



**PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO FÍSICA UPE/UFPB  
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**



**ALDO NEVES DA SILVA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM CICLOERGÔMETRO PARA AVALIAÇÃO DE  
PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS DURANTE O TESTE MÁXIMO DE  
EXERCÍCIO FÍSICO**

Orientador: *Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos*

Co-orientadora: *Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Socorro Brasileiro Santos*

**João Pessoa- PB, 2021**

ALDO NEVES DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM CICLOERGÔMETRO PARA AVALIAÇÃO DE  
PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS DURANTE O TESTE MÁXIMO DE  
EXERCÍCIO FÍSICO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB, como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Educação Física

*Área de Concentração: Saúde e Desempenho Humano*  
*Linha de Pesquisa: Exercício Físico na Saúde e na Doença*

Orientador: *Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos*

Co-orientadora: *Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria do Socorro Brasileiro Santos*

João Pessoa-PB, 2021

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S586d Silva, Aldo Neves da.

Desenvolvimento de um cicloergômetro para avaliação de parâmetros ecocardiográficos durante o teste máximo de exercício físico / Aldo Neves da Silva. - João Pessoa, 2021.

64 f. : il.

Orientação: Amilton da Cruz Santos.

Coorientação: Maria do Socorro Brasileiro Santos.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCS.

1. Ecocardiograma. 2. Cicloergômetro. 3. Teste máximo de esforço físico. 4. Eletrocardiograma. I. Santos, Amilton da Cruz. II. Santos, Maria do Socorro Brasileiro. III. Título.

UFPB/BC

CDU 616.12(043)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UPE-UFPB**  
**CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

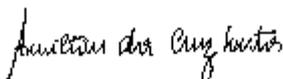
A Dissertação **Desenvolvimento de um cicloergômetro para avaliação de parâmetros ecocardiográficos durante o teste máximo de exercício físico.**

Elaborada por Aldo Neves da Silva

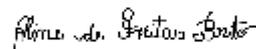
Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovada para obtenção do título de MESTRE EM EDUCAÇÃO FÍSICA na Área de Concentração: Saúde, Movimento e Desempenho Humano.

João Pessoa, 27 de janeiro de 2021

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos  
(UFPB) - Presidente da Sessão



Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Aline de Freitas Brito  
(UPE) - Membro Interno



Prof. Dr. Raphael Mendes Ritti Dias  
(UNINOVE) – Membro Externo

***Dedicatória***

---

## **DEDICATÓRIA**

Esta vitória eu dedico aos Pais (Antônio Francisco da Silva – em memória e Giselda Neves da Silva) e a minha esposa (Cacilene Cristina da Silva). Meu Pai, mesmo diante de todas as dificuldades que a vida o impôs foi capaz de construir uma família com 5 filhos, que hoje são pessoas dignas das quais ele se orgulhava a cada menção em conversas com amigos e familiares. A minha Mãe é sinônimo de doçura, calma e paciência, literalmente um anjo em nossas vidas. A minha esposa é a principal incentivadora dessa jornada, aquela que acredita mais em mim do que eu mesmo, e que com base em todo o amor que nós cultivamos a cada dia, nos conduz a novos horizontes.

***Agradecimientos***

---

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por toda força que tem me dado nessa caminhada, mesmo eu sendo uma pessoa de pouca fé. Ele é infinito em sua bondade.

Aos meus Pais, pessoas que me educaram para a vida e me mostraram que o respeito é a chave que abre todas as portas.

À minha esposa, que me incentivou a correr atrás de objetivos dos quais eu não acreditava ser capaz de conquistar, e juntos estamos aprendendo que o impossível é apenas uma palavra do dicionário.

Aos meus irmãos, Ana Paula, Amanda Cássia, Alexandre Francisco e Afonso Neves, a minha tia Vivi e tia Landa e a minha sogra D. Celeste, pelo fato de torcerem pelas minhas vitórias.

Agradeço aos meus orientadores: Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos e a Profª Drª Maria do Socorro Brasileiro Santos por toda dedicação em nos ensinar, cumprindo com maestria o papel de exercer a mais nobre de todas as profissões. O Professor Amilton (como chamamos no Laboratório de Estudos do Treinamento Físico aplicado a Saúde - LETFAS) traz toda a sua experiência/conhecimento para as reuniões de laboratório, e com uma simplicidade categórica, nos mostra o caminho a ser seguido. A Professora Socorro é uma Mãe para nós (membros do laboratório), me senti acolhido desde o primeiro dia em que visitei o LETFAS. Particularmente, palavras não conseguem descrever a admiração, o respeito e a gratidão que tenho por vocês.

Agradeço a todos os membros do LETFAS, vocês contribuíram muito com cada aprendizado neste período, desde uma conversa informal até as participações nas atividades acadêmicas. A experiência adquirida com a pluralidade do nosso laboratório é enriquecedora. De todo modo, preciso pontuar alguns nomes: Fábio Tiago, que me convidou para conhecer o laboratório e me apresentou aos Professores; Aline Rabay, que foi minha Professora durante a graduação e desde o início disse que eu seria um “aluno de mestrado”, ao Professor Sidney Pinheiro, por toda confiança, aos alunos Davi Leão, Pedro Jr. e Fabiano Lima, pela companhia e força nas idas à Recife-PE e durante toda a caminhada, vocês se tornaram meus amigos.

Agradeço ao Cardiologista Rômulo Leal, que se insere no grupo de amigos que eu citei anteriormente, mas também por toda disposição em colaborar com o estudo desenvolvido. Caro Rômulo, você é um ser humano incrível.

Aos professores do PAPGEF, pois não é possível mensurar as contribuições acadêmicas que eles nos trazem a cada aula, banca, ou conversa informal.

Aos colegas do PAPGEF, pessoas de todas as classes, credos e cores que engrandecem a nossa formação e fortalecem a nossa forma de ver o mundo. A interação do programa é fundamental nesse processo.

Aos funcionários da UFPB, em especial ao secretário Ricardo, um ser humano extremamente competente, que exerce a sua função com maestria.

Agradeço profundamente aos professores que se dispuseram a participar das etapas de avaliação dessa dissertação, nas etapas de qualificação, pré-banca e banca, bem como, aos professores e professoras que ficaram como suplentes de todas essas etapas.

Não poderia de forma alguma deixar de agradecer com muito carinho aos voluntários desta pesquisa, a ciência se faz presente por meio dessas contribuições. Obrigado, de coração.

Agradeço a Universidade Federal da Paraíba por todo suporte físico e financeiro. Por fim, agradeço o suporte financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

***Epígrafe***

---

*“É preciso amar as pessoas como se não houvesse amanhã” (Renato Russo)*

***Listas***

---

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ciclo maca para ECOSTRESS Imbramed .....	27
<b>Figura 2.</b> Desenho esquemático do cicloergômetro .....	40
<b>Figura 3.</b> Foto demonstrando o acoplamento da roda do cicloergômetro ao rolo de treinamento para bike <i>indoor</i> (Modelo: Bushido Smart T2300).....	42
<b>Figura 4.</b> Registro do perfil de Potência x Tempo, durante os testes de carga estável 50 e 100 Watts, 60 rpm e carga incremental 30, 60, 90 e 120 Watts, 60 rpm .....	45
<b>Figura 5.</b> Registro do eletrocardiograma de repouso e durante o teste máximo de esforço físico nas derivações CM5, DII e V2 .....	48
<b>Figura 6.</b> Registro do ecocardiograma de repouso e durante o teste máximo de esforço físico e no pico do esforço nas janelas apicais .....	49
<b>Figura 7 -</b> Foto demonstrando o cicloergômetro em sua versão final e durante um teste de exercício máximo. ....	52

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Dados gerais da amostra .....	38
<b>Tabela 2.</b> Descrição dos materiais utilizados na construção do cicloergômetro .....	41
<b>Tabela 3.</b> Dados da FC dos pacientes: FCrepouso; FCMáx prevista; FCMáx durante o teste .....	46

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ECG**, Eletrocardiograma

**EDTMEF**, Ecocardiograma Durante o Teste Máximo de Exercício Físico

**LETFAS**, Laboratório de Estudos do Treinamento Físico aplicado a Saúde

**STE**, Speckle Tracking Ecocardiográfico

**TMEF**, Teste Máximo de Exercício Físico

**FC**, Frequência Cardíaca

**PA**, Pressão Arterial

**PAD**, Pressão Arterial Diastólica

**PAS**, Pressão Arterial Sistólica

**FEVE**, Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo

**UFPB**, Universidade Federal da Paraíba

**IMC**, Índice de Massa Corpórea

**BPM**, Batimentos Por Minuto

***Resumo***

---

## RESUMO

**Introdução:** Exames não-invasivos para a detecção de doenças coronarianas como a isquemia do miocárdio são rotineiramente utilizados no mundo e aqui no Brasil. Sob esse prisma, o ecocardiograma realizado durante o teste de esforço máximo possui uma ótima relação custo-efetividade, no entanto, para a sua realização é necessário um cicloergômetro que possa ser ajustado de modo que o paciente fique em posição supina, para que assim, o ecocardiografista consiga fazer a aquisição das imagens durante todas as fases do teste. **Objetivos:** Construir um cicloergômetro de baixo custo que possa ser aplicado na avaliação de parâmetros ecocardiográficos durante o teste máximo de exercício físico, bem como avaliar a qualidade desses parâmetros. **Métodos:** Utilizou-se o software CAD Solid Works para Windows versão 2018 para formatar o projeto da base do cicloergômetro, como também para esquematizar a montagem e o funcionamento do sistema de transmissão. Em seguida, iniciou-se a construção propriamente dita do cicloergômetro, enfatizando a utilização de materiais alternativos, mas que proporcionariam conforto, estabilidade e segurança para os pacientes durante o teste. Após a produção, um rolo de treinamento para bike, modelo Bushido Smart T2300 foi acoplado ao cicloergômetro. Para a avaliação do cicloergômetro foi realizado o teste de carga estável (50 e 100 Watts) durante 10 minutos cada carga, e teste incremental (30, 60, 90 e 120 Watts) durante 3 minutos cada carga, ambos os testes com cadência de 60 ciclos por minuto. Registros eletrocardiográficos e imagens ecocardiográficas foram obtidas em 11 indivíduos (8 homens e 3 mulheres), com idade média de  $46,6 \pm 7,7$  e IMC de  $29,2 \pm 4,03$ , sem comorbidades cardiovasculares ou osteomioarticulares. **Resultados:** O cicloergômetro apresentou boa resposta para o teste de carga estável e incremental, demonstrando a capacidade do equipamento para realizar exames onde o exercício é o agente estressor. Oitenta e dois por cento dos testes foram bem-sucedidos e a média da FC máxima atingida nos testes foi de  $152 \pm 15$  bpm, para uma previsão média de  $174 \pm 9$  bpm. Isso representou um esforço de 89% do estimado. O traçado eletrocardiográfico apresentou boa qualidade, sem apresentar qualquer dificuldade para sua avaliação ou diagnóstico. As imagens do ecocardiograma foram de excelente qualidade permitindo um diagnóstico dos parâmetros em todas as janelas avaliadas sem dificuldades. **Conclusão:** neste estudo podemos demonstrar que o cicloergômetro construído e avaliado, apesar de sua construção simples e de baixo custo, mostrou-se útil e adequado para realizar o ecocardiograma durante o teste máximo de exercício físico, preenchendo uma lacuna no comércio de equipamentos médicos, como também atendendo plenamente aos objetivos do LETFAS de contribuir para a ciência com o avanço de suas pesquisas na linha do exercício na saúde e nas doenças.

**Palavras-chave:** Cicloergômetro; Teste Máximo de Esforço Físico; Ecocardiograma; Eletrocardiograma.

***Abstract***

---

## ABSTRACT

**Introduction:** Noninvasive tests for the detection of coronary diseases such as myocardial ischemia are routinely used in the world and here in Brazil. In this light, the echocardiogram performed during the maximal stress test has an excellent cost-effectiveness ratio, however, for its performance, a cycle ergometer is necessary that can be adjusted so that the patient is in the supine position, so that, the echocardiographer is able to acquire the images during all phases of the test.

**Objectives:** To build a low cost cycle ergometer that can be applied in the evaluation of echocardiographic parameters during the maximum exercise test, as well as to evaluate the quality of these parameters.

**Methods:** CAD Solid Works software for Windows version 2018 was used to format the design of the base of the cycle ergometer, as well as to outline the assembly and operation of the transmission system. Then, the construction of the cycle ergometer began, emphasizing the use of alternative materials, but which would provide comfort, stability and safety for patients during the test. After production, a Bushido Smart T2300 bike training roller was attached to the cycle ergometer. For the evaluation of the cycle ergometer, a stable load test (50 and 100 Watts) was performed for 10 minutes each load, and an incremental test (30, 60, 90 and 120 Watts) for 3 minutes each load, both tests with a cadence of 60 cycles per minute. Electrocardiographic records and echocardiographic images were obtained in 11 individuals (8 men and 3 women), with a mean age of  $46,6 \pm 7,7$  years and a BMI of  $29,2 \pm 4,03 \text{Kg} / \text{m}^2$ , without cardiovascular or osteomioarticular comorbidities.

**Results:** The cycle ergometer showed a good response to the stable and incremental load test, demonstrating the equipment's capacity to perform exams where exercise is the stressor. Eighty-two percent of the tests were successful and the average maximum HR achieved in the tests was  $152 \pm 15$  bpm, for an average forecast of  $174 \pm 9$  bpm. This represented an effort of 89% of the estimated. The electrocardiographic tracing showed good quality, without any difficulty for its evaluation or diagnosis. The echocardiogram images were of excellent quality, allowing a diagnosis of the parameters in all windows assessed without difficulties.

**Conclusion:** in this study we can demonstrate that the constructed and evaluated cycle ergometer, despite its simple and low cost construction, proved to be useful and adequate to perform the echocardiogram during the maximum exercise test, filling a gap in the medical equipment trade, as well as fully meeting the objectives of LETFAS to contribute to science with the advancement of its research in the line of exercise in health and disease.

**Keywords:** Cycloergometer; Maximum Physical Effort Test; Echocardiogram; Electrocardiogram.

## ***Sumário***

---

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>26</b>
2.1. Porque se construir um cicloergômetro? .....	26
2.2. O teste máximo de exercício físico.....	28
2.2.1. Para que serve, quais os objetivos e indicações do teste máximo de exercício físico? .....	28
2.2.2. Metodologicamente, como se realiza um teste máximo de exercício físico? ..	28
2.2.3. Como são as respostas clínicas, hemodinâmicas, metabólicas e eletrocardiográficas de um teste máximo de exercício físico? .....	29
2.3. Avaliação ecocardiográfica durante o teste máximo de exercício físico .....	31
2.3.1. Para que serve, quais os objetivos e indicações da avaliação ecocardiográfica durante o teste máximo de exercício físico? .....	31
2.3.2. Quais os principais aspectos técnicos da avaliação ecocardiográfica? .....	32
2.3.3. Metodologicamente como se realiza o ecocardiograma associado ao teste máximo de exercício físico? .....	33
2.3.4. Quais as principais limitações técnicas do método.....	34
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>36</b>
3.1. Primários.....	36
3.2. Secundários .....	36
<b>4. MÉTODOS</b> .....	<b>38</b>
4.1 Caracterização da amostra .....	38
4.2. Desenvolvimento do cicloergômetro.....	39
4.3. Avaliação dos parâmetros eletrocardiográficos e hemodinâmicos obtidos no teste máximo de exercício físico .....	42
4.4. Avaliação dos parâmetros ecocardiográficos obtidos no teste máximo de exercício físico .....	43
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>45</b>
5.1. Teste de estabilidade de carga do cicloergômetro .....	45
5.2. Registros de parâmetros hemodinâmicos e ecocardiográficos durante o teste máximo de exercício físico .....	46
5.2.1. Parâmetros eletrocardiográficos e hemodinâmicos obtidos durante o teste máximo de exercício físico .....	47

5.2.2. Parâmetros ecocardiográficos obtidos durante o teste máximo de exercício físico .....	49
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>8. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>62</b>

***Introdução***

---

## 1 – INTRODUÇÃO

A ecocardiografia sob estresse é um exame não-invasivo que tem por principal finalidade avaliar a viabilidade miocárdica analisando a presença ou não de isquemia, também é utilizada para avaliar a função cardíaca em nível global e regional, além de observar as questões relacionadas a hipertrofia ventricular e patologias orovalvares associadas (DOS SANTOS e BIANCO, 2018; CARVALHO e SOUSA, 2001).

De acordo com Heyndrickx e colaboradores (1978), algumas alterações fisiológicas no miocárdio ocorrem de maneira tão sutil, que não são observadas em termos de sintomatologia e/ou por meio do exame eletrocardiográfico (ECG) convencional, porém com os avanços tecnológicos têm se demonstrado que a ecocardiografia é o caminho mais sensível para investigar tais alterações. A premissa básica da ecocardiografia por estresse é promover o aumento do duplo produto, bem como a elevação do consumo de oxigênio do miocárdio, para que assim, seja possível averiguar alterações contráteis do ventrículo esquerdo, desencadeadas por déficits no espessamento sistólico do músculo cardíaco, por exemplo (MARWICK, et al., 1993). É importante ainda dizer que a ecocardiografia por estresse pode ser realizada através do exercício físico, ou com o uso de drogas (vasodilatadoras ou adrenérgicas).

Em se tratando de ecocardiografia por estresse farmacológico, a droga mais utilizada é a dobutamina, uma catecolamina sintética que tem sua atuação no organismo com base na dosagem administrada. Doses mais baixas promovem um efeito maior na contratilidade do miocárdio, enquanto dosagens mais altas estão associadas a respostas cronotrópicas progressivas. Já a ecocardiografia associada ao teste de exercício físico é a outra opção caso o paciente não apresente limitações físicas para a sua realização. A ecocardiografia associada ao teste de exercício físico deve sempre ser o exame de primeira escolha, uma vez que os fármacos endovenosos podem provocar efeitos colaterais e provocar isquemia mais prolongada do que o esforço físico, e isso é um desfecho não desejado durante o teste (OLIVEIRA et al., 1987; MARANGELLI, et al., 1994).

Com relação aos ergômetros que podem ser utilizados durante o teste ecocardiográfico, entendemos que a esteira e a bicicleta ergométrica tem sido sempre os de maior escolha. No nosso entendimento e em consulta à alguns cardiologistas que realizam esse exame, constatamos que a bicicleta em posição supina tende a ser um diferencial para a aquisição das imagens com melhor qualidade e permite fazer

aquisição de imagens durante todas as fases do teste, inclusive no pico do esforço físico, aumentando assim, a acurácia do exame, pois na fase máxima do exercício físico as anormalidades ficam mais evidenciadas em termos de frequência, extensão e de visualização (ARMSTRONG e RYAN, 2011).

Diante desse contexto e convencido das possibilidades que o ecocardiograma durante o teste máximo de exercício físico (EDTMEF) pode trazer para as pesquisas, o grupo de estudos do Laboratório de Treinamento Físico Aplicado à Saúde (LETFAS), que vêm dedicando seus esforços no entendimento da contribuição do exercício físico para a melhoria da saúde em humanos, principalmente na hipertensão; insuficiência cardíaca; obesidade; apneia do sono, entre outras populações, sentiu a necessidade de aprimorar e aprofundar seus projetos de pesquisa, e em reunião de laboratório, decidiu que um dos caminhos a se seguir poderia ser o da avaliação do remodelamento cardíaco e da deformação miocárdica nestas diferentes populações, desde que mais recentemente a literatura evidenciou que é possível averiguar as alterações pré-clínicas que ocorrem no remodelamento cardíaco, antes que ocorra a sintomatologia propriamente dita da doença através do método *Speckle Tracking Ecocardiography* (STE).

Desafortunadamente, para a realização dessas avaliações ecocardiográficas no pico do esforço físico, é necessário um equipamento específico, uma maca acoplada a um cicloergômetro. Sabe-se que atualmente uma ciclomaca para ecoestresse é um equipamento de alto custo e ainda de difícil acesso para a maioria da população, diante desse contexto, nós decidimos desenvolver e avaliar um cicloergômetro para atender inicialmente as necessidades das nossas pesquisas. Nós acreditamos que esse equipamento, além de ser utilizado para qualificar ainda mais a produção científica do LETFAS pode gerar uma patente em um futuro próximo.



## 2 - REVISÃO DA LITERATURA

O projeto de pesquisa aqui apresentado para linha de pesquisa Exercício Físico na Saúde e na Doença, que tem como principal objeto de estudo à análise dos efeitos agudos e crônicos do exercício físico em indivíduos com diferentes condições de saúde, apresenta a possibilidade de colaborar interdisciplinarmente com conhecimentos e recursos de uma outra área de estudo (bioengenharia), no intuito de melhor compreender os fatores que possam acarretar perda ou diminuição da qualidade de vida em humanos.

Neste sentido, o emprego de procedimentos envolvendo o exercício físico com o objetivo de investigar a presença de sinais e sintomas de doenças ou de avaliar os resultados de intervenções terapêuticas constitui uma meta do nosso laboratório. O teste máximo de exercício físico e a ecocardiografia sob estresse físico são dois desses procedimentos, não são invasivos, e podem oferecer informações diagnósticas e prognósticas relevantes para potencializar pesquisas com essa temática (DOS SANTOS e BIANCO, 2018). Deste modo, o desenvolvimento e a avaliação biomédica de um cicloergômetro de baixo custo, que possa avaliar os parâmetros de EDTMEF pode ser uma conquista para os pesquisadores e um avanço para nossos estudos. Com base no que foi informado anteriormente nós optamos por desenvolver nossa revisão de literatura em três momentos, que serão apresentados a seguir:

### ***2.1 – Porque se construir um cicloergômetro?***

Porque o cicloergômetro com maca para teste de exercício físico fabricado no Brasil da marca Inbramed (Figura 1) é um dos únicos fabricados no mundo e mesmo que ele proporcione a realização de protocolos de testes máximos de exercício físico com um nível de controle de rotação longitudinal e transversal facilitando as manobras de captação de imagem, que permita obter diagnósticos de alta qualidade com imagens cardíacas de excelência e seja um equipamento de reconhecida qualidade, ele é único e considerado de alto custo (aproximadamente sessenta mil reais). Sendo assim, a sua disponibilidade se restringe aos grandes hospitais e centros de pesquisa das grandes cidades da região sul e sudeste do Brasil, tonando-se inacessível a nós aqui da região nordeste.



**Figura 1** - Ciclo maca para ECOSTRESS Imbramed. Foto retirada de: <http://inbrasport.com.br/produto/cicloergometro-ciclo-maca-tress/>.

Diante destes fatos e considerando as necessidades do LETFAS, fomos provocados a desenvolver um protótipo que pudesse contemplar os quesitos de um cicloergômetro com maca para podermos avançar nas nossas pesquisas, lógico, almejando obter diagnósticos de qualidade, mas que ao mesmo tempo esse equipamento seja de baixo custo e acessível a um público mais amplo.

Como já foi dito anteriormente, de acordo com Oliveira e colaboradores (2004), o EDTMEF físico é utilizado para diagnóstico, estratificação de risco, prognóstico e avaliação da viabilidade miocárdica na doença arterial coronariana. Na maioria dos laboratórios, a bicicleta ergométrica e a esteira tem sido as opções, entretanto nós entendemos que um cicloergômetro em posição supina projetado especificamente para atender as necessidades de um exame de qualidade seja a melhor escolha, visto que nesse cicloergômetro o teste de exercício físico pode ser realizado com a movimentação dos membros inferiores, deixando o tronco estável para melhor captação das imagens. Estudos pioneiros de Armstrong e colaboradores (1987) e posteriormente Marangelli e colaboradores (1994), demonstraram que as imagens obtidas em testes de exercício físico em esteira rolante tinham a qualidade das imagens comprometidas. No nosso caso com o melhor posicionamento do paciente no

cicloergômetro em posição supina, criado especificamente para esse tipo de teste e com o advento dos equipamentos mais modernos possibilitando a digitalização das imagens, nós acreditamos que teremos maior sucesso e mais ainda, poderemos captar imagens durante toda a realização do próprio teste, que no protocolo de esteira elas são feitas apenas imediatamente após o esforço.

## **2.2 – O teste máximo de exercício físico**

### *2.2.1 - Para que serve, quais os objetivos e indicações do teste máximo de exercício físico?*

O teste máximo de exercício físico (TMEF) se trata de um exame não-invasivo no qual o paciente é submetido a um esforço físico sob um protocolo personalizado e direcionado de modo individualizado. Por meio desse teste, o médico responsável consegue analisar o paciente clinicamente, observa as respostas eletrocardiográficas, hemodinâmicas, autonômicas, metabólicas, e em algumas situações, também avalia a resposta ventilatória (NEGRÃO, et al., 2019; MENENGHELO, et al., 2010).

De acordo com a III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico, o TMEF é capaz de identificar isquemia miocárdica, disfunções hemodinâmicas e arritmias cardíacas, e também pode avaliar a condição aeróbia do paciente, bem como a sua funcionalidade. Com base nas informações obtidas no teste em questão, é possível diagnosticar doenças cardiovasculares e estabelecer prognóstico para as mesmas, como também fazer uso de variáveis para a prescrição de exercício físico.

### *2.2.2 – Metodologicamente como se realiza um teste máximo de exercício físico?*

Para que o teste seja fidedigno, se faz necessário seguir um rigoroso protocolo envolvendo a equipe que vai direcionar o teste, o ambiente, os equipamentos que serão utilizados na sala da ergometria e os materiais/medicamentos para possíveis intercorrências, e as orientações que devem ser dadas aos pacientes antes do início do teste.

A equipe deve ser composta por médico experiente na execução do TMEF, e um pessoal técnico devidamente treinado para auxiliar o médico. Desse modo, com base nas informações repassadas pelo médico que solicitou o teste, o médico

executante avalia as condições do paciente, analisa os riscos pré-teste e escolhe o melhor protocolo para dar início ao procedimento.

O ambiente deve estar com boa luminosidade, arejado, ter dimensões que possibilitem o trânsito de pelo menos 3 pessoas, com temperatura ambiente entre 18 e 22°C, e a umidade relativa do ar girando em torno de 40% a 60%. No que diz respeito aos equipamentos, necessita-se de um cicloergômetro ou esteira rolante, monitor para avaliação constante do ECG e da frequência cardíaca, esfigmomamômetro, estetoscópio e sistema para registro eletrocardiográfico.

O paciente deve ser instrumentado e um ECG de repouso realizado, uma vez que o médico interpretando que há condições clínicas para a realização do exame, dá-se prosseguimento com o teste. Após o esforço máximo os dados também são registrados, e o paciente só é liberado após o reestabelecimento de suas condições de repouso (MENENGHELO, et al., 2010).

No que concerne a instrumentação do paciente, segue-se um padrão onde o mais comumente utilizado é o sistema de Mason-Likar de 12 derivações. Os eletrodos são posicionados na região frontal do tronco, mais precisamente nas bases das extremidades superiores e inferiores (FLETCHER, et al., 2001).

### *2.2.3 – Como são as respostas clínicas, hemodinâmicas, metabólicas e eletrocardiográficas de um teste máximo de exercício físico?*

Durante o TMEF é necessário ficar atento ao surgimento de alguns sintomas, em especial a dor torácica que pode ser classificada como angina ou dor atípica. Deve-se levar em consideração aspectos como a maneira que a dor se evidenciou, o momento, a intensidade, a evolução e os fenômenos associados. Tais características clínicas podem ser sugestivas para isquemia dependente do consumo de oxigênio, principalmente se a dor atenuar após a administração de nitratos sublinguais.

Em se tratando de dispneia, cansaço e fadiga, quando estes são desproporcionais ao esforço realizado, pode haver relação com insuficiência ventricular esquerda, ainda tratando de sintomas, dor ou fadiga localizada nos membros inferiores costumam ser associados a pessoas mal condicionadas fisicamente, enquanto tonturas e vertigens são sintomas frequentes, porém sem especificidade.

Seguindo um contexto de monitoramento constante durante o teste, Menenghelo e colaboradores (2010) afirmam que as ausculta cardíaca e pulmonar

também merecem atenção. Devem ser observadas no repouso e imediatamente após o esforço, uma vez que por meio deste procedimento é possível identificar disfunção ventricular esquerda e broncoespasmo proveniente do esforço.

Tratando da resposta fisiológica da frequência cardíaca (FC) durante o TMEF, sabe-se que em sujeitos sem condições limitantes, essa variável se eleva de acordo com o aumento da demanda de esforço, e isso ocorre devido a inibição vagal e a descarga adrenérgica. Também há uma distensão mecânica do átrio direito e do nó sinusal, bem como, o fato do aumento da temperatura corporal e do acúmulo de ácido láctico na corrente sanguínea serem fatores contribuintes para a elevação da frequência cardíaca. No entanto, a partir do momento que o paciente entra na fase de desaceleração a frequência cardíaca é reduzida rapidamente, tanto pelo retorno da atividade vagal, quanto pela diminuição da atividade simpática.

Contudo, o clínico deve ficar atento a alterações que podem sugerir algumas patologias, como por exemplo, a em episódios onde a FC se eleva de maneira incompatível com a demanda de trabalho. Essa característica pode estar presente em sedentários, anêmicos, ansiosos, sujeitos com hipertireoidismo, ou com distonia neurovegetativa. O fato de a frequência cardíaca aumentar muito quando relacionada com uma pequena carga de trabalho, pode indicar coronariopatia ou cardiomiopatia.

Em casos onde a FC cede durante o incremento de carga do teste, há fortes indícios de isquemia miocárdica, o que sugere uma interrupção imediata do teste. Por outro lado, a não observância da redução da frequência cardíaca mesmo um minuto após a realização do teste, pode ser um indicativo de diminuição da atividade vagal, e isso tem forte relação com mortalidade total (COLE et al., 2000).

Uma outra variável importante no TMEF é a pressão arterial (PA), pois é sabido que a sua resposta diante do esforço físico faz com que o clínico avalie o desempenho do ventrículo esquerdo. Singh e colaboradores (1999), conceituam como resposta hiperreativa ao esforço físico quando a pressão arterial sistólica atinge um escore >220mmHg e/ou aumento de 15mmHg na pressão arterial diastólica (PAD), obviamente, partindo de valores basais. Há fortes indícios de que indivíduos que apresentam uma resposta hiper-reativa ao esforço durante o teste, são de quatro a cinco vezes mais propensos a se tornarem hipertensos (ALLISSON et al., 1999).

Respostas como a elevação inadequada da pressão arterial sistólica (PAS) durante o esforço, bem como a queda desta mesma variável na mesma condição, são

indícios de disfunção contrátil do miocárdio e possível doença isquêmica grave, respectivamente (NEGRÃO, et al., 2019; MENENGHELO, et al., 2010).

As observações relevantes no segmento ST e que sugerem anomalias que podem indicar isquemia miocárdica no TMEF, são descritas na III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico da seguinte forma: infradesnivelamento com morfologia horizontal ou descendente, e infradesnivelamento com morfologia ascendente. Essas características são identificadas como isquemia subendocárdica eletrocardiográfica.

Em suma, Negrão e colaboradores (2019) preconizam que o TMEF apresenta limitações quando aplicado em sujeitos assintomáticos ou quando a população investigada não apresenta alta probabilidade para doença coronariana, contudo, a sua relação custo-efetividade ainda o coloca como uma das melhores ferramentas para investigação da doença arterial coronariana.

### **2.3 – Avaliação ecocardiográfica durante o teste máximo de exercício físico**

#### *2.3.1 - Para que serve, quais os objetivos e indicações da avaliação ecocardiográfica durante o teste máximo de exercício físico?*

O EDTMEF se trata de um exame diagnóstico com a função de avaliar morfológica e funcionalmente o coração, analisando miocárdio, pericárdio, valvas e grandes vasos, como também tem o objetivo de observar o órgão em nível funcional, mais especificamente investigando o fluxo sanguíneo, as velocidades e as pressões por ele empregadas (NEGRÃO, et al., 2019).

Marwick (2018) sustenta a lógica da utilização da ecocardiografia sob estresse de exercício físico justamente pelo fato de que o tecido que apresenta isquemia é incapaz de elevar a sua função durante o estresse. Desse modo, com base em suas premissas de aquisição das imagens durante o exercício físico, o exame em questão é capaz de localizar a região onde a isquemia está presente, avaliar a sua extensão e gravidade, tudo isso por meio da forma como o miocárdio apresenta anormalidade conforme se movimenta. Também é importante salientar que uma vez o resultado do exame evidenciando um valor negativo em pacientes assintomáticos, a chance desse indivíduo ser acometido por óbito proveniente de doença arterial coronariana ou sofrer um episódio de infarto do miocárdio não fatal é de aproximadamente 1% ao ano, sendo desnecessária a realização de exames adicionais (MCCULLY, et al., 1998).

Além de avaliar de forma geral a isquemia do miocárdio, por meio da ecocardiografia de exercício físico também é possível observar valvopatias, cardiomiopatia hipertrófica, gradiente sistólico dinâmico em via de saída do ventrículo esquerdo e hipertensão pulmonar. A escolha do tipo de agente estressor para a realização do teste depende basicamente da condição funcional do paciente para a realização do exame, onde preferencialmente se utiliza o exercício físico como primeira opção, devido as suas similaridades com a demanda que pode ocorrer no cotidiano do indivíduo (ARMSTRONG e RYAN, 2011).

### 2.3.2 – *Quais os principais aspectos técnicos da avaliação ecocardiográfica?*

Em suma, os passos que antecedem o início do EDTMEF estão baseados na realização de uma anamnese completa, para que dessa forma possa ser feita uma observação dos fatores de risco para doença arterial coronariana e um apanhado das drogas em uso na rotina do paciente. Em seguida, afere-se a PA e um ECG de 12 derivações é registrado na sequência. Após esses procedimentos, realiza-se um ecocardiograma basal em repouso, fazendo a aquisição das imagens em modo bidimensional, em escala de cinza, primando por um padrão nas posições supina e decúbito lateral esquerdo.

Por meio da incidência longitudinal da janela paraesternal esquerda, obtêm-se a imagem bidimensional para medir os diâmetros da cavidade. Utilizando o método de Teichholz, é possível mensurar a fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), no entanto, vale ressaltar que se houver alteração na contração segmentar, se faz necessário estimar a FEVE pelo método biplanar de *Simpson*, sob o prisma da Sociedade Americana de Ecocardiografia, o que também possibilita os cálculos dos volumes cavitários sistólico e diastólico (LANG et al., 2015).

A motilidade dos 16 segmentos do ventrículo esquerdo é base para a avaliação da contração segmentar, na qual o índice da motilidade da parede também é realizado. A massa é calculada conforme descrito na Sociedade Norte-Americana de Ecocardiografia, e revisada pela Convenção de Penn (DEVEREUX, et al., 1986; LANG et al., 2015). Para se fazer o cálculo do índice da massa do ventrículo esquerdo, se faz necessário corrigir o valor da massa do ventrículo esquerdo pela área da superfície corporal. Quando o objetivo é a obtenção do padrão geométrico do ventrículo esquerdo, soma-se a espessura do septo interventricular com a parede inferolateral,

e divide-se pelo diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo. Também se analisa os fluxos valvares, a pressão sistólica da artéria pulmonar, a função diastólica do ventrículo esquerdo.

### *2.3.3 – Metodologicamente como se realiza o ecocardiograma associado ao teste máximo de exercício físico?*

Comumente, recomenda-se que o paciente realize o teste no equipamento com o qual ele se sinta mais confortável, para que desse modo, seja possível atingir de maneira otimizada o esforço efetivo que o exame exige. Normalmente se realiza o teste na esteira ergométrica ou bicicleta vertical ou supina, contudo, Modesto *et al* (2003) ressaltam que os equipamentos mencionados se equivalem, contudo, é importante salientar que quando o esforço é realizado em esteira, a FC fica mais acentuada quando comparado com a bicicleta supina, que por sua vez, eleva mais a PA.

Mais uma vez, com base nos objetivos propostos pelo presente estudo, o direcionamento das descrições do EDTMEF terá a sua inclinação para a bicicleta supina, intitulado pelo nosso laboratório simplesmente de cicloergômetro. De antemão, a principal vantagem descrita na literatura em fazer uso da bicicleta supina, é o fato de que este equipamento oferece a possibilidade da aquisição das imagens durante o esforço.

No que tange a realização do teste propriamente dito, inicialmente o paciente é convidado a acomodar-se no cicloergômetro, que pelo fato de possuir regulagem na angulação, já permite a coleta das imagens basais por meio do ecocardiograma de repouso. A carga inicial do teste é estipulada com base no nível de condicionamento físico e no grau de funcionalidade do paciente. Esta carga gira em torno de 0 e 50 W.

O início do teste é caracterizado pela ordem do médico para que o paciente comece a pedalar, mantendo um ritmo médio, que varia entre 60 e 80 rpm e a carga recebe incrementos de 20 W a cada 3 minutos, conforme descrito por Pellikka *et al* (2007). O fato de possibilitar a aquisição de imagens durante o pico do esforço físico é um diferencial considerável do teste em bicicleta supina, pois essa condição, associada a posição inclinada que a bicicleta supina permite, otimiza a qualidade das imagens, possibilitando o alinhamento do Doppler para a visualização dos fluxos de vias de entrada e saída do ventrículo esquerdo, como também facilita a interceptação da insuficiência tricúspide, o que é fundamental para estimar a pressão da artéria

pulmonar. Tal avaliação também permite a detecção de isquemia relacionada a artéria circunflexa (HECHT et al., 1993; RYAN, et al., 1993).

Em se tratando das valvopatias, o EDTMEF é indicado pelo fato realizar uma avaliação funcional hemodinâmica. Se durante o esforço perceber-se insuficiência mitral em um indivíduo que já apresente edema agudo de repetição, essa condição pode ser um indicativo de caso cirúrgico (NISHIMURA et al., 2017; PIÉRARD e LANCELLOTTI, 2004). Dentre outras avaliações, Burgess e colaboradores (2006) também indicaram que é possível analisar a presença de insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada.

Por fim, Negrão et al (2019) classificam o EDTMEF, realizado em bicicleta supina, um método com validade fisiológica, com ótimo custo-efetividade e extremamente indicado no meio da cardiologia.

#### *2.3.4 – Quais as principais limitações técnicas do método?*

Os principais fatores limitantes do EDTMEF permeiam a questão de o teste ser operador-dependente, o que indica que para uma acurácia melhor é necessário um ecocardiografista experiente, o fato de que durante o pico do esforço o tronco tem uma tendência a se movimentar um pouco mais, o que pode dificultar a aquisição de algumas imagens, assim como a presença de dispneia também pode se inserir neste contexto (DOS SANTOS e BIANCO, 2018; MATIAS JR., 2009; GRECO et al., 1997).

## ***Objetivos***

---

### **3 – OBJETIVOS**

#### **3.1 – Primário**

- Construir um cicloergômetro de baixo custo que possa ser aplicado na avaliação de parâmetros ecocardiográficos durante o teste máximo de exercício físico.

#### **3.2 – Secundários**

- Descrever as etapas para construção do cicloergômetro;
- Verificar os seguintes parâmetros obtidos no teste máximo de exercício físico:
  - a) Percentual de sucesso obtido nos testes realizados;
  - b) Percentual da frequência máxima atingida;
  - c) Qualidade do sinal eletrocardiográfico obtido;
  - d) Qualidade das imagens do ecocardiograma.

***Métodos***

---

## 4 – MÉTODOS

### 4.1 – Caracterização da amostra

A amostra utilizada no estudo teve como objetivo principal realizar o EDTMEF no equipamento produzido nesta pesquisa, para que o mesmo fosse avaliado. Para tanto, 11 indivíduos foram incluídos, selecionados por conveniência. A amostra foi composta por sujeitos com idade superior a 18 anos e inferior a 60 anos, sem limitações osteomioarticulares que pudessem comprometer a execução do TMDEF, bem como a ausência de patologias cardíacas e histórico de acidente vascular encefálico.

Todos os participantes foram informados sobre as condições do estudo, e tiveram a sua participação dependente da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em anexo, conforme projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Lauro Wanderley (CAAE 2651.15919.6.0000.5183).

Para mensurar a estatura e a massa corporal para o cálculo do IMC, usou-se uma balança eletrônica acoplada com um estadiômetro (Welmy® modelo W200; Santa Bárbara D'Oeste-SP, Brasil) com precisão de 0,1 kg e 0,1 cm, respectivamente.

**Tabela 1 – Dados gerais da amostra**

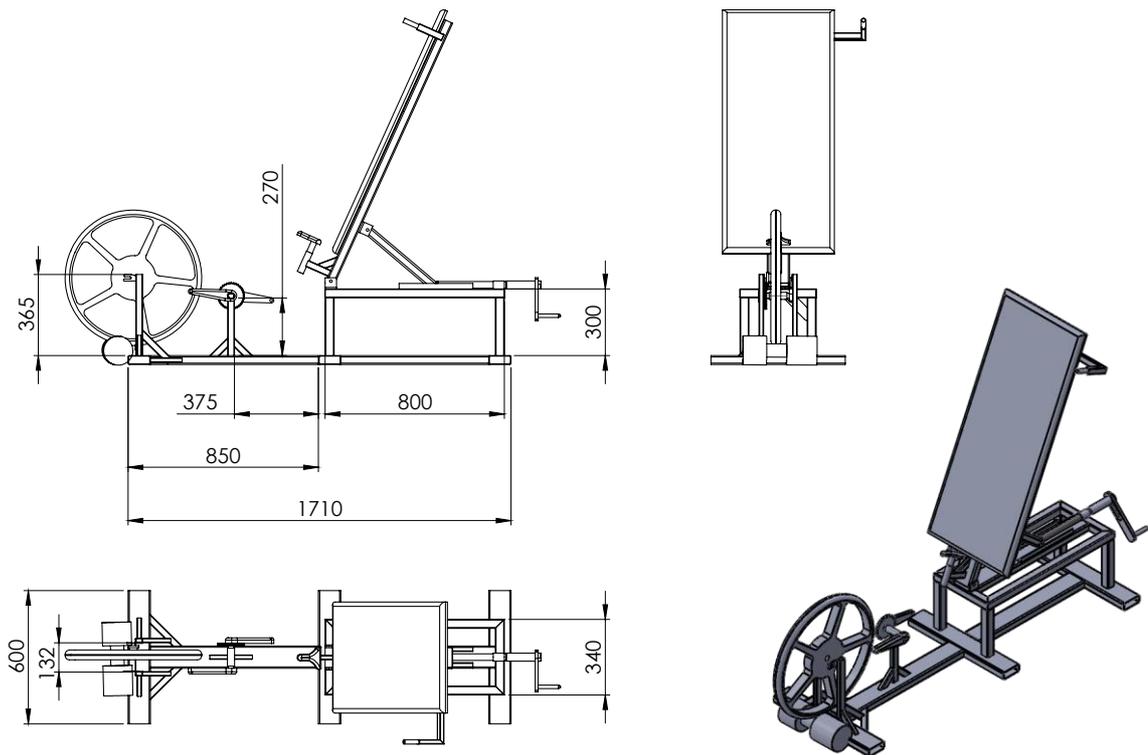
SEXO	IDADE	PESO	ESTATURA	IMC	N
Masculino (8) / Feminino (3)	46,6±7,7	84,7±12,75	1,71±0,09	29,2±4,03	11

## **4.2 – Desenvolvimento do cicloergômetro**

O protótipo do cicloergômetro foi idealizado por um grupo de estudo composto por professores e acadêmicos do LETFAS, um fisioterapeuta (especialista em bike fit), um projetista técnico em mecânica e um cardiologista. O projeto do protótipo foi estruturado em três fases: a) na primeira fase ocorreu a definição do modelo e suas características, b) na segunda fase foi executada a confecção da base e do sistema de transmissão (sistema responsável por transformar a força das pernas do ciclista na rotação das rodas), e c) na terceira fase foi realizado o acoplamento do cicloergômetro a um rolo de treinamento para bike (equipamento utilizado para pedalar *indoor*) com medidor de potência.

Na primeira fase o projeto da base do cicloergômetro foi desenvolvido através da utilização do *software CAD Solid Works* para Windows versão 2018. Esse software possibilitou desenvolver os desenhos no formato 2D e 3D, como também permitiu esquematizar o processo de montagem e funcionamento do sistema de transmissão. Foram desenvolvidos vários esquemas como forma de projeto, até decidirmos por aquele que mais se adequava as nossas necessidades de realizar um EDTMEF (Figura 2).

A segunda fase caracterizou-se pela construção da base do cicloergômetro. Importante destacar que o protótipo foi projetado para utilizar materiais alternativos de baixo custo, contudo de excelente qualidade, proporcionando aos usuários conforto, segurança e estabilidade. Na construção do protótipo foram usados os materiais listados na tabela 1, abaixo.



**Figura 2** – Desenho esquemático do cicloergômetro.

Para a montagem da base do cicloergômetro, da estrutura de suporte do encosto e da articulação para sua inclinação, foram utilizados tubos quadrados de metalon em aço SAE 1020. Para o assento foi utilizado um selim de bicicleta normal, sendo ele o mais confortável e estável possível. Quanto ao sistema de transmissão, ele foi composto por engrenagens e corrente de bicicleta padrão, um pedivela convencional, pedal, coroa (01), catraca (01) corrente e roda montada (diâmetro). Por trás do encontro foi inserido um fuso de inox com rosca contendo um perfil trapezoidal. Quando houvesse necessidade de ajustes na inclinação do encosto durante o teste de exercício físico, para obter uma melhor posição na avaliação ecocardiográfica, o profissional responsável deveria rotacionar a manivela ligada ao fuso, deslocando o encosto para posição desejada.

**Tabela 2** - Descrição dos materiais utilizados na construção do cicloergômetro.

ITENS E DISPOSITIVOS	MATERIAIS	QUANTIDADE	VALOR
Base estrutural	Metalon em aço 100x40 mm	4 m	R\$212,00
Suporte para encosto	Metalon em aço 50x50 mm	2,64 m	R\$206,40
Suporte para pedivela	Metalon em aço 30x20 mm / tubo central para bicicletas convencionais	47,5 cm / 1 pç	R\$50,00
Suporte para roda	Metalon em aço 30x20 mm	1,79 m	R\$50,00
Suporte para fixação do rolo	Chapa 1.1/2"x1/8"	10 cm	R\$60,00
Estrutura para o encosto	Metalon em aço 100x40mm / Metalon em aço 50x50 mm / Chapa 1.1/2"x1/8" / Metalon em aço 30x20 mm	1,30 m / 40 cm / 1m / 46 cm	R\$100,00
Fuso	Aço inoxidável	1.1/2"x 40cm	R\$250,00
Transmissão de movimento do encosto	Rolamentos 6001	2 pçs	R\$6,50
Roda montada para bicicleta convencional	Aro 26" / cubo em alumínio com rolamentos / raios inoxidáveis / pneu e câmara de ar / catraca	1 pç	R\$411,00
Transmissão de movimento	Pedivela para bicicleta convencional / corrente para bicicleta convencional	1 pç / 1 pç	R\$73,00
Suporte para posicionamento do paciente	Selim para bicicleta convencional e canote	1 pç	R\$95,00
Rolo Bushido Smart T2300		1 pc	R\$3.650,00
Mão de obra			R\$3.500,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$8.663,90</b>

No terceiro momento com a finalização da fabricação do cicloergômetro ele foi conectado através de sua roda ao rolo de treinamento para bike (Modelo: Bushido Smart T2300) com medidor de potência. Esse modelo de rolo apresenta as seguintes características:

- Comunicação sem fio: ANT+ FE-C, *Bluetooth Smart*;
- Potência mínima: 1400W
- Simula até 12% de inclinação
- Design de energia autogeradora
- Adequado para diâmetros de rodas até 700C - 26-29

- Software adaptável a Smartphone, Tablet, computador de bicicleta, relógio de esportivos e computadores com antena ANT+
- Compatível também com a tecnologia iPad.

O rolo utilizado, neste estudo, gera energia por meio do movimento de pedalada, onde essa energia alimenta componentes eletrônicos, que através da tecnologia *Bluetooth* é possível medir a velocidade, a cadência e a potência com precisão, fazendo uso de aplicativos, O aplicativo utilizado por nós foi o *Rouvy* instalado gratuitamente em um smartphone.



**Figura 3** - Foto demonstrando o acoplamento da roda do cicloergômetro ao rolo de treinamento para bike *indoor* (Modelo: Bushido Smart T2300).

#### **4.3 - Avaliação dos parâmetros eletrocardiográficos e hemodinâmicos obtidos no teste máximo de exercício físico**

A FC e a PA foram inicialmente avaliadas em repouso, assim como realização de ECG de 3 derivações (CM5, DII e V2). Durante o exercício foi realizada

monitorização eletrocardiográfica digital contínua através do programa ErgoPC 13, com o aparelho (*Win cardio digital Micromed*, Brasil). A frequência cardíaca máxima no pico exercício foi registrada em todos os pacientes, importante parâmetro para avaliação da eficácia do cicloergômetro na realização de teste máximo. Os dados da frequência cardíaca máxima foram tabulados em valores absolutos e em valores percentuais em relação ao predito de cada paciente.

#### **4.4 – Avaliação dos parâmetros ecocardiográficos obtidos no teste máximo de exercício físico**

A avaliação dos parâmetros ecocardiográficos foi realizada por ecocardiografista experiente com atuação no Hospital Universitário Lauro Wanderley. Foi inicialmente realizado um ecocardiograma de repouso, em decúbito dorsal no cicloergômetro com o paciente já monitorizado, fazendo uso do aparelho (*Vivid T8* General Electric Healthcare, Horten, Noruega). Os pacientes que tinham janela acústica inadequada foram excluídos da validação do cicloergômetro. Após obtenção das imagens de repouso, os pacientes começaram a pedalar a uma cadência fixa de 60 ciclos por minuto com uma carga de trabalho inicial de 25 a 50W com incremento gradual durante o exercício, buscando a exaustão em torno de 8 minutos de exercício. Ao atingir a exaustão do paciente foi realizada nova aquisição de imagens, utilizando janelas apicais: os cortes de duas câmaras e quatro câmaras e corte longitudinal. Ao obter as imagens, o avaliador as classificou como adequadas ou inadequadas para interpretação.

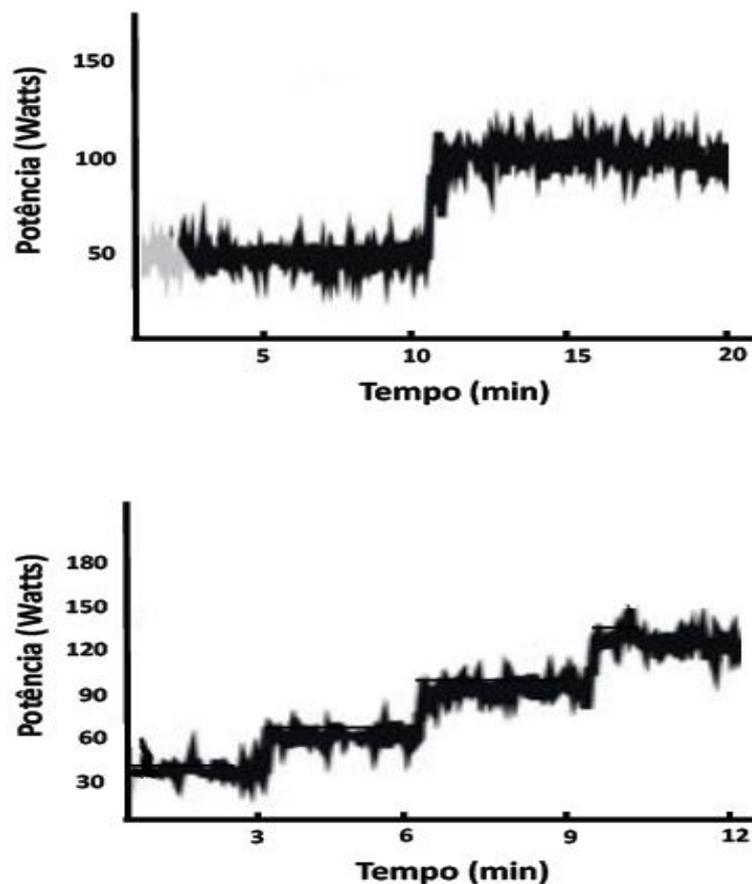
## ***Resultados***

---

## 5 – RESULTADOS

### 5.1 – Teste de estabilidade de carga do cicloergômetro

Para avaliar estabilidade da carga imposta pelo rolo de treinamento acoplado ao cicloergômetro foram realizados dois testes: a) o teste de carga estável onde foram aplicadas duas cargas fixas, uma de 50 Watts e outra de 100 Watts. Em cada uma delas o indivíduo ficou pedalando numa rotação de 60 ciclos por minuto durante 10 minutos, e b) o teste de carga incremental, onde foram aplicadas as cargas de 30, 60, 90 e 120 Watts, consecutivamente, a cada três minutos. Figura 4.



**Figura 4** – Registro do perfil de Potência x Tempo, durante os testes de carga estável 50 e 100 Watts, 60 rpm (A) e carga incremental 30, 60, 90 e 120 Watts, 60 rpm (B).

## 5.2 – Registros de parâmetros hemodinâmicos e ecocardiográficos durante o teste máximo de exercício físico

Os participantes foram submetidos ao TMEF no cicloergômetro com incremento gradual de carga, iniciando com 25 ou 50W (dependendo do nível de condicionamento físico do indivíduo). Do total de onze testes realizados, 82% foram bem-sucedidos, demonstrando a eficácia do cicloergômetro e a segurança de um bom resultado. A Tabela 3 apresenta os dados da Frequência Cardíaca de Repouso, Frequência Cardíaca Máxima Prevista e Frequência Cardíaca Máxima Atingida durante o EDTMEF por cada participante.

**Tabela 3 – Dados da FC dos pacientes: FCrepouso; FCMáx prevista; FCMáx durante o teste.**

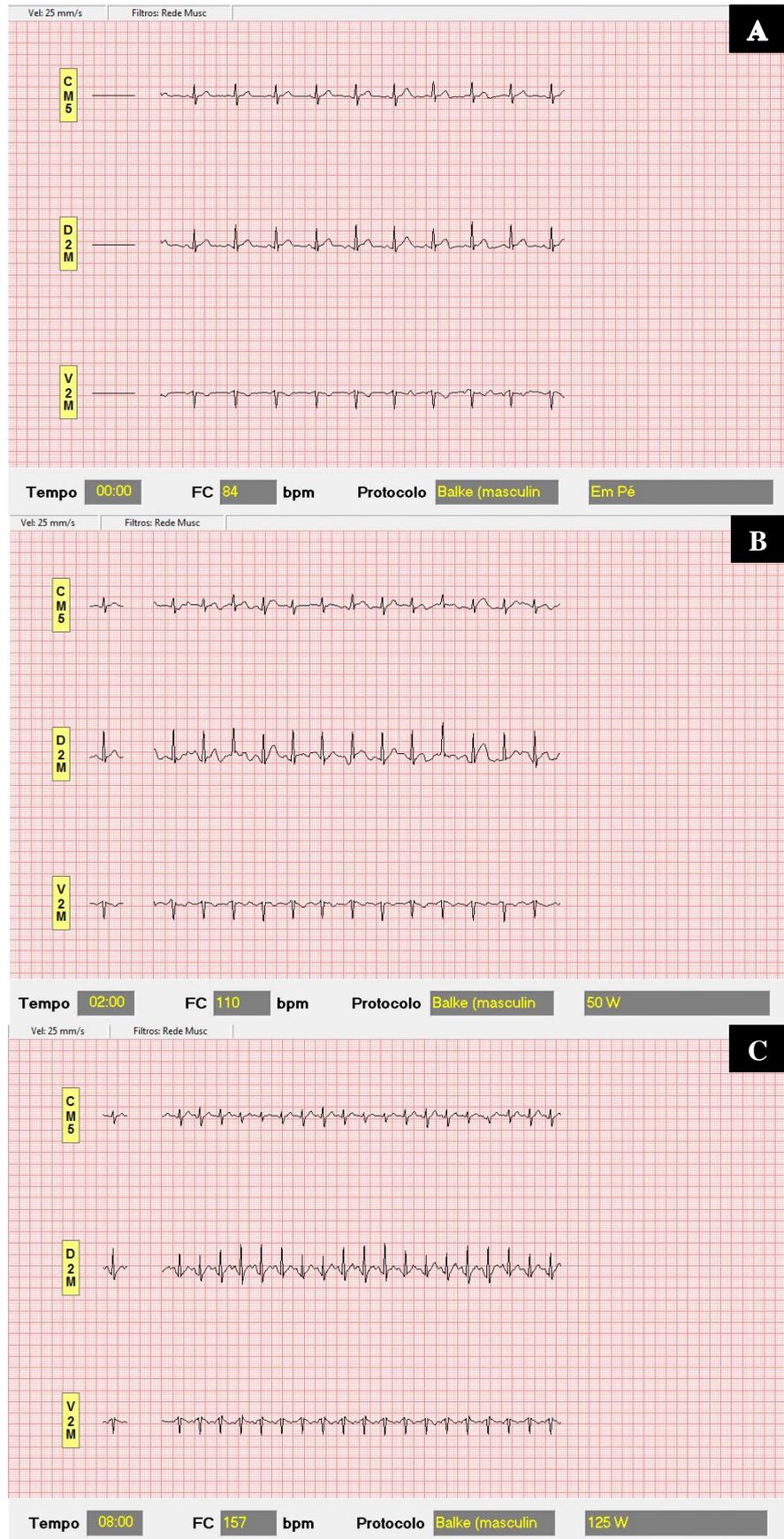
PACIENTE	FCRepouso	FCMáx Prevista	FCMáx atingida durante o teste
1	65bpm	169bpm	152bpm
2	59bpm	167bpm	136bpm
3	69bpm	171bpm	146bpm
4	81bpm	181bpm	181bpm
5	84bpm	169bpm	134bpm
6	65bpm	187bpm	158bpm
7	88bpm	161bpm	145bpm
8	67bpm	165bpm	136bpm
9	87bpm	178bpm	162bpm
10	75bpm	182bpm	155bpm
11	84bpm	177bpm	174bpm

Com relação à média da frequência máxima atingida, ela foi de  $152 \pm 15$  bpm, em relação a predita para a amostra que era de  $174 \pm 9$  bpm. Sendo assim, é possível

afirmar que foi atingida uma carga de esforço de 89% da frequência cardíaca máxima prevista.

#### 5.2.1 – Parâmetros eletrocardiográficos e hemodinâmicos obtidos *durante o teste máximo de exercício físico*

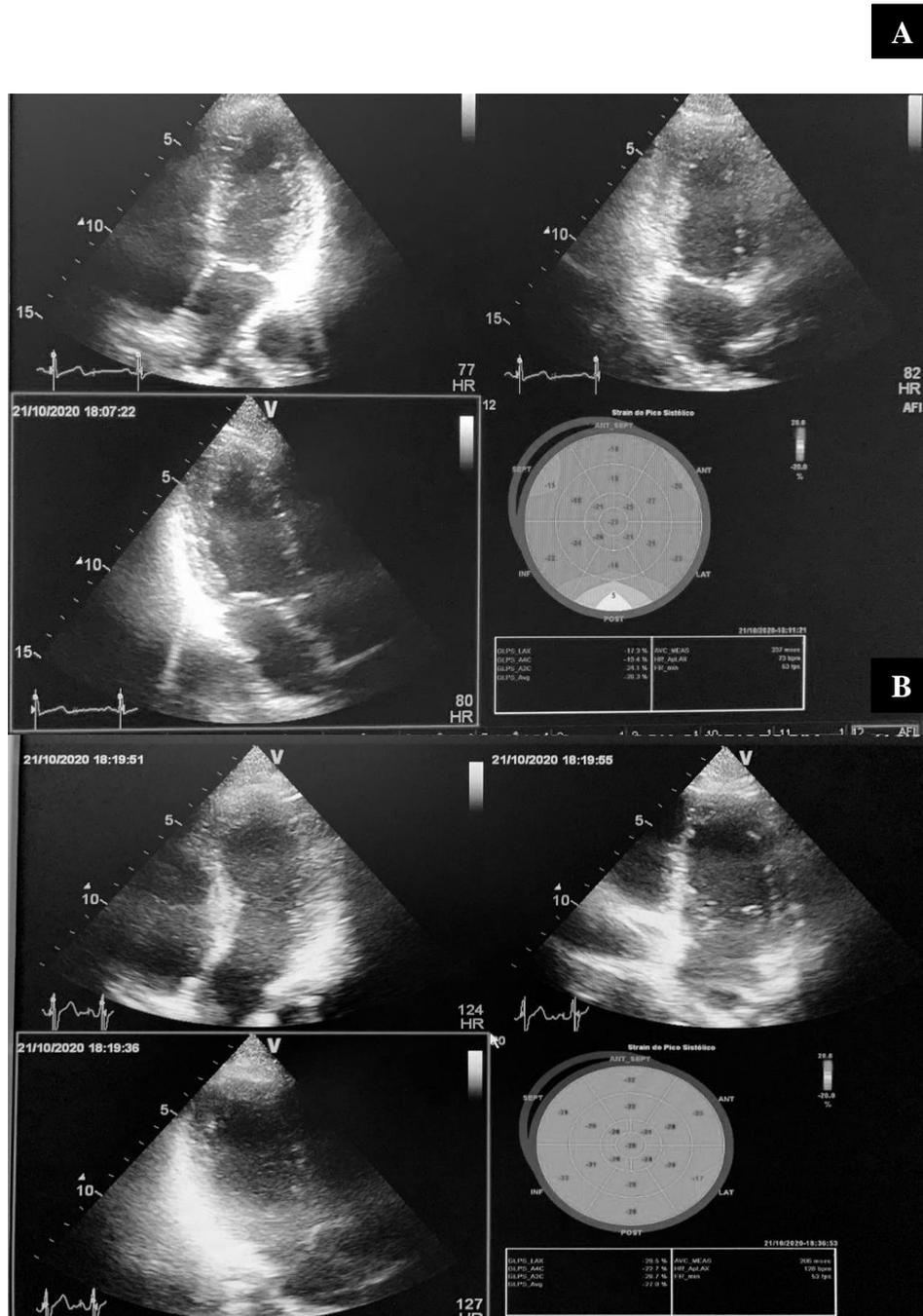
A figura 5 apresenta os registros do eletrocardiograma de repouso, durante o TMDEF e no pico do esforço, nas derivações CM5, DII e V2. Nela pode-se observar que a qualidade do sinal foi adequada para a obtenção da frequência cardíaca de repouso, durante a realização do teste e no pico do esforço.



**Figura 5** – Registro do eletrocardiograma de repouso (A), durante o teste máximo de esforço físico, (B) e no pico do esforço (C) nas derivações CM5, DII e V2.

### 5.2.2 – Parâmetros ecocardiográficos obtidos *durante o teste máximo de exercício físico*

A figura 6 apresenta os registros do ecocardiograma de repouso e no pico do esforço físico utilizando os cortes apicais de duas câmaras e quatro câmaras e o corte longitudinal. Nelas podemos observar que a qualidade das imagens obtidas é adequada para se ter um bom laudo do exame.



**Figura 6** – Registro do ecocardiograma de repouso (A), e no pico do esforço físico (B) nas janelas apicais: cortes de duas câmaras, quatro câmaras e longitudinal

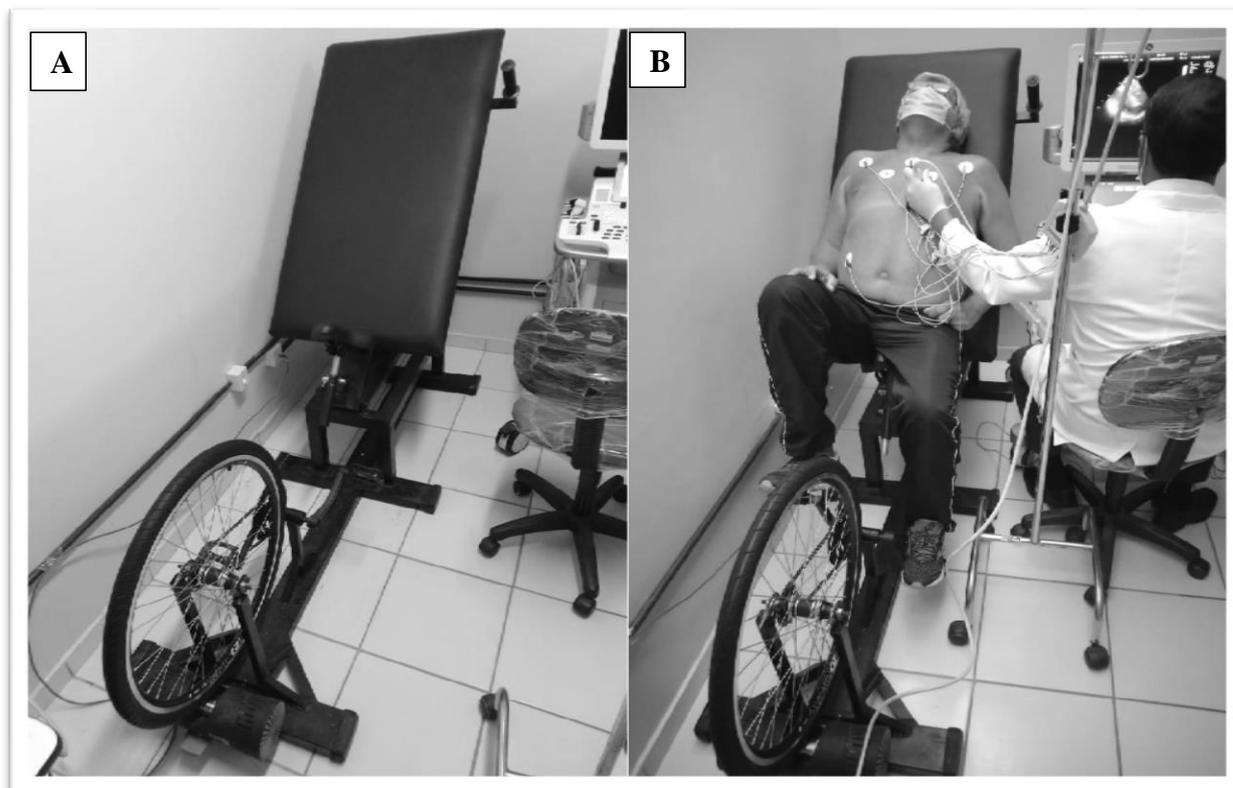
## ***Discussão***

---

## 6 – DISCUSSÃO

O presente estudo dá continuidade ao esforço do LETFAS em aprimorar metodologicamente as suas pesquisas. A nossa proposta inicial foi de desenvolver e avaliar um cicloergômetro para avaliação de parâmetros ecocardiográficos durante o teste máximo de exercício físico e em sequência, o nosso objetivo era desenvolver a o projeto de pesquisa intitulado “Efeito do Treinamento Aeróbio Sobre a Deformação Miocárdica Durante o Esforço Físico em Hipertensos sem Lesão de Órgão-Alvo”. Esse projeto foi qualificado, no entanto, não foi possível executá-lo devido ao momento atual de isolamento social, ainda mais para uma população que apresenta fatores de risco para a COVID-19. Deste modo, após longa espera por melhoria no quadro epidemiológico da doença, solicitamos justificadamente ao colegiado do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE-UFPB, mudança de projeto que foi avaliada e prontamente aprovada. Deste modo, decidimos colocar nossos esforços na conclusão do cicloergômetro, para que em seguida pudéssemos realizar testes para sua validação.

Em virtude da complexidade da tarefa que envolvia conhecimentos técnicos que não dominávamos, tivemos o auxílio de um técnico em mecânica e de um fisioterapeuta especialista em *bike fit* para confeccionar o projeto e construir o protótipo do cicloergômetro. Inicialmente foi feito um estudo no mercado dos tipos de ergômetros usados para realizar o ecocardiograma de estresse, detectamos que nem as esteiras rolantes nem as bicicletas usualmente usadas atendiam as nossas necessidades de pesquisa. No entanto nós encontramos a *Ciclomaca* para ECOSTRESS Inbramed, que atendia nossas necessidades por suas características únicas de controle da rotação longitudinal e transversal, facilitando as manobras de captação de imagem. Por falta de acesso a mesma, falta de recursos para investimento e o alto preço da manutenção, resolvemos construir nossa própria ciclomaca denominada aqui nesse estudo de cicloergômetro (figura 7). Neste estudo, nós avaliamos inicialmente o cicloergômetro e em seguida, os parâmetros eletrocardiográficos e ecocardiográficos obtidos no TMEF.



**Figura 7** - Foto demonstrando o cicloergômetro em sua versão final em A, e sendo realizado um teste de exercício máximo em B.

A avaliação do cicloergômetro foi feita em dois momentos: a) primeiro, foi feito o teste de carga estável e b) no segundo momento, o teste de carga incremental conforme demonstrado na figura 4. Nos dois testes os resultados foram excelentes pois demonstraram que o conjunto pedal, pedivela, corrente, coroa, catraca e roda foram adequados para transferir a carga imposta pela resistência do rolo de treino *indoor*, e isso ficou demonstrado tanto quando a carga foi estável, quanto ela foi incremental. É importante dizer que nos testes ergométricos realizados nos dias de hoje, utiliza-se preferencialmente o teste de carga incremental para atingir a frequência cardíaca desejada no protocolo escolhido, deste modo podemos concluir que nesse primeiro teste o cicloergômetro foi bem-sucedido. Outros aspectos que devemos levar em consideração é a questão do conforto do assento e do encosto. Com relação ao assento propriamente dito, os indivíduos que testaram relataram não haver nenhum desconforto tanto no repouso quanto durante o teste. Utilizamos um assento do tipo comercial, comumente usuais em bicicletas do tipo *mountain bike*. Por outro lado, com relação a distância do assento para o pedal, item de segurança e

conforto, detectamos que precisamos fazer alguns ajustes no futuro próximo, para que possamos testar o cicloergômetro em um maior número de pessoas com estaturas diferentes, mantendo assim a ergonomia e integridade física (segurança) no ato de pedalar. Esse mesmo desafio também foi detectado por (ELMER & MARTIN, 2013), onde os pesquisadores verificaram em seu estudo, que tinha como objetivo construir um cicloergômetro excêntrico isocinético, que o mal posicionamento dos indivíduos no banco em relação a distância do pedal poderia acarretar lesões no joelho ou má qualidade do teste. Neste momento, o nosso cicloergômetro está adequado para uma faixa de indivíduos com altura de 1,65 a 1,85 metros. A solução para ampliar/corrigir este alcance é tornar o assento regulável.

Com relação ao encosto, como visto nas figuras 2 e 7, ele foi construído conforme previsto no projeto. Esse foi um grande diferencial do nosso cicloergômetro comparado a aqueles usados nos testes nos dias de hoje. Nele foi adaptado um fuso de inox com rosca para ajustes rápidos na inclinação do encosto, permitindo assim uma maior possibilidade de ângulos e janelas para as imagens do ecocardiograma no momento em que o paciente estava realizando o teste de exercício físico.

Por fim é importante acrescentar que o uso de um rolo de *bike* para treino *indoor*, foi uma excelente escolha pois com o uso de um celular ou computador portátil, o seu *software* permitiu aplicar e monitorar as cargas no teste em uma ampla gama de potência.

Para avaliação da qualidade do registo eletrocardiográfico e das imagens do ecocardiograma, foi realizado um teste onde foram coletadas amostras do sinal do ECG e imagens do ecocardiograma no repouso, durante o pico do esforço físico e logo após o término do exercício. Já é de conhecimento dos profissionais que para se obter registros de qualidade, a escolha do ergômetro é fundamental. Nesse sentido, (SHAMIM et al, 1999) em seu estudo comparando a acurácia entre a bicicleta supina e a esteira rolante para diagnosticar isquemia miocárdica em pacientes com suspeitas de doença arterial coronariana, observaram que o posicionamento adequado do paciente no teste de exercício teve fundamental importância na realização do mesmo, pois a qualidade da imagem/registo obtida dependeu de uma janela adequada, o que dependia da posição do paciente.

Também já se sabe que a possibilidade de mudança do ângulo de inclinação traz maior chance do ecocardiografista conseguir uma janela adequada para obtenção das imagens. No nosso estudo a qualidade dos registros eletrocardiográficos e das

imagens ecocardiográficas obtidos em todas as fases do teste máximo de exercício físico foram consideradas excelentes, tanto no repouso, como durante o exercício e no pico do esforço, conforme podem ser visualizados nas figuras 5 e 6. Sob essa ótica (CAIATI et al, 2013) verificaram que o valor diagnóstico do exame ecocardiográfico realizado em uma bicicleta ergométrica no pico do exercício, foi melhor do que aquele encontrado na esteira rolante. No nosso estudo que foi realizado no cicloergômetro e obtivemos bons registros e imagens, podemos afirmar que ele apresentou uma alta sensibilidade já que a perda de exames por baixa qualidade foi pequena, e isso se torna relevante pois é a qualidade do exame que permite-nos desenvolver um diagnóstico com acurácia.

Importante ainda lembrar que o nosso cicloergômetro não realiza a rotação “longitudinal”, movimento previsto no modelo disponibilizado pela empresa Inbramed. No entanto, essa condição não trouxe limitação para a qualidade da aquisição das imagens realizadas durante o teste no cicloergômetro conforme foi observado nas figuras 5 e 6.

Finalmente podemos dizer que o cicloergômetro que foi objeto de investigação deste estudo, apesar de sua construção simples e de baixo custo, mostrou-se útil para realizar o EDTMEF, preenchendo uma lacuna no mercado de equipamentos médicos e atendendo plenamente os objetivos propostos inicialmente de contribuir para o avanço das pesquisas do LETFAS.

***Conclusão***

---

## **6 – CONCLUSÃO**

Os resultados obtidos, no presente estudo permitem concluir que o cicloergômetro pode ser utilizado:

- Para avaliação de parâmetros ecocardiográficos durante o teste máximo de exercício físico em seres humanos.
- Como alternativa de baixo custo para o desenvolvimento de pesquisas e diagnósticos que utilizem os parâmetros ecocardiográficos como variáveis do estudo.

## ***Referências***

---

## 8 – REFERÊNCIAS

- ALLISON, Thomas G. et al. Prognostic significance of exercise-induced systemic hypertension in healthy subjects. **The American journal of cardiology**, v. 83, n. 3, p. 371-375, 1999.
- ARMSTRONG, William F. et al. Effect of prior myocardial infarction and extent and location of coronary disease on accuracy of exercise echocardiography. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 10, n. 3, p. 531-538, 1987.
- BURGESS, Malcolm I. et al. Diastolic stress echocardiography: hemodynamic validation and clinical significance of estimation of ventricular filling pressure with exercise. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 47, n. 9, p. 1891-1900, 2006.
- CAIATI, Carlo, et al. Head-to-head comparison of peak upright bicycle and post-treadmill echocardiography in detecting coronary artery disease: a randomized, single-blind crossover study. **J Am Soc Echocardiogr**.26(12):1434-43, 2013.
- COLE, Christopher R. et al. Heart rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a cardiovascularly healthy cohort. **Annals of internal medicine**, v. 132, n. 7, p. 552-555, 2000.
- DEVEREUX, Richard B. et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. **The American journal of cardiology**, v. 57, n. 6, p. 450-458, 1986.
- DOS SANTOS, Edmar Batista; BIANCO, Henrique Tria. Atualizações em doença cardíaca isquêmica aguda e crônica. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, v. 16, n. 1, p. 52-58, 2018.
- ELMER, Steven J. et al. Fatigue is specific to working muscles: no cross-over with single-leg cycling in trained cyclists. **European journal of applied physiology**, v. 113, n. 2, p. 479-488, 2013.
- FLETCHER, Gerald F. et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. **Circulation**, v. 104, n. 14, p. 1694-1740, 2001.
- GRECO, Cosimo A. et al. Prognostic value of dobutamine echocardiography early after uncomplicated acute myocardial infarction: a comparison with exercise electrocardiography. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 29, n. 2, p. 261-267, 1997.
- HECHT, Harvey S. et al. Usefulness of supine bicycle stress echocardiography for detection of restenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty. **The American journal of cardiology**, v. 71, n. 4, p. 293-296, 1993.
- HEYNDRICKX, G. R. et al. Depression of regional blood flow and wall thickening after brief coronary occlusions. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 234, n. 6, p. H653-H659, 1978.

LANG, Roberto M. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. **European Heart Journal-Cardiovascular Imaging**, v. 16, n. 3, p. 233-271, 2015.

LARSEN, Anders Hostrup et al. Left ventricular myocardial contractile reserve during exercise stress in healthy adults: a two-dimensional speckle-tracking echocardiographic study. **Journal of the American Society of Echocardiography**, v. 31, n. 10, p. 1116-1126. e1, 2018.

MARANGELLI, Vito et al. Detection of coronary artery disease by digital stress echocardiography: comparison of exercise, transesophageal atrial pacing and dipyridamole echocardiography. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 24, n. 1, p. 117-124, 1994.

MARWICK, Thomas et al. Optimal use of dobutamine stress for the detection and evaluation of coronary artery disease: combination with echocardiography or scintigraphy, or both? **Journal of the American College of Cardiology**, v. 22, n. 1, p. 159-167, 1993

MARWICK, Thomas H. Stress echocardiography. In: **Echocardiography**. Springer, Cham, 2018. p. 491-519.

MCCULLY, Robert B. et al. Outcome after normal exercise echocardiography and predictors of subsequent cardiac events: follow-up of 1,325 patients. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 31, n. 1, p. 144-149, 1998.

MENEGHELO, Romeu S. et al. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 95, n. 5, p. 1-26, 2010.

MODESTO, Karen M. et al. Comparison of supine bicycle exercise and treadmill exercise Doppler echocardiography in evaluation of patients with coronary artery disease. **American Journal of Cardiology**, v. 91, n. 10, p. 1245-1248, 2003.

NEGRÃO, Carlos Eduardo et al. **Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata [4]**. Manole, 2019.

NISHIMURA, Rick A. et al. 2017 AHA/ACC focused update of the 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 70, n. 2, p. 252-289, 2017.

OLIVEIRA, Joselina Luzia Menezes et al. Ecocardiografia sob estresse em coronariopatia. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 19, n. 1, p. 55-63, 2004.

PELLIKKA, Patricia A. et al. American Society of Echocardiography recommendations for performance, interpretation, and application of stress echocardiography. **Journal of the American Society of Echocardiography**, v. 20, n. 9, p. 1021-1041, 2007.

PIÉRARD, Luc A.; LANCELLOTTI, Patrizio. The role of ischemic mitral regurgitation in the pathogenesis of acute pulmonary edema. **New England Journal of Medicine**, v. 351, n. 16, p. 1627-1634, 2004.

RYAN, Thomas et al. Detection of coronary artery disease with upright bicycle exercise echocardiography. **Journal of the American Society of Echocardiography**, v. 6, n. 2, p. 186-197, 1993.

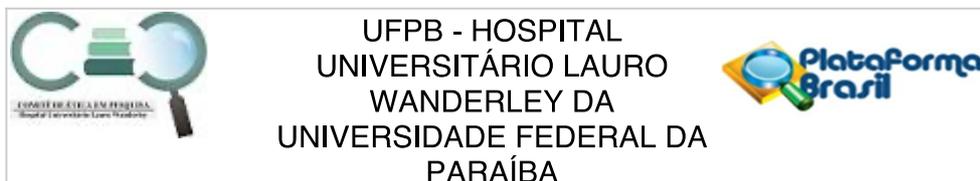
SHAMIM M. Badruddin, et al. Supine Bicycle Versus Post-Treadmill Exercise Echocardiography in the Detection of Myocardial Ischemia: A Randomized Single-Blind Crossover Trial. **JACC** Vol. 33, No. 6, 1999 May 1999:1485–90.

SINGH, Jagmeet P. et al. Blood pressure response during treadmill testing as a risk factor for new-onset hypertension: the Framingham Heart Study. **Circulation**, v. 99, n. 14, p. 1831-1836, 1999.

STEVEN Elmer J.; JAMES Martin C. Construction of an Isokinetic Eccentric Cycle Ergometer for Research and Training **Journal of Applied Biomechanics**, 2013, 29, 490-495



## ANEXO - CERTIDÃO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITO DO TREINAMENTO AERÓBIO SOBRE A DEFORMAÇÃO MIOCÁRDICA NO PICO DO ESFORÇO EM HIPERTENSOS SEM LESÃO DE ÓRGÃO-ALVO

**Pesquisador:** Amilton da Cruz Santos

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 26515919.6.0000.5183

**Instituição Proponente:** Hospital Universitário Lauro Wanderley/UFPB

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.845.081

#### Apresentação do Projeto:

O projeto de mestrado em sua segunda versão está vinculado ao Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB, tratará de um ensaio clínico controlado e randomizado com delineamento quase experimental e busca analisar o efeito do treinamento aeróbio de 10 semanas sobre a deformação do miocárdio no pico do esforço em hipertensos sem lesão de órgão alvo.

Tem como participantes - Discente: Aldo Neves da Silva; Orientador: Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos; Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>, Dr<sup>a</sup>, Maria do Socorro Brasileiro Santos; Participante: Rômulo Leal Almeida.

#### Objetivo da Pesquisa:

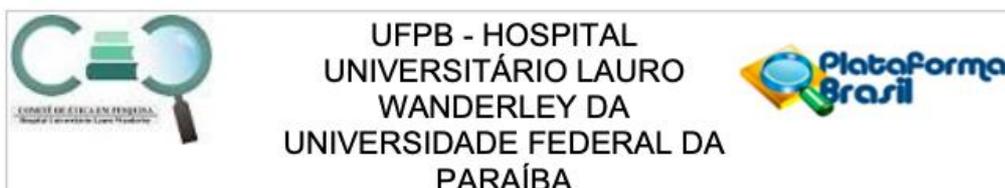
Os pesquisadores propõem como objetivo primário:

- Analisar o efeito do treinamento aeróbio de 10 semanas sobre a deformação do miocárdio no pico do esforço em hipertensos sem lesão de órgão alvo.

E como objetivos secundários:

- Verificar os níveis de pressão arterial de indivíduos hipertensos sem lesão de órgão-alvo antes e após 10 semanas de treinamento aeróbio;
- Observar se o treinamento aeróbio de 10 semanas é capaz de otimizar o condicionamento físico

**Endereço:** Hospital Universitário Lauro Wanderley - 2º andar - Campus I - UFPB.  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 58.059-900  
**UF:** PB **Município:** JOAO PESSOA  
**Telefone:** (83)3216-7964 **Fax:** (83)3216-7522 **E-mail:** comitedeetica.hulw2018@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.845.081

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

JOAO PESSOA, 18 de Fevereiro de 2020

---

**Assinado por:**  
**MARIA ELIANE MOREIRA FREIRE**  
**(Coordenador(a))**

**MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE  
BASEADO NAS DIRETRIZES CONTIDAS NA RESOLUÇÃO CNS Nº488/2012, M.S.**

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre ***O EFEITO DO TREINAMENTO AERÓBIO SOBRE A DEFORMAÇÃO MIOCÁRDICA NO PICO DO ESFORÇO EM HIPERTENSOS SEM LESÃO DE ÓRGÃO-ALVO*** e está sendo desenvolvida por Aldo Neves da Silva e Rômulo Leal Almeida, do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE-Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação do Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos.

Os objetivos do estudo são verificar o efeito de um programa de exercícios físicos sobre o “funcionamento” do coração de hipertensos durante o esforço físico, analisar como a pressão arterial é melhorada depois de um período de exercícios físicos, como também observar se alguns indicadores do condicionamento físico também melhoram após o programa de exercícios. A finalidade deste trabalho é contribuir para a melhoria no tratamento da Hipertensão, identificando os primeiros sinais da sobrecarga dessa condição clínica nos pacientes, e submetê-los a um programa de exercícios físicos como um tratamento auxiliar.

Solicitamos a sua colaboração para a participação no estudo que consiste em ser atendido por um cardiologista, onde você responderá a algumas perguntas no primeiro momento. Em seguida, você será encaminhado a exames como eletrocardiografia (eletro) e ecocardiograma (ECO). Também será realizado um teste de esforço físico na esteira, um programa de exercício físico na esteira com duração de 10 semanas e por fim os exames e o teste serão repetidos. A pesquisa terá duração de aproximadamente 12 semanas. Também solicitamos sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em congressos da área de saúde e publicar os resultados dessa pesquisa em revista científica nacional e/ou internacional, quando for o caso. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto. Informamos que essa pesquisa pode expor o participante a alguns riscos, como a possibilidade, mesmo que mínima, de lesão muscular e/ou articular. No entanto, como o estudo vai seguir as recomendações atuais dos órgãos que regulamentam a prática de exercícios físicos, os riscos são minimizados. Os pesquisadores proporcionarão assistência imediata, bem como se responsabilizam pela assistência integral aos participantes da pesquisa no que se refere às complicações e danos decorrentes do estudo.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é

obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador. Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição (se for o caso). Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

---

Assinatura do pesquisador responsável

Considerando, que fui informado(a) dos objetivos e da relevância do estudo proposto, de como será minha participação, dos procedimentos e riscos decorrentes deste estudo, declaro o meu consentimento em participar da pesquisa, como também concordo que os dados obtidos na investigação sejam utilizados para fins científicos (divulgação em eventos e publicações). Estou ciente que receberei uma via desse documento.

João Pessoa, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de \_\_\_\_

 Impressão dactiloscópica

---

Assinatura do participante

Contato com o Pesquisador Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para os pesquisadores Amilton da Cruz Santos (83) 99342-3994 e Aldo Neves da Silva (83) 98878-0768 ou para o Comitê de Ética do Hospital Universitário Lauro Wanderley -Endereço: Hospital Universitário Lauro Wanderley-HULW -2º andar. Cidade Universitária. Bairro: Castelo Branco -João Pessoa -PB. CEP: 58059-900. E-mail: comitedeetica@hulw.ufpb.brCampusI-Fone: 32167964