

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

Fernando Roberto De Fazzio

Validação de um teste de esforço alternativo ao teste convencional de esteira  
utilizando um protótipo de cadeira de rodas

Uberlândia  
2020

Fernando Roberto De Fazzio

Validação de um teste de esforço alternativo ao teste convencional de esteira  
utilizando um protótipo de cadeira de rodas

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

Área de concentração: Ciências da Saúde

Orientador: Prof. Dr. Cleudmar Amaral de Araújo

Uberlândia

2020

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

F287 Fazzio, Fernando Roberto De, 1984-  
2020 Validação de um teste de esforço alternativo ao teste convencional de esteira utilizando um protótipo de cadeira de rodas [recurso eletrônico] / Fernando Roberto De Fazzio. - 2020.

Orientador: Cleudmar Amaral de Araújo.  
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.2020.543>  
Inclui bibliografia.  
Inclui ilustrações.

1. Ciências médicas. I. Araújo, Cleudmar Amaral de, 1963-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ciências da Saúde. III. Título.

CDU: 61

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

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Fernando Roberto de Fazzio

### **Validação de um teste de esforço alternativo ao teste convencional de esteira utilizando um protótipo de cadeira de rodas**

Presidente da banca (orientador): 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



Documento assinado eletronicamente por **RICA DODO DELMAR BUCHLER, Usuário Externo**, em 27/08/2020, às 12:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Anderson Silveira Duque, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/08/2020, às 15:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cleudmar Amaral de Araujo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/08/2020, às 15:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2222692** e o código CRC **F3F22EE5**.

Dedico este trabalho à minha esposa Daniela e meu filho Lucas.

Amo muito vocês!

Como o próprio Lucas diz em meio a um abraço apertado: Família!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por proteger minha família, me revelar os verdadeiros amigos e me dar energia para evoluir como ser humano.

Aos meus pais, Roberto e Martha, e a minha irmã, Ana Luiza, que sempre me apoiaram com todo o amor do mundo e por compreenderem, incondicionalmente, minhas ausências.

Aos meus sogros, Nazaré e Protásio, e cunhados pelos cuidados diários e amor pelo meu filho.

Aos meus tios, Valério e Vera, e primos Fred, Cecília, Marina e Suzana, pois desde o primeiro dia em que abriram a porta de sua casa para mim, a vida me proporcionou mais de mil oportunidades!

Aos amigos Diego Alves, Sérgio Vieira, Guilherme Boareto e Jéssica Ferreira do Laboratório de Projetos Mecânicos (LPM) do Centro Brasileiro de Referência em Inovações Tecnológicas para o Esporte Paralímpico (CINTESP.br). Sem a ajuda e dedicação de vocês esse trabalho jamais teria sido realizado.

Aos amigos da ASTROMED, Gabriel Candeloro e Leandro Oliveira, pessoas como vocês fazem toda a diferença!

Ao colega de turma na faculdade e no mestrado, José Mauro Squarisi. Obrigado por todos os *Tips and Tricks*.

Ao amigo e professor Wall Tadashi! Arigatô!

Ao professor, Dr. Cleudmar, pela oportunidade do aprendizado.

Aos voluntários pela paciência e tempo disponibilizados em prol da realização deste trabalho.

*Promete a ti mesmo:*

*“Ser grande demais para sentir desassossego, nobre demais para sentir cólera,  
forte demais para sentir temor e feliz demais para sentir contrariedades”*

*Carlos Gracie*

## RESUMO

**Objetivo:** Obter equivalência dos sinais eletrocardiográficos com ênfase no segmento ST entre testes ergométricos realizados em uma esteira convencional e em um protótipo de cadeira de rodas ergométrica, quando atingida a frequência cardíaca submáxima/máxima. Além das avaliações secundárias dos parâmetros metabólicos/fisiológicos e da percepção subjetiva do esforço. **Método:** Foi realizado um estudo observacional, transversal, em voluntários saudáveis, sem alterações de mobilidade referidas, submetidos a um teste de esforço em esteira convencional (protocolo de Bruce) e um teste de esforço (protocolo de Wingate) no protótipo de cadeira de rodas estacionária ERGO1. **Resultados:** Vinte e três voluntários, sendo a maioria do sexo masculino (n=17; 73,9%), idade média de  $39,74 \pm 10,75$  anos e índice de massa corporal (IMC) médio de  $26,40 \pm 2,77$  Kg/m<sup>2</sup> preencheram os critérios de inclusão. Houve correlação individual do comportamento do segmento ST durante a fase de esforço, com dois (8,7%) voluntários apresentando alterações sugestivas de isquemia. Não se observou diferença entre os testes em relação à: FC Inicial:  $82,0 \pm 13,16$ bpm vs.  $81,65 \pm 16,06$ bpm (p=0,820) e FC Máxima  $172,34 \pm 22,27$ bpm vs.  $166,26 \pm 13,67$  bpm (p=0,131) atingidas. Houve maiores valores percentuais para obtenção da FC máxima  $96,95 \pm 6,13\%$  vs.  $92,17 \pm 5,80\%$  (p=0,002) na esteira. Maiores valores na percepção subjetiva do esforço  $7,39 \pm 1,77$  vs.  $6,52 \pm 1,53$  (p=0,016) e menor tempo de execução  $498,78 \pm 90,87$  vs  $898,26 \pm 123,64$ s (p=0,001) foram registrados no ERGO1. **Conclusão:** O teste de exercício realizado no protótipo de cadeira de rodas ERGO1, aplicando-se o protocolo de Wingate, é equivalente ao realizado na esteira convencional mediante a análise do segmento ST em testes eficazes. Maior pontuação na escala de percepção do esforço, menores valores percentuais para atingir a FC máxima e menor tempo gasto para a realização dos testes foram características secundárias observadas no ERGO1.

**Palavras-chave:** Mobilidade reduzida. Cadeira de rodas. Teste de esforço.



## ABSTRACT

**Objective:** Obtain equivalence of electrocardiogram signals with emphasis on the ST segment during ergometric tests performed on a conventional treadmill and an ergonomic wheelchair prototype, when the submaximal or maximal heart rate is reached. As well as doing secondary analysis of metabolic/physiological parameters and subjective perception of effort. **Method:** A cross sectional study was performed with healthy volunteers who showed no sign of impaired mobility. They were submitted to a stress test on a conventional treadmill (BRUCE protocol) and a stress test (Wingate protocol) on a stationary wheelchair prototype (ERGO1). **Results:** Twenty-three volunteers, mostly males (n=17; 73,9%), with an average age of  $39,74 \pm 10,75$  years old, and an average body mass index (BMI) of  $26,40 \pm 2,77$  Kg/m<sup>2</sup> met the inclusion criteria. During the stress stage, there was correlation of the ST segment's behavior, with two (8,7%) volunteers presenting suggestive alterations of ischemia. There were no differences between the tests related to: resting HR  $82,0 \pm 13,16$ bpm vs.  $81,65 \pm 16,06$ bpm (p=0,820) and maximum HR  $172,34 \pm 22,27$ bpm vs.  $166,26 \pm 13,67$  bpm (p=0,131). Higher percentage values to reach the maximum HR were observed on the treadmill test:  $96,95 \pm 6,13\%$  vs.  $92,17 \pm 5,80\%$  (p=0,002). Higher values in the subjective perception of effort  $7,39 \pm 1,77$  vs.  $6,52 \pm 1,53$  (p=0,016) and lower execution time  $498,78 \pm 90,87$  vs  $898,26 \pm 123,64$ s (p=0,001) were registered on ERGO1. **Conclusion:** The exercise test performed on the ERGO1 wheelchair prototype, applying the Wingate protocol, is equivalent to that performed on a conventional treadmill through an analysis of the ST segment on effective tests. Secondary aspects observed on ERGO1 were higher scores on the effort perception scale, lower percentage values to achieve maximum HR, and less time spent to perform the tests.

**Keywords:** Reduced mobility. Wheelchair. Exercise test.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Tipos morfológicos do segmento ST considerados anormais.....	17
Figura 2: Estágios de Bruce .....	18
Figura 3: Cicloergômetro de MMSS – <i>motion body 600 med</i> .....	19
Figura 4: Protótipo de cadeira de rodas ERGO1 .....	21
Figura 5: Aba de entrada de dados do protocolo de avaliação.....	21
Figura 6: Aba de controle da execução do protocolo de avaliação.....	22
Figura 7: Percepção subjetivo do esforço .....	23

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
bpm	batimentos por minutos
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CINTESP.Br	Centro Brasileiro de Referência em Inovações Tecnológicas para o Esporte Paralímpico
Cmmss	Carga aplicada em Membros Superiores
CV	Cardiovascular
DP	Duplo Produto
ECG	Eletrocardiograma
ECR	Ergômetros de Cadeira de Rodas
EMM	Ergômetros de Manivela
FC	Frequência cardíaca
IF	Índice de Fadiga
IMC	Índice de Massa Corporal
LBI	Lei Brasileira de Inclusão
LPM	Laboratório de Projetos Mecânicos
MET	Equivalente metabólico
min	minutos
mph	milhas por hora
ONU	Organização das Nações Unidas
PLM	Portadores de Lesão Medular
Pmax	Potência máxima
Pmed	Potência média
PSE	Percepção Subjetiva do Esforço
s	segundos
SBC	Sociedade Brasileira de Cardiologia
TE	Teste de Exercício ou Teste Ergométrico
WHO	World Health Organization

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>O Eletrocardiograma</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>O teste de exercício (esforço) ou ergométrico</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2.1</b>	<b><i>Protocolo de Bruce</i></b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.1.1</b>	<b><i>Teste submáximo e máximo (o teste eficaz)</i></b> .....	<b>18</b>
<b>2.3</b>	<b>Ergômetros</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3.1</b>	<b><i>O protótipo ERGO1</i></b> .....	<b>20</b>
<b>2.3.1.1</b>	<b><i>Teste anaeróbico de Wingate</i></b> .....	<b>22</b>
<b>2.4</b>	<b>A escala de percepção subjetiva de esforço</b> .....	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>25</b>
	<b>ARTIGO - VALIDAÇÃO DE UM TESTE DE ESFORÇO ALTERNATIVO AO TESTE CONVENCIONAL DE ESTEIRA UTILIZANDO UM PROTÓTIPO DE CADEIRA DE RODAS</b> .....	<b>26</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>
	<b>APÊNDICE A – Instrumento de Coleta de dados</b> .....	<b>42</b>
	<b>APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b>	<b>43</b>
	<b>ANEXO A – PARECER DO CEP</b> .....	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Aproximadamente um bilhão de pessoas ou 15% da população mundial vive com algum grau de incapacidade, de acordo com dados da World Health Organization (WHO, 2011).

A proporção de pessoas com deficiência na população brasileira era de 23,9% segundo a primeira divulgação de resultados do Censo 2010 (IBGE, 2010), entretanto, em 2018, o IBGE aplicou uma nova linha de corte nestes dados e divulgou que 6,7% da população apresentava muita dificuldade ou não conseguia de modo algum realizar funções e atividades básicas. Destes, aproximadamente, um terço eram portadores de deficiência motora (SIMÕES; ATHIAS; BOTELHO, 2018).

O termo deficiência, por definição, remete a indivíduos com padrões de impedimento permanente; conquanto, uma parcela considerável de pessoas, classificadas como portadoras de mobilidade reduzida, que compartilham de múltiplas limitações em suas atividades diárias, não se enquadram neste conceito. Logo, pessoas com mobilidade reduzida são aquelas que apresentam por qualquer motivo dificuldade de movimentar-se, permanente ou temporariamente, reduzindo efetivamente a sua mobilidade, flexibilidade, coordenação motora e percepção. Neste grupo enquadram-se também idosos, gestantes, lactantes, pessoas com criança de colo e obesos (BRASIL, 2000, 2004, 2015).

Historicamente em todas as culturas, a sociedade atravessou diversas fases no que se refere às práticas sociais. Ela começou praticando a exclusão social de pessoas que – por causa das condições atípicas – não lhe pareciam pertencer à maioria da população. Conseqüentemente, desenvolveu-se o atendimento segregado dentro de instituições, passando para a prática da integração social e, recentemente, adotou-se a filosofia da inclusão social para modificar os sistemas sociais gerais (SASSAKI, 2010), sendo a acessibilidade um dos pilares para a sustentação desta última fase.

Ciente da necessidade de equiparar oportunidades e acesso ao meio social em condições de igualdade com as pessoas sem deficiência, em 1975, a Organização das Nações Unidas (ONU) aprovou a *Declaração dos direitos das pessoas portadoras de deficiência* (ONU, 1975). No Brasil, a atual Constituição, publicada em 1988, versa sobre pessoas com deficiência, entretanto, apenas nos anos 2000, foi lançada a primeira lei totalmente dedicada à acessibilidade (BRASIL, 2000). E, em 2004, o

Decreto nº 5.296 trouxe grandes conquistas no que tange às mudanças nas normas técnicas de acessibilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (BRASIL, 2000). Finalmente, a Lei Brasileira de Inclusão (LBI), também conhecida como *Estatuto da pessoa com deficiência*, trouxe grandes avanços na legislação, mas ainda longe de estar plenamente implementada no cotidiano da população (ARAÚJO, 2015; COELHO, 2016).

Dentre os dispositivos auxiliares para mobilidade e, conseqüentemente, para acessibilidade, a cadeira de rodas é um dos recursos mais comumente utilizados, permitindo às pessoas que apresentam dificuldade em andar ou se movimentar, não apenas se locomoverem, mas desfrutarem de autonomia, dignidade e bem estar. A mobilidade abre oportunidades para os usuários de cadeira de rodas (ou cadeirantes) serem independentes e terem acesso a serviços de saúde, educação, trabalho, além de viabilizar a sua participação em atividades sociais e culturais. Lamentavelmente, em 2015, a ONU estimou que mais de 70 milhões de pessoas necessitava de cadeiras de rodas em todo o mundo e apenas 5-15% tinha acesso a uma. Isso se torna ainda mais grave quando se leva em consideração a escassez de oportunidades de treinamentos individualizados para ganhos de conhecimento e habilidade no uso da cadeira de rodas (WHO, 2015).

Um exemplo clássico de usuários de cadeiras de rodas são os indivíduos Portadores de Lesão Medular (PLM). Diversos estudos apontam para o fato de que estas pessoas vivem um estilo de vida de sedentarismo involuntário o que pode resultar em perda de massa muscular e acúmulo de gordura corporal, impedindo o desempenho de exercícios para benefício Cardiovascular (CV). De fato, um dos efeitos mais negativos na saúde dos PLM é o aumento da prevalência de doença CV, a qual é a principal causa de mortalidade precoce neste grupo (TØRHAUG et al., 2016).

Além da relevância de realizar exercícios físicos, é primordial que as pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida os pratiquem em nível de treinamento adequado, nos mesmos moldes que indivíduos da população geral adotam para manter e desenvolver sua capacidade física. Sabe-se que, mais da metade (56%) dos americanos adultos cadeirantes, quando habilitados, não desempenham atividade física em níveis recomendados (TSANG et al., 2016), o que é um problema.

Ciente de que essa população apresenta elevado risco de eventos isquêmicos e que o exercício físico é associado à diminuição da mortalidade CV (MYERS et al., 2012; NYSTORIAK; BHATNAGAR, 2018), a realização do Teste Ergométrico e, conseqüentemente, o registro do eletrocardiograma de esforço se torna uma ferramenta indispensável para estratificação de risco CV, avaliação da capacidade física e prescrição do exercício.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 O eletrocardiograma

Adentrando-se um pouco na história do eletrocardiograma, sabe-se que as primeiras demonstrações da atividade elétrica do coração, apresentadas durante a última metade do século XIX, foram sucedidas de perto por registros diretos dos potenciais cardíacos por Waller em 1887. A invenção do galvanômetro de corda por Einthoven, em 1901, propiciou um método direto para registrar a atividade elétrica do coração e, por volta de 1910, o uso do galvanômetro de corda partiu do laboratório de pesquisa para a prática clínica. Posteriormente, o Eletrocardiograma (ECG) se tornou o primeiro e mais comum sinal bioelétrico a ser processado por computador, sendo o exame de diagnóstico cardíaco mais comumente utilizado (MIRVIS; GOLDBERGER, 2013).

O ECG é o resultado de uma série complexa de processos fisiológicos e tecnológicos. Primeiramente, são produzidas correntes iônicas transmembrana pelo fluxo de íons através das membranas celulares e entre as células adjacentes. Essas correntes são sincronizadas pela sequência de ativação e recuperação cardíaca para produzir um campo elétrico no coração e em torno dele variando com o tempo durante o ciclo cardíaco. Esse campo elétrico atravessa numerosas estruturas, incluindo pulmões, sangue e músculos esqueléticos, que podem perturbar o campo elétrico cardíaco.

As correntes que alcançam a pele são, então, detectadas por eletrodos colocados em locais específicos dos membros e no tronco, configurados para produzir as derivações. Os potenciais destas derivações são amplificados, filtrados e exibidos por uma variedade de dispositivos para produzir um registro eletrocardiográfico. Em sistemas computadorizados esses sinais são digitalizados, armazenados e processados por um *software* de reconhecimento de padrões. Aplicam-se, então, os critérios diagnósticos, manualmente ou com auxílio de um computador, para produzir uma interpretação.

A gênese do campo elétrico cardíaco consiste na somatória de cada potencial gerado pelas correntes iônicas transmembranas celulares. Assim, cada fibra cardíaca produz um dipolo, caracterizado por três parâmetros – força, localização e orientação –, e sua soma produz uma frente de ativação, ou frentes de ondas cardíacas podendo



ser, finalmente, representada por um dipolo único ou vetor (MIRVIS; GOLDBERGER, 2013).

Foi em 1918 que Bousfield registrou, através do eletrocardiograma, as primeiras alterações de repolarização ventricular que ocorriam em vigência de crises espontâneas de angina do peito e, em 1929, Master e Openheimer pela primeira vez realizaram o teste ergométrico utilizando uma escada de dois degraus como método padronizado para avaliação da capacidade cardíaca (CHALELA; MOFFA, 2010).

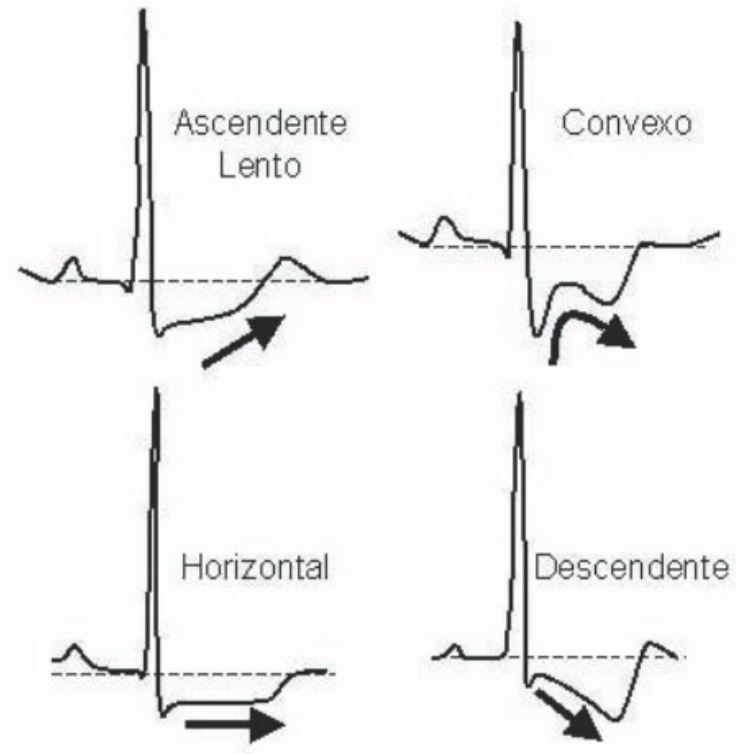
## **2.2 O teste de exercício (esforço) ou ergométrico**

No intuito de obter uma avaliação CV mais pormenorizada, utiliza-se do Teste de Exercício ou Teste Ergométrico (TE), que conforme definido na *III Diretriz de TE* da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), trata-se de

um procedimento onde o indivíduo é submetido a um esforço físico programado e individualizado com a finalidade de se avaliar a resposta clínica, hemodinâmica, autonômica, eletrocardiográfica, metabólica e eventualmente respiratória ao exercício. Essa avaliação possibilita: detectar isquemia miocárdica, reconhecer arritmias cardíacas e distúrbios hemodinâmicos induzidos pelo esforço; avaliar a capacidade funcional e a condição aeróbica; diagnosticar e estabelecer o prognósticos de determinadas doenças CV; prescrever exercício; avaliar objetivamente o resultado de intervenções terapêuticas; demonstrar ao paciente e seus familiares as suas reais condições físicas e fornecer dados para a perícia médica (MENEHELO et al., 2010, p. 1).

Conforme citado previamente, o eletrocardiograma de esforço é de extrema valia dentre as múltiplas variáveis e informações que podem ser adquiridas através do TE. A partir da aquisição do sinal elétrico do coração, estando o paciente submetido a um estresse físico, é possível analisar modificações do aspecto morfométrico do traçado eletrocardiográfico, mais especificamente as alterações do segmento ST (Figura 1), além do estudo do ritmo cardíaco. Protocolos consagrados como Ellestad, Bruce, Balke, Naughton e “individualizados” têm sido aplicados, utilizando do aumento da velocidade e do grau de inclinação da rampa do ergômetro para que o exame seja considerado eficaz.

Figura 1: Tipos morfológicos do segmento ST considerados anormais



Fonte: Uchida, Moffa e Storti (2009).

Além da fase do esforço existe também o período de recuperação<sup>1</sup>, o qual deve ser documentado de forma criteriosa, pois também apresenta valor prognóstico e diagnóstico.

### 2.2.1 Protocolo de Bruce

Dentre todos os protocolos o de Bruce é, mundialmente, o mais aplicado nos testes de esforço. O primeiro estágio inicia-se com 10% de inclinação, velocidade de 1,7 milhas por hora (mph) e, assim como os demais, apresenta duração de 3 minutos (Figura 2). Ocorrem aumentos progressivos de 2% na inclinação e 0,8mph de velocidade a cada estágio, sendo o quarto estágio considerado “desajeitado”, pois às vezes é difícil para o paciente escolher entre correr e caminhar (EVANS; WHITE, 2009). Apresentam-se como características particulares o fato de o incremento da carga ocorrer principalmente às custas de inclinação e por utilizar-se de acréscimos relativamente grandes de carga entre cada estágio (3 MET por estágio) podendo gerar

<sup>1</sup> Fase em que já foram reduzidas as cargas; embora, o paciente possa permanecer em movimento.

uma superestimação da capacidade funcional (UCHIDA; MURAD NETO; CHALELA, 2013).

Figura 2: Estágios de Bruce

<b>Protocolo de Bruce</b>					
Estágio	Tempo (Min.)	Velocidade (Km/h)	Velocidade (MPH)	Inclinação (%)	MET's
1	3	2,70	1,70	10	4
2	3	4,00	2,50	12	7
3	3	5,50	3,40	14	10
4	3	6,70	4,20	16	13
5	3	8,00	5,00	18	16
6	3	8,80	5,50	20	19
7	3	9,60	6,00	22	22

Fonte: Protocolo... (2012).

### 2.2.1.1 Teste submáximo e máximo (o teste eficaz)

Para que um teste ergométrico seja considerado eficaz ou conclusivo é necessário que ocorra a elevação da Frequência Cardíaca (FC) a um valor de pelo menos 85% da FC máxima. Por definição esta é a mais rápida frequência que o coração pode bater durante o esforço físico e é expressa pelo número de batimentos por unidade de tempo, geralmente, batimentos por minutos (bpm). A FC aumenta linearmente com o consumo de oxigênio e, portanto, com a intensidade do exercício (McARDLE; KATCH; KATCH, 2001). Uma vez que a FC máxima declina com a idade, existem fórmulas para a estimativa da mesma como a de Karvonen  $[220 - \text{idade}]$ ; Tanaka  $[208 - (0,7 \times \text{idade})]$  e Jones  $[210 - (0,65 \times \text{idade})]$  (JONES, 1975; KARVONEN; KENTALA; MUSTALA, 1957; TANAKA; MONAHAN; SEALS, 2001).

Nem sempre é possível obter o teste máximo, sendo a fadiga ou a dor, frequentemente, fatores limitantes para que o indivíduo atinja a exaustão, podendo-se então utilizar o teste submáximo (NOONAN; DEAN, 2000). Embora amplamente divulgado em livros textos e nos laboratórios de cardiologia no mundo todo, o valor de 85% da FC máxima, que define um teste como submáximo, cuja autoria, na maioria das vezes, é atribuída a Robert Bruce, foi arbitrariamente escolhido (SHAH, 2013). De

fato, em um de seus trabalhos clássicos, Kasser e Bruce (1969) estudaram o efeito do envelhecimento e da doença coronariana em testes máximos e submáximos. Independentemente da incerteza da origem do valor percentual atribuído aos testes submáximos, estes são validados e considerados específicos e sensíveis na prática clínica (BRUCE; McDONOUGH, 1969).

### 2.3 Ergômetros

Evolutivamente ergômetros de escada foram, extensamente, substituídos por bicicletas ergométricas e esteira rolantes, os quais, atualmente são amplamente disponíveis e relativamente de baixo custo para testes na população geral (FLETCHER, 2013). No entanto, fica evidente que estes equipamentos são impraticáveis para os usuários de cadeira de rodas e pessoas com mobilidade reduzida. Por não se aplicar ao escopo desta pesquisa, não será realizada uma descrição detalhada destes equipamentos, Considerando a especificidade do universo analisado, este estudo se restringe ao cicloergômetro de membros superiores que tem como protótipo o esforço realizado pela movimentação cíclica de uma manivela (Figura 3).

Figura 3: Cicloergômetro de MMSS – *motion body 600 med*



Fonte: Virtual Expo Group (2020).

Frequentemente são aplicados protocolos de Ergômetros de Manivela (EMM) em testes realizados nos Ergômetros de Cadeira de Rodas (ECR). Entretanto, a revisão de testes realizados por Goosey-Tolfrey e Leicht (2013) em adultos, utilizando esta metodologia, sugere que estes protocolos carecem de especificidade e, portanto, geram dúvidas quanto a validade das adaptações. Um outro estudo em jovens com paralisia cerebral indicou que testes ao ar livre usando cadeira de rodas resultaram em maiores valores de parâmetros cardiorrespiratórios quando comparados com testes utilizando EMM (VERSCHUREN et al., 2013).

### **2.3.1 O Protótipo ERGO1**

O protótipo de cadeira de rodas ERGO1 (Figura 4) foi desenvolvido com base no primeiro projeto de ergômetro de cadeira de rodas chamado ERG-CR09 (CUBIDES, 2009) com o objetivo de implantar aprimoramentos e modificações na estrutura física como:

- a) reduzir as dimensões do protótipo anterior e integrar os módulos de propulsão e de resistência eletromagnética;
- b) reduzir o peso do equipamento utilizando-se estruturas de alumínio ao invés do aço;
- c) utilizar perfis maciços soldados buscando aumentar a resistência mecânica do conjunto total,
- d) além de apresentar assento e encosto com ajustes de posição e apoio para os pés com angulação fixa.

Figura 4: Protótipo de cadeira de rodas ERGO1



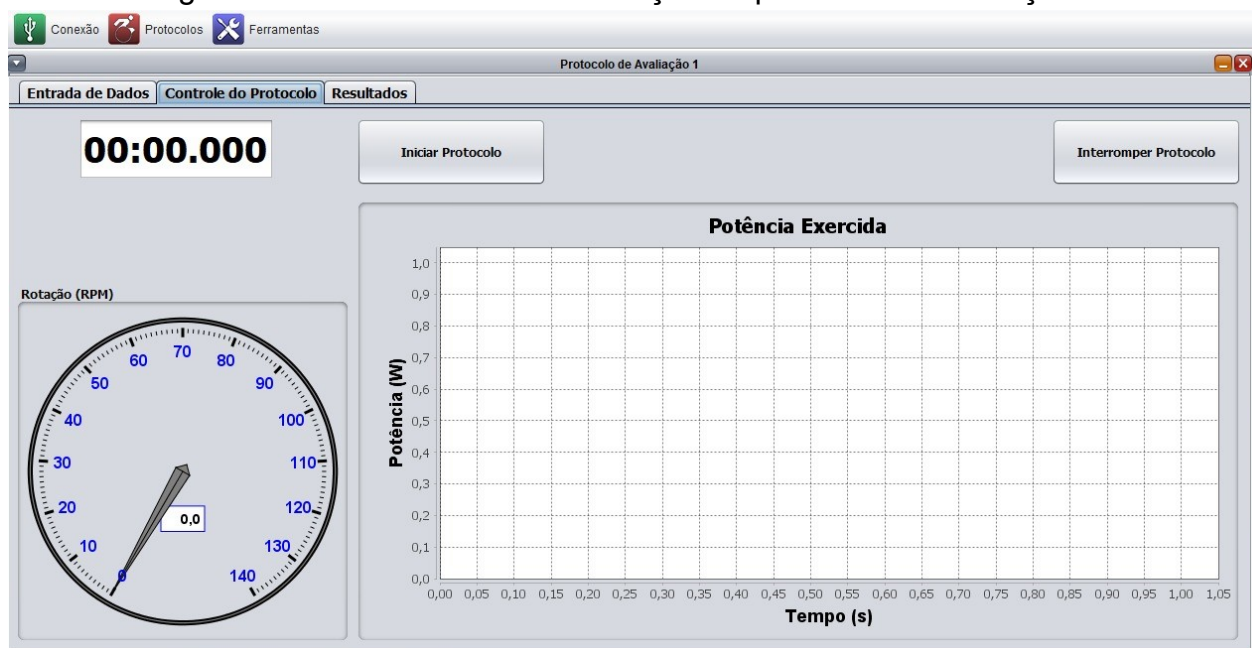
Fonte: Vieira (2017).

No que tange o aplicativo desenvolvido, buscou-se uma interface microprocessada, em linguagem Java, amigável e de fácil utilização, possibilitando que os testes pudessem ser executados por qualquer pessoa sem conhecimento prévio do programa (Figuras 5 e 6). Assim como no modelo anterior, é possível a aplicação de protocolo incremental e do protocolo de Wingate.

Figura 5: Aba de entrada de dados do protocolo de avaliação

Fonte: Vieira (2017).

Figura 6: Aba de controle da execução do protocolo de avaliação



Fonte: Vieira (2017).

Todos os demais detalhes pertinentes ao projeto e desenvolvimento do ERGO1, além do “estado da arte” sobre tais dispositivos encontram-se disponíveis, na íntegra, nos trabalhos desenvolvidos por Vieira (2012, 2017).

### 2.3.1.1 Teste anaeróbico de Wingate

O teste anaeróbico de Wingate é um teste de máxima intensidade contra uma resistência fixa e com duração de 30 segundos (s). Foi desenvolvido nos meados da década de 1970 em Israel. Os dados classicamente adquiridos são Potência máxima ( $P_{max}$ ), Potência média ( $P_{med}$ ) e Índice de Fadiga (IF). Sendo, Potência máxima a maior potência mecânica extraída e que ocorre, geralmente, próxima ao quinto segundo do teste. A potência média, como o próprio nome diz, é a média obtida nos 30s e o Índice de Fadiga, o percentual de declínio da potência durante o teste (BAR-OR, 1987).

## 2.4 A escala de percepção subjetiva de esforço

A escala da percepção de esforço de Borg original, ou escala 6-20 de Borg, foi desenvolvida a partir da aquisição de dados de indivíduos saudáveis e apresenta linearidade com consumo de oxigênio e com a FC ao atingir o estado de equilíbrio

durante exercício. Por exemplo, um valor de 15 na escala 6-20 de Borg correlaciona-se com a FC de 150bpm (BORG, 1962).

A escala modificada de Borg, também conhecida como CR-10 (Figura 7), tem sua maior aplicabilidade em testes realizados quando a aquisição da FC pode estar inacurada.

Figura 7: Percepção subjetivo do esforço



Fonte: Borg (1982), Foster et al. (2001) e Morishita (2018) apud Tibana et al. (2019).

Também é utilizada para medir a intensidade de um determinado exercício, uma vez que apresenta a habilidade de capturar o esforço percebido via sistema nervoso central (BORG, 1982).



### 3 JUSTIFICATIVA

Mundialmente, pelo menos uma a cada 10 pessoas é considerada como deficiente, sendo mulheres, idosos e população carente afetados desproporcionalmente.

Em nosso meio, observamos que ações de implementação de acessibilidade e inclusão social (lazer, atividade física e promoção de saúde para as pessoas de mobilidade reduzida) ainda não estão incorporadas ao nível de igualdade dos direitos humanos.

Uma vez que o sedentarismo e a doença cardiovascular apresentam alta prevalência entre pessoas com deficiência, faz-se necessário validar o teste de exercício no protótipo de cadeira de rodas (ERGO1), comparando-o com o teste de exercício na esteira convencional em indivíduos sem deficiência. Conseqüentemente, esta medida tende a proporcionar aos cadeirantes e pessoas com mobilidade reduzida uma alternativa para estratificação de risco de eventos isquêmicos e avaliação da capacidade física de forma acurada e segura.

#### **4 OBJETIVO**

Obter equivalência dos sinais eletrocardiográficos com ênfase no segmento ST entre testes ergométricos realizados em uma esteira convencional e em um protótipo de cadeira de rodas ergométrica, quando atingida a frequência cardíaca submáxima/máxima. Além das avaliações secundárias dos parâmetros metabólicos/ fisiológicos e da percepção subjetiva do esforço.

**ARTIGO**

**VALIDAÇÃO DE UM TESTE DE ESFORÇO ALTERNATIVO  
AO TESTE CONVENCIONAL DE ESTEIRA  
UTILIZANDO UM PROTÓTIPO DE CADEIRA DE RODAS**

# Validação de um teste de esforço alternativo ao teste convencional de esteira utilizando um protótipo de cadeira de rodas

Fernando Roberto De Fazzio<sup>a\*</sup>, Diego Augusto Costa Alves<sup>b</sup>, Guilherme Antônio Martins Boareto<sup>b</sup>, Sérgio Augusto Albino Vieira<sup>b</sup>, Wallisen Tadashi Hattori<sup>a</sup>, Cleudmar Amaral de Araújo<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

<sup>b</sup> Centro Brasileiro de Referência em Inovações Tecnológicas para o Esporte Paralímpico

\* E-mail: [fernandodefazzio@yahoo.com.br](mailto:fernandodefazzio@yahoo.com.br), Tel.: +55 (34) 3305-2807 / (11) 98798-7381

## Resumo

**Objetivo:** Obter equivalência dos sinais eletrocardiográficos com ênfase no segmento ST entre testes ergométricos realizados em uma esteira convencional e em um protótipo de cadeira de rodas ergométrica, quando atingida a frequência cardíaca submáxima/máxima. Além das avaliações secundárias dos parâmetros metabólicos/fisiológicos e da percepção subjetiva do esforço.

**Método:** Foi realizado um estudo observacional, transversal, em voluntários saudáveis, sem alterações de mobilidade referidas, submetidos a um teste de esforço em esteira convencional (protocolo de BRUCE) e um teste de esforço (protocolo de Wingate) no protótipo de cadeira de rodas estacionária ERGO1.

**Resultados:** Vinte e três voluntários sendo a maioria do sexo masculino (n=17; 73,9%), idade média de 39,74 ± 10,75 anos e índice de massa corporal (IMC) médio de 26,40 ± 2,77 Kg/m<sup>2</sup> preencheram critérios de inclusão. Houve correlação individual do comportamento do segmento ST durante a fase de esforço, com dois (8,7%) voluntários apresentando alterações sugestivas de isquemia. Não se observou diferença entre os testes em relação à: FC Inicial: 82,0 ± 13,16bpm vs. 81,65 ± 16,06bpm (p=0,820) e FC Máxima 172,34 ± 22,27bpm vs. 166,26 ± 13,67bpm (p=0,131) atingidas. Houve maiores valores percentuais para obtenção da FC máxima 96,95 ± 6,13% vs. 92,17 ± 5,80% (p=0,002) na esteira. Maiores valores na percepção subjetiva do esforço 7,39 ± 1,77 vs. 6,52 ± 1,53 (p=0,016) e menor tempo de execução 498,78 ± 90,87 vs 898,26 ± 123,64s (p=0,001) foram registrados no ERGO1.

**Conclusão:** O teste de exercício realizado no protótipo de cadeira de rodas ERGO1, aplicando-se o protocolo de Wingate, é equivalente ao realizado na esteira convencional mediante a análise do segmento ST em testes eficazes. Maior pontuação na escala de percepção do esforço, menores valores percentuais para atingir a FC máxima e menor tempo gasto para a realização dos testes foram características secundárias observadas no ERGO1.

**Palavras-chave:** Mobilidade reduzida; Cadeira de rodas; Teste de esforço; Teste ergométrico; Teste de exercício

## Abstract

**Objective:** Obtain equivalence of electrocardiogram signals with emphasis on the ST segment during ergometric tests performed on a conventional treadmill and an ergonomic wheelchair prototype, when the submaximal or maximal heart rate is reached. As well as doing secondary analysis of metabolic/physiological parameters and subjective perception of effort.

**Method:** A cross sectional study was performed with healthy volunteers who showed no sign of impaired mobility. They were submitted to a stress test on a conventional treadmill (BRUCE protocol) and a stress test (Wingate protocol) on a stationary wheelchair prototype (ERGO1).

**Results:** Twenty three volunteers, mostly males (n=17; 73,9%), with an average age of 39,74 ± 10,75 years old, and an average body mass index (BMI) of 26,40 ± 2,77 Kg/m<sup>2</sup> met the inclusion criteria. During the stress stage, there was correlation of the ST segment's behavior, with two (8,7%) volunteers presenting suggestive alterations of ischemia. There were no differences between the tests related to: resting HR 82,0 ± 13,16bpm vs. 81,65 ±

16,06bpm ( $p=0,820$ ) and maximum HR  $172,34 \pm 22,27$ bpm vs.  $166,26 \pm 13,67$  bpm ( $p=0,131$ ). Higher percentage values to reach the maximum HR were observed on the treadmill test:  $96,95 \pm 6,13\%$  vs.  $92,17 \pm 5,80\%$  ( $p=0,002$ ). Higher values in the subjective perception of effort  $7,39 \pm 1,77$  vs.  $6,52 \pm 1,53$  ( $p=0,016$ ) and lower execution time  $498,78 \pm 90,87$  vs  $898,26 \pm 123,64$ s ( $p=0,001$ ) were registered on ERGO1.

**Conclusion:** The exercise test performed on the ERGO1 wheelchair prototype, applying the Wingate protocol, is equivalent to that performed on a conventional treadmill through an analysis of the ST segment on effective tests. Secondary aspects observed on ERGO1 were: higher scores on the effort perception scale, lower percentage values to achieve maximum HR, and less time spent to perform the tests.

**Keywords:** Reduced mobility; Wheelchair; Exercise test

#### *Lista de Abreviaturas*

CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CINTESP.Br	Centro Brasileiro de Referência em Inovações Tecnológicas para o Esporte Paralímpico
Cmmss	Carga aplicada em Membros Superiores
DP	Duplo Produto
FC	Frequência cardíaca
IF	Índice de Fadiga
IMC	Índice de Massa Corporal
MET	Equivalente metabólico
min	minutos
Pmax	Potência máxima
Pmed	Potência média
PSE	Percepção Subjetiva do Esforço
s	segundos

## Introdução

O Teste de Exercício ou Teste Ergométrico (TE) é um procedimento não invasivo que proporciona informações diagnóstica e prognóstica e avalia a capacidade funcional do indivíduo a partir do exercício dinâmico.<sup>(1)</sup> Nos dias atuais o TE é um método universalmente aceito para o diagnóstico de doenças cardiovasculares sendo os ergômetros de esteira amplamente disponíveis, relativamente baratos, além de seguros para serem utilizados pela população geral.<sup>(2-3)</sup>

Indivíduos com deficiência ou mobilidade reduzida apresentam um descondicionamento físico “fisiológico” devido ao sedentarismo involuntário, agravado por alterações metabólicas somadas às doenças de base, tendo a sua saúde afetada negativamente, o que resulta em um ciclo vicioso debilitante.<sup>(4-5)</sup>

Nos cadeirantes a determinação da aptidão cardiorrespiratória, estratificação de doenças cardiovasculares e reabilitação são desafios na prática clínica.<sup>(6-7)</sup> Nesta população esta avaliação é tipicamente realizada através de testes com ergômetros de manivela<sup>(5,8)</sup> ou em uma esteira adaptada, enquanto o participante manipula a sua própria cadeira.<sup>(6)</sup>

Embora alguns estudos revelem correlação de determinadas variáveis hemodinâmicas e metabólicas entre os testes desempenhados nos cicloergômetros manuais com os efetuados em cadeira de rodas,<sup>(5,9)</sup> outros demonstram que a avaliação cardiorrespiratória do cadeirante é melhor obtida quando realizada na própria cadeira ao invés do teste executado com a manivela.<sup>(10)</sup> “De fato os mecanismo biomecânicos, isto é; sequência de ativação muscular, estratégia de movimento, assim como a força aplicada, a magnitude, e a orientação são mais específicos quando o teste é realizado em um dispositivo dedicado”,<sup>(6)</sup> com o qual o indivíduo esteja familiarizado, e que respeite a especificidade do gesto motor durante a propulsão do aro.<sup>(11-12)</sup> Na última década, houve um crescente interesse em ergômetros dedicados aos cadeirantes ou pessoas com mobilidade reduzida, haja visto, como reportado anteriormente,

estar bem documentada a reprodução de resultados adquiridos em testes de propulsão nas cadeiras no solo.<sup>(13)</sup> Porém, quando se realiza uma pesquisa mais aprofundada em banco de patentes, o número de dispositivos disponíveis permanece sendo escasso e muitos instrumentos continuam sendo adaptações em esteiras rolantes.

A segunda geração do protótipo: Ergômetro para membros superiores em modelo de cadeira de rodas (ERGO1) foi desenvolvida visando realizar testes de exercício em pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, entretanto, também se revela como uma alternativa real para execução de exames na população geral como um substituto das esteiras rolantes clássicas.

O objetivo deste estudo foi obter equivalência dos sinais eletrocardiográficos com ênfase no segmento ST, quando atingida a frequência cardíaca submáxima/máxima, entre os testes ergométricos realizados em uma esteira convencional e em um protótipo de cadeira de rodas ergométrica denominado ERGO1. Além das avaliações secundárias de parâmetros metabólicos/fisiológicos e da escala de percepção do esforço.

## Metodologia

Foi realizado um estudo observacional transversal com 24 voluntários saudáveis (sete mulheres), com idade entre 18 a 65 anos, sem alterações referidas da mobilidade. O projeto objetivou recrutar no mínimo 23 participantes baseado no cálculo amostral utilizando o *software* GPower 3.1<sup>(14)</sup> aplicando-se o *t* teste bicaudal e avaliando a diferença entre duas amostras dependentes (*matched pairs*) com poder estatístico de 0.8 e probabilidade de erro alpha de 0.05.<sup>(15)</sup>

Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice B) e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) (Anexo A) em conjunto com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Os participantes compareceram ao laboratório do Centro Brasileiro de Referência em Inovações Tecnológicas para o Esporte Paralímpico (CINTESP.Br) em duas ocasiões distintas estando em abstinência de cafeína, álcool e exercício físico extenuante por 24 horas.

Os valores apresentados de peso em Kg e altura em cm (Welmy 200A - LED) junto com Pressão arterial em mmHg (Heine – Gamma G5) e Frequência cardíaca (FC) em bpm (ErgoPC Elite Air) foram registrados no repouso.

Em ambos os testes os pacientes foram submetidos à tricotomia da região torácica (quando necessária) e à colocação de 11 eletrodos, para a aquisição de 13 derivações, seguindo o padrão de Mason-Likar modificado.

A captação do sinal da atividade elétrica do miocárdio foi realizada utilizando-se o Eletrocardiógrafo MEBT-100 modelo ErgoPC Elite Air.<sup>(16)</sup> Este equipamento adquire sinais elétricos do coração, os amplifica e converte em traçado eletrocardiográfico e, então, os envia para um microcomputador através da interface Bluetooth.

Os TE em esteira foram realizados aplicando-se o protocolo de Bruce<sup>(17)</sup> e todos os dados coletados (Apêndice A) foram simultaneamente incluídos no *software* do ErgoPC Elite Air. A fase do esforço poderia ser encerrada após a obtenção da FC máxima (estimada pelo cálculo:  $220 - \text{a idade do paciente}$ )<sup>(18)</sup> ou submáxima (a qual corresponde a 85% da FC máxima)<sup>(19)</sup> atingindo assim os critérios para considerar o teste conclusivo ou eficaz. Outra

possibilidade assumida seria por exaustão referida pelo voluntário, sendo o teste finalizado com a fase de recuperação, em que era oportunamente aplicada a escala de percepção do esforço.

Os TE de cadeira de rodas foram realizados no protótipo ERGO1 (Figura 1)<sup>(20-21)</sup> no qual o usuário por meio de ambas as mãos, impulsionava ativamente, os aros contra uma resistência imposta por um freio eletromagnético controlado por um aplicativo em linguagem Java.

Aplicou-se um protocolo de aquecimento de 3,5 minutos (min) com metade da carga estipulada pela fórmula: Carga total = P. G. r. Cmmss [onde P= P(kg), G= 9,81(N), r= 0,295(m) e carga aplicada em Membros Superiores (Cmmss) = 0,06 ou 0,048 (Kg<sup>-1</sup>) se masculino ou feminino, respectivamente]<sup>(22)</sup> mantendo a frequência do aro da cadeira de rodas entre 40 a 50rpm para o sexo masculino e 30 a 40rpm para o sexo feminino (controlada pelo próprio participante por meio um mostrador de velocidade angular do aplicativo exposto) com dois tiros de 6 segundos(s) a cada minuto a começar no 1ºmin e 30ºs desta fase. Após 2min de repouso era procedido o teste de Wingate que, classicamente, consiste em um teste anaeróbico de esforço máximo contra uma resistência fixa e duração de 30s.<sup>(23)</sup> Aplicava-se a carga total, previamente estipulada, podendo-se executar no máximo cinco repetições com intervalos de 30s de descanso entre cada uma delas.

Figura 1 Protótipo do ergômetro para cadeirantes denominado ERGO1



A fase do esforço era encerrada após a confirmação do registro eletrocardiográfico da FC máxima ou submáxima (obtido imediatamente após cada etapa do Wingate) ou por exaustão referida pelo voluntário sendo o teste finalizado com a fase de recuperação, com duração de 2min enquanto o participante mantinha o giro do aro com uma frequência que se sentisse confortável. Neste período era aplicada a escala de percepção do esforço. Os valores de potência foram simultaneamente adquiridos e registrados pelo *software* próprio do ERGO1. A Potência

máxima era identificável ao final de cada etapa e a Potência média e o índice de Fadiga foram posteriormente calculados.

A Percepção Subjetiva do Esforço (PSE) foi avaliada pela escala modificada de Borg.<sup>(24-25)</sup>

### Análises de dados

Nas análises descritivas, apresentaram-se frequências e percentuais para variáveis categóricas e média e desvio padrão para variáveis métricas.

Nas análises estatísticas, aplicou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para as variáveis dependentes. Na comparação entre medidas no ERGO1 e na esteira, aplicou-se o teste t para medidas repetidas ou teste de Wilcoxon a depender do resultado do teste de normalidade. Para todas as análises, adotou-se nível de significância de 5%.

### Resultados

Vinte e quatro voluntários preencheram os critérios de seleção e foram incluídos no grupo de pacientes. Um voluntário foi excluído da análise por apresentar o teste inconclusivo (não atingiu FC submáxima) no ERGO1, mesmo após a realização de quatro etapas consecutivas de Wingate, decidindo por não realizar a quinta (e última) tentativa por fadiga extrema (PSE de 10). A média de idade foi de  $39,74 \pm 10,75$  anos e o Índice de Massa Corporal (IMC) médio de  $26,40 \pm 2,77$  Kg/m<sup>2</sup>; a maioria dos participantes era do sexo masculino (n=17; 73,9%). Somente dois voluntários, um homem de 65 anos e uma mulher de 62 anos, necessitaram realizar mais uma repetição do Wingate por não atingirem FC submáxima na primeira tentativa.

Valores de Potência máxima (Pmax), Potência média (Pmed) e Índice de Fadiga (IF) adquiridos no teste do ERGO1 estão presentes na Tabela 1. Assim como os valores de Estágios de BRUCE, VO2, MET e Duplo Produto (DP) adquiridos no teste de esteira convencional.

Tabela 1 Valores de média e desvio padrão de dados específicos adquiridos no ERGO1 e na esteira convencional

	Testes	Média	Desvio Padrão
<b>Ergômetro – ERGO1</b>	Carga recomendada (N.m)	12,35	2,86
	Potência máxima (W)	196,99	70,26
	Potência média (W)	117,68	46,66
	Índice de Fadiga (%)	65	13
<b>Esteira Convencional</b>	Estágio de BRUCE (nº)	4,15	0,76
	VO2 máximo (ml/Kg.min)	41,33	8,42
	Equivalente Metabólico máx (MET)	11,81	2,41
	DP máximo (bpm.mmHg)	28106,3	4299,2

Não foram observadas diferenças significativas entre os testes na esteira convencional e no Ergômetro (ERGO1) em relação à: FC Inicial:  $82,00 \pm 13,16$ bpm vs.  $81,65 \pm 16,06$ bpm (p=0,820) e FC Máxima  $172,34 \pm 22,27$ bpm vs.  $166,26 \pm 13,67$  bpm (t=1,57; gl=22; p=0,131) atingidas. Conquanto, houve significativamente maiores valores percentuais para obtenção da FC máxima  $96,95 \pm 6,13\%$  vs.  $92,17 \pm 5,80\%$  (t=3,43; gl=22; p=0,002) no primeiro.

Maior pontuação na percepção subjetiva do esforço na escala modificada de BORG  $7,39 \pm 1,77$  vs.  $6,52 \pm 1,53$  (t=2,60; gl=22; p=0,016) foram observados nos testes no ERGO1.

O tempo de execução das etapas de esforço foi maior na esteira convencional  $898,26 \pm 123,64$ s vs.  $498,78 \pm 90,87$  (t=11,14; gl=22; p=0,001) (Tabela 2).



Tabela 2 Valores da média e desvio padrão de resultados secundários comparativos entre ERGO1 e esteira convencional

Variáveis	Ergômetro – ERGO1	Esteira Convencional	p
FC inicial (bpm)	81,65 ± 16,06	82,00 ± 13,16	p = 0,820
FC máxima (bpm)	166,26 ± 13,67	172,34 ± 22,27	p = 0,131
% da FC máxima (%)	92,17 ± 5,80	96,95 ± 6,13	p = 0,020
PSE (Borg 0-10)	7,39 ± 1,77	6,52 ± 1,53	p = 0,016
Tempo esforço (s)	498,78 ± 90,87	898,26 ± 123,64	p = 0,001

Quanto a análise comparativa do comportamento do segmento ST: todos os resultados dos participantes no ERGO1 foram replicados (avaliação intrapessoal) na esteira. Dois voluntários apresentaram alterações caracterizadas como infradesnívelamento do segmento ST (retificado e ascendente), enquanto os demais voluntários não apresentaram alterações do segmento ST em nenhuma das fases. Não houve alterações do segmento ST na fase de recuperação e sequer a presença de qualquer um dos outros critérios de positividade durante todos os testes.<sup>(2)</sup>

## Discussão

O presente trabalho encontrou correlação do comportamento do segmento ST adquirido a partir de testes ergométricos conclusivos realizados em uma esteira convencional, empregando-se o protocolo de Bruce, e no protótipo de cadeira de rodas ergométrica ERGO1, por meio do teste anaeróbico de Wingate.

A decisão de utilizar o protocolo de Bruce consistiu no fato do mesmo ser, no mundo inteiro, o mais comumente aplicado nos TE.<sup>(26)</sup> A aplicação do teste de Wingate na etapa do protótipo partiu do princípio de que testes incrementais poderiam acarretar fadiga muscular nos membros superiores sem ter sido provocado o estresse cardiovascular necessário para elevar a FC a níveis submáximos<sup>(27-29)</sup> gerando assim testes inconclusivos (ineficazes). Estudos apontam para valores semelhantes de especificidade e até mais elevados de sensibilidade quando se analisa o segmento ST em um teste submáximo.<sup>(30-31)</sup>

Estas informações serviram de respaldo para finalização dos testes a partir da aquisição da FC submáxima, uma vez que testes em cicloergômetros tendem a apresentar; VO<sub>2</sub> e FC mais baixos<sup>(3,32)</sup> e estas características poderiam não produzir um real aumento da demanda metabólica pelo miocárdio ao ponto de obter-se testes considerados máximos.

A análise do aspecto morfométrico do segmento ST é a principal variável (entretanto, não a única) que fundamenta os critérios de positividade do TE. Apesar de estudos apresentarem reciprocidade e reprodutibilidade entre testes realizados em esteira e ergômetros de membros superiores<sup>(33-34)</sup>, existem resultados conflitantes sobre a correlação do comportamento do segmento ST entre tais métodos de estratificação, principalmente, quando se encerra o último por fadiga ou sintomas de angina ainda com o duplo produto baixo, ou na condição de não ter sido atingido, no mínimo, a FC submáxima.<sup>(35)</sup> O fato de termos registrado 95% de testes conclusivos (23 de 24) no ergômetro de cadeira de rodas pode ser justificado pela: aplicação de protocolo de Wingate, carga aplicada individualmente calculada, explicação de como proceder e sanar qualquer tipo de dúvidas antes do voluntário realizar o exercício e o período de

aquecimento que embora possa antecipar e aumentar o índice de fadiga<sup>(36)</sup> permitiu uma maior familiarização do indivíduo no que se refere ao gesto motor e sensação de segurança no procedimento. O fato de valores significativamente maiores na PSE na cadeira, utilizando-se a escala modificada de BORG, também pode ser um fator colaborador; pois a despeito do exercício no ERGO1 exigir a movimentação ativa do aro, ou seja, depende de um ato volitivo e motivacional por parte do voluntário, ao término desta etapa a PSE média correspondia ao nível de esforço “muito intenso”.

Dados na literatura evidenciam grande divergência nas medidas de Pmax e Pmed, podendo estas serem justificadas por múltiplas variáveis como: (i) indivíduos com ou sem deficiência, (ii) atletas ou sedentários, (iii) utilização de ergômetros de membros superiores ou inferiores, (iv) experiência e treinamento com o aparelho operado, (v) variáveis ambientais e fisiológicas e, finalmente, (vi) as características próprias do ergômetro.<sup>(23,37-38)</sup> Diante do exposto, não há um modelo perfeito para a comparação com os dados deste estudo. O IF é considerado a variável com menor reprodutibilidade no teste de Wingate.<sup>(37)</sup> Os resultados são compatíveis com os valores médios do IF de uma metanálise que investigou testes anaeróbicos na presença ou ausência do estímulo musical.<sup>(39)</sup>

No que tange as variáveis registradas na esteira: Estágios de Bruce, VO<sub>2</sub> máximo, Equivalente Metabólico e DP, demonstrou-se uma alta aptidão cardiorrespiratória da amostra.

A despeito do pequeno número amostral, dos 23 testes conclusivos, dois (8,7%) apresentaram alterações no segmento ST sugestiva de isquemia. Tal fato, enquadra essa parcela de modo central no intervalo de valores percentuais obtidos em dois trabalhos que estudaram populações semelhantes. Previamente Kasser e Bruce<sup>(40)</sup> encontraram 12,8% de testes com alteração do segmento ST em um subgrupo formado por 179 homens, jovens e de média idade, sem doença coronariana diagnosticada. Enquanto Balady et al.<sup>(41)</sup>, em um estudo com indivíduos assintomáticos, documentaram alterações isquêmicas do segmento ST no decorrer do exercício em 4,8% dos homens e 3,8% das mulheres.

Segundo o conhecimento dos autores, não há estudos que avaliaram o comportamento eletrocardiográfico (do segmento ST) durante teste de Wingate. A disponibilidade de conectar o conjunto “cabos-eletrodos” no paciente e transmitir o sinal via *bluetooth* permitiu que o mesmo aparelho, que é utilizado na esteira para captação do sinal eletrocardiográfico, fosse empregado na cadeira de rodas estacionária.

Os resultados obtidos também demonstraram a viabilidade de realizar testes ergométricos em um tempo consideravelmente menor (quase a metade) com a utilização do ERGO1, abrindo uma janela diagnóstica para realização de testes em larga escala também na população geral. Estudos futuros com portadores de cardiopatia isquêmica e portadores de deficiência ou mobilidade reduzida serão importantes para avaliar, na prática, o grau de benefício que será possível proporcionar a todos estes indivíduos.

As possíveis limitações deste trabalho incluem: estudo unicêntrico em que os pesquisadores tinham acesso imediato aos resultados obtidos; o número reduzido de testes alterados; a ausência de comorbidades prévias e de alterações da mobilidade dos voluntários e a carência de familiaridade com o uso de cadeira de rodas por parte dos mesmos.

## Conclusão

O teste de exercício realizado no protótipo de cadeira de rodas ERGO1, aplicando-se o protocolo de Wingate, é equivalente ao realizado na esteira convencional mediante a análise do segmento ST em testes eficazes. Maior pontuação na escala de percepção do esforço, menores valores percentuais para atingir a FC máxima e menor tempo gasto para a realização dos testes foram características secundárias observadas no ERGO1.

## Referências

1. Pina IL, Balady GJ, Hanson P, Labovitz AJ, Madonna DW, Myers J. Guidelines for Clinical Exercise Testing Laboratories. *Circulation* [Internet]. 1995 Feb;91(3):912–21. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.CIR.91.3.912>
2. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2010;95(5):1–26.
3. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, et al. Exercise standards for testing and training: A scientific statement from the American heart association. *Circulation*. 2013 Aug 20;128(8):873–934.
4. Grange CC, Bougenot MP, Gros Lambert A, Tordi N, Rouillon JD. Perceived exertion and rehabilitation with wheelchair ergometer: Comparison between patients with spinal cord injury and healthy subjects. *Spinal Cord*. 2002 Oct 1;40(10):513–8.
5. Tørhaug T, Brurok B, Hoff J, Helgerud J, Leivseth G. Arm crank and wheelchair ergometry produce similar peak oxygen uptake but different work economy values in individuals with spinal cord injury. *BioMed Research International*. 2016;ID 5481843:1–7.
6. Gauthier C, Grangeon M, Ananos L, Brosseau R, Gagnon DH. Quantifying cardiorespiratory responses resulting from speed and slope increments during motorized treadmill propulsion among manual wheelchair users. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2017 Sep 1;60(5):281–8.
7. de Groot S, Vegter RJK, Vuijk C, van Dijk F, Plaggenmarsch C, Sloots M, et al. Wheel-I: Development of a wheelchair propulsion laboratory for rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2014;46(6):493–503.
8. Schrieks IC, Barnes MJ, Hodges LD. Comparison study of treadmill versus arm ergometry. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2011 Jul;31(4):326–31.
9. Hutzler Y. Physical performance of elite wheelchair basketball players in armcranking ergometry and in selected wheeling tasks. *Paraplegia*. 1993;31(4):255–61.
10. Bloemen MAT, de Groot JF, Backx FJG, Westerveld RA, Takken T. Arm cranking versus wheelchair propulsion for testing aerobic fitness in children with spina bifida who are wheelchair dependent. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2015 May 1;47(5):432–7.
11. Boninger ML, Souza AL, Cooper RA, Fitzgerald SG, Koontz AM, Fay BT. Propulsion patterns and pushrim biomechanics in manual wheelchair propulsion. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2002;83(5):718–23.
12. Shimada SD, Robertson RN, Boninger ML, Cooper RA. Department of Veterans Affairs Kinematic characterization of wheelchair propulsion. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 1998;35(2):210–8.
13. Kwarciak AM, Turner JT, Guo L, Richter WM. Comparing handrim biomechanics for treadmill and overground wheelchair propulsion. *Spinal Cord*. 2011 Mar;49(3):457–62.
14. Erdfelder E, FAul F, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*. 2009;41(4):1149–60.

15. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* Second Edition. 2nd ed. New York: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
16. Micromed. *Manual do usuário: ErgoPC Elite Air*. Brasília: Micromed Biotecnologia; 2017.
17. Bruce RA, Blackmon JR, Jones JW, Strait G. Exercising Testing in Adult Normal Subjects and Cardiac Patients. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. 2004;9(3):291–303.
18. Fox SM, Naughton JP. Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Preventive Medicine* [Internet]. 1972;1(1):92–120. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0091743572900795>
19. Åstrand P-O, Ryhming I. A Nomogram for Calculation of Aerobic Capacity (Physical Fitness) From Pulse Rate During Submaximal Work. *Journal of Applied Physiology* [Internet]. 1954 Sep 1;7(2):218–21. Available from: <https://doi.org/10.1152/jappl.1954.7.2.218>
20. Vieira SAA. ERGO1: novo protótipo para condicionamento físico de cadeirantes e paratletas. [Uberlândia]; 2012.
21. Vieira SAA. Interface microprocessada para controle e análise do condicionamento físico utilizando um novo ergômetro para cadeirantes [Internet]. [Uberlândia]; 2017. Available from: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2020.3908>
22. Dotan R, Bar-Or O. Load Optimization for the Wingate Anaerobic Test. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1983;51:409–17.
23. Bar-Or O. The Wingate Anaerobic Test An Update on Methodology, Reliability and Validity. *Leading Article Sports Medicine*. 1987;4:381–94.
24. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [Internet]. 1982 May;14(5):377–81. Available from: <http://journals.lww.com/00005768-198205000-00012>
25. Pescatello LS, Arena R, Riebe D, Thompson PD. *ACSM'S Guidelines for Exercise Testing and Prescription* [Internet]. 9th ed. Baltimore: Wolters Kluwer; Lippincott Williams & Wilkins; 2014. Available from: [www.acsm.org](http://www.acsm.org)
26. Evans CH, White RD. Exercise stress testing for primary care and sports medicine. *Exercise Stress Testing for Primary Care and Sports Medicine*. Springer New York; 2009. 1–420.
27. Hill M, Talbot C, Price M. Predicted maximal heart rate for upper body exercise testing. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2016 Mar 1;36(2):155–8.
28. Franklin BA. Exercise Testing, Training and Arm Ergometry. *Sports Medicine*. 1985;2:100–19.
29. Bergh F, Andrade IL, Ferreira P, Fontes E. Ativação Muscular e Determinação do Limiar de Fadiga Eletromiográfico Durante Teste de Carga Incremental em Cicloergômetro de Braço: um estudo piloto. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*. 2012;2(1):1–11.
30. Bruce RA, McDonough JR. Stress testing in screening for cardiovascular disease. *Bulletin of the New York Academy of Medicine*. 1969;45(12):1288–305.
31. Orr JL, Williamson P, Anderson W, Ross R, McCafferty S, Fettes P. Cardiopulmonary exercise testing: Arm crank vs cycle ergometry. *Anaesthesia*. 2013 May;68(5):497–501.
32. Wicks JR, Sutton JR, Oldridge NB, Jones NL. Comparison of the Electrocardiographic Changes Induced by Maximum Exercise Testing with Treadmill and Cycle Ergometer. *Circulation* [Internet]. 1978;57(6):1066–70. Available from: <http://ahajournals.org>
33. Basset FA, Boulay MR. Treadmill and Cycle Ergometer Tests are Interchangeable to Monitor Triathletes Annual Training. *Journal of Sports Science and Medicine* [Internet]. 2003;2:110–6. Available from: <http://www.jssm.org>
34. Schwade J, Gunnar Blomqvist C, Shapiro W. A comparison of the response to arm and leg work in patients with ischemic heart disease. *American Heart Journal*. 1977;94(2):203–8.
35. Acker J, Martin D. Angina and ST-Segment Depression During Treadmill and Arm Ergometer Testing in Patients with Coronary Artery Disease. *Physical Therapy* [Internet]. 1988;68(2):195–8. Available from: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/68/2/195/2728303>

36. Hawley J, Williams M, Hamling G, Walsh R. Effects of a task-specific warm-up on anaerobic power. *British Journal of Sports Medicine*. 1989;23(4):233–6.
37. Franchini Emerson. Teste anaeróbio de Wingate: conceitos e aplicação. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte (Impresso)*. 2002;1(1):11–27.
38. van der Woude LH v, Veeger HEJ, Dallmeijer AJ, Janssen TWJ, Rozendaal LA. Biomechanics and physiology in active manual wheelchair propulsion 1. *Medical Engineering & Physics* [Internet]. 2001;23:713–33. Available from: [www.elsevier.com/locate/medengphy](http://www.elsevier.com/locate/medengphy)
39. Castañeda-Babarro A, Marqués-Jiménez D, Calleja-González J, Viribay A, León-Guereño P, Mielgo-Ayuso J. Effect of listening to music on wingate anaerobic test performance. A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020 Jun 1;17(12):1–19.
40. Kasser IS, Bruce RA. Comparative Effects of Aging and Coronary Heart Disease on Submaximal and Maximal Exercise. *Circulation*. 1969;39:759–74.
41. Balady GJ, Larson MG, Vasan RS, Leip EP, O'Donnell CJ, Levy D. Usefulness of exercise testing in the prediction of coronary disease risk among asymptomatic persons as a function of the Framingham risk score. *Circulation*. 2004 Oct 5;110(14):1920–5.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Eliece Helena Santos Araújo. **Acessibilidade e inclusão de pessoa com deficiência na faculdade de direito da UFBA**. 2015. Dissertação (Mestrado em Estudos Interdisciplinares sobre a Universidade) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/20772/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O-ELIECE%20HELENA%20SANTOS%20ARAUJO%202.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2020.

BAR-OR, Oded. The Wingate Anaerobic Test An Update on Methodology, Reliability and Validity. **Leading Article Sports Medicine**, Auckland, v. 4, n. 6, p. 381-394, Nov./Dec. 1987. <https://doi.org/10.2165/00007256-198704060-00001>

BORG, Gunnar Anders Valdemar. **Physical performance and perceived exertion**. Lund: E. Munksgaard, 1962. (Studia Psychologica et Paedagogica. Series altera, 11).

BORG, Gunnar Anders Valdemar. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 14, n. 5, p. 377-381, May 1982. <https://doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>

BRASIL. Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, [...], e dá outras providências. **Diário Oficial da União, Brasília, DF**, 3 dez. 2004. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm). Acesso em: 10 jul. 2020.

BRASIL. Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. **Diário Oficial da União, Brasília, DF**, 20 dez. 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L10098.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10098.htm). Acesso em: 10 jul. 2020.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). **Diário Oficial da União, Brasília, DF**, 7 jul. 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm). Acesso em: 10 jul. 2020.

BRUCE, Robert A.; McDONOUGH, John R. Stress testing in screening for cardiovascular disease. **Bulletin of the New York Academy of Medicine**, New York, v. 45, n. 12, p. 1288-1305, Dec. 1969.

CHALELA, William Azem; MOFFA, Paulo Jorge. Teste ergométrico. *In*: NEGRÃO, Carlos Eduardo; BARRETTO, Antônio Carlos Pereira; BRANDÃO, Maria Urbana Pinto. **Cardiologia do exercício: do atleta do cardiopata**. 3. ed. Barueri: Manole, 2010. cap. 11.

COELHO, Bruna. Inclusão é direito: as principais leis de acessibilidade no Brasil. *In: HUGO. Hand Talk*. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://blog.handtalk.me/leis-de-acessibilidade/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

CUBIDES, Gina Lizette Anyull Salgado. **Análise de um sistema de geração de resistência eletromagnético utilizado em um ergômetro para cadeirantes**. 2009. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14871/1/Diss%20Gina.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2020.

EVANS, Corey H.; WHITE, Russell D. (ed.). **Exercise Testing for Primary Care and Sports Medicine Physicians**. New York: Springer, 2009. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-76597-6>

FLETCHER, Gerald F.; ADES, Philip A.; KLIGFIELD, Paul; ARENA, Ross; BALADY, Gary J.; BITTNER, Vera A.; COKE, Lola A.; FLEG, Jerome L.; FORMAN, Daniel E.; GERBER, Thomas C.; GULATI, Martha; MADAN, Kushal; RHODES, Jonathan; THOMPSON, Paul D.; WILLIAMS, Mark A. Exercise standards for testing and training: A scientific statement from the American heart association. **Circulation**, Hagerstown, v. 128, n. 8, p. :873-934, Aug. 2013. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31829b5b44>

GOOSEY-TOLFREY, Victoria Louise; LEICHT, Christof Andreas. Field-Based Physiological Testing of Wheelchair Athletes. **Sports Medicine**, Auckland, v. 43, n. 2, p. 77-91, Feb. 2013. <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0009-6>

IBGE. **Censo 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: 10 jul. 2020.

JONES, Norman L. **Clinical exercise testing**. Philadelphia: W. B. Saunders Co., 1975.

KARVONEN, Marti J.; KENTALA, Erkki S. H.; MUSTALA, O. O. The effects of training on heart rate: a "longitudinal" study. **Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae**, Helsinki, v. 35, n. 3, p. 307-315, 1957.

KASSER, Irwin S.; BRUCE, Robert A. Comparative effects of aging and coronary heart disease on submaximal and maximal exercise. **Circulation**, Hagerstown, v. 39, n. 6, p. 759-774, 1969. doi:10.1161/01.cir.39.6.759

McARDLE, William D.; KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L. **Exercise physiology**. Energy, nutrition and human performance. 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2001.

MENEGHELO, Romeu Sérgio; ARAÚJO, Cláudio Gil Soares; STEIN, Ricardo; MASTROCOLLA, Luiz Eduardo; ALBUQUERQUE, Pedro Ferreira; SERRA, Salvador Manuel. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 95, n. 5, supl. 1, p. 1-26, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2010000800001>.

MIRVIS, David M.; GOLDBERGER, Ary L. Eletrocardiografia. *In*: BONOW, Robert O.; MANN, Douglas L.; ZIPES, Douglas P.; LIBBY, Peter. **Braunwald**: tratado de doenças cardiovasculares. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. cap. 13, p. 133-177.

MYERS, Jonathan; GOPALAN, Ramya; SHAHOUMIAN, Troy; KIRATLI, Jenny. Effects of customized risk reduction program on cardiovascular risk in males with spinal cord injury. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, [Washington], v. 49, n. 9, p. 1355-1364, 2012. doi:10.1682/jrrd.2011.11.0215

NOONAN, Vanessa; DEAN, Elizabeth. Submaximal Exercise Testing: Clinical Application and Interpretation. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 80, n. 8, p. 782-807, Aug. 2000. <https://doi.org/10.1093/ptj/80.8.782>

NYSTORIAK, Matthew A.; BHATNAGAR, Aruni. Cardiovascular Effects and Benefits of Exercise. **Frontiers in Cardiovascular Medicine**, Lausanne, v. 5, p. 135, 2018. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2018.00135>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração dos direitos das pessoas deficientes**. [Genebra]: ONU, 1975. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/dec\\_def.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/dec_def.pdf). Acesso em: 10 jul. 2020.

PROTOCOLO de Bruce. *In*: SCARPELLINI, Ennio da Silveira. **Atendimentos particulares**: reabilitação cardiovascular. [S. l.], 2012. Disponível em: [https://ennio55.files.wordpress.com/2012/03/slide\\_94.jpg](https://ennio55.files.wordpress.com/2012/03/slide_94.jpg). Acesso em: 2 jun. 2020.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. **Revista Nacional de Reabilitação (Reação)**, São Paulo, ano 12, p. 10-16, mar./abr. 2009.

SIMÕES, André; ATHIAS, Leonardo; BOTELHO, Luanda (org.). **Panorama nacional e internacional da produção de indicadores sociais**: grupos populacionais específicos e uso do tempo. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. (Estudos e Análises. Informação Demográfica e Socioeconômica, n. 6). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101562.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2020.

SHAH, Benoy Nalin. On the 50th anniversary of the first description of a multistage exercise treadmill test: re-visiting the birth of the 'Bruce protocol'. **Heart**, London, v. 99, n. 24, p. 1793-1794, Dec. 2013. doi:10.1136/heartjnl-2013-304003

TANAKA, Hirofumi; MONAHAN, Kevin D.; SEALS, Douglas R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **Journal of the American College of Cardiology**, [New York], v. 37, n. 1, p. 153-156, Jan. 2001. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01054-8)



TIBANA, Ramires Alsamir; SOUSA, Nuno Manuel Frade de; PRESTES, Jonato; NASCIMENTO, Dahan da Cunha; ERNESTO, Carlos; FALK NETO, João Henrique; KENNEDY, Michael; VOLTARELLI, Fabrício Azevedo. Is Perceived Exertion a Useful Indicator of the Metabolic and Cardiovascular Responses to a Metabolic Conditioning Session of Functional Fitness? **Sports**, Basel, v. 7, n. 7, p. 161, July 2019. doi:10.3390/sports7070161

TØRHAUG, Tom; BRUROK, Berit; HOFF, Jan; HELGERUD, Jan; LEIVSETH, Gunnar. Arm crank and wheelchair ergometry produce similar peak oxygen uptake but different work economy values in individuals with spinal cord injury. **Biomed Research International**, New York, ID 5481843, p. 1-7, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/5481843>

TSANG, KaLai; HIREMATH, Shivayogi; CRYTZER, Theresa M.; DICIANNO, Brad E.; DING, Dan. Validity of activity monitors in wheelchair users: A systematic review. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, [Washington], v. 53, n. 6, p. 641-658, 2016. doi: 10.1682/JRRD.2016.01.0006.

UCHIDA, Augusto Hiroshi; MOFFA, Paula; STORTI, Fernanda Coutinho. Aspectos básicos da ergometria contemporânea. **Revista de Medicina**, São Paulo, v. 88, n. 1, p. 1-6, jan./mar. 2009.

UCHIDA, Augusto Hiroshi; MURAD NETO, Alexandre; CHALELA, William Azem (ed.). **Ergometria: teoria e prática**. 1. ed. Barueri: Manole, 2013. <https://doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v88i1p1-6>

VERSCHUREN, Olaf; ZWINKELS, Maremka; KETELAAR, Marjolijn; REIJNDERS-VAN SON, Femke; TAKKEN, Tim. Reproducibility and Validity of the 10-Meter Shuttle Ride Test in Wheelchair-Using Children and Adolescents With Cerebral Palsy. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 93, n. 7, p. 967-974, July 2013. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120513>

VIEIRA, Sérgio Augusto Albino. **ERGO1: novo protótipo para condicionamento físico de cadeirantes e paratletas**. 2012. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/18202/1/ERGO1NovoPrototipo.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2020.

VIEIRA, Sérgio Augusto Albino. **Interface microprocessada para controle e análise do condicionamento físico utilizando um novo ergômetro para cadeirantes**. 2017. 279 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

VIRTUAL EXPO GROUP. **Medial Expo**. [S. l.]: Virtual Expo Group, 2020. Disponível em: <https://www.medicalexpo.com/pt/prod/emotion-fitness/product-68359-721355.html>. Acesso em: 4 jun. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World Report on Disability**. Geneva: WHO, 2011. Disponível em: <http://www.who.int/about/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Wheelchair service training package for managers**. Trainer's Manual. Geneva: WHO, 2015. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/246227>. Acesso em: 10 jul. 2020.

## APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Instrumento de Coleta de Dados			
<b>nº:</b>			
<b>Sexo:</b>	<b>Raça:</b>	<b>DN:</b>	
<b>Idade:</b>			
<b>Peso:</b>	Kg	<b>Altura:</b>	m
<b>IMC:</b>	Kg/m <sup>2</sup>		
<b>Comorbidades:</b>			
<b>Diabetes:</b>	Sim ( ) Não ( )	<b>DAC familiar:</b>	Sim ( ) Não ( )
<b>Dislipidemia:</b>	Sim ( ) Não ( )	<b>Tabagismo:</b>	Sim ( ) Não ( )
<b>IAM prévio:</b>	Sim ( ) Não ( )	<b>HAS :</b>	Sim ( ) Não ( )
<b>Artrose:</b>	Sim ( ) Não ( )	<b>AVC prévio:</b>	Sim ( ) Não ( )
<b>Medicações:</b> Sim ( ) Não ( ) Quais: _____			
<b>Atividade física:</b>		<b>Data do primeiro teste:</b> / /	
Sim ( ) Não ( )		Esteira convencional ( )      Cicloergômetro ( )	
		Anotações: _____	
Aeróbica: Sim ( ) Não ( )		<b>Data do segundo teste:</b> / /	
Anaeróbica: Sim ( ) Não ( )		Esteira convencional ( )      Cicloergômetro ( )	
<b>Frequência: (Nº x/ semana)</b>		Anotações: _____	
Menos 3x/sem <input type="checkbox"/>			
Mais 3x/sem <input type="checkbox"/>			
Espaço reservado para anotações adicionais:			
*Observação:			
Os dados coletados durante os testes serão simultaneamente lançados no <i>software</i> do aparelho ErgoPC Elite Air para registro e posterior análise.			

## APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa VALIDAÇÃO DO TESTE DE ESFORÇO UTILIZANDO UM PROTÓTIPO DE CADEIRA DE RODAS ERGOMÉTRICA, sob a responsabilidade dos pesquisadores Cleudmar Amaral do Araújo vinculado à Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e à Faculdade de Engenharia Mecânica da UFU, Fernando Roberto De Fazzio, mestrando matriculado no curso de pós graduação em ciências da saúde da UFU e o médico Guilherme Antônio Martins Boareto.

Nesta pesquisa nós estamos buscando validar um protótipo de um cicloergômetro, ou seja, uma cadeira de rodas, dedicado às pessoas com mobilidade reduzida, ou seja, que respeite o gesto motor executado pelos cadeirantes durante a propulsão dos aros das suas cadeiras de rodas de uso habitual.

Serão analisadas medidas de dados vitais (batimento cardíaco, por exemplo) e sinais elétricos do coração adquiridos durante testes ergométricos (TE) realizados na esteira convencional e no protótipo da cadeira de rodas ergométrica.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador Fernando Roberto De Fazzio tratando-se de uma pesquisa a ser realizada no Ginásio “Arena Sabiazinho” onde coletaremos as informações através dos testes para a realização do estudo. Uma vez aplicado o termo e as dúvidas iniciais forem esclarecidas, o participante terá o tempo que julgar adequado para que possa refletir, consultando, se necessário, seus familiares ou outras pessoas que possam ajudá-los na tomada de decisão livre e esclarecida.

Na sua participação você irá realizar os TE em dois dias diferentes. O tempo de teste será de no máximo 30 minutos e cada voluntário terá no máximo duas (2) chances de realizar o procedimento, sendo que caso uma chance for anulada, a próxima tentativa será precedida de um descanso de 30 minutos ou mais, caso o participante considere necessário.

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 na pesquisa.

Tanto os custos com transportes (idas e voltas), até o local da realização dos testes ou consultas, alimentação do participante e de familiares e/ou acompanhantes, ou quaisquer outros gastos, caso se façam necessários, serão arcados, em sua totalidade, pela equipe pesquisadora.

Você também terá total acompanhamento de assistência física, mental e social durante e após a pesquisa além de que respeitaremos e cumprimos todos os direitos, inclusive de indenização diante de danos, se houverem, decorrentes da pesquisa.

Os riscos da tricotomia (cortar os pelos) caso necessária para colocação dos eletrodos cutâneos para a captação do sinal do eletrocardiograma, que é uma informação emitida pelo coração que não causa dor ou desconforto, serão minimizados em função da mesma ser feita utilizando-se barbeador elétrico. Não tendo contato com sangue ou secreções e não serão utilizando lâmina. Não há riscos para os voluntários, nem de lesões nem de contaminações. Além da possível tricotomia por ser necessária a realização da limpeza da pele com álcool 70%, visando retirar a oleosidade e/ou qualquer elemento que possa interferir nos resultados e diminuição da impedância elétrica da pele. Durante os testes, os riscos de complicações descritas na literatura e aceitas, relacionadas ao procedimento, é de 1:10.000 testes (infarto ou morte) e depende das características da população submetida ao exame. O método eletrocardiográfico selecionado para a coleta de dados, que consiste no posicionamento de eletrodos na

superfície da pele do tórax não é um procedimento invasivo, o exame mensura a atividade elétrica emanada do músculo cardíaco em atividade (durante a contração e o relaxamento), portanto, não causa riscos ou desconforto ao voluntário. Além disso, a coleta de dados será realizada por pesquisadores com experiência no manejo dos equipamentos, portanto, todas as medidas possíveis para evitar qualquer tipo de risco eventual serão tomadas pelos pesquisadores. Outros riscos previsíveis para esta pesquisa dizem respeito à identificação dos candidatos, que será extremamente controlada, uma vez que somente os pesquisadores terão acesso aos dados completos. Para a exposição da pesquisa à comunidade estes voluntários serão apresentados em forma de números.

Os benefícios, vão desde o científico, individual e social, pois este trabalho virá a acrescentar e a proporcionar aos estudiosos uma análise mais aprofundada a cerca desta temática. O benefício individual é que os voluntários terão acesso aos seus resultados, tendo assim realizado uma forma de estratificação de risco cardiovascular. Finalmente o benefício social advém do fato de que o desenvolvimento de um novo equipamento servirá de ferramenta futura para promoção de saúde e prevenção de agravos cardiovasculares em um grupo de pacientes até então, praticamente, excluídos da possibilidade de realizar tal avaliação devido suas limitações físicas.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para a retirada dos seus dados da pesquisa.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Em caso de qualquer dúvida ou reclamação a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com o Prof. Dr. Cleudmar Amaral de Araújo (34) 32394084 vinculado à Universidade Federal de Uberlândia e à Faculdade de Engenharia Mecânica. Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – 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) 3239-4131. O CEP é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde

Uberlândia, ..... de .....de 2020.

---

Assinatura do(s) pesquisador(es)

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

---

Participante da pesquisa



## ANEXO A – PARECER DO CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** VALIDAÇÃO DO TESTE DE ESFORÇO UTILIZANDO UM PROTÓTIPO CADEIRA DE RODAS ERGOMÉTRICA

**Pesquisador:** Cleudmar Amaral de Araújo

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 20432719.3.0000.5152

**Instituição Proponente:** Faculdade de Engenharia Mecânica

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.076.951

#### **Apresentação do Projeto:**

Trata-se de análise de respostas que os pesquisadores apresentaram às pendências apontadas no parecer consubstanciado número 3.806.899, de 22 de Janeiro de 2020.

Segundo dados do censo demográfico do IBGE de 2010, aproximadamente 45 milhões de brasileiros apresentam algum grau de deficiência. Desse contingente, quase 13 milhões declararam apresentar deficiência grave, seja ela motora, visual, auditiva ou mental; estimando-se 6,8% da população naquele período. Para Sasaki (2004) o paradigma da inclusão social consiste em tornar a sociedade um lugar viável para a convivência entre pessoas de todos os tipos e condições na realização de seus direitos, necessidades e potencialidades. Além disso, a maior causa de morbidade e mortalidade na população com lesão na medula é a doença coronariana, cujo principal fator de risco é a inatividade física (Hicks et al., 2003). A avaliação cardiovascular é o principal meio para diagnosticar doenças relacionadas ao coração.

A questão principal na avaliação do condicionamento físico ou monitoramento dos sinais biológicos, como por exemplo, em uma avaliação cardiorrespiratória é que não existem equipamentos dedicados, e que respeitam o gesto motor do cadeirante, para efetivamente avaliar doenças de pessoas com deficiência. Além disso, testes convencionais que utilizam esteiras são impraticáveis para pessoas com mobilidade reduzida. A proposta deste trabalho é avaliar um

**Endereço:** Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica  
**Bairro:** Santa Mônica **CEP:** 38.408-144  
**UF:** MG **Município:** UBERLÂNDIA  
**Telefone:** (34)3239-4131 **Fax:** (34)3239-4131 **E-mail:** cep@propp.ufu.br



Continuação do Parecer: 4.076.951

equipamento projetado para a realização de teste de esforço em cadeirantes ou pessoas com mobilidade reduzida. O equipamento utiliza como referência para esforço uma cadeira de rodas com diversas regulagens e sistema de monitoramento de parâmetros cardiológicos.

**Objetivo da Pesquisa:**

**OBJETIVO GERAL**

O objetivo do trabalho é descrever e avaliar todos os parâmetros cardiológicos em um teste de esforço comparando testes realizados em uma esteira convencional com testes realizados em um protótipo de cadeira de rodas ergométrica. A proposta é validar este equipamento quanto à sua caracterização, análise e sinais avaliados em ambos os equipamentos. A proposta é validar o protótipo de cadeira de rodas ergométrica para teste de esforço, respeitando o gesto motor de um cadeirante normalmente realizado durante movimentação de uma cadeira de rodas através da propulsão aplicada aos aros. No entanto, este equipamento poderá ser utilizado por pessoas com mobilidade reduzida ou mesmo pessoas sem deficiência que não se sintam confortáveis para a realização de testes de esforço em uma esteira. A validação, nesta fase inicial, será aplicada para pessoas sem deficiência e, na sequência, será otimizada e validada para cadeirantes e pessoas com mobilidade reduzida.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo os pesquisadores:

**RISCOS**

Há riscos baixos de acidentes durante a realização do teste ergométrico ou lesões articulares, osteomusculares e em tendões, e para minimizar ainda mais esses riscos serão feitos alongamentos e aquecimento antes dos testes. 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 24 no lugar do nome dos participantes para que os mesmos não sejam identificados. E mesmo que com essas medidas para minimizar o risco de identificação esse risco existe. Caso haja algum acidente durante a execução dos movimentos e/ou caso de lesões identificadas após a execução do movimento, seja no próprio dia da coleta de dados, no treinamento ou dias depois, o participante será encaminhado a um médico da rede particular e todas as despesas serão custeadas pela pesquisa.

**Endereço:** Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica  
**Bairro:** Santa Mônica **CEP:** 38.408-144  
**UF:** MG **Município:** UBERLÂNDIA  
**Telefone:** (34)3239-4131 **Fax:** (34)3239-4131 **E-mail:** cep@propp.ufu.br



Continuação do Parecer: 4.076.951

## BENEFÍCIOS

Benefícios virão da validação de um dispositivo que será aplicado como ferramenta de promoção de saúde e prevenção de agravos cardiovasculares.

### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa apresenta relevância social e acadêmica.

### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

São apresentados:

- 1- PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1395828.pdf
- 2- Pendencias\_apontadas\_pela\_CONEP.docx
- 3- TCLE\_corrigeo\_con2.doc

### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

As pendências apontadas no parecer consubstanciado número 3.806.899, de 22 de Janeiro de 2020, foram atendidas.

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12, o CEP manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

Data para entrega de Relatório Final ao CEP/UFU: Imediatamente após o término da pesquisa.

\* Tolerância máxima de 06 meses para atraso na entrega do relatório final.

### **Considerações Finais a critério do CEP:**

OBS.: O CEP/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEP PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

O CEP/UFU lembra que:

- a- segundo a Resolução 466/12, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo sujeito de pesquisa.
- b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e

**Endereço:** Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica  
**Bairro:** Santa Mônica **CEP:** 38.408-144  
**UF:** MG **Município:** UBERLÂNDIA  
**Telefone:** (34)3239-4131 **Fax:** (34)3239-4131 **E-mail:** cep@propp.ufu.br





Continuação do Parecer: 4.076.951

documentação pertinente ao projeto.

c- a aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFU dá-se em decorrência do atendimento a Resolução CNS 466/12, não implicando na qualidade científica do mesmo.

Orientações ao pesquisador :

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 466/12 ) e deve receber uma via original do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado.
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS 466/12), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS 466/12). É papel de o pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res.251/97, item III.2.e).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situaçã
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1395828.pdf	26/05/2020 14:45:04		Aceito
Outros	Pendencias_apontadas_pela_CONEP.docx	26/05/2020 14:44:37	Cleudmar Amaral de Araújo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TCLE_corrigido_con2.doc	26/05/2020 09:39:29	Cleudmar Amaral de Araújo	Aceito

**Endereço:** Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica  
**Bairro:** Santa Mônica **CEP:** 38.408-144  
**UF:** MG **Município:** UBERLÂNDIA  
**Telefone:** (34)3239-4131 **Fax:** (34)3239-4131 **E-mail:** cep@propp.ufu.br



Continuação do Parecer: 4.076.951

Ausência	TCLE_corrigido_con2.doc	26/05/2020 09:39:29	Cleudmar Amaral de Araújo	Aceito
Brochura Pesquisa	brochura_pesquisa_con.doc	14/10/2019 15:13:26	Cleudmar Amaral de Araújo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado_con.doc	14/10/2019 15:12:13	Cleudmar Amaral de Araújo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_cop_UFU_carimbo.pdf	09/09/2019 14:52:04	Cleudmar Amaral de Araújo	Aceito
Declaração de Pesquisadores	termo_compromisso_equipe.pdf	22/08/2019 14:50:20	Cleudmar Amaral de Araújo	Aceito
Outros	Instrumento_coleta_dados.docx	20/08/2019 08:36:44	Cleudmar Amaral de Araújo	Aceito
Outros	Curriculo_Pesquisadores.doc	20/08/2019 08:33:13	Cleudmar Amaral de Araújo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_coparticipante_cintesp.pdf	08/08/2019 14:26:12	Cleudmar Amaral de Araújo	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	19/07/2019 09:29:57	Cleudmar Amaral de Araújo	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

UBERLANDIA, 08 de Junho de 2020

---

**Assinado por:**  
**Karine Rezende de Oliveira**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica  
**Bairro:** Santa Mônica **CEP:** 38.408-144  
**UF:** MG **Município:** UBERLANDIA  
**Telefone:** (34)3239-4131 **Fax:** (34)3239-4131 **E-mail:** cep@propp.ufu.br