade que refletem a forma com que eles se movimentam em suas rotinas diárias(SAGAWA JÚNIOR et al., 2012; SILVA et al., 2017).

Figura 4. 5 - Ajustes na cadeira de rodas.



Fonte: (TEIXEIRA; RIBEIRO, 2006).

É importante também utilizar ferramentas de análise de padrões de propulsão com o objetivo de diminuir a sobrecarga dos membros inferiores. Tem-se então com isso a necessidade da realização desse tipo de metodologia afim de identificar os movimentos, grupamentos musculares e classificação dos riscos ergonômicos dos membros superiores durante a propulsão da cadeira de rodas (SILVA et al., 2017).

Assim, é essencial que se faça esse tipo de análise para evitar lesões e aperfeiçoar as técnicas de propulsão, e seu restabelecimento na sociedade. Através da avaliação da propulsão da cadeira de rodas é possível analisar a influência desses parâmetros na taxa de lesão durante propulsão. Sendo assim, essa análise auxilia a pessoa usuária de cadeira de rodas manual a se estabelecer em sua cadeira, e com isso melhorar a saúde e bem-estar da pessoa usuária de cadeira de rodas manual através da melhora no posicionamento na cadeira de rodas e treinamento de propulsão, e desta forma diminuir os índices de lesão (SILVA et al., 2017).

Em usuários de cadeiras de rodas os fatores de risco cardiovascular são maiores, pois possuem alterações cardíacas importantes as quais são responsáveis

por adequar a resposta ao esforço. Com isso, é imprescindível submeter essa população a testes para avaliar as respostas cardiorrespiratórias e analisar em que grau está sua aptidão física cardiovascular (BENTO; CARVALHO; FARIA, 2016).

Lesados medulares possuem maior risco de adquirirem doenças cardiovasculares que vão desde a falta de atividade física até e resistência à insulina e diabetes mellitus. Além do que, o risco de desenvolver alguma doença cardiovascular é maior em pessoas com LM, pois seu metabolismo basal e o gasto energético são inferiores em relação a população sem lesão. Lesados medulares apresentam valores alterados de colesterol e estão mais relacionadas com o tempo de lesão, inatividade física e nível neurológico do que com a dieta. Nessa população o predomínio de diabetes mellitus é maior, apresentando sobrepeso e obesidade em até 3 vezes, isso demonstra um alto risco cardiovascular (BENTO; CARVALHO; FARIA, 2016).

A altura e o tipo da lesão influencia nas respostas cardiovasculares em lesões na coluna. Pessoas com lesão baixa podem apresentar PA normal, massa ventricular esquerda e débito cardíaco mantido, FC aumentada e o volume sistólico reduzido, por ter retorno venoso diminuído, principalmente pela ausência da bomba muscular. Em lesões altas o tônus simpático é reduzido por conta da falta de inervação, isso causa diminuição da pré-carga e da contratilidade, com conseqüente redução do volume sistólico e débito cardíaco e por conta dessa carência de impulsos para as glândulas suprarrenais acarreta uma seqüência de alterações no metabolismo adrenérgico em resultado em decorrência ao exercício (BENTO; CARVALHO; FARIA, 2016; FLORES et al., 2013b; MENEZES-REIS; RIBEIRO; FILHO, 2015).

O exercício físico promove consideráveis benefícios, contudo os membros superiores possuem menor massa muscular e se desgastam com maior facilidade, tornando-se um fator limitante para a FC e VO_2 . Os valores referente as parâmetros cardiovasculares são menores em membros superiores em relação a valores de membros inferiores, dessa forma, a eficiência energética é menor e a exigência cardiovascular maior (BENTO; CARVALHO; FARIA, 2016; FLORES et al., 2013b; MENEZES-REIS; RIBEIRO; FILHO, 2015).

Deste modo, as respostas ao exercício da FC e do $VO_{2máx}$ é capaz de estimar a intensidade de exercício. Ainda assim, o exercício pode ser interrompido antes do fim do teste por conta de dispneia e incômodo torácico. No entanto é possível melhorar

as respostas cardiorrespiratórias ao exercício, gerando assim atenuação do risco cardiovascular e melhorando a saúde, independência e qualidade de vida a longo prazo (BENTO; CARVALHO; FARIA, 2016; FLORES et al., 2013b; MENEZES-REIS; RIBEIRO; FILHO, 2015)

A atividade física para pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual torna-se essencial como agente promotor de saúde no que diz respeito a reabilitação física, emocional, psicológica e social. Elas não desempenham suas funções diárias de modo funcional e proporcionar-las essa autonomia através de atividade física é uma importante ferramenta para esses fins. Além de, possibilitar a adequação das interrelações das estruturas do SNC, agentes promotores da elaboração e controle do comportamento motor (MIRANDA, 2016)

Outra variável que interfere na performance de atletas é acadência, ela é capaz de modificar o consumo de energia, stress muscular, a percepção de esforço e padrões biomecânicos. O aumento da cadência diminui a capacidade de produção de força e aumenta a velocidade durante a contração. Unidades motoras de contração lenta não tem como característica produzir força em altas cadências e não são recrutadas, causando diminuição da ativação muscular e na capacidade de produção de força ficando reduzida por esse recrutamento seletivo (SILVA, 2013).

4.4. DEFICIÊNCIA E O ESPORTE

Pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual tem maior predisposição a inatividade física e devido as várias modificações em seu metabolismo como a redução da massa óssea, muscular e o aumento da gordura corporal, causam uma série de complicações a saúde, dentre elas o aumento da gordura corporal e diminuição da massa muscular (CARDOSO, 2011; NETO; LOPES, 2013).

Esses fatores aumentam o risco de aparecimento de doenças cardiovasculares, diabetes tipo II e dislipidemias. O aumento de gordura está relacionado com a diminuição do gasto energético em que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual, isso causa alta ocorrência de obesidade em adolescentes dessa população que são fatores de risco para aparecimento de síndrome metabólica.

Causando assim, complicações na deambulação, transferências e o aumento dos riscos cardiovasculares (CARDOSO, 2011; NETO; LOPES, 2013).

Com a deficiência as realizações de tarefas simples do dia a dia ficam prejudicadas. Além do mais, há redução da atividade simpática e massa muscular, causando redução na capacidade de trabalho, na $FC_{máx}$ durante o exercício e na capacidade cardiorrespiratória, fatores essenciais para desenvolvimento de fadiga precoce. Com isso adaptar-se a um novo estilo de vida através da prática esportiva é uma alternativa capaz de melhorar sua qualidade de vida (FLORES et al., 2013b).

Essa melhora vai muito além da independência pessoal que ele gera, mas também aumento no consumo de oxigênio, aumento na capacidade aeróbica, redução de risco de doenças cardiovasculares e respiratórias, com isso aumento da expectativa de vida, autoestima, autoimagem e satisfação pessoal. Dessa forma, o esporte é capaz de aumentar as capacidades físicas como força, agilidade, a potência aeróbica e o consumo máximo de oxigênio trazendo enormes ganhos para atletas em cadeiras de rodas (CARDOSO, 2011; MANCHUR; VOLSKI, 2017).

Cada modalidade possui suas particularidades, o tempo de prática e a altura da lesão interferem também no resultado esportivo. Tornando assim a avaliação física de extrema importância para melhora dos resultados e portanto a melhora no desempenho. A força é de extrema importância para atletas, seja pela propulsão da cadeira nas atividades da vida diária ou na prática esportiva, favorecendo também o aumento da capacidade funcional, da capacidade cardiorrespiratória da mesma maneira que as atividades da vida diária, ocasionando melhora no desempenho (MANCHUR; VOLSKI, 2017).

Usuários de cadeira de rodas manual em sua maioria apresentam doenças neurológicas ou lesão medular e utilizam a cadeira de rodas como principal forma de locomoção. Eles vem buscando igualdade e oportunidade no esporte, e muitos atletas tem se tornado profissionais. Contudo, há aqueles que usam tais modalidades como forma de inserção social (GAUTHIER et al., 2017; REIS; MEZZADRI; SILVA, 2017).

É importante a utilização de avaliações da aptidão cardiorrespiratória para poder avaliar seu desempenho, contudo geralmente são utilizados ergômetros de braço para realizar essa avaliação. A utilização desse tipo de ergômetro é inespecífico, pois, é muito diferente pedalar com as mãos da propulsão da cadeira de rodas. Com isso é

importante a utilização de um protocolo válido e com equipamentos que simulem o gesto motor específico, na avaliação da aptidão cardiorrespiratória (GAUTHIER et al., 2017).

O esporte adaptado vem ganhando mais visibilidade na sociedade e seus praticantes estão cada vez mais independente tanto em suas atividades de vida diária quanto na vida social através de melhoras nas capacidades motoras autoconfiança e melhora do autoconceito e da autoestima (CARDOSO, 2011).

Nesse aspecto o basquetebol e o rugby em cadeira de rodas vem se destacando por serem esportes que exigem notável velocidade e rápidas mudanças de direção (FLORES et al., 2013b). São modalidades paralímpicas, que demandam potência e agilidade dos membros superiores, Principais grupos musculares envolvidos na propulsão da cadeira de rodas. podem ser realizados por atletas que apresentam lesão da Medula espinal (LME), podendo ser total ou parcial acima da primeira vértebra torácica, ou seja, a tetraplegia, ou Quadros neurológicos, como a mielomeningoceles (PASETTO et al., 2011; SIMIM et al., 2013).

O basquetebol e o rugby em cadeira de rodas estão entre os mais praticados esportes paralímpicos e seus jogadores vem se destacando nos últimos anos como profissionais nas principais competições. O VO_2 é afetado de acordo com o nível de comprometimento motor, Com isso avaliar a aptidão cardiorrespiratória faz-se crucial para sua preparação. Testes de laboratório com a utilização de métodos ergoespirométricos propiciam conhecer as respostas ao exercício, com isso torna-se fundamental a utilização de testes específicos para precisar sua capacidade aeróbica (TEJERO et al., 2018).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

VOLUNTÁRIOS

O presente estudo contou com a participação de sete voluntários adultos com deficiência física e usuários de cadeiras de rodas. Todos são atletas de alto rendimento de halterofilismo e atletismo (arremesso de peso, disco e dardo). As características físicas e as características específicas de cada atleta estão expressas na tabela 5.1. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), após serem informados de forma oral e por escrito sobre os objetivos do estudo e decidirem livremente pela participação.

A abordagem aos voluntários foi realizada por meio de contato telefônico, junto aos técnicos de cada modalidade. Fazem parte da equipe de atletismo três atletas e da equipe de halterofilismo quatro atletas. Todos os voluntários apresentam lesão na medula, os atletas de halterofilismo dois deles já nasceram com a lesão proveniente de uma doença chamada mielomeningocele e dois foram por acidente com arma de fogo. Já os atletas do atletismo a lesão de um deles foi por queda, um por acidente automobilístico e um por arma de fogo.

Tabela 5. 1 - Características dos participantes do estudo.

Voluntário	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)	Acometimento	Lesão	Tempo da lesão	Esporte	Sexo
1	31	157	72	Mielomeningocele	Lombar	Congênito	Halterofilismo	F
2	26	161	56	Mielomeningocele	Lombar	Congênito	Halterofilismo	F
3	42	165	70	LM (TAF)	T7 completa	17 anos	Atletismo	M
4	39	178	76	LM	T10 e T11 incompleta	8 Anos	Atletismo	M
5	38	167	89	LM (TAF)	T7 completa	4 Anos	Halterofilismo	M
6	25	174	57	LM (TAF)	T4 completa	5 anos	Halterofilismo	M
7	28	181	76	LM	T7 e T8 incompleta	8 anos	Atletismo	M

Fonte: Proprio autor.

*LM – Lesão medular, **TAF – Trauma por Arma de Fogo, ***T4, 7,8,10 e 11 – Diz respeito à altura da lesão, sendo o T relativo a torácica e 4, 7,8,10 e 11 a vertebra que sofreu a lesão.

EQUIPAMENTO

Para avaliação do condicionamento físico, foi utilizado o protótipo de um Ergômetro para pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual (ERG 01), projetado e construído no Laboratório de Projetos Mecânicos (LPM) e Núcleo de Habilitação e Reabilitação em Esportes Paralímpicos (NHRESP). O protótipo do ergômetro, mostrado na figura 5.1, possui propulsão dos aros similar a uma cadeira de rodas, e estrutura de sustentação da pessoa usuária de cadeira de rodas manual com sistema de carga por resistência eletromagnética. O protótipo possui, ainda, software dedicado, que adquire e analisa parâmetros de potência (torque e rotação) e determina diretamente os índices de fadiga. Nele, podem ser aplicados protocolos incrementais e teste de Wingate para avaliação do condicionamento físico.

Figura 5. 1 - Protótipo do Ergômetro ERG01 utilizado nos estudos.



Fonte: Próprio autor.

Foi desenvolvido um sistema de resistência mecânica alternativo para o protótipo de ergômetro, especificamente para a realização dos testes deste trabalho. O objetivo foi aumentar a faixa operacional da resistência aplicada e possibilitar o melhor ajuste das velocidades aplicadas em cada estágio, com diferentes níveis de torque resistente. Com a adaptação, foi possível manter os mesmos níveis de potência para cada estágio do estudo, tanto utilizando torque constante e velocidade variável (teste TC) quanto utilizando velocidade constante e torque variável (teste RC).

O sistema mecânico de resistência adaptado ao protótipo é baseado no atrito dinâmico entre uma fita de lona de 15 mm de largura, tensionada sobre uma polia de aço solidária ao eixo dos aros de propulsão. Uma das extremidades da fita foi fixada à estrutura do ergômetro e a outra a um cabo de aço de 2 mm de diâmetro, que passa por uma roldana giratória e sustenta uma estrutura tipo gaiola, como mostra a figura 5.2.

Figura 5. 2 - Estrutura do sistema mecânico de resistência projetado com correia plana de lona, sistema de carga com gaiola e um sistema de sustentação.



Fonte: Próprio autor.

A gaiola foi construída para permitir a colocação de massas adicionais conhecidas, modificando a tensão da fita e, conseqüentemente, o torque resistente no eixo da polia. Um torquímetro da MK Controle, modelo MKDC-250Nm com sensibilidade de 2,00 mV/V foi montado no eixo da polia e permitiu a mensuração dos valores de torque obtidos, conforme mostra a Fig. 5.3.

Figura 5. 3 - Torquímetro de capacidade 100 Nm adaptado ao eixo do ergômetro.



Fonte: Proprio autor.

A sensibilidade estática do sistema de resistência foi estimada criando-se uma curva de calibração com ajuste entre os valores de torque obtidos (ordenadas) para cada valor de massa utilizada (abscissas). Os dados foram adquiridos ligando o torquímetro a um sistema de aquisição de dados Lynx AC2122 com 15 canais. Foi utilizado 5 V de tensão de alimentação e ganho de 200 e taxa de aquisição de 200 Hz, e o software Lynx AqDados 7.2 instalado em um notebook.

Antes de ser utilizado, o torquímetro foi previamente calibrado. Para este procedimento, uma das extremidades do eixo foi travada e na outra foi conectada uma barra rígida perpendicular ao eixo do torquímetro, de forma a permanecer na horizontal, conforme mostra a Fig. 5.4. Foram adicionados dez valores conhecidos de massa na extremidade da barra, gerando dez valores conhecidos de torque, bastando multiplicar os valores de força/peso pelo braço de alavanca. Com os valores de massas adicionadas e os torques gerados, foi construída uma curva de calibração para o torquímetro.

Figura 5. 4 - Sistema de calibração do dispositivo de resistência utilizado diretamente no protótipo do ergômetro.



Fonte: Próprio autor.

PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Todos os procedimentos de coleta de dados foram realizados no Laboratório de fisiologia cardiorrespiratória e metabólica da Faculdade de Educação Física / UFU, Campus Educação Física.

Os voluntários foram orientados a chegar ao laboratório em repouso e bem hidratados, tendo se alimentado no mínimo 2 h (duas horas) antes do teste e a não fazer nenhum tipo de exercício intenso 48 h (quarenta oito horas) antes de realizarem

os testes. O protocolo utilizado foi o incremental, realizado em um ergômetro para pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual desenvolvido no LPM/NHRESP.

As sessões de testes com os voluntários foram realizadas no mesmo período do dia (± 2 h) a fim de minimizar os efeitos das variações biológicas. Foram coletados os valores da frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA) em condição de repouso, logo após o teste e 5 minutos depois. Para a condição de coleta em repouso, os voluntários permaneceram 5 minutos sem conversar e se movimentar. Todas as medições foram feitas no próprio ergômetro. Após coleta da FC e PC em repouso, os voluntários passaram por um período de 5 minutos de aquecimento e familiarização ao ergômetro sem carga e, posteriormente, realizaram o teste. Foram coletados durante o teste o consumo de oxigênio (VO_2), a ventilação pulmonar (VE), a produção de CO_2 (VCO_2) e a FC.

A FC e PA em repouso, pós-exercício e 5 minutos depois foram captados por meio do monitor multiaparametros mindray (PM7000) 3 derivações. O monitor determina a pressão sistólica (PS) e a pressão diastólica (PD). Para a coleta do VO_2 , VE, VCO_2 e FC, foi utilizado o equipamento CPET Quark – Cosmed, usando a avaliação respiração-a-respiração. Os testes foram realizados utilizando o sistema e o software de teste Quark CPET. A calibração do sistema foi realizada antes de cada teste, usando ar ambiente e um gás com concentrações conhecidas de O_2 e CO_2 de acordo com as instruções do fabricante.

PROTOCOLO INCREMENTAL

O teste utilizado foi o incremental, que tem a duração de 12 minutos, com incremento de carga a cada 2 minutos ou até a exaustão voluntária. Foram utilizadas duas metodologias distintas: na primeira, fixou-se a rotação e aumentou-se o torque (RC) e na segunda fixou-se o torque e aumentou-se a rotação (TC). A Eq. 1 é utilizada para cálculo de potência, baseado nos valores de torque e rotação.

$$P = RxTx\frac{2\pi}{60} \quad (1)$$

Onde P é a potência, R é a rotação do aro e T é o torque gerado pela carga.

A potência inicial utilizada em ambos os testes foi de, aproximadamente, 10,6 W e com o acréscimo de aproximadamente 3,1 W a cada estágio que teve a duração de 2 min.

No teste RC, o acréscimo de potência foi obtido aumentando-se o torque com adição de massas de 1kg na gaiola a cada estágio, mantendo a rotação constante em 30 RPM. Na segunda metodologia (TC), o torque foi mantido fixo durante todo o teste em 3,38 N.m com rotação inicial de 30 RPM, o acréscimo de potência foi obtido aumentando-se a rotação em aproximadamente 9 RPM a cada estágio. Com isso, obteve-se o mesmo perfil de variação de potência do teste RC, porém, variando a rotação e mantendo o torque constante, como mostra a Tabela 5.2.

Tabela 5. 2 - Rotação e torque dos testes RC e TC.

Estági o	Carga (kg)	Torque do teste RC (N.m)	Rotação do Teste RC (rpm)	Torque do teste TC (N.m)	Rotação do Teste TC (RPM)	Potência (w)
1	1	3,38	30	3,38	30	10,6
2	2	4,37	30	3,38	39	13,7
3	3	5,36	30	3,38	47	16,8
4	4	6,34	30	3,38	56	19,9
5	5	7,33	30	3,38	65	23,0
6	6	8,31	30	3,38	74	26,1

Fonte: Próprio autor.

Os voluntários realizaram um teste por dia, com intervalo mínimo de 48 h. Além da desistência voluntária de cada sujeito, também foram adotadas como condições de interrupção do teste a não manutenção do ritmo.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Pessoas com deficiência física de ambos os sexos que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual para se locomover, inseridos em esportes de alto rendimento.

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Voluntários com alguma lesão de braço ou ombro que o impedisse de propulsionar os aros a menos de 6 meses. Não conseguir movimentar o aro da cadeira de rodas. Possuir alguma doença cardiorrespiratória.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todas as análises foram feitas utilizando o software SPSS21[®] (versão, USA). Para VO_2 , VE, VCO_2 e FC, os resultados da análise estatística são apresentados na forma de Média e Intervalo de Confiança ($\alpha=95\%$) (limite inferior; limite superior).

Para a análise dos resultados de VO_2 , VE, VCO_2 e FC, foi utilizada a solução das equações de estimação generalizadas (GEE) com matriz de correlação não estruturada. Neste teste, foram considerados 2 fatores (variáveis participantes): Parâmetros cardiorrespiratórios e tempo de exercício. Alguns parâmetros não foram registrados pelo equipamento CPET Quark – Cosmed nos testes, o que não interferiu na aplicação do GEE, pois, os parâmetros de regressão são estimados usando-se os cálculos das variâncias por uma função de ligação (GUIMARÃES; HIRAKATA, 2012).

Os parâmetros de regressão são estimados usando os cálculos das variâncias por uma função de ligação Guimarães e Hirakata. O modelo gama foi selecionado porque a amostra não apresenta normalidade. Assim, foi utilizado um modelo personalizado, incluindo todos os efeitos e interações entre as respostas cardiorrespiratórias e temporais. Os cálculos foram realizados usando um método de estimativa de máxima verossimilhança. As médias marginais estimadas (EMMs) relacionadas às médias não ponderadas foram submetidas a comparações pareadas com o ajuste sequencial de Sidak para múltiplos testes.

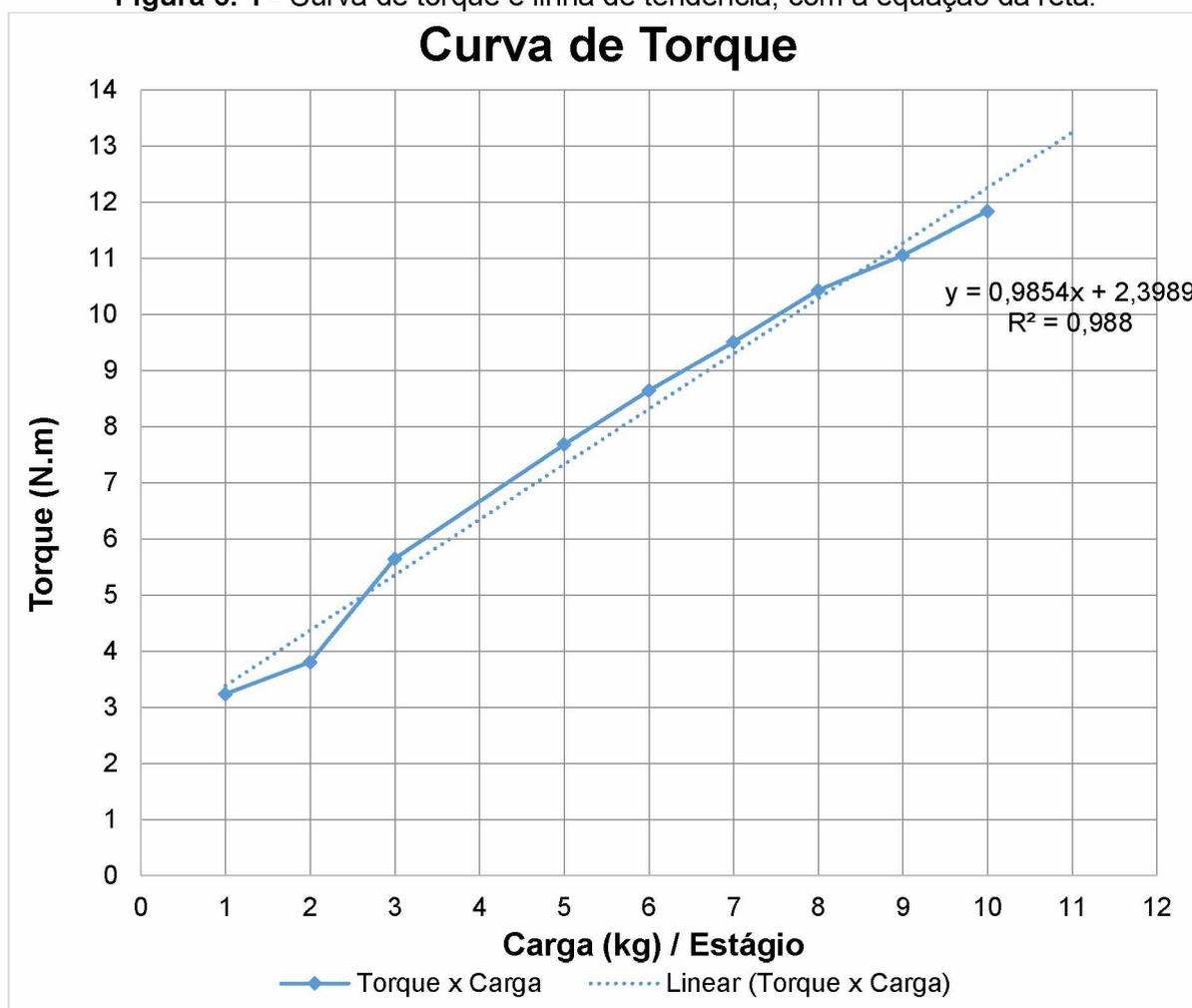
Os resultados da PA e FC em repouso, imediatamente após e 5 minutos após o término do teste são apresentados em média \pm DP. Para a análise destes resultados, foi aplicado um teste não paramétrico, o teste de Wilcoxon, pareado com o ajuste sequencial de Sidak para múltiplos testes.

6. RESULTADOS

CALIBRAÇÃO DA CURVA DE TORQUE

Após a montagem do sistema de frenagem mecânica foi realizado a calibração do sistema para realização dos testes físicos. A figura 6.1 mostra a curva de calibração obtida para o sistema de resistência mecânica utilizado no Ergômetro ERG01. A equação de ajuste mostrada no gráfico 6.1 ($T = 0,9854 P + 2,3989$) relacionou o torque no eixo em função da massa adicional aplicado e mostrou uma correlação de aproximadamente 99%. O valor residual de 2,39 Nm está, provavelmente, relacionado com as inércias do conjunto e deve ser considerado na estimativa do torque resistivo total.

Figura 6. 1 - Curva de torque e linha de tendência, com a equação da reta.



O CONSUMO DE OXIGÊNIO (VO₂)

O resultado do consumo de oxigênio (VO₂) nos testes RC e TC foram analisados e foi encontrada diferença estatisticamente significante entre eles ($p < 0,001$). O resultado do VO₂ no teste TC foi consideravelmente maior que no teste RC e estão apresentados como média e intervalo de confiança (IC) ($\alpha=95\%$), conforme Tabela 6.1.

Tabela 6. 1 - Resultado da análise da variável VO₂ nos testes RC e TC.

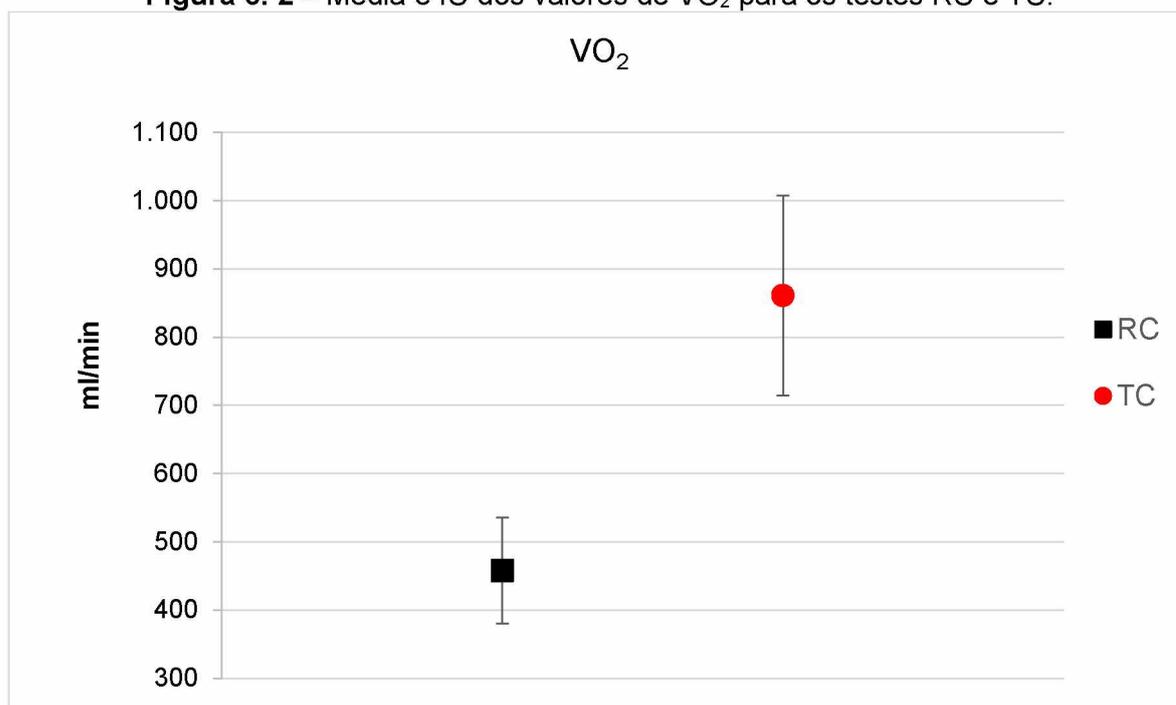
VO ₂ (ml/min)		
	RC	TC
Média	457,69	860,62*
Intervalo de confiança	(357,88 - 557,30)	(757,79 - 978,07)

Fonte: Próprio autor.

* $p < 0,001$

Ainda para os resultados do VO₂ a média e o Intervalo de Confiança (IC) da amostra foram plotados, conforme a figura 6.2. Assim, é possível visualizar a diferença entre os valores dessa variável.

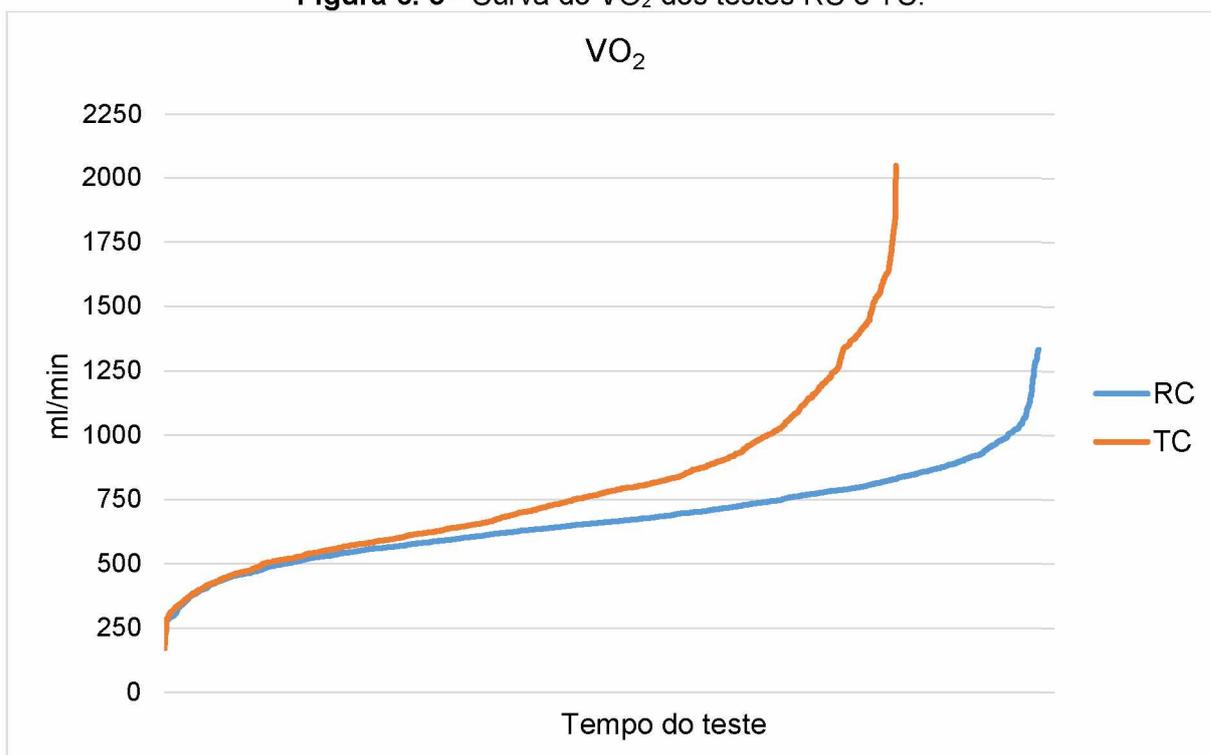
Figura 6. 2 – Média e IC dos valores de VO₂ para os testes RC e TC.



Fonte: Próprio autor.

Nos testes propostos o VO_2 apresentou curva mais acentuada e maior consumo de O_2 ao final do teste TC em relação ao teste RC, conforme figura 6.3. Com isso, é claro que a exigência dessa variável é maior aumentando a velocidade de rotação do aro.

Figura 6. 3 - Curva do VO_2 dos testes RC e TC.



Fonte: Próprio autor

A VENTILAÇÃO PULMONAR (VE)

As análises dos resultados da VE nos testes RC e TC apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$), conforme a Tabela 6.2. A média e o intervalo de confiança (IC) ($\alpha = 95\%$) foram utilizadas nessas análises.

Tabela 6. 2 - Resultado da análise da variável VE nos testes RC e TC.

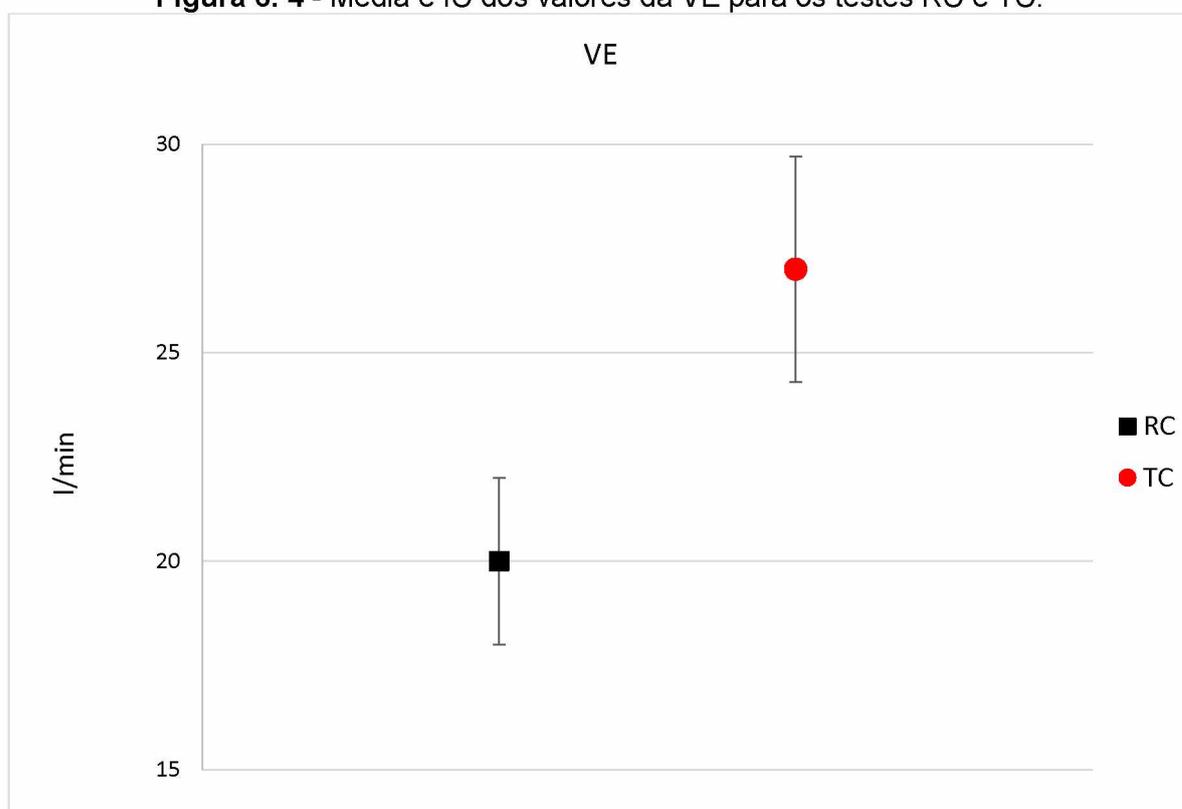
VE (l/min)		
	RC	TC
Média	20,28	26,45**
Intervalo de confiança	(17,89 - 23,00)	(24,26 - 28,84)

Fonte: Próprio autor

** $p < 0,05$

Após as análises foi plotado a media e seu respectivo IC para demonstrar a diferença entre os resultados da VE utilizando o protocolo do teste RC e TC, conforme a figura 6.4.

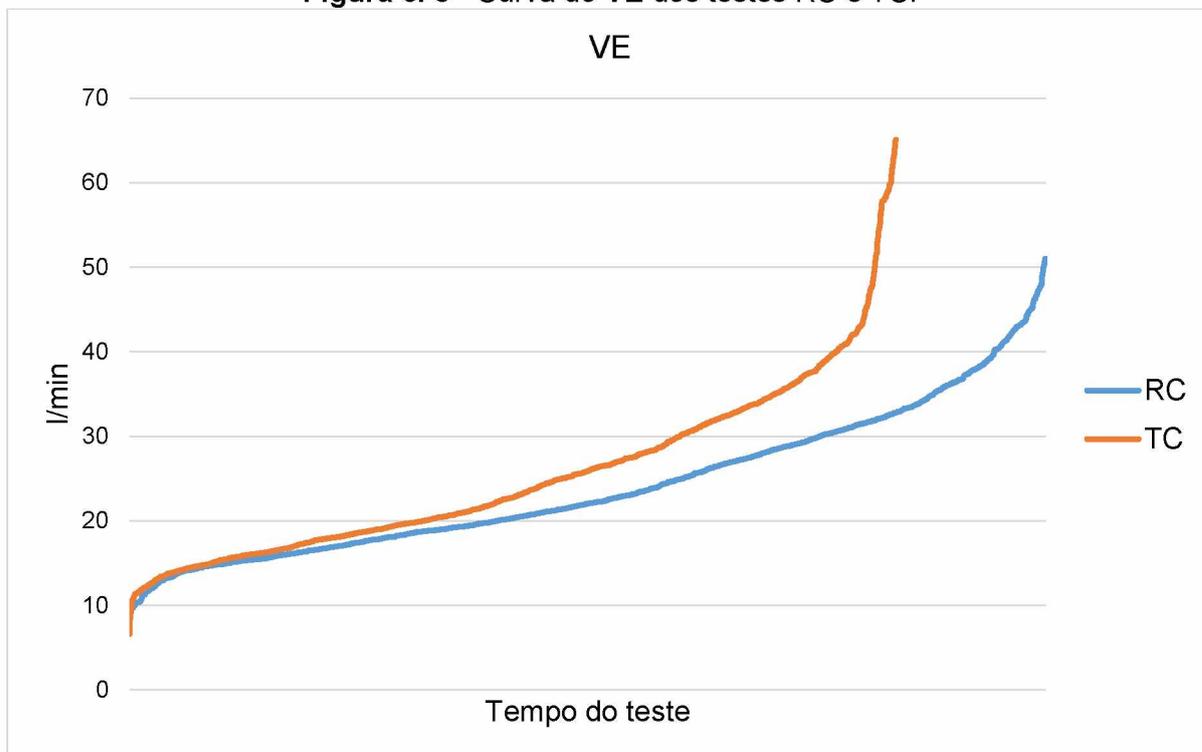
Figura 6. 4 - Média e IC dos valores da VE para os testes RC e TC.



Fonte: Próprio autor

Analisando os resultados a VE apresentou curva mais acentuada e o valor máximo maior no teste TC em relação ao teste RC, conforme figura 6.5. Com isso, é possível afirmar que a Ventilação Pulmonar é maior com o aumento da velocidade de rotação do aro do que com aumento de torque.

Figura 6. 5 - Curva do VE dos testes RC e TC.



Fonte: Próprio autor

A PRODUÇÃO DE GÁS CARBÔNICO (VCO_2)

Para os resultados de VCO_2 também foram encontradas diferenças estatísticas significantes ($p < 0,05$). Esses resultados medidos durante os testes estão apresentados, na Tabela 6.3, como média e intervalo de confiança (IC) ($\alpha = 95\%$).

Tabela 6. 3 - Resultado da análise da variável VCO_2 nos testes RC e TC.

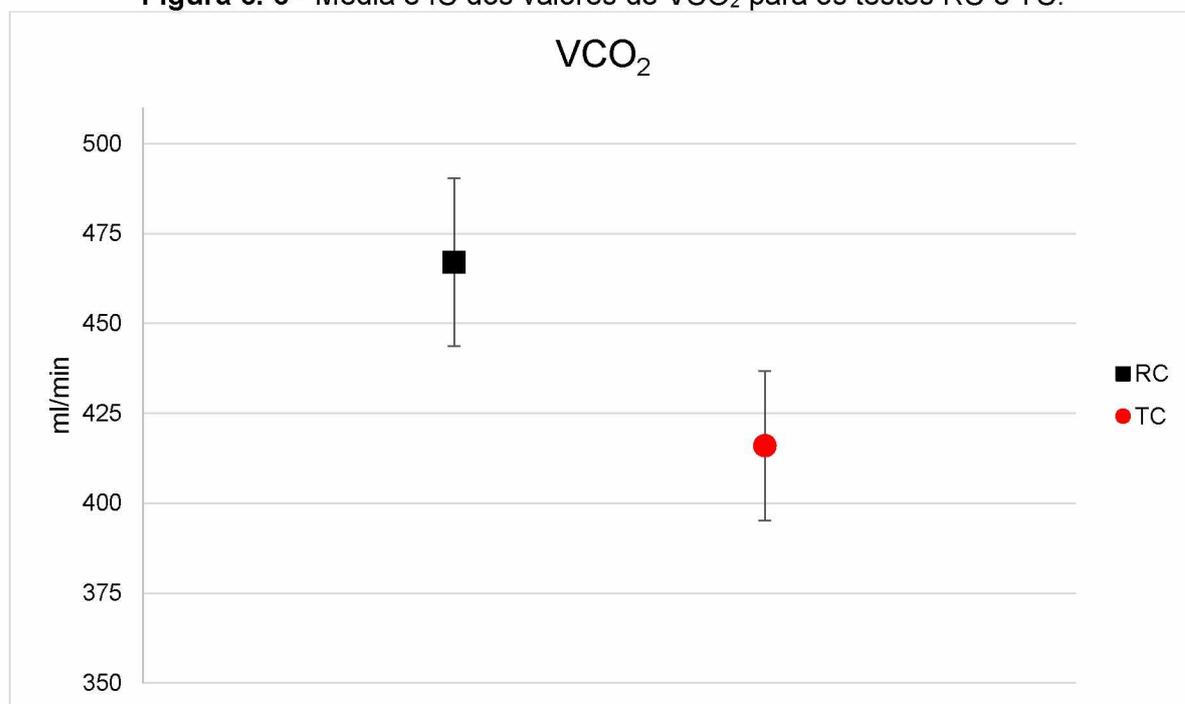
VCO_2 (ml/min)		
	RC	TC
Média	467,08	415,64**
Intervalo de confiança	(454,15 - 480,39)	(397,05 - 435,10)

Fonte: Próprio autor

** $p < 0,05$

Após os resultados do VCO_2 serem tabulados a Média e o IC foram plotados, conforme figura 6.6. Assim, analisamos a diferença entre os testes RC e TC.

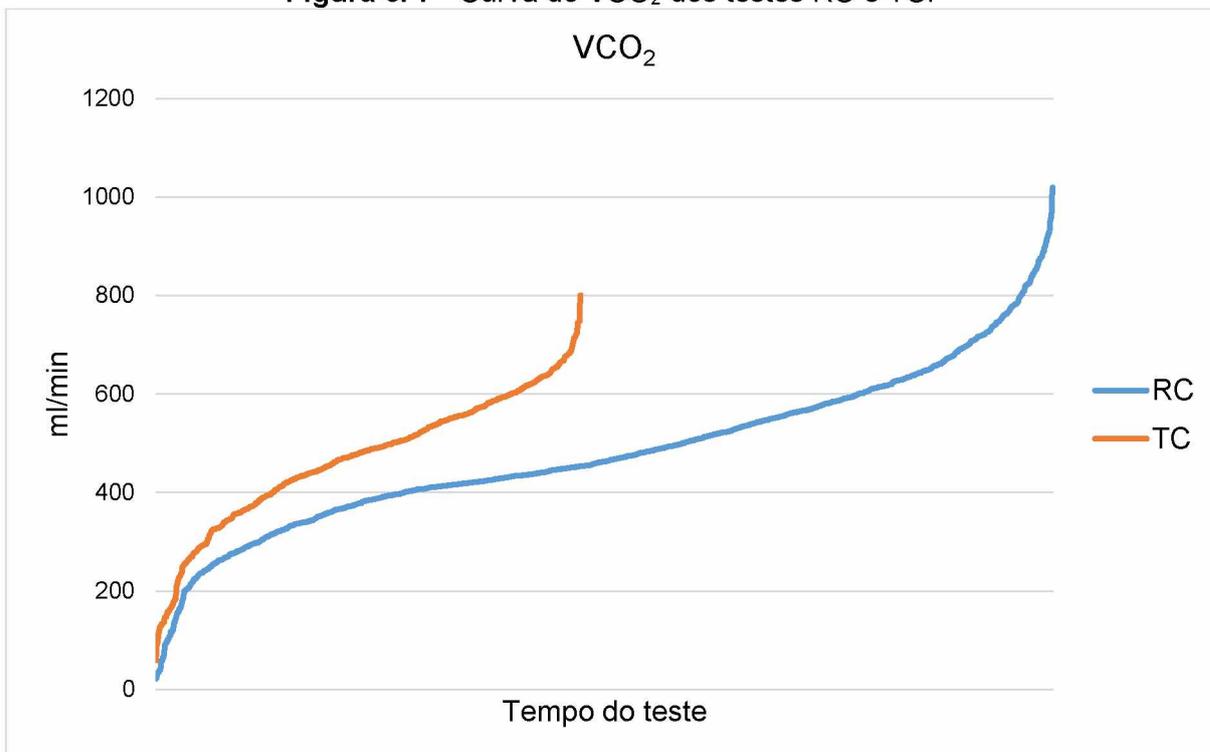
Figura 6. 6 - Média e IC dos valores de VCO_2 para os testes RC e TC.



Fonte: Próprio autor

O VCO_2 apresentou a curva mais acentuada no teste TC sendo similar a curva do VO_2 e da VE. Mas, a sua máxima é menor no teste TC do que no teste RC, conforme a Figura 6.7. Com isso, a média e o IC foram maior no teste RC.

Figura 6. 7 - Curva do VCO_2 dos testes RC e TC.



Fonte: Próprio autor

A FREQUÊNCIA CARDÍACA (FC)

Para os resultados da FC não foi encontrada diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) medidos durante os testes RC e TC, estes resultados estão apresentados como média e Intervalo de confiança (IC) ($\alpha = 95\%$), conforme a Tabela 6.4.

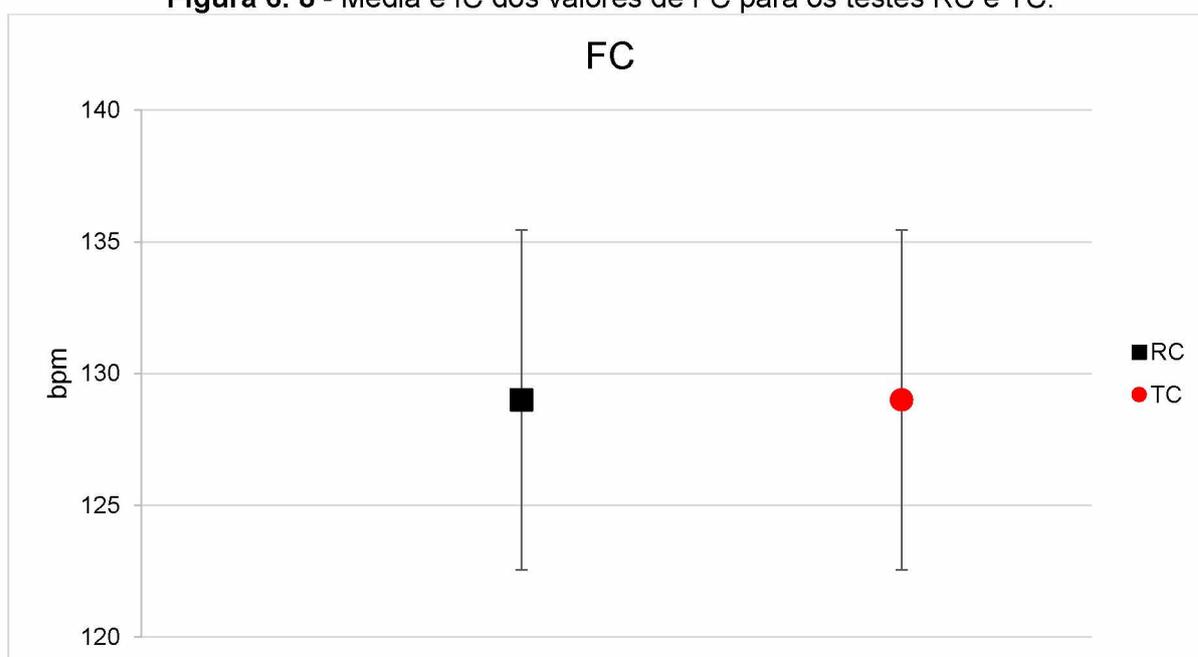
Tabela 6. 4 - Resultado da análise da variável FC nos testes RC e TC.

FC (bpm)		
	RC	TC
Média	129	129
Intervalo de confiança	123 - 136	124 - 135

Fonte: Próprio autor

A FC para os dois testes foram similar e é possível visualizar os seus valores de média e IC na figura 6.8. Com isso, é possível visualizar que não houve diferença estatística entre os testes RC e TC, respectivamente.

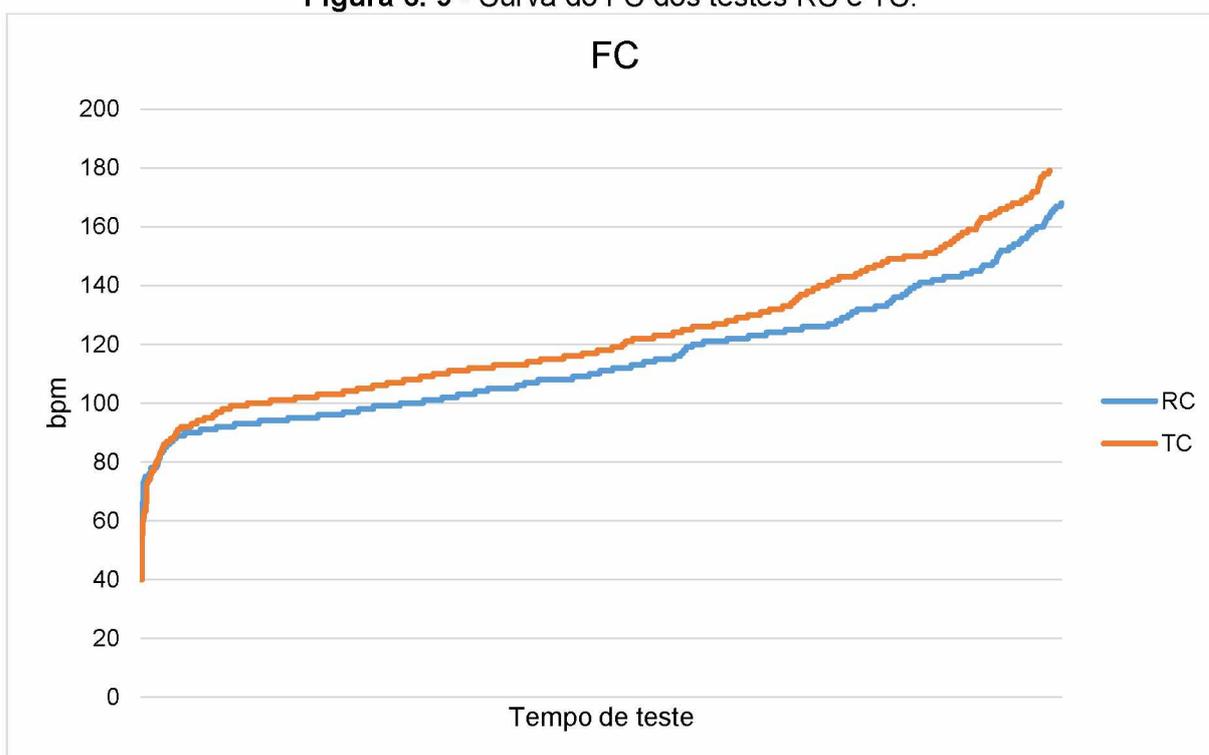
Figura 6. 8 - Média e IC dos valores de FC para os testes RC e TC.



Fonte: Próprio autor

A característica da curva da FC nos testes RC e TC foi semelhante, ambos tiveram inclinação parecida, conforme a Figura 6.9. Isso contribuiu para que a média e o IC tivesse valores tão próximos.

Figura 6. 9 - Curva do FC dos testes RC e TC.



Fonte: Próprio autor

A resposta do VO_2 e da VE foram parecidas, já a VCO_2 a curva foi parecida com o VO_2 e a VE, porém a máxima foi menor no teste TC. Com isso, é possível afirmar que o teste TC é mais crítico para essas variáveis se comparado ao RC. A FC apresentou as características similares para os dois testes, com isso, não houve influência das metodologias utilizadas nos testes para essa variável.

A FREQUÊNCIA CARDÍACA (FC), PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA (PAS) E A PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA DIASTÓLICA (PAD).

A FC foi mensurada em repouso, logo após o teste e 5 minutos depois do teste RC e do teste TC. Para as análises foi utilizado a média \pm dp, conforme a tabela 6.5. Para essa análise não foi encontrada diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$).

Tabela 6. 5 - Frequência Cardíaca (FC) em repouso logo após o teste e 5 minutos depois nos testes RC e TC.

	Repouso		Pós – Exercício		5 min	
	Teste RC	Teste TC	Teste RC	Teste TC	Teste RC	Teste TC
Média	82	84	137	148	88	93
d.p.	± 17	± 14	± 25	± 25	± 17	± 16

Fonte: Próprio autor

Tambem foram tabuladas a PAS e a PAD em repouso, logo após o teste e 5 minutos depois dos testes RC e TC. Para análise da PAS foi apresentado a média \pm dp, conforme a tabela 6.6. Foi encontrada diferença estatística da PAS 5 minutos após o teste ($p<0,05$). Em repouso e logo após o teste não foi encontrada diferenças estatisticamente significantes ($p>0,05$).

Tabela 6. 6 - Médias e dp da PAS em repouso, pós teste e 5 minutos depois de ambos os testes RC e TC.

	Repouso		Pós		5 min	
	Teste RC	Teste TC	Teste RC	Teste TC	Teste RC	Teste TC
Média	112	115	123	118	118	111*
d.p.	± 17	± 15	± 13	± 14	± 20	± 18

* $p<0,05$

Fonte: Próprio autor

Assim como no PAS os dados do PAD para os teste RC e TC foram apresentados em média \pm dp, conforme a tabela 6.7. Foi encontrada diferença estatística da PAD 5 minutos após o teste ($p < 0,05$). Nas outras coletas não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$).

Tabela 6. 7 - Médias e dp da PAD em repouso, pós teste e 5 minutos depois de ambos os testes RC e TC.

Pressão Arterial Diastólica (mmHg)

	Repouso		Pós		5 min	
	Teste RC	Teste TC	Teste RC	Teste TC	Teste RC	Teste TC
Média	77	75	76	73	77	71*
d.p.	± 15	± 8	± 13	± 11	± 14	± 12

* $p < 0,05$

Fonte: Próprio autor

7. DISCUSSÃO

A proposta do estudo foi avaliar parâmetros cardiorrespiratórios em pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual praticantes de esportes paralímpicos, sob o efeito de sobrecargas, considerando dois tipos diferentes de testes incrementais. No primeiro teste, a rotação foi mantida constante, porém, com torque variável (RC). No segundo teste, o torque foi mantido constante e a rotação foi variada (TC), com valores predeterminados, de forma que o nível de potência gerado no teste 1 fosse mantido para cada estágio. Para ambos os testes, foram coletados os parâmetros cardiorrespiratórios.

A análise buscou responder uma dúvida relacionada com estas, ou seja, se o efeito metabólico em pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual poderia influenciar diferentes protocolos de testes de condicionamento físico, considerando o efeito da rotação ou torque constante.

Neste caso, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para as variáveis VO_2 , VCO_2 e VE . Comparando o teste TC com o RC, estes efeitos são notórios e mostraram que o acréscimo de rotação pode influenciar de forma mais significativa os parâmetros cardiorrespiratórios em um teste incremental.

Coletamos também FC e PA em repouso, pós-teste e 5 minutos depois. Para a FC não foi encontrado diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). A PAS e a PAD não apresentam regularidade nos testes RC e TC. Contudo a amostra não foi homogênea, alguns voluntários eram atletas de atletismo outros de halterofilismo dificultando, assim as análises a respeito dessas variáveis.

Assim como no presente trabalho vários autores procuraram avaliar as respostas cardiovasculares de acordo com o tipo de incremento. Estudos que comparam os parâmetros fisiológicos de pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual apresentaram tendência parecida com o presente estudo. Silva (2013) verificaram a influência da cadência na atividade neuromuscular. Eles concluíram que a cadência otimiza o consumo de energia, estresse muscular ou a percepção de esforço.

Gauthier et al. (2017), mediram as respostas cardiorrespiratórias em teste-reteste para verificar se o uso das próprias cadeiras de rodas manuais é válido para

avaliar o pico de consumo de oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$), utilizando um protocolo incremental até a exaustão e com dois tipos de incrementos. O teste de propulsão de cadeira de rodas em esteira se deu de 2 formas, aumentando a inclinação (0° , $1,7^\circ$, $2,9^\circ$, $3,6^\circ$, $4,8^\circ$, $5,8^\circ$, $7,1^\circ$) e a velocidade (0,6 m/s, 0,8 m/s e 1 m/s) da esteira a cada minuto. Sendo que os próprios voluntários propeliram suas cadeiras de rodas até exaustão. Os parâmetros analisados foram valores de pico de VO_2 ($VO_{2\text{pico}}$), VCO_2 ($VCO_{2\text{pico}}$), FC (FC_{pico}), e VE (VE_{pico}). Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre o testes-reteste em nenhuma variável cardiorrespiratória ($P \geq 0,297$).

Souza et al. (2014), compararam a capacidade cardiorrespiratória de pessoas sedentárias obesas e não obesas, visando avaliar algum tipo de limitação no teste em esteira. A FC de repouso foi $77,08 \pm 11,69$ e $80,16 \pm 10,69$ bpm, já a FC máxima foi de $183,33 \pm 9,46$ e $170,75 \pm 13,43$ bpm e o $VO_{2\text{máx}}$ foi de $38,93 \pm 4,27$ e $34,58 \pm 5,98$ ml/kg/min, respectivamente. Eles concluíram que pessoas sedentárias obesas têm menor eficiência cardiorrespiratória, apresentando valores de $VO_{2\text{máx}}$ inferiores ao grupo de pessoas com peso normal, ficando claro ser um fator limitante do desempenho físico. No entanto, não apresentou diferença no que diz respeito à FC.

Baumgart, Brurok e Sandbakk (2018), identificaram os valores do $VO_{2\text{pico}}$ em atletas paraolímpicos. Examinaram as diferenças entre esportes e as variações dentro do esporte no $VO_{2\text{pico}}$ e determinaram a influência do gênero, idade, massa corporal, incapacidade no $VO_{2\text{pico}}$. Seu principal achado foi nos valores do $VO_{2\text{pico}}$ que, em geral, refletem as demandas específicas do esporte e o tipo de deficiência dos atletas que competem nas respectivas modalidades esportivas. As análises mostram que ser homem, ter uma amputação e não ser tetraplégico foi favorável para valores elevados de $VO_{2\text{pico}}$.

Trento et al. (2009), compararam o desempenho cardiorrespiratório de um paraplégico em testes de esforço, avaliaram a influência do suporte de peso corporal durante o teste na esteira ergométrica. O protocolo utilizado nos testes na esteira foi o incremental, com velocidade inicial de 1Km/h e incrementos de velocidade. Tanto a PAS quanto a PAD não se elevaram muito e não diferiram entre os testes, o VO_2 se apresentou mais linear no cicloergômetro e, por fim, a FC em todos os testes demonstrou comportamento cronotrópico positivo. Após esses desfechos, os autores concluíram que o teste no cicloergômetro se mostrou um melhor instrumento para analisar a capacidade funcional máxima.

Abrantes e Sampaio (2004), estudaram as respostas cardiovasculares agudas de quatro tipos de exercícios, a esteira, a bicicleta, o elíptico e o remo, realizado em três níveis, utilizando um protocolo incremental em intervalos de 60% e 85% da FC máxima. Houve aumento em todos os tipos de exercício para as variáveis VO_2 , VE, Frequência Respiratória (FR), PAS e PAD, em que cada variável teve comportamento diferente nos ergômetros utilizados. No estudo realizado, observou-se que para os valores de FC e PA em repouso, pós-teste e 5 minutos depois dos testes não foi observada diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Contudo, a amostra não foi homogênea: alguns voluntários eram atletas de atletismo e outros de halterofilismo, o que dificultou especificamente tal análise.

Couto et al. (2013), analisaram o comportamento da FC, utilizando um teste progressivo máximo em cicloergômetro. O teste se iniciou com carga de 15 W e incrementos de 15 W a cada minuto, até a exaustão voluntária ou não manutenção da cadência requerida (60 a 70 rpm). A FC foi coletada ao final de cada estágio e o grupo masculino apresentou maiores cargas absolutas do que o feminino ($p < 0,05$). Porém, não houve diferença significativa quando comparados os valores relativos de FC e potência. Com isso, os autores concluíram que FC não difere entre sujeitos do sexo masculino e feminino em termos relativos.

Denadai, Ruas e Figueira (2005), analisaram o efeito do ritmo da pedalada sobre a FC e a resposta de lactato sanguíneo durante um teste incremental e de carga constante. A resposta da FC e a do lactato sanguíneo nos testes não foram afetadas pela cadência e, do mesmo modo, a relação FC x VO_2 não teve interfluência do ritmo. Os autores não encontraram interferência do ritmo da FC em determinada intensidade de esforço, assim como o lactato sanguíneo.

Costa e dos Santos, (2010) compararam a FC de treinamento e após o teste de Piçarro, que foi adaptado para atletas em cadeira de rodas e consiste em realizar 6 tiros de 50 metros (25 metros de ida e volta), com intervalo de 5 segundos em cada volta, entre atletas de basquete em cadeira de rodas. Os autores encontraram diferença significante entre as FC.

Houve dificuldade de comparação entre as metodologias, pois, há uma série de fatores que precisam ser controlados, como a homogeneidade da amostra, a composição corporal, a frequência do treinamento, a integridade do sistema simpático e parassimpático, entre outras, da mesma forma que a padronização de testes

específicos para pessoas que utilizam cadeira de rodas manual. Isso gera modificações nas respostas cardiorrespiratórias frente a esforços físicos.

Ter o controle dessas variáveis implica em ter mais clareza a respeito do real efeito da variação da rotação e da variação do torque para um mesmo nível de potência aplicada nas respostas cardiorrespiratórias frente a esforços físicos. Em um primeiro momento, os dados sugerem que o impacto nas respostas fisiológicas é mais crítica variando a velocidade de rotação dos aros.

Em suma, maiores estudos devem ser realizados, buscando respostas a respeito da influencia das variações da rotação do aro de propulsão e da variação do torque para um mesmo nível de potência aplicada nas respostas cardiorrespiratórias frente a esforços físicos.

8. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, é possível propor que exista diferença significativa da resposta cardiorrespiratória nos dois testes propostos neste trabalho. O teste incremental foi realizado em praticantes de esportes paralímpicos, as modalidades em que eles atuam são o halterofilismo e o atletismo. A amostra não foi homogênea, contudo, foi verificado que o sistema cardiorrespiratório é mais exigido quando há variação da rotação do que com a variação do torque para um mesmo nível de potência aplicada.

O comportamento do VO_2 , VE e VCO_2 durante os testes apresentaram características parecidas. Houve maior exigência no teste TC comparado com o teste RC, as variáveis apresentaram curva mais acentuada no teste TC. Em geral houve maior volume de VO_2 e VE e menor VCO_2 no teste TC.

A frequência cardíaca não apresentou diferença nos testes RC e TC, indicando que a rotação do aro não influenciou nesse parametro cardiorrespiratório.

Novas pesquisas devem ser realizadas, com uma amostra homogênea, controlando, assim, o tipo e nível de lesão para que essas variações sejam minimizadas, o esporte praticado, o nível de treinamento, entre outros. Assim o entendimento a respeito das influencias do torque e da velocidade do aro de propulsão poderão ser melhor descritas.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Desenvolvimento de um equipamento dedicado para a aplicação de testes de potência aeróbia e anaeróbia em pessoas usuárias de cadeira de rodas de propulsão manual.

Avaliar e propor novos protocolos de testes para avaliação de condicionamento físico em pessoas usuárias de cadeira de rodas de propulsão manual.

9. BIBLIOGRAFIA

ABRANTES, C.; SAMPAIO, J. Resposta aguda cardio-respiratória a quatro modos de exercício realizado em ergômetros. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, v. 4, n. January, p. 66-77, 2004. <https://doi.org/10.5628/rpcd.04.01.66>

ASSINCK, P. et al. Cell transplantation therapy for spinal cord injury. *Nature Neuroscience*, v. 20, n. 5, p. 637-647, 2017. <https://doi.org/10.1038/nn.4541>

BAUMGART, J. K.; BRUROK, B.; SANDBAKK, Ø. Peak oxygen uptake in Paralympic sitting sports: A systematic literature review, meta- and pooled-data analysis. *PLoS ONE*, v. 13, n. 2, p. 1-25, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192903>

BENTO, S.; CARVALHO, M. DA P.; FARIA, F. Recondicionamento ao Esforço na Lesão Medular. *Revista da Sociedade Portuguesa de Medicina Física e de Reabilitação*, v. 28, p. 22-28, 2016.

BRUM, P. C. et al. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Revista paulista de Educação Física*, v. 18, n. ago, p. 21-31, 2004.

CALDEIRA, J. B. et al. Avaliação da função autonômica cardiovascular em portadores de lesão medular submetidos à variabilidade da frequência cardíaca. *Motricidade*, v. 9, n. 2, p. 37-49, 2013. [https://doi.org/10.6063/motricidade.9\(2\).2666](https://doi.org/10.6063/motricidade.9(2).2666)

CARDOSO, V. D. A reabilitação de pessoas com deficiência através do desporto adaptado. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, v. 27, n. 2, p. 254-256, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0101-32892011000200017>

CARITÁ, R. A. C. et al. Componente lento da cinética do VO₂: determinantes fisiológicos e implicações para o desempenho em exercícios aeróbios. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano RBCDH*, v. 16, n. 2, p. 233-246, 2014. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2014v16n2p233>

COSTA, L. P.; DOS SANTOS, N. S. Comparação da percepção subjetiva de esforço em atletas de basquete em cadeira de rodas com poliomielite e outras deficiências, após o piçarro teste adaptado. Monografia apresentada à Universidade Federal de São Paulo para a obtenção do título de especialista em fisioterapia., p. 1-125, 2010.

COUTO, P. G. et al. Pontos de transição da frequência cardíaca em teste progressivo máximo. VI Congresso Internacional de Educação Física e Motricidade Humana e XII Simpósio Paulista de Educação Física, n. June 2014, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742013000200003>

DENADAI, B. S.; RUAS, V. D. DE A.; FIGUEIRA, T. R. Efeito da cadência de pedalada sobre as respostas metabólica e cardiovascular durante o exercício incremental e de carga constante em indivíduos ativos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 11, n. 5, p. 286-290, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922005000500008>

DETONI, G. C. et al. Influência do modelo alométrico na relação entre consumo máximo de oxigênio e desempenho de corredores fundistas. *Revista Brasileira de*

Ciencias do Esporte, v. 37, n. 4, p. 389-394, 2015.
<https://doi.org/10.1016/j.rbce.2015.08.012>

FERNANDES, T. DE B. F.; SHINZATO, G. T. Avaliação isocinética de rotadores externos e internos do ombro de atletas sobre cadeira de rodas e indivíduos sedentários - estudo comparativo. *Acta fisiátrica*, v. 6, n. 1, p. 40-44, 1999.
<https://doi.org/10.5935/0104-7795.19990001>

FLORES, L. J. F. et al. Respostas cardiovasculares e avaliação da potência aeróbia em pessoas com lesão da medula espinhal. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, v. 2, n. 18, p. 145-155, 2013a. <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.18n2p145>

FLORES, L. J. F. et al. Avaliação da potência aeróbia de praticantes de Rugby em Cadeira de Rodas através de um teste de quadra. *Motriz. Revista de Educacao Fisica*, v. 19, n. 2, p. 368-377, 2013b. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742013000200014>

GAUTHIER, C. et al. Reliability and minimal detectable change of a new treadmill-based progressive workload incremental test to measure cardiorespiratory fitness in manual wheelchair users. *Journal of Spinal Cord Medicine*, v. 40, n. 6, p. 759-767, 2017. <https://doi.org/10.1080/10790268.2017.1369213>

GROSSL, T. et al. Consumo de oxigênio durante ciclismo na máxima fase estável de lactato sanguíneo até a exaustão: modelo contínuo vs. intermitente. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, v. 7, n. 4, p. 155-161, 2014.
<https://doi.org/10.1016/j.ramd.2014.02.001>

GUIMARÃES, L. S. P.; HIRAKATA, V. N. Uso de modela de equações de estimativas generalizadas na análise de dados longitudinais. *Revista HCPA*, v. 32, n. 4, p. 503-511, 2012.

HADDAD, S. Ergometria de membros superiores. Um método importante na avaliação cardiocirculatória ao exercício. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 69, n. 3, p. 189-193, 1997. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X1997000900009>

HAENZI, B.; MOON, L. D. F. The Function of FGFR1 Signalling in the Spinal Cord: Therapeutic Approaches Using FGFR1 Ligands after Spinal Cord Injury. *Neural Plasticity*, v. 2017, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/2740768>

KAJIWARA, K. et al. Fetal Therapy Model of Myelomeningocele with Three-Dimensional Skin Using Amniotic Fluid Cell-Derived Induced Pluripotent Stem Cells. *Stem Cell Reports*, v. 8, n. 6, p. 1701-1713, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.stemcr.2017.05.013>

KWARCIAK, Andrew M. et al. Redefining the manual wheelchair stroke cycle: identification and impact of nonpropulsive pushrim contact. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, v. 90, n. 1, p. 20-26, 2009.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.07.013>

MANCHUR, V. DE F.; VOLSKI, V. Avaliação de capacidades físicas de atletas de basquetebol em cadeiras de rodas. *Revista da Sobama*, v. 18, n. 2, p. 119-130, 2017.

<https://doi.org/10.36311/2674-8681.2017.v18n2.02.p119>

MARTINS, L. et al. Prevalência da síndrome do Túnel do Carpo em usuários de cadeira de rodas devido à lesão medular. p. 192-195, 2012.

MENEZES-REIS, R.; RIBEIRO, V. B.; FILHO, H. T. Respostas fisiológicas ao exercício físico em atletas cadeirantes com lesão medular. *ConScientiae Saúde*, v. 14, n. 1, p. 161-168, 2015. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v14n1.5216>

MELLO, M.T. Paraolimpíadas Sidney 2000: Avaliação e Prescrição do Treinamento dos Atletas Brasileiros. São Paulo: Atheneu, 2002. 290p.

MIRANDA, T. A. B. Análise da reorganização cortical sensório-motora induzida pela atividade física em modelo experimental de lesão medular. Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciências, p. 1-175, 2016.

MOLDENHAUER, J. S.; ADZICK, N. S. Fetal surgery for myelomeningocele: After the Management of Myelomeningocele Study (MOMS). *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, v. 22, n. 6, p. 360-366, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.siny.2017.08.004>

NASCIMENTO, L. G. DO; SILVA, S. M. L. DA. Benefícios da atividade física sobre o sistema cardiorrespiratório, como também, na qualidade de vida de portadores de lesão medular: uma revisão. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 1, n. 3, p. 42-50, 2007.

NETO, F. R.; LOPES, G. H. R. Análise dos valores de composição corporal em homens com diferentes níveis de lesão medular. *Fisioter Mov*, v. 26, n. 4, p. 743-752, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-51502013000400004>

NORTH, T. et al. Trends in incidence and long-term outcomes of myelomeningocele in British Columbia. *Child's Nervous System*, v. 34, n. 4, p. 717-724, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00381-017-3685-6>

NUNES, D. M.; MORAIS, C. R. DE; FERREIRA, C. G. Fisiopatologia da lesão medular: uma revisão sobre os aspectos evolutivos da doença. *Getec*, v. 6, n. 13, p. 87-103, 2017.

O 'SHEA, T. M.; BURDA, J. E.; SOFRONIEW, M. V. Cell biology of spinal cord injury and repair. *J Clin Invest*, v. 127, n. 9, p. 3259-3270, 2017. <https://doi.org/10.1172/JCI90608>

PACHECO, M. E. et al. Relação entre velocidade crítica, limiar anaeróbio, parâmetros associados ao VO₂max, capacidade anaeróbia e custo de O₂ submáximo. *Motriz. Journal of Physical Education. UNESP*, v. 12, n. 2, p. 103-111, 2006.

PASETTO, C. V. F. et al. Validação do teste de agilidade em zigue-zague para crianças com deficiência física. *R. da Educação Física/UEM*, v. 22, n. 2, p. 169-176, 2011. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v22i2.9334>

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. *Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho*. São Paulo: Manole, 2006. 598p.

REIS, R. E.; MEZZADRI, F. M.; SILVA, M. M. E. As Políticas Públicas Para O Esporte Paralímpico No Brasil: Apontamentos Gerais Sports Policies for Parallympical in Brazil: *Corpoconsciência*, v. 21, n. 01, p. 58-69, 2017.

SAGAWA JÚNIOR, Y. et al. Wheelchairs propulsion analysis: review. *Fisioterapia em Movimento*, v. 25, n. 1, p. 185-194, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-51502012000100018>

SAVIC, G. et al. Long-term survival after traumatic spinal cord injury: A 70-year British study. *Spinal Cord*, v. 55, n. 7, p. 651-658, 2017. <https://doi.org/10.1038/sc.2017.23>

SHELLHAAS, R. A. et al. Sleep-Disordered Breathing among Newborns with Myelomeningocele. *Journal of Pediatrics*, v. 194, p. 244-247.e1, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.10.070>

SILVA, J. C. L. DA. Efeito da cadência de pedalada sobre a arquitetura do músculo vasto lateral e o comprimento da unidade músculo-tendínea. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

SILVA, S. R. M. DA et al. Correlação entre ativação muscular e níveis de torque propulsor em diferentes tarefas de mobilidade em cadeira de rodas. *Human Factors in Design*, v. 6, n. 12, p. 02-14, 2017. <https://doi.org/10.5965/2316796306122017002>

SIMIM, M. A. DE M. et al. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 7, n. 39, p. 244-252, 2013.

SOUZA, F. DE et al. Respostas cardiorrespiratórias de indivíduos sedentários obesos e não obesos em esteira ergométrica. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 8, n. 44, p. 164-171, 2014.

TEIXEIRA, A. M. F.; RIBEIRO, S. M. *Basquetebol em Cadeira de Rodas*. [s.l.: s.n.].

TEJERO, J. P. et al. Field test validation for wheelchair basketball players' aerobic capacity assessment. *European Journal of Human Movement*, v. 40, p. 136-148, 2018.

TORRES, M. DE M.; OLIVEIRA, S. A. G.; ARAUJO, C. A. DE. Desenvolvimento de uma metodologia para testes ergométricos em pessoas com deficiência de membros inferiores. *ENEBI- Encontro Nacional de Engenharia Biomecânica*, n. 1, p. 1-4, 2015.

TRENTO, G. Z. et al. Estudo comparativo de testes de esforço para avaliação da capacidade funcional em um indivíduo com lesão medular. *Revista contexto e saúde*, v. 8, n. 16, p. 43-52, 2009.

URSO, J. E.; VENÂNCIO, N. B.; SILVEIRA, R. M. Correlação entre os protocolos tradicionais incrementais, usados na identificação do limiar anaeróbico para ciclistas: uma análise crítica. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 4, n.

23, p. 489-503, 2010.

VAN SPEYBROECK, A. et al. Fasting serum blood measures of bone and lipid metabolism in children with myelomeningocele for early detection of cardiovascular and bone fragility risk factors†. *Journal of Spinal Cord Medicine*, v. 40, n. 2, p. 193-200, 2017. <https://doi.org/10.1080/10790268.2015.1101983>

ANEXOS A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada O EFEITO DE DOIS PROTOCOLOS DE TESTE INCREMENTAL NAS RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS EM USUÁRIOS DE CADEIRA DE RODAS DE PROPULSÃO MANUAL, sob a responsabilidade dos pesquisadores *José Eduardo Arruda Neto, Cleudmar Amaral de Araújo, Silvio Soares Santos, Márcio Peres de Souza*.

Nesta pesquisa o objetivo é comparar as respostas fisiológicas relativas ao sistema cardiorrespiratório em paratletas com lesão medular utilizando o protocolo incremental, aumentando torque e velocidade.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador José Eduardo Arruda Neto, graduado em Educação física pela UFU e pós-graduando do programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde UFU.

Todas as etapas serão realizadas no *Laboratório de fisiologia cardiorrespiratória e metabólica da Faculdade de Educação Física / UFU, Campus Educação Física, Rua Benjamim Constant, 1286, Uberlândia - MG - CEP 38400-678.*

Será utilizado o ergômetro para pessoas que utilizam a cadeira de rodas de propulsão manual ERG01 projetado e construído no LPM/NHRESP/UFU, a carga inicial será de ≈ 101 W e aumento de ≈ 30 W a cada 2 min, até completar 12 minutos ou exaustão voluntária, a cadência utilizada por cada voluntario será a $30 (\pm 3 \text{ rev min}^{-1})$. Antes da realização dos testes, você está sendo informado detalhadamente sobre os procedimentos a serem realizados. Assinando um termo de consentimento livre, declarando-se de acordo com sua participação voluntaria no estudo. As etapas dos testes serão acompanhadas pelo pesquisador e profissional de Educação Física José Eduardo Arruda Neto.

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar da pesquisa. Quando necessário, será garantido o ressarcimento de todas despesas tido em função da sua participação e de seu acompanhante com o estudo.

Os riscos consistem em lesões articulares, musculares e em tendões são extremamente baixos e para minimizar ainda mais esses riscos serão feitos alongamentos e aquecimento antes dos testes. Caso sejam observados dores ou desconfortos articulares, musculares ou tendíneos os exercícios serão imediatamente interrompidos. Caso haja algum incidente durante a execução dos movimentos e/ou caso de lesões identificadas após a execução do movimento, seja no próprio dia da coleta de dados ou dias depois, o participante será encaminhado a um médico da rede particular e todas as despesas serão custeadas pela pesquisa. Caso haja necessidade as despesas com transporte e lanche para os participantes que se deslocarem para participar da pesquisa serão ressarcidas. O risco de os participantes serem identificados na pesquisa e em futuros artigos submetidos são muito baixos, e para minimizar esses riscos serão colocados números de 1 a 12 no lugar do nome. E mesmo que com essas medidas para minimizar o risco de identificação esse risco existe. Será garantido, ao voluntário, o direito a indenização no caso de eventuais danos decorrentes da pesquisa conforme consta no Item IV.3.h da Resolução CNS nº 466 de 2012.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação.

O TCLE foi elaborado EM DUAS vias, sendo que uma ficará retida com o pesquisador responsável e outra com o participante de pesquisa. As duas vias do TCLE deverão ser assinadas ao seu término pelo convidado a participar da pesquisa, ou por seu representante legal, assim como pelo pesquisador responsável, ou pela (s) pessoa (s) por ele delegada (s).

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com um dos pesquisadores responsáveis pelo estudo no horário de 7:00 as 17:00: José Eduardo Arruda Neto, Cleudmar Amaral de Araújo, Márcio Peres de Souza, Silvio Soares Santos, Laboratório de Projetos Mecânicos – LPM – da Faculdade de Engenharia Mecânica – FEMEC – na UFU, Av. João Naves de Ávila, 2121, bloco M - Bairro Santa Mônica Uberlândia – MG, CEP: 38408-100; fone: (34)3239-4084. Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos

(CEP) - O CEP é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. Este papel está baseado nas diretrizes éticas internacionais (Declaração de Helsinque, Diretrizes Internacionais para Pesquisas Biomédicas envolvendo Seres Humanos – CIOMS) e brasileiras (Res. CNS 466/12 e complementares). De acordo com estas diretrizes: “toda pesquisa envolvendo seres humanos deverá ser submetida à apreciação de um CEP”. As atribuições do CEP são de papel consultivo e educativo, visando contribuir para a qualidade das pesquisas, bem como a valorização do pesquisador, que recebe o reconhecimento de que sua proposta é eticamente adequada. – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: (34)32394131 de 14:00 as 17:30.

Todas as páginas do TCLE deverão ser rubricadas pelo pesquisador responsável/pessoa por ele delegada e pelo participante da pesquisa/responsável legal.

Uberlândia, de de 2018

Assinatura dos pesquisadores

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa

ANEXO B - ANAMNESE

Anamnese

Nome: _____ Data: __/__/__

Data de nascimento: _____

Estado civil: _____

Profissão: _____

Peso: _____

Estatura: _____

IMC: _____

Grupo sanguíneo e fator RH: _____

Endereço: _____

Telefones: _____

Recado: _____

Celular: _____

Caso de emergência avisar: _____

E-mail: _____

Objetivo do treinamento

- estética lazer saúde condicionamento físico geral
 hipertrofia terapêutico profilático definição muscular
 reforço muscular alto rendimento

Marque as opções que se identifica

- Dores frequentes na coluna nas articulações musculares
 hipertensão/hipotensão anemia diabete
 problemas cardíacos hérnia de disco falta de ar
 dor no peito durante o exercício tontura

- Como é?

Pressão arterial: _____

Glicose: _____

Colesterol: _____

Triglicerídeos: _____

-Você faz terapia?

-Como aconteceu a lesão na medula? Quanto tempo?

Como era sua vida antes?

Como é sua vida agora?

- Anterior a sua lesão medular, já realizou teste de esforço? Exemplo: Na esteira

A família/pais/avós tem propensão à obesidade, problemas cardíacos, diabetes, hipertensão...? () sim
() não

-Exercício físico/lazer preferido?

-Prática exercícios físicos regularmente? () sim () não

Se não, está a quanto tempo parado (a)?

-Principais alimentos ingeridos em suas refeições:

Pessoal

Cirurgias: () sim () não

Qual (is): _____

Doenças/sintomas: () sim () não

Qual (is): _____

Medicamentos: sim não

Qual (is):

Lesões: sim não

Qual (is):

Alergias: sim não

Qual (is):

Já fez dietas? sim não

Qual (is):

Toma/tomou suplementos alimentares? sim não

Qual (is):

Hábitos sociais

Fuma: Sim Não

Com que frequência/quantidade:

Já parou

Bebe: Sim Não

Com que frequência/quantidade:

Já parou