

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DO GAMA

ENGENHARIA BIOMÉDICA

**DETERMINAÇÃO DO LIMIAR DE ANAEROBIOSE DE
HIPERTENSOS**

FERNANDA DUTRA MACÊDO

**ORIENTADOR(A): Dr(a) VERA REGINA FERNANDES DA SILVA
MARÃES**

**CO – ORIENTADORA: DR(A). MARILIA MIRANDA FORTE
GOMES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

PUBLICAÇÃO: 088A/2018

BRASÍLIA/DF: MAIO DE 2018

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DO GAMA
ENGENHARIA BIOMÉDICA

"DETERMINAÇÃO DO LIMIAR DE ANAEROBIOSE DE
HIPERTENSOS"

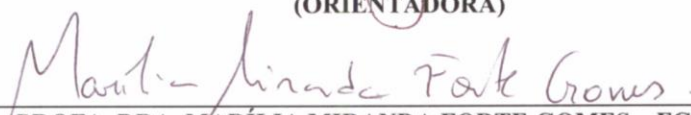
FERNANDA DUTRA MACÊDO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À FACULDADE UNB GAMA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA
A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA BIOMÉDICA.

APROVADA POR:



PROFA. DRA. VERA REGINA FERNANDES DA SILVA MARÃES – FCE / UNB
(ORIENTADORA)



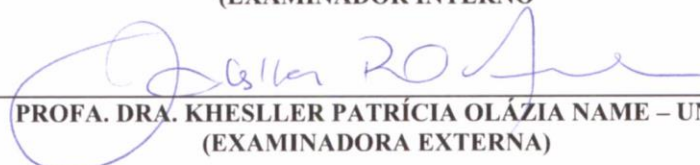
PROFA. DRA. MARÍLIA MIRANDA FORTE GOMES – FGA / UNB
(COORIENTADORA)



PROFA. DRA. LOURDES MATTOZ BRASIL – FGA / UNB
(PRESIDENTE)



PROF. DR. RONNI GERALDO GOMES DE AMORIM - FGA / UNB
(EXAMINADOR INTERNO)



PROFA. DRA. KHESLLER PATRÍCIA OLÁZIA NAME – UNIP
(EXAMINADORA EXTERNA)

BRASÍLIA, 28 DE MAIO DE 2018

BRASÍLIA/DF, 28 DE Maio DE 2018.
FICHA CATALOGRÁFICA

FERNANDA DUTRA MACEDO

DETERMINAÇÃO DO LIMIAR DE ANAEROBIOSE DE HIPERTENSOS, Distrito Federal, 2018.

f. 65, 210 x 297 mm (FGA/UnB Gama, Mestre, Engenharia Biomédica, 2018).
Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Faculdade Gama. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

1. LIMIAR DE ANAEROBIOSE

2. MODELO VISUAL

3. HIPERTENSÃO

4. TESTE ERGOESPIROMÉTRICO

I. FGA UnB Gama/ UnB.

II. Limiar de Anaerobiose em hipertensos

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MACEDO, F. D (2018). DETERMINAÇÃO DO LIMIAR DE ANAEROBIOSE DE HIPERTENSOS. Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica, Publicação 088A/2018, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade Gama, Universidade de Brasília, Brasília, DF, no.p. 65.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: FERNANDA DUTRA MACEDO

TÍTULO: DETERMINAÇÃO DO LIMIAR DE ANAEROBIOSE DE HIPERTENSOS

GRAU: Mestre

ANO: 2018

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

2018

QI 24 lotes 14-27 apt.1202

CEP: 72135-240 Brasília, DF – Brasil.

DEDICATÓRIA

Para meus filhos com amor.

“Os mares existem; os cativeiros também. As ameaças são inúmeras. Mas haverá sempre uma esperança a nos dominar; um sentido oculto que não nos deixa parar; uma terra prometida que nos motiva dizer: Eu não vou desistir! E assim seguimos. Juntos. Mesmo que não estejamos na mira dos olhos. O importante é saber, que em algum lugar deste grande mar de ameaças, de alguma forma estamos em travessia...”

Padre Fábio de Melo.

AGRADECIMENTOS

Meu eterno agradecimento à Deus que me criou e cuidou com zelo em todas as fases da minha vida;

À minha mãe Eurenice Dutra pelo socorro, dedicação e sábios conselhos de vida. Sem você não teria conseguido;

Aos meus irmãos Fabíola, Fábio e Lucas que mesmo sem saber como ajudar se orgulhavam de mim e me davam mais motivos para continuar;

Ao amado Adriano que chegou em momento oportuno (enviado por DEUS), acrescentando alegria e paz na minha vida e de meus filhos. Não pôde me ajudar com o texto mas me deu suporte em TUDO para que ele chegasse ao fim. Meu despertador, minha agenda, meu contador, meu médico, ouvinte, aconselhador... Enfim, meu AMOR. Esta vitória também é sua.

Aos amigos Edimara e Paulo que suportaram a minha ausência por dois anos mas pude perceber o quanto os amo.

Aos voluntários que participaram deste estudo, obrigada por disponibilizar parte de seu tempo para contribuir para a ciência;

À Prof. Dra. Vera que me deu a oportunidade de trabalhar com ela por estes dois anos, com muita paciência e dedicação;

À professora Marília, fonte do saber e do meu mais profundo agradecimento. Seu olhar, nas diversas fases do estudo, me motivaram a crescer e seguir adiante;

À monitora de estatística Simone que ofereceu-me ajuda e suporte não somente na análise estatística como durante todo o mestrado, mostrou-se verdadeira amiga.

A todos àqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena. Cada um colocado de forma estratégica por Deus para que me ajudasse nesta caminhada, meu obrigado Deus!

Aos meus filhos Théó e Pedro que foram incentivo para finalizar mais esta etapa da minha vida, por eles, para eles, que dão todo o sentido da minha vida.

RESUMO

DETERMINAÇÃO DO LIMIAR DE ANAEROBIOSE DE HIPERTENSOS

Autor: FERNANDA DUTRA MACÊDO

Orientador: Prof. Dr. Vera Regina Fernandes da Silva Marães.

Co-orientador: Prof. Dr. Marilia Miranda Forte Gomes.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica

Brasília, Maio de 2018.

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma condição clínica multifatorial caracterizada por níveis elevados e sustentados de pressão arterial (PA). Por ser uma das doenças cardiovasculares de maior frequência no mundo e ocasionar alterações patológicas a longo prazo, apresenta-se como um problema de saúde pública. Sendo assim, para o processo de reabilitação e tratamento da HAS, o teste cardiopulmonar pode auxiliar na prescrição correta de exercícios a partir da determinação do limiar de anaerobiose e auxiliar na reabilitação destes pacientes. Para a determinação do limiar de anaerobiose (LA), foram comparados dois métodos de análises quais sejam: modelo visual (padrão ouro) e os valores obtidos através do aparelho de ergoespirometria Vmax (carefusion) – método automático. O aparelho de ergoespirometria utiliza um algoritmo não especificado que geralmente subestima os valores reais do Limiar de Anaerobiose (LAV), sendo, portanto necessária a comparação com outras formas de análise para auxiliar na determinação do LA. Diante disso, o presente estudo visa determinar o limiar de anaerobiose de hipertensos através de dois métodos (visual e automático) e comparar com indivíduos não hipertensos. 13 voluntários do sexo masculino, com idade entre 30 E 60 anos foram recrutados. Destes, 7 eram portadores de Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) e 6 voluntários não eram hipertensos. Foram submetidos ao Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP) e com os dados observou-se o padrão das variáveis VO_2 e VCO_2 valendo-se dos dois métodos (automático e visual). Como resultados encontramos que os valores das variáveis estudadas presente no laudo emitido pelo aparelho de ergoespirometria Vmax (CareFusion) foram subestimados quando comparados com o modelo Visual gráfico (padrão Ouro). Além disso, o momento do LA em hipertensos ocorreu antecipadamente comparando ao grupo de não hipertensos.

Palavras-chaves: Limiar de Anaerobiose, Hipertensos, Modelo visual, Teste ergoespirométrico.

ABSTRACT

DETERMINATION OF HYPERTENSION'S ANAEROBIC THRESHOLD

Author: FERNANDA DUTRA MACÊDO

Supervisor: Prof. Dr. Vera Regina Fernandes da Silva Marães.

Co-supervisor: Prof. Dr. Marilia Miranda Forte Gomes.

Post-Graduation Program in Biomedical Engineering

Brasília, May 2018.

Systemic arterial hypertension (SAH) is a multifactorial clinical condition characterized by elevated and sustained blood pressure (BP) levels. Because it is one of the most frequent cardiovascular diseases in the world and causes long-term pathological changes, it presents itself as a public health problem. Thus, for the rehabilitation and treatment of hypertension, the cardiopulmonary test can help in the correct prescription of exercises by determining the anaerobic threshold and assisting in the rehabilitation of these patients. For the determination of the anaerobic threshold, two methods of analysis will be compared: visual model (gold standard) and values obtained through the Vmax ergospirometry (carefusion) - automatic method. The ergospirometry device uses an unspecified algorithm that generally underestimates the actual values of the Anaerobic Threshold, so it is necessary to compare it with other forms of analysis to assist in the determination of LA. Therefore, the present study aims to determine the anaerobic threshold of hypertensive patients through two methods (visual and automatic) and to compare with healthy individuals. 13 male volunteers, aged between 30 and 60 years were recruited. Of these, 7 had Systemic Arterial Hypertension (SAH) and 6 volunteers were not hypertensive. The VO₂ and VCO₂ variables were evaluated using the two methods (automatic and visual). The patients were submitted to the Cardiopulmonary Stress Test. As results we found that the values of the variables studied present in the report issued by the Vmax ergospirometry device (CareFusion) were underestimated when compared to the visual model (Gold standard). In addition, the LA time in hypertensive individuals occurred in advance comparing to the non-hypertensive group.

Key-words: Anaerobic Threshold, Hypertensive, Visual model, Ergospirometric test.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Contextualização e Formulação do Problema.....	14
2. Objetivos.....	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
2.2.1 Quanto à engenharia clínica, este trabalho se propõe a:	17
2.2.2 Quanto à reabilitação em saúde, este trabalho se propõe a:	17
3 Revisão da Literatura	17
4 Organização do Trabalho	20
5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
5.1 Hipertensão	21
5.2 LIMIAR DE ANAEROBIOSE E O METABOLISMO	22
5.3 ergoespirometria OU TESTE CARDIOPULMONAR	26
6 METODOLOGIA	27
6.1 Aspectos éticos	27
6.2 recrutamento e procedimentos iniciais	27
6.3 O ambiente do estudo.....	28
6.4 AMOSTRA.....	28
6.5 APARELHAGEM UTILIZADA.....	28
6.5.1 PROTOCOLO DE RAMPA	29
6.5.2 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE) – ESCALA DE ESFORÇO DE BORG	30
6.6 modelos de determinação do limiar de anaerobiose	31
6.7 Delimitação do estudo	32
7 RESULTADOS.....	33
7.1 Visão Geral.....	33
7.2 descrição da amostra	33
8 Discussão e conclusão	38
8.1 Dados dos voluntários	38
8.2 Limiar de Anaerobiose.....	40
8.3 MÉTODOS PARA VERIFICAÇÃO DO LA.....	42
9 TRABALHOS FUTUROS	42
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

ANEXO I.....	48
ANEXO II.....	53
APÊNDICE I.....	56
APÊNDICE II.....	58
APÊNDICE III.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados antropométricos - Hipertensos e não hipertensos	33
Tabela 2: Estatística descritiva - Hipertensos e Não Hipertensos	34
Tabela 3: Tempo do LAV - Hipertensos e Não Hipertensos	35
Tabela 4: Teste de normalidade	35
Tabela 5: Teste de amostras independentes	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma das revisões bibliográficas.....	18
Figura 2: Modelo de múltiplos limiares	23
Figura 3: Voluntário executando TECP.	26
Figura 4: Percepção Subjetiva do Esforço - BORG	28
Figura 5: Modelo Visual Gráfico.2.....	34
Figura 6: Nível de aptidão Física.....	39

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES.

ADP – Adenosina Difosfato

AMP – Adenosina Monofosfato

ATP – Adenosina Trifosfato

AVC – Acidente Vascular Cerebral

AVE – Acidente Vascular Encefálico

CA – Circunferência Abdominal

CET – Carga Externa de Treinamento

CO₂ = Gás Carbônico

DC – Débito Cardíaco

DVC – Doenças Cardiovasculares

ES – Escala Subjetiva

FC – Frequência Cardíaca

H⁺ - Hidrogênio

HAS – Hipertensão Arterial Sistêmica

HCO₃ – Bicarbonato de Sódio

HIPERDIA – Sistema de Cadastramento e Acompanhamento de Hipertensos e Diabéticos

IAM – Infarto Agudo do Miocárdio

IMC – Índice de Massa Corporal

LA – Limiar de Anaerobiose

LAV – Limiar de Anaerobiose Ventilatório

Lan 1 e 2 – Limiar de Anaerobiose 1 e 2

LM – Limiar Metabólico

LV – Limiar Ventilatório

LV1 – 1º Limiar Ventilatório

LV2 - 2º Limiar Ventilatório

MAPA – Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial

O₂ - Oxigênio

PA – Pressão Arterial

PAD – Pressão Arterial Diastólica

PAS – Pressão arterial Sistólica

PCO₂ – Pressão de gás carbônico

PE – Percepção de Esforço

PETCO₂ – Fração Expirada Final de Gás Carbônico

PETO₂ – Fração Expirada final de Oxigênio

PSE – Percepção Subjetiva de Esforço

QR – Quociente Respiratório

RVP – Resistência Vascular Periférica

SNC – Sistema Nervoso Central

SOD – Superóxido Desmutase

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TE – Teste Ergométrico

TECP – Teste de Esforço Cardiopulmonar

VE – Ventilação

VE/VO₂ –

VE/VCO₂ -

VO₂ – Volume de Oxigênio

VO₂ Máx – Volume Máximo de Oxigênio

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Hollmann descreveu, em 1959, o ponto de ótima eficiência da respiração, posteriormente chamado de limiar de lactato. Karl Wasserman em 1964 foi quem introduziu o termo Limiar de Anaerobiose (LA) para descrever o incremento do metabolismo anaeróbio em detrimento do aeróbio em um indivíduo durante a fase de alta intensidade no exercício físico (HIGA, 2006; SALES et. al., 2017). Atualmente, o LA é considerado um marco da pesquisa científica e é um parâmetro amplamente utilizado na prescrição de exercícios. A fisiologia clínica do exercício foi solidificada e popularizada no final do século XX e no início do século XXI onde trouxe perspectivas para o incremento da fisiologia humana aplicada (AOYAMA, 2017). Wasserman validou algoritmos que possibilitaram fazer análises computadorizadas para melhor visualização das mudanças nos padrões respiratórios (WASSERMAN, 1999).

As formas de determinação do LA são por métodos de avaliação direta (invasivos) como a análise da concentração de bicarbonato no sangue arterial e seu PH e também pela dosagem sanguínea de lactato e indiretas: pela análise dos gases respiratórios (método não – invasivo), no qual mudanças no padrão de ventilação, consumo do O₂ (oxigênio) e aumento da produção do CO₂ (gás carbônico) durante o exercício progressivo são os parâmetros analisados (MUNIZ, 2007). No método não-invasivo leva-se em consideração o comportamento da ventilação (VE), equivalente ventilatório do O₂ (VE/VO₂) e equivalente ventilatório do CO₂ (VE/VCO₂). No momento do LA observa-se um aumento sistemático da VCO₂ causado pela maior produção de CO₂, como consequência do tamponamento do íon H⁺ (hidrogênio) pelo bicarbonato (HCO₃) (HIGA, 2006). Júnior et al. (2006) afirmam que quando caracterizado apenas em função das trocas respiratórias o limiar anaeróbio é denominado limiar ventilatório, estabelecido pela intensidade de esforço, superando a remoção de ácido láctico, acarretando em hiperventilação. Os fatores mais determinantes para respostas ventilatórias é o nível arterial de CO₂ e de PCO₂ (Pressão parcial de dióxido de carbono) e a acidez. Uma queda da PO₂ (Pressão parcial de oxigênio) também modifica o padrão respiratório (GUYTON, 1981).

O Teste de Exercício Cardiopulmonar (TECP) ou a ergoespirometria, trata-se de um exame que permite a análise das variáveis dos sistemas cardiovascular, respiratório e musculoesquelético, por meio da mensuração e análise das trocas gasosas durante esforço físico submáximo e máximo (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2010). Esse teste permite a mensuração dos limiares anaeróbios e aeróbios que irão nortear os profissionais de saúde para a avaliação de forma fidedigna sobre os sistemas respiratório e cardíaco, conseqüentemente afetando o sistema muscular do hipertenso, sendo assim uma ferramenta fundamental para realização da avaliação e prescrição de exercícios físicos, podendo ainda determinar a modificação de medicamentos e orientações nutricionais para o controle da hipertensão arterial (PESSOTI, 2005; MARÃES, 2010; AOYAMA, 2017). Entretanto, a análise pelo equipamento utiliza um algoritmo não especificado que frequentemente subestima os valores reais do LA, determinado a partir de mudanças do comportamento da produção de CO₂ em relação ao consumo de Oxigênio. Com isso, vê-se necessário a determinação do LA por meio de outros parâmetros, para evitar a superestimação ou subestimação dos dados. Apesar do caráter não invasivo e praticidade o teste ergométrico possui acesso restrito por envolver equipamentos caros, situados em laboratórios específicos como os de fisiologia do esforço (MARÃES, 2010).

Estudos recentes avaliaram a determinação do LA por diferentes métodos em populações de amputados, idosos e em mulheres, porém o material para a população hipertensa analisando as variáveis respiratórias é escasso (AOYAMA, 2017; POZZI, 2006; SALES, 2017). Pesquisa de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas de 2017, do Ministério da Saúde, apontaram que 18,2% da população do Distrito Federal tem diagnóstico médico de hipertensão arterial. O percentual para a nível nacional é de 24,3% justificando medidas interventivas que visem melhorar a qualidade de vida destes pacientes, reduzir gastos com hospitalização, atuando de forma preventiva na detecção, tratamento e controle da HAS (VII Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial, 2016). A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma condição clínica multifatorial caracterizada por níveis elevados e sustentados de pressão arterial (PA). Associa-se frequentemente a alterações funcionais e/ou estruturais dos órgãos-alvo (coração, encéfalo, rins e vasos sanguíneos) e a alterações metabólicas (VII Diretriz brasileira de hipertensão arterial, 2016). Segundo MARÃES (2010) parâmetros físicos como distensibilidade, resistência ao fluxo pelos vasos, viscosidade do sangue e volume de ejeção influenciam na pressão arterial. A primeira linha de tratamento para reduzir o impacto da hipertensão na saúde é o farmacológico, entretanto modificações no hábito de vida, que incluem baixo

consumo de sódio e gordura, evitar o uso abusivo de álcool e cigarro e a prática de atividade física regular, cinco vezes por semana, tem papel fundamental na modalidade de tratamento não medicamentoso da HAS (CAVALCANTE *et al*, 2007).

Tendo em vista que essa população necessita de intervenções não farmacológicas para prevenção e tratamento da HAS utilizou-se o TE para determinação do LA para prescrição de exercícios em tempo e intensidades adequadas pois tipicamente, durante o exercício de *endurance* ocorre um aumento e redistribuição do débito cardíaco (DC), visando à perfusão dos músculos ativos. Esta resposta deve-se a mecanismos neuro-hormonais e hidrostáticos, na primeira etapa do esforço à custa do aumento do volume sistólico e, posteriormente, à custa do aumento da frequência cardíaca. As duas componentes da pressão arterial, produto do DC e da resistência vascular periférica (RVP), têm comportamento díspar durante o esforço. Enquanto que a sistólica se eleva com o esforço à custa do aumento do DC, a diastólica baixa secundariamente à diminuição da RVP, o que permite a perfusão dos grandes grupos musculares. (DIDERIKSEN, 2017; MARÃES, 2010).

Para os hipertensos, deve ser mensurado a Frequência Cardíaca (FC) de pico e a captação máxima de oxigênio (VO_2 Máx) durante o teste ergométrico, na vigência da medicação cardiovascular de uso constante. O VO_{2max} é definido como o nível mais elevado possível de captação de oxigênio (VO_2) que um determinado indivíduo pode alcançar. O limiar de anaerobiose ventilatório (LAV) é o ponto em que o volume de ventilação (VE) aumenta desproporcionalmente em relação ao VO_2 , pois o excesso de CO_2 , produzido pelo metabolismo anaeróbio, precisa ser excretado (DIDERIKSEN, 2017).

O benefício esperado pela terapêutica não medicamentosa (exercício) chama-se hipotensão pós-exercício independente da modalidade: seja ele aeróbio ou anaeróbio, sendo o segundo, relatado na literatura como modalidade de exercício que tem ação mais prolongada da redução da PA, podendo durar até cerca de vinte e duas horas após o exercício (RUIVO E ALCÂNTARA, 2011). O principal mecanismo postulado em relação à ocorrência da descida da PA após o exercício prende-se com a inibição da atividade simpática (noradrenalina), redução da resistência vascular periférica, diminuição do volume sistólico e mudanças na sensibilidade cardíaca adrenérgica (CAVALCANTE *et al* 2007). O efeito vasodilatador das prostaglandinas e óxido nítrico, liberados durante o exercício, também contribui parcialmente (RUIVO E ALCÂNTARA, 2015).

Diante do exposto acima, este trabalho tem como objetivo analisar o LA de hipertensos a partir da Ergoespirometria e comparar com indivíduos não hipertensos utilizando dois métodos (modelo visual – padrão ouro x valores obtidos pelo Ergoespirômetro Vmax CareFusion).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo principal determinar o limiar de anaerbiose de hipertensos comparando com indivíduos não hipertensos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos deste trabalho podem ser detalhados segundo dois aspectos ou áreas de interesse: engenharia clínica e reabilitação em saúde.

2.2.1 Quanto à engenharia clínica, este trabalho se propõe a:

- Comparar os resultados com o LAV disponibilizado pelo aparelho com o método visual gráfico;

2.2.2 Quanto à reabilitação em saúde, este trabalho se propõe a:

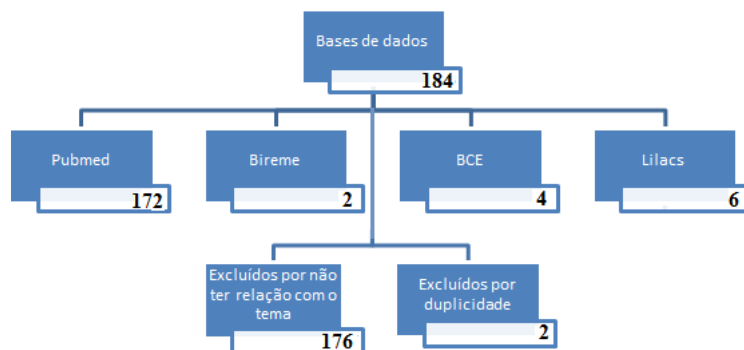
- Com os resultados auxiliar os profissionais de saúde para uma proposta terapêutica adequada para os pacientes com hipertensão.

3 REVISÃO DA LITERATURA

O presente estudo realizou a busca de sua base bibliográfica nas principais bases de dados: PubMed, Bireme, LILACS e Biblioteca Central Universidade de Brasília (BCE), sendo considerados artigos científicos, teses e monografias. Os critérios de inclusão foram os artigos que contemplassem as seguintes palavras-chaves: limiar ventilatório, hipertensão e seus equivalentes na língua inglesa, tendo em vista que a temática apresenta poucas evidências foram considerados os trabalhos independentemente do ano de publicação. Da busca realizada foram retornados 184 artigos, 176 excluídos por não terem relação com o tema, destes apenas 8 contemplavam os critérios de inclusão, sendo

excluídos 2 por duplicidade, retornando portanto apenas 6 artigos que puderam ser usados neste trabalho, como apresentados na Figura 1. Além destes, 3 dissertações de mestrado.

Figura 1 : Fluxograma dos artigos para revisão de literatura



O artigo de Gonzales et al, 2015 realizou a investigação da função sexual e aptidão cardiorrespiratória de coronariopatas e hipertensos praticantes de dança, dessa forma os hipertensos foram submetidos ao teste cardiopulmonar para determinação do limiar de anaerobiose e o consumo de oxigênio de pico para determinação do desempenho do sistema cardiorrespiratório. Os autores identificaram que o grupo de dança apresentam-se com melhor desempenho cardiorrespiratório por estarem com valores de limiar ventilatório superior á 20,07 ml/kg/min , enquanto os grupos de reabilitação cardíaca e sedentários apresentaram valores abaixo dos encontrados pelo grupo dança. Tendo em vista que todos os grupos apresentam indivíduos hipertensos ou com doenças coronarianas, pode-se inferir que o nível de atividade aumenta o consumo de oxigênio de pico e máximo e prolonga a chegada do limiar ventilatório 1 ou seja, o limiar de anaerobiose. Sendo que ao verificar a faixa etária dos voluntarios identifica-se que eles apresentam valores abaixo do esperado em comparação a indivíduos não hipertensos.

Pozzi et. al em 2006 determinou o limiar de anaerobiose em idosos saudáveis por três formas de análise sendo um deles a forma aqui estudada. Para a análise dos valores de VCO2 descobriu que não houve diferença significativa na determinação do LA nos três métodos por ele estudado, sendo portanto uma importante ferramenta para determinação não-invasiva do LA.

O artigo de Souza e colaboradores em 2013 verificou o impacto do betabloqueador atenolol nos limiares ventilatórios e a potência de carga durante o teste ergoespirométrico.

Os autores submeteram nove voluntários hipertensos que fizeram uso de betabloqueador atenolol com 25 mg e após quatro semanas realizaram a ingestão de um comprimido placebo para verificação do impacto do medicamento na obtenção dessas análises. Os voluntários não foram orientados de que seria outro medicamento e mantiveram-se nas mesmas atividades de vida diária na semana do teste com uso de Atenolol. Os autores perceberam que os valores médios apresentaram-se semelhantes em ambos testes cardiopulmonares, de forma que os valores não apresentaram diferença estatística significativa, confirmando a hipótese de que o uso do Atenolol não impacta no desempenho cardiorrespiratório de hipertensos durante o teste de esforço máximo.

Decleva *et al* em 2012 analisou a enzima SOD (superóxido dismutase), o principal agente antioxidante vascular que é responsável por catalisar a dismutação do superóxido em oxigênio e peróxido de hidrogênio. Devido a isto, é uma importante defesa antioxidante na maioria das células expostas ao oxigênio. Verificou que a atividade da enzima SOD foi atenuada nos hipertensos após o exercício, indicando maior estresse oxidativo. Além disso, o pico de VO_2 máximo foi menor neste grupo. O grau de oxigenação tecidual e / ou capacidade de utilização de O_2 pode ser responsável por diferentes cinéticas de captação de O_2 em hipertensos e não hipertensos. Concluiu que O consumo alterado de oxigênio e a eficiência ventilatória durante o exercício estão relacionados ao desempenho diastólico do VE.

O artigo de Sacilotto et al; 2007 analisou durante teste ergométrico de homens hipertensos em comparação a homens de meia idade saudáveis o nível de limiar de anaerobiose, e a relação da frequência cardíaca e da potência durante o teste. Os autores observaram que o grupo de hipertensos sedentários apresentaram menores potenciais em comparação ao ativo saudável, enquanto quando comparado ao de saudáveis sedentários apresentaram maiores valores.

Crescêncio (2002) e Marães (2000) compararam, em indivíduos saudáveis, o limiar de anaerobiose ventilatório, durante o exercício físico dinâmico, o primeiro usando métodos visuais gráficos e métodos baseados em modelos matemáticos, automáticos e semi-automáticos e o segundo comparando o método ARIMA, regressão linear e transformada rápida de Fourier em homens jovens e de meia idade. Os valores do LAV em exercício no estudo de Crescêncio foram calculados por quatro diferentes métodos, que usam como

critério de medida deste parâmetro, a mudança de inclinação da VCO_2 , da VE e do PET O_2 (Pressão expirada de O_2) em relação ao tempo ou da VCO_2 em relação ao VO_2 . Seus resultados evidenciaram que o LA foi subestimado pelo método automático comparando com o método visual e que o método semi-automático bissegmentar mostrou melhor desempenho do que o método automático. O estudo de Marães determinou a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) nos domínios do tempo e da frequência e evidenciou menor VFC e menor nível do LA nos homens de meia idade comparando-se aos jovens e que o método ARIMA demonstrou melhor ajuste ao conjunto de dados em relação aos demais métodos. AOYAMA (2017) analisou mudanças no padrão da frequência cardíaca (FC) em amputados utilizando o método ARIMA e modelo matemático heteroscedástico. Constatou que as ferramentas estatísticas não divergiram em seus resultados de LA.

Por fim, Sales et al. em 2017 explicou a possibilidade de determinação do limiar de anaerobiose por diferentes métodos: limiar da VFC, limiar das catecolaminas, limiar de glicose, limiar de lactato e limiar ventilatório. Sugere Pesquisas futuras para se concentrar na sensibilidade do treinamento dos métodos de teste, uma vez que todos os sistemas fisiológicos envolvidos podem se adaptar em diferentes temporizações, fornecendo respostas distintas após o treinamento físico.

4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em nove capítulos, incluindo este capítulo.

No capítulo cinco, é apresentada uma visão geral do referencial teórico, objetivando a compreensão da hipertensão, dos conceitos de limiar de anaerobiose e da ergoespirometria. Logo, são abordados os seguintes temas: (i) Hipertensão (ii) LAV e o metabolismo; (iii) ergoespirometria ou teste cardiopulmonar.

O capítulo seis detalha a metodologia utilizada no estudo.

O capítulo sete descreve os resultados obtidos após análises nas duas formas de determinação do LAV.

O capítulo oito discute os pontos de maior importância envolvendo o tema deste estudo e apresenta as conclusões finais do trabalho.

O capítulo nove apresenta os trabalhos futuros que podem ser desenvolvidos a partir das idéias apresentadas neste documento.

5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 HIPERTENSÃO

Hipertensão arterial (HA) é condição clínica multifatorial caracterizada por elevação sustentada dos níveis pressóricos ≥ 140 e/ou 90 mmHg. Frequentemente associada a distúrbios metabólicos, alterações funcionais e/ou estruturais de órgãos-alvo, sendo agravada pela presença de outros fatores de risco, como dislipidemia, obesidade abdominal, intolerância à glicose e diabetes melito (DM) (VII CONSENSO BRASILEIRO DE HIPERTENSÃO, 2016).

Nos últimos anos, houve uma inversão da pirâmide etária no Brasil aumentando assim a expectativa de vida dos brasileiros, conseqüentemente o número de doenças crônicas no país elevou-se, principalmente as doenças cardiovasculares. A Hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma das patologias de maior prevalência no Brasil e no mundo, sendo a doença crônica com maior chance de ocasionar complicações graves tais como Infarto Agudo do Miocárdio (IAM), doença renal crônica, atrofia do músculo cardíaco, arritmias cardíacas e Acidente Vascular Cerebral (AVC). Apresenta como forma de prevenção a prática de atividades físicas e uma alimentação balanceada, de forma que a pressão arterial é a variável de alerta para a HAS (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2009).

A hipertensão arterial apresenta dois tipos de classificações: primária e secundária. A primária é ocasionada por causas não conhecidas, enquanto a secundária ocorreu por causas conhecidas e pré-determinadas na literatura como patologias da aorta, sistema renal, entre outros (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2009).

A pressão arterial é a pressão exercida pelo sangue dentro dos vasos sanguíneos com a força proveniente dos batimentos cardíacos, essa variável juntamente a observação de sintomas é a melhor forma de prevenção intrínseca e de determinação de diagnóstico, enquanto a prevenção extrínseca ocorre através de campanhas públicas, ou influências externas ao indivíduo como profissionais de saúde, medicamentos, etc (AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR, 2007).

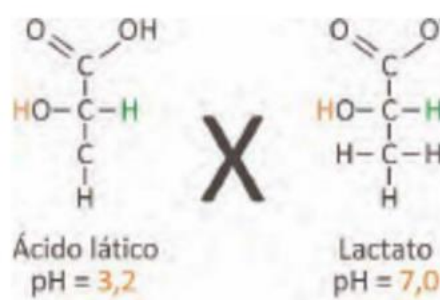
Ademais sobre o diagnóstico, exames rotineiros e avaliações de sistemas são de extrema importância para a detecção da HA, sendo que os principais sintomas observados são: dores no peito, dor de cabeça, tonturas, zumbido no ouvido, fraqueza, visão embaçada e sangramento nasal. Após a identificação de sintomas, geralmente são solicitados exames como a Monitorização Ambulatorial de Pressão Arterial (MAPA), e o HOLTER para determinação de alterações ligadas ao ritmo cardíaco, para o diagnóstico e análises mais precisas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2009).

Com isso, o Ministério de Saúde propôs campanhas públicas de controle de pressão arterial e políticas como o programa de Sistema de Cadastramento e Acompanhamento de Hipertensos e Diabéticos (HIPERDIA), esse sistema permite que os pacientes com hipertensão e diabetes sejam avaliados e acompanhados no posto de saúde mais próximo de sua residência, mantendo a condição em saúde controlada impactando positivamente na qualidade de vida (CASTRO et al.; 2010).

5.2 LIMIAR DE ANAEROBIOSE E O METABOLISMO

O Limiar de Anaerobiose (LA) ou Limiar Ventilatório (LV) é o ponto determinante do equilíbrio entre a produção e remoção do lactato, ou seja, a intensidade máxima de exercício, sendo utilizado para avaliar e quantificar *performance* física e desempenho cardiorrespiratório, pois este é o momento que ocorre o pico da via glicolítica levando à produção do ácido láctico (CRESCENCIO, 2002; AOYAMA, 2017). É necessário esclarecer as definições de lactato e ácido láctico. Por décadas acreditou-se ser substâncias iguais porém em seu referencial bioquímico os ácidos são capazes de doar prótons enquanto que as bases são capazes de recebê-los. A diferença entre o lactato e o ácido láctico está na presença de um átomo de hidrogênio (H^+) a mais na estrutura desse último (Figura 2). O fato de o hidrogênio se ligar ou não à estrutura da molécula depende do pH – se mais ou menos ácido – em que ele se encontra. Assim no músculo para que o H^+ se ligue na estrutura da molécula para formar o ácido láctico seria necessário um pH de 3,2, ou seja, muito ácido e impossível uma vez que as proteínas contidas nos músculos e nas enzimas sobrevivem devido à um PH de 7,4. Desta forma no músculo o produto final é o lactato. (Fundação Vale UNESCO, 2013).

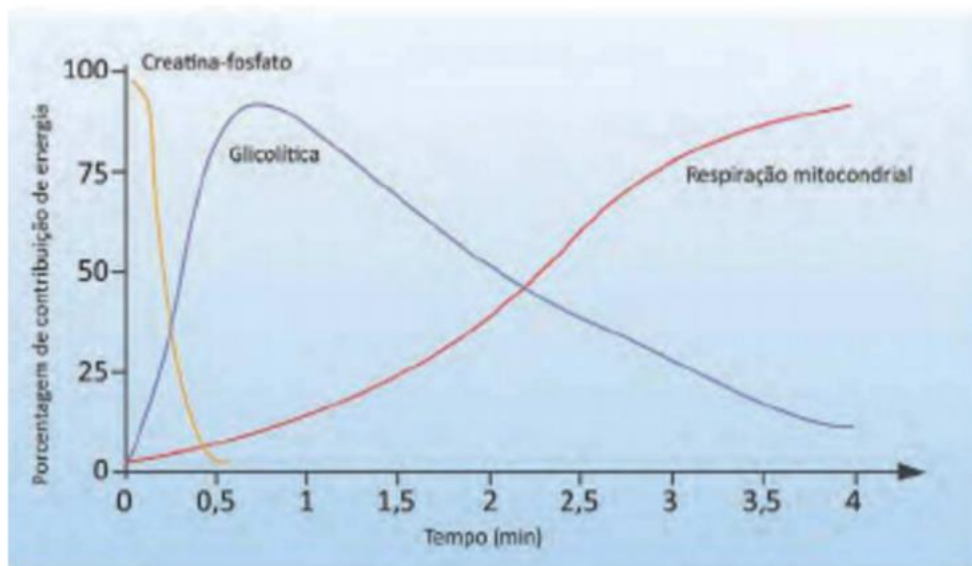
Figura 2: Composição Química do ácido láctico e lactato



(Fonte: Fundação Vale Unesco, 2013)

Sistemas metabólicos básicos são essenciais para o entendimento dos limites da atividade física: sistema da fosfocreatina-creatina, sistema glicogênio – ácido láctico e o sistema aeróbico. Num primeiro momento, a fonte de energia utilizada é o ATP (adenosina trifosfato). Cada fosfato liberado fornece uma grande quantidade de calor para a contração muscular. Este sistema é responsável por uma contração muscular por 3 segundos. No sistema fosfocreatina-creatina a fosfocreatina pode ser decomposta em creatina e íons fosfato que fornecem energia rápida e suficiente para reconstruir a ligação do ATP. Este sistema fornece energia por 8-10 segundos. O sistema glicogênio – ácido láctico, que utiliza a glicose proveniente do glicogênio muscular como fonte de energia. A glicólise que ocorre sem a presença de oxigênio (metabolismo anaeróbico), resulta na produção de duas moléculas de ácido pirúvico e há energia para a formação de quatro moléculas de ATP. O ácido pirúvico entra na mitocôndria das células musculares e em reação com o oxigênio produz ainda mais moléculas de ATP. Na ausência de oxigênio para produção de energia nesta fase (fase oxidativa), a maior parte do ácido pirúvico é transformado em ácido láctico. Finalmente, o sistema aeróbico é a oxidação dos alimentos na mitocôndria para fornecimento de energia. A glicose, os ácidos graxos e os aminoácidos combinados ao oxigênio liberam quantidades enormes de energia (GUYTON, 2011).

Figura 3 Gráfico da demanda energética dos diferentes tipos de metabolismo

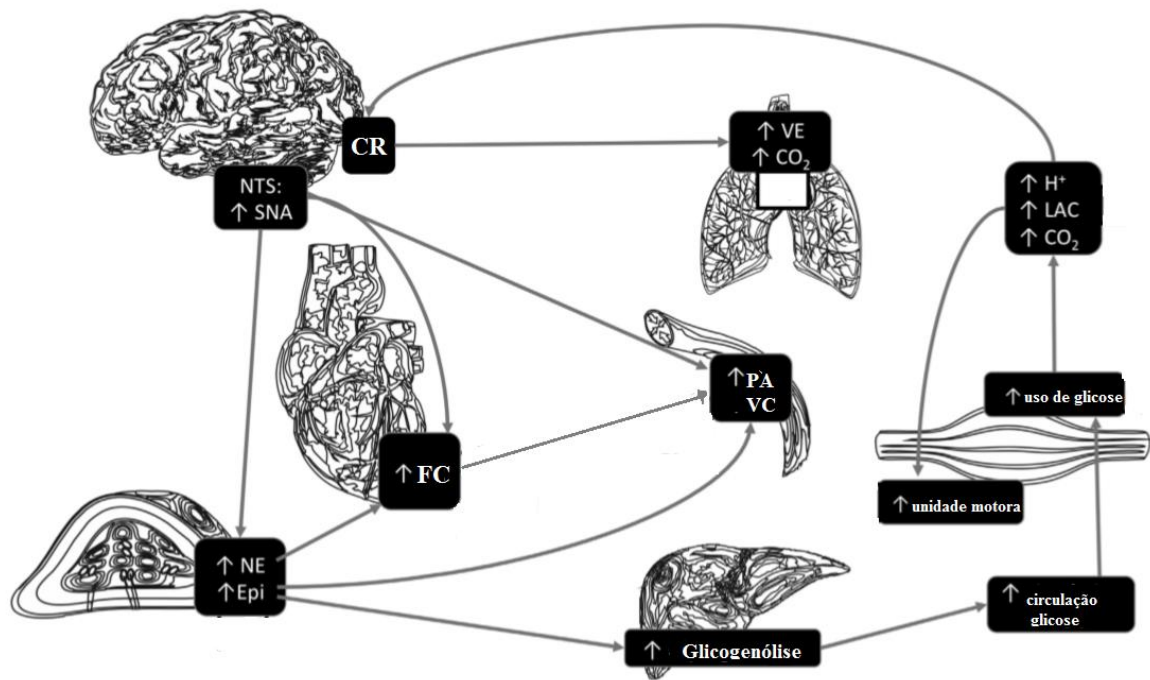


(Fonte: Fundação Vale Unesco, 2011)

O LA apresenta ligação direta com o sistema cardiovascular e respiratório, pois ao atingir o nível máximo de intensidade e acúmulo de lactato nas vias metabólicas e musculatura, a atividade do sistema nervoso autônomo aumenta significativamente aumentando as descargas parassimpáticas e principalmente a simpática, aumentando a captação de oxigênio e dióxido de carbono levando à alteração nas paredes de veias e artérias, aumentando as contrações do coração e alterações dos volumes de ejeção e capacidades ventilatórias (GUYTON, 1981).

A Figura 4 traz uma representação esquemática da fisiologia do Limiar de Anaerobiose:

Figura 4: Fisiologia do Limiar de anaerbiose



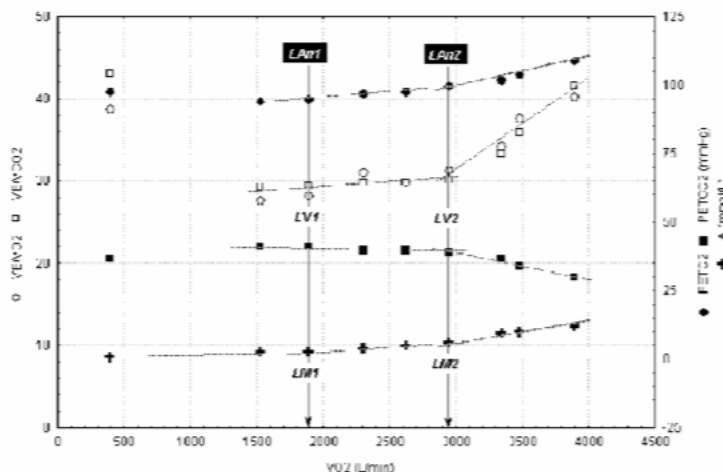
(Fonte: SALES, M.M et al., 2017)

Representação esquemática da fisiologia do Limiar de Anaerbiose: o aumento na atividade simpática no *núcleo tractus solitarius* (NTS) elevam a secreção de hormônios adrenais norepinefrina (NE) e epinefrina (Epi) e ambos elevam a frequência cardíaca (FC) e a pressão arterial (PA); a epinefrina estimula a glicogenólise que aumenta a glicemia que estimula o aumento do uso da glicose pelo músculo; a produção exacerbada de metabólitos da glicólise anaeróbia (H⁺, lactato e CO₂) estimula o centro respiratório (CR) que aumenta a ventilação.

Em geral, é possível identificar duas zonas de transição metabólica, denominadas aqui de primeiro e segundo limiar ventilatório (LV1 e LV2) (PIRES, F.O., et. Al., 2005). Skinner e Mclellan (1980) justificaram a ocorrência desses múltiplos limiares, durante a FASE I (<40% do VO₂max.). A produção de ácido láctico é pequena e é caracterizada pelo recrutamento de fibras musculares tipo I e elevada atividade oxidativa. O fluxo de substratos através da via glicolítica é limitado pelos produtos da degradação de ácidos graxos, principalmente citrato e ATP. Na fase II (~ 40% a 75% do VO₂max) o aumento da intensidade do exercício elevam o recrutamento de fibras tipo II e da demanda energética. A oxidação de ácidos graxos diminui inibida pelo aumento da atividade glicolítica e pelo aumento da produção e acúmulo de íons H⁺. A acidose metabólica é tamponada pelo sistema HCO₃⁻ (bicarbonato) e o centro respiratório é estimulado provocando alterações nas trocas respiratórias. Na fase III (> 75% VO₂max), a oxidação de glicogênio/glicose e a esterificação de ácidos graxos aumentam progressivamente e as alterações ventilatórias não são capazes de compensar a acidose metabólica (MARQUESI, M. L., 2006).

A transição da fase I à fase II corresponde ao primeiro LAn (LAn1) e a transição da fase II à fase III ao segundo LAn (LAn2).

Figura 5: Modelo limiares múltiplos



(Fonte: PIRES, F.O, 2005)

Assim, por exemplo, o aumento do lactato logo acima dos valores de repouso (primeira inflexão da curva) corresponde ao LM1 (Limiar Metabólico) e o rápido e continuado aumento (segunda inflexão da curva) ao LM2 (figura 2). A determinação dos LAVs, por sua vez, é realizada através da segmentação das curvas de diferentes parâmetros ventilatórios equivalentes ventilatórios de O₂ e CO₂: VE/VO₂ e VE/VCO₂, respectivamente; frações expiradas finais de O₂ e CO₂: P_{ET}O₂ e P_{ET}CO₂, respectivamente; e quociente respiratório, QR. O LV1 corresponde ao menor valor de VE/VO₂ antes de seu aumento continuado associado ao início do aumento abrupto e continuado do QR (primeira inflexão das curvas). O LV2 corresponde ao ponto em que os aumentos de VE/VO₂, VE/VCO₂ e P_{ET}O₂ coincidem com a queda de P_{ET}CO₂ - segunda inflexão das curvas (PESSATI, 2005).

5.3 ERGOESPIROMETRIA OU TESTE CARDIOPULMONAR

A ergoespirometria ou teste de exercício cardiopulmonar (TECP) é um exame que permite a verificação de variáveis respiratórias, cardiovasculares e das informações do teste ergométrico. Com isso, esse teste permite informações sobre os sistemas cardiovascular, respiratório, muscular, neurológico, humoral e hematológico ao exercício, de forma que a informação mais importante fornecida pelo teste são as curvas de oxigênio e gás carbônico que permitem a determinação do limiar de lactato (limiar anaeróbio ou 1º

limiar ventilatório). O alcance do limiar de anaerbiose (LA) ou lactato é o momento que está ocorrendo um acúmulo de lactato e conseqüentemente uma elevação da produção de gás carbônico, e aumento de ventilação para excreção do mesmo (CRESCENCIO, 2002).

Acrescentando aos limiares ventilatórios, o teste permite mensurar o consumo de oxigênio que se apresenta como a capacidade funcional em ofertar e utilizar o oxigênio para a produção de energia, aumentando linearmente com a elevação da frequência cardíaca e o trabalho muscular crescente. O dióxido de carbono produzido pelo organismo (VCO_2) durante o exercício é originado pelo metabolismo e por fontes não metabólicas resultando no tamponamento de lactato que pode indicar uma acidose sanguíneo-respiratória (MAGRANI E POMPEU, 2009).

Além dos dados ventilatórios, o exame permite a obtenção de dados cardiovasculares tais como dados eletrocardiográficos. Durante todo o exame o indivíduo apresenta monitorização constante do ritmo cardíaco através das derivações do eletrocardiograma, essas informações são de extrema importância para interrupção do teste e diagnóstico de doenças cardíacas, ou modificações patológicas que podem ocorrer durante o exercício (CRESCENCIO, 2002).

6 METODOLOGIA

6.1 ASPECTOS ÉTICOS

O estudo observacional transversal foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, CAAE (35741214.8.0000.0030) - ANEXO I.

6.2 RECRUTAMENTO E PROCEDIMENTOS INICIAIS

Os voluntários foram recrutados através de divulgação eletrônica via redes sociais, e panfletos em locais estratégicos como hospitais e postos de saúde. Ao entrarem em contato com a pesquisadora, eles foram informados sobre a pesquisa e os possíveis danos, e convidados a participar da primeira avaliação sendo explicitado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e ao concordarem assinaram de forma voluntária - ANEXO III.

Todos os voluntários foram submetidos a uma avaliação inicial que contempla três tópicos, sendo estes: anamnese, composto por dados antropométricos, história de vida atual e progressiva; avaliação do equilíbrio contemplando: testes como tandem, semitandem, sentar e levantar e alcance funcional, além disso, uma avaliação cardiovascular, mensurando a pressão arterial com esfigmomanômetro manual. Estes procedimentos tiveram por objetivo investigar o estado de saúde do indivíduo, para que a prescrição e o controle do treinamento se desse de forma segura e eficaz. Após essa avaliação inicial, somente seriam convocados para a segunda etapa os voluntários que contemplassem todos os critérios de inclusão (ANEXO II).

6.3O AMBIENTE DO ESTUDO

Este estudo foi realizado no laboratório de Biofísica da UnB Campus – FCE. Para a execução dos testes, o ambiente apresentava temperatura controlada (18 - 22 ° C), com a presença de dois fisioterapeutas e um médico cardiologista. De forma que a durabilidade do teste foi determinada pelo nível de esforço físico, mensurado pela escala de BORG, fadiga muscular e/ou respiratória, sinais de eventos cardíacos e/ou alterações no eletrocardiograma.

6.4 AMOSTRA

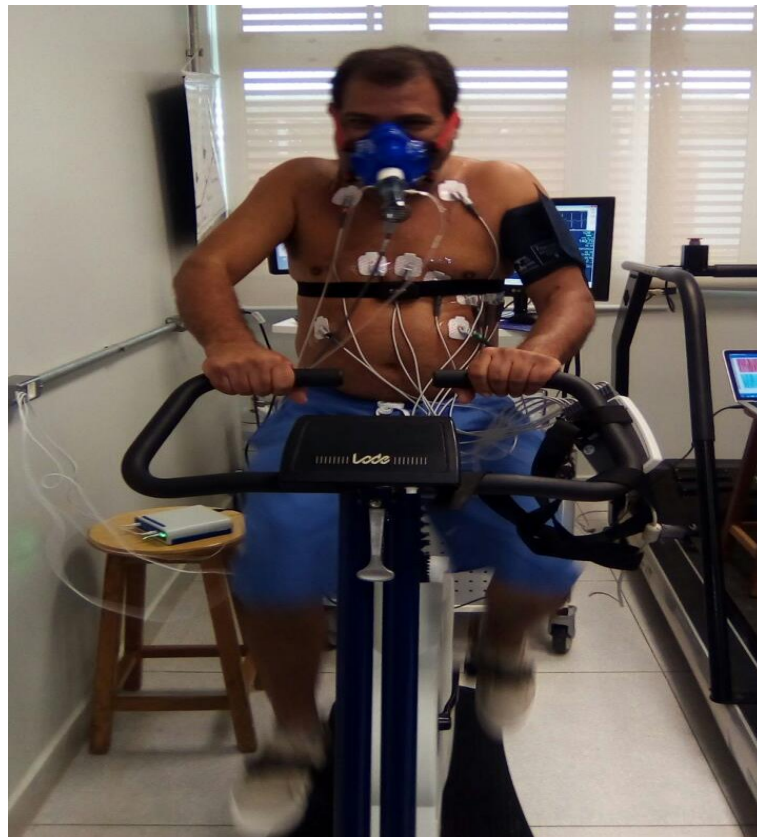
Foram selecionados 13 voluntários, 7 hipertensos e 6 não hipertensos. Os voluntários apresentavam os seguintes critérios de inclusão: homens com idade entre 30 e 60 anos, hipertensos controlados com medicamento, sendo critérios de exclusão ser portador de doenças cardiovasculares exceto hipertensão arterial sistêmica, respiratórias, distúrbios hormonais e/ou metabólicos, tabagismo, etilismo frequente, usuário de drogas ou medicamentos regulares que pudessem influenciar nas respostas cardiorrespiratórias tais como betabloqueadores. Após as análises e coleta dos dados de hipertensos, foi estabelecido os mesmos critérios para o grupo de não hipertensos.

6.5 APARELHAGEM UTILIZADA

Foi utilizado para a realização dos testes cardiopulmonares o cicloergômetro (Corival Quinton Equipamentos Ltda) com protocolo em rampa de acordo com a idade do voluntário, a fim de determinar a capacidade funcional e capacidade anaeróbia, com mensuração de esforço pela Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de *Borg* (BORG), utilizando o ergoespirometro Vmax (CareFusion) e eletrocardiógrafo (Cardiosoft).

Os dados das trocas gasosas foram obtidos respiração a respiração com transmissão para um software (Sensormedics Vmax series 29, Yorba Linda, Califórnia, USA). Um sensor de fluxo bidirecional foi utilizado para mensuração do volume de ar expirado (precisão de $\pm 0,05$ L e espaço morto inferior a 100 ml do total). Uma seringa contendo uma concentração conhecida de ar (3 L) foi utilizada para calibração do volume antes do início de cada teste. As frações expiradas de O₂ e CO₂ foram analisadas através de sensor de zircônio e absorção de infravermelho, respectivamente. Antes do início de cada teste, os sensores foram calibrados de forma automática utilizando cilindros de ar contendo concentrações conhecidas de oxigênio e dióxido de carbono (White Martins Praxair INC, São Paulo, Brasil) – Figura 6.

Figura 6: Realização do teste de esforço cardiopulmonar



Arquivo próprio, Ceilândia, 2017.

6.5.1 PROTOCOLO DE RAMPA

O protocolo de rampa caracteriza-se pelo aumento da intensidade de forma contínua simulando a subida de uma rampa, aumentando de forma ideal a velocidade e/ou inclinação de acordo com idade e sexo. A idade ou capacidade física do indivíduo, geralmente apresenta duração média entre 8 a 12 minutos. Apresenta como vantagem o

acréscimo de carga de trabalho expresso em Watts proporcional ao voluntário, dessa forma a avaliação dos sistemas cardiovascular, respiratório e muscular é dado de forma mais precisa independentemente da realização em esteira ou cicloergômetro (SILVA, 2007).

Ao ser adaptado para a bicicleta, o protocolo apresenta o cálculo diferenciado, sendo que o (VO₂) pode ser estimado através do produto da resistência mecânica (kiloponds) pela circunferência da roda, sendo a distância percorrida igual ao número de revoluções (voltas) por minuto. Geralmente a circunferência (distância) corresponde a 3 ou 6 metros por revolução. O peso corporal na bicicleta não deve ser considerado de forma que a carga é expressa em kilogrâmetros/min (kgm/min) ou em watts, em que a equação no cicloergômetro é a seguinte: VO₂ (ml/min) = carga (kgm/min) x 2 ml/kgm + 3,5 (ml/kg/min) x peso corporal (kg), de forma que nos 3 minutos iniciais é sem carga, e o incremento contínuo de cargas ocorre durante os 9 minutos restantes, sendo aproximadamente uma progressão de 5 watts, 25 watts e 50 watts (SILVA; 2007).

6.5.2 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE) – ESCALA DE ESFORÇO DE BORG

A mensuração da tolerância ao exercício do indivíduo neste estudo deu-se pela escala de esforço de Borg (RPE – Rating of Perceived exertion) que é o instrumento mais comumente usado para medir a Percepção do esforço (PE) e/ou a intensidade do exercício. Seu uso é justificado neste estudo, pois mantém uma forte correlação com os indicadores de intensidade do exercício e determina a zona de trabalho além de tratar-se de um indicador válido usado com frequência durante a realização de testes de esforço progressivo (CAVALLAZZI, 2005).

Caracteriza-se por uma escala numérica de 0 a 10, onde 0 representa nenhum sintoma e 10 representa sintoma máximo (Figura 7), sendo adotado como padrão de referência a comunicação por sinais. A figura 7 foi colocada imediatamente afrente do voluntário onde quando questionado mostrava com sinais qual o nível de esforço. Os pacientes eram orientados a escolher uma única pontuação que refletisse o seu grau de sinais físicos no pré, durante e pós-exercício.

Figura 7: Percepção Subjetiva do Esforço - Escala de Borg.

NÍVEL	ESFORÇO	SINAIS FÍSICOS
0	Nenhum	Nenhum
1	Mínimo	Nenhum
2	Pouco	Sensação de movimento
3	Moderado	Forte sensação de movimento
4	Um pouco difícil	Calor
5	Difícil	Começa a suar
6	Mais difícil	Moderada sudorese
7	Muito difícil	Moderada sudorese e respiração normal
8	Extremamente difícil	Transpiração intensa e dificuldade na respiração
9	Esforço máximo	Sudorese máxima e exercício sem respiração
10	Fadiga	Exaustão

(COSTA, et.al,2004)

Segundo a American Heart Association (AHA, 2001) estratégias utilizadas para controle da Carga Externa de Treinamento (CET) como a pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC) e parâmetros bioquímicos (ex: lactacidemia e glicemia) apresentam certo grau de dificuldade em sua aplicação, controle e/ou aferição. Uma das possibilidades de controle da CET são as escalas subjetivas (ES) de treinamento, pois possuem facilidade em sua aplicação e são viáveis para a prática diária dos exercícios. As ES são entendidas como a integração de sinais periféricos (músculos e articulações) e centrais (ventilação) que, interpretados pelo córtex sensorial, produz a percepção geral ou local do empenho para a realização de uma determinada tarefa (BORG, 1982).

6.6 MODELOS DE DETERMINAÇÃO DO LIMIAR DE ANAEROBIOSE

Para determinação do limiar de anaerobiose existem diversos métodos definidos na literatura, sendo que para a execução desse trabalho foram utilizados 2 métodos, sendo estes: Padrão ouro - modelo visual gráfico e os valores obtidos pelo aparelho de ergoespirometria Vmax (CareFusion).

O método visual (padrão Ouro) é um dos métodos mais utilizados segundo as evidências tendo em vista que muitos equipamentos apresentam a opção de análise e movimentação do cursor para determinação do ponto de limiar. Esse método realiza a análise das variáveis VO₂ e VCO₂ obtidas a cada respiração, em que o avaliador desliza o cursor até o momento de alteração das curvas ventilatórias (POZZI et al; 2006). Para a análise no modelo visual gráfico desconsiderou-se a fase de aquecimento e desaquecimento, pois de acordo com JACOBS (1981) e STOCKHAUSEN (1991) períodos

de exercício inferiores a 4 minutos podem subestimar a LAV, assim como o pós teste, onde está livre de incremento de carga não serve para o presente estudo. Para a determinação do LAV, foi selecionado o intervalo dos dados do teste em rampa onde era observado o momento do ponto de compensação respiratória (aumento desproporcional da ventilação em relação à produção de gás carbônico) até o final do exercício (POZZI et al., 2006).

Esta análise foi realizada por 2 (dois) observadores previamente treinados para a utilização dos recursos do sistema ergoespirométrico, bem como os critérios, o rigor e as etapas a serem seguidas para resguardar e garantir uma análise adequada do LAV. Em seguida era feita a determinação do LAV, no programa Microsoft Excel, 2010, no momento em que se observava um aumento não linear da resposta VO₂ em relação ao VCO₂, ou seja, quando ocorresse perda do paralelismo entre estas duas variáveis. Os valores encontrados pelos dois observadores foram então confrontados e caso houvesse concordância entre eles seriam aceitos como o LAV. Caso não fossem concordantes, seria feito uma média entre os valores encontrados para determinação do LAV. Se houvesse diferença entre as análises dos observadores maior que 3 minutos, seria convocado um terceiro observador, o que não foi necessário no presente estudo.

Os resultados obtidos pelo aparelho de ergoespirometria Vmax (carefusion) foram observados no laudo emitido logo após finalização dos testes (ANEXO IV). Em ambas as análises eram observadas as variáveis: carga (watts), VCO₂ (L/min) e tempo exatamente no momento do LA. Essas variáveis foram colocadas no programa IBM SPSS: Statistical Package for the Social Sciences, 21.

6.7 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Por ser a amostra em parte por hipertensos, o uso de betabloqueadores como fator de exclusão limitou o número de participantes no estudo, além disso, durante o teste cardiopulmonar a duração poderia ser encerrada antes do tempo previsto, por apresentarem elevação exacerbada da pressão arterial durante o exercício de alta intensidade ocasionando riscos de eventos cardíacos. Eventos como tosse e convulsões alteram as análises dos dados, portanto, antes do teste os voluntários foram devidamente orientados quanto às regras de execução.

7 RESULTADOS

7.1 VISÃO GERAL

O estudo, objeto deste trabalho, foi realizado no período de dois anos (março/2016 à Maio/2018) e gerou como resultado a submissão de um artigo sobre o trabalho no COBEC/SEB 2017 (Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia/Simpósio de Engenharia Biomédica) – Disponível em www.even3.com.br/Anais/cobecseb/78930-DETERMINACAO-DO-LIMIAR-DE-ANAEROBIOSE-DE-HIPERTENSOS - ANEXO V.

7.2 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Na tabela 1 estão os dados referentes à idade e às características antropométricas, massa corporal (kg), altura (m) e índice de massa corporal (kg/m²). Os valores medianos encontrados para estas variáveis foram 40 anos, 80kg de massa corporal, 1,70m de altura e 27,68 de IMC para o grupo de hipertensos; 31 anos, 87,5 kg de massa corporal, 1,82m de altura e 27,44 de IMC no grupo controle.

Tabela 1: Dados antropométricos - Hipertensos e não hipertensos

HIPERTENSOS	Idade (anos)	Massa (Kg)	Altura (m)	IMC (kg/m²)
Média	41,71	89,14	1,74	28,76
Mediana	40	80	1,7	27,68
Desvio padrão	9,53	28,35	0,08	6
Mínimo	32	67	1,69	23,45
Máximo	60	147	1,93	39,46
NÃO HIPERTENSOS				
Média	31,5	92,16	1,8	28,06
Mediana	31	87,5	1,82	27,44
Desvio padrão	5,92	21,47	0,06	5,08
Mínimo	24	72	1,69	22,98
Máximo	42	133	1,88	37,63

IMC: índice de massa corporal.

Na tabela 2 estão os dados referentes às variáveis importantes para o presente estudo onde indica no grupo de hipertensos que a mediana da PA foi 130 x 80 mmHg em repouso e 170x120 mmHg a PA máxima. A FC em repouso foi de 86 bpm, FCmáx de 160 bpm numa carga de 59 watts para a análise do aparelho e 105 watts para a análise no modelo visual. A LAV foi 1,22 L/min no aparelho e 1,73 L/min no modelo visual. No grupo de homens saudáveis os valores referentes à PA em repouso e máxima foram menores devido a condição de não terem problemas cardíacos (125x80 mmHg – repouso e 160x100 mmHg – PA máxima). Os valores de carga (91 Watts – aparelho e 145 Watts – modelo visual) e LAV (1,336 L/min – aparelho e 2,347 L/min – modelo visual) foram maiores neste grupo, indicando que os saudáveis atingem o limiar após o LAV dos hipertensos e numa carga bem maior. Pode-se inferir que o nível de atividade física prolonga a chegada do limiar ventilatório 1 ou seja, o limiar de anaerobiose.

Tabela 2: Estatística descritiva - Hipertensos e Não Hipertensos

HIPERTENSOS	PAS ¹ repouso (mmHg)	PAD ² repouso (mmHg)	PASmax (mmHg)	PADmax (mmHg)	FC ³ repouso (bpm) ⁴	FCmax (bpm)	LAV ⁵ aparelho (L/min)	LAV visual (L/min)	Carga Aparelho (Watts)	Carga visual (watts)
Média	135	77	178	121	85	158	1,112	1,892	63	112
Mediana	130	80	170	120	86	160	1,224	1,73	59	105
Desvio padrão	17,18	13,8	26,72	16,76	5,69	14,78	0,35	0,62	27,5	37,37
Mínimo	120	60	150	100	77	141	0,566	1,213	22	67
Máximo	160	100	220	140	93	181	1,585	2,821	113	184
NÃO HIPERTENSOS										
Média	125	78	160	101	82	196	600,01	2,395	90	151
Mediana	125	80	160	100	82	177	1,3365	2,3475	91	145
desvio padrão	5,47	9,83	10,95	20,41	7,35	58,98	929,13	0,62	29,53	22
Mínimo	120	60	150	80	75	160	0,7	1,481	59	130
Máximo	130	90	180	130	94	315	1872	3,23	126	180

1- PAS: Pressão Arterial Sistólica 2-PAD: Pressão Arterial Diastólica 3-FC: Frequência Cardíaca 4-bpm: batimento por minuto 5-LAV: Limiar de Anaerobiose Ventilatório

Na tabela 3 observa-se o tempo aferido no momento do LA pelas duas análises. A mediana do tempo foi menor medida pelo aparelho.

Tabela 3: Tempo do LAV - Hipertensos e Não Hipertensos

NÃO HIPERTENSOS	t (min) Aparelho	t (min) visual	t (min) Total *
Média	4,44	7,47	11,83
Mediana	4,37	7,25	11,455
Modelo padrão	1,41	1,1	2,27
Mínimo	3,05	6,37	8,49
Máximo	6,25	9,04	15,37
HIPERTENSOS			
Média	4,21	7,69	13,65
Mediana	4,07	7,13	13,39
Modelo padrão	1,86	2,63	4,02
Mínimo	1,39	4,41	8,31
Máximo	7,4	12,58	19,11

* t (min) Total: tempo total de exercício em cicloergômetro

Para a escolha de qual teste estatístico seria utilizado, foi necessário fazer o teste de normalidade representado na Tabela 4. Este teste reflete através do valor da significância que a amostra segue uma distribuição normal, onde $p > 0,05$ no Shapiro-wilk (amostra < 50). No teste de normalidade para o grupo controle observa-se que a análise do limiar através do aparelho não segue uma distribuição normal.

Tabela 4: Teste de normalidade

HIPERTENSO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	Df	Sig.	Estatística	Df	Sig.
PAS repouso	,248	7	,200	,826	7	,073
PAD repouso	,296	7	,063	,840	7	,099
PASmax	,197	7	,200	,885	7	,250
PADmax	,185	7	,200	,877	7	,215
FC repouso	,224	7	,200	,947	7	,704
FC max.	,150	7	,200	,948	7	,714
LAV aparelho	,195	7	,200	,964	7	,855
LAV visual	,203	7	,200	,901	7	,339
carga aparelho	,209	7	,200	,938	7	,617
Carga visual	,187	7	,200	,930	7	,551

NÃO

HIPERTENSOS

PAS repouso	,319	6	,056	,683	6	,004
PAD repouso	,401	6	0,003	,770	6	,031
PAS max	,333	6	0,036	,814	6	,078
PAD max	,199	6	,200*	,903	6	,393
FC repouso	,244	6	,200*	,914	6	,460
FC max	,379	6	0,007	,673	6	,003
LAV aparelho	,407	6	0,002	,659	6	,002
LAV visual	,167	6	,200*	,978	6	,939
Carga aparelho	,225	6	,200*	,868	6	,217
carga visual	,257	6	,200*	,845	6	,143

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correção de significância de Lilliefors

Nota-se que no teste T para amostras independentes (tabela 5) o LAV e a carga tiveram $p > 0,05$ indicando que as igualdades das variâncias entre as médias ocorreram, havendo, portanto, diferença significativa entre os grupos.

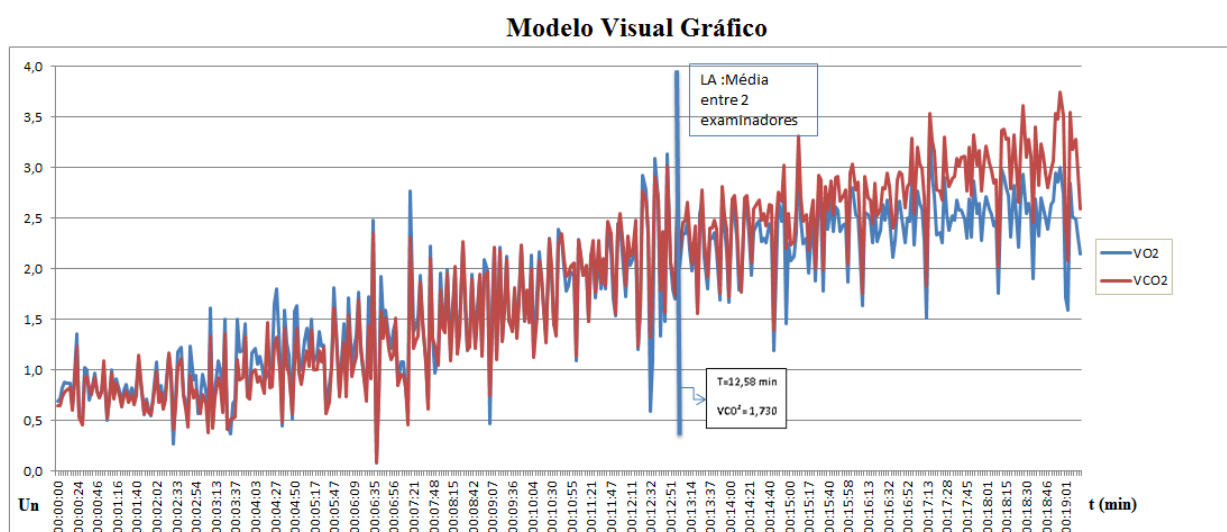
Tabela 5: Teste de amostras independentes

		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	t	Df	Sig. (2 extremidades)	Diferença média	Erro padrão de diferença	95% Intervalo de confiança da diferença	
									Inferior	Superior
LAV aparelho	Variâncias iguais assumidas	,542	,477	-,724	11	,484	-,169881	,234754	-,686571	,346809
	Variâncias iguais não assumidas			-,705	8,989	,499	-,169881	,241004	-,715174	,375412
LAV visual	Variâncias iguais assumidas	,051	,825	-1,447	11	,176	-,50300	,34755	-1,26795	,26195
	Variâncias iguais não assumidas			-1,446	10,661	,177	-,50300	,34784	-1,27156	,26556

carga aparelho	Variâncias iguais assumidas	,818	,385	-1,700	11	,117	-26,905	15,824	-61,734	7,924
	Variâncias iguais não assumidas			-1,690	10,405	,121	-26,905	15,919	-62,189	8,379
Carga visual	Variâncias iguais assumidas	,685	,426	-2,204	11	,050	-38,429	17,436	-76,804	-,053
	Variâncias iguais não assumidas			-2,295	9,894	,045	-38,429	16,742	-75,787	-1,070

Para o presente estudo analisou-se o VO₂ e o VCO₂ respiração a respiração obtidos através do aparelho ergoespirômetro Vmax (CareFusion), pois Segundo WASSERMAN e Col. (1994) estas são as variáveis que melhor refletem o Limiar de anaerobiose. Na Fig. 8 observa-se a média do LAV, entre os dois examinadores, obtida pelo método visual.

Figura 8 Modelo visual gráfico de um dos voluntários



(Fonte: Arquivo próprio, 2017)

Neste exemplo, pôde-se observar que no modelo visual o voluntário atingiu o LA em 12,58 min, $VCO_2=1,730$ e Carga de 129 watts. No resultado apresentado pelo aparelho de ergoespirometria o mesmo voluntário atingiu o LA em 7:40 min, $VCO_2= 1,224$ L/min e carga de 76 watts.

8 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

8.1 DADOS DOS VOLUNTÁRIOS

Observa-se a partir dos dados obtidos na Tabela 1 que a idade está em convergência com pesquisa do Ministério da Saúde (2012) onde o índice de pacientes hipertensos com idade entre 18 e 32 anos é de 8% contra 50% para a faixa etária acima de 55 anos, sendo que em 32% está o risco para a mediana da idade representada na tabela 1. No grupo de não hipertensos a mediana para a variável idade está dentro do risco para hipertensão de 8%. O IMC < 25 kg/m² até 65 anos são uma das principais recomendações para metas pressóricas, além da circunferência abdominal (CA), padrão alimentar e prática de atividade física. (VII Diretriz Brasileira de hipertensão arterial, 2016). A mediana do IMC encontrado em ambos os grupos está acima deste valor sendo, portanto, um fator de risco para hipertensão Arterial.

No presente estudo buscou-se uma padronização dos dados referentes ao ambiente da coleta e das características dos voluntários selecionados. Assim estes não apresentaram diferenças significativas em relação à idade e às características antropométricas.

Os valores medianos da FC (86bpm – hipertensos e 82 bpm para o grupo controle) encontram-se dentro da normalidade documentada na literatura, onde informa que estes valores devem estar na faixa de 60-100 bpm (Sociedade brasileira de Cardiologia, 2010).

Atualmente utilizam-se fórmulas para a obtenção de um teste máximo (FC máx.) como: $(220 - \text{idade})$ ou $(210 - \text{idade} \times 0,65)$. Esta análise é sujeita a um desvio padrão de até ± 12 bpm, comprometendo muitas vezes o treinamento em pacientes que necessitam controle mais vigoroso pela presença de arritmia, hipertensão arterial, isquemia, etc (JÚNIOR, P., R., 1998). Levando os nossos dados para esta fórmula temos a FC máx. de $160 - 40 = 120$ bpm para o grupo de hipertensos e $177 - 31 = 146$ bpm para o grupo saudáveis. Estes resultados comprovam que a fórmula atualmente utilizada não condiz com a realidade aferida em equipamento específico, oferecendo riscos à prescrição do exercício.

A FC comportou-se fisiologicamente em ambos os grupos durante todo o exercício, sugerindo ausência de problemas cronotrópicos em resposta ao exercício. A FC aumentou linearmente com a intensidade do esforço tal como o consumo de oxigênio. A FC pode ser considerada máxima para um indivíduo quando, durante o esforço, é atingida a exaustão

como fizemos neste estudo, onde o voluntário era incentivado a pedalar até seu limite máximo utilizando a percepção subjetiva do esforço – BORG, para detectar este momento. Com relação ao pico da FC (160bpm – hipertensos e 177bpm – saudáveis), esta se comportou dentro do esperado para a idade, como preconizado pela AHA – American Heart Association (2001) e Sociedade Brasileira de Cardiologia (2010). Segundo Lakatta (2003) com o avançar da idade, devido a fenômenos naturais provenientes do envelhecimento, como alteração dos tipos de fibras cardíacas, a FC de pico tende a ser menor com o avançar da idade. Nos níveis de carga acima do LA o aumento crescente da FC é dependente de uma maior ativação simpática e diminuição do controle parassimpático sobre o nódulo sinusal (SACILOTTO, 2007). Segundo Guyton (2010) durante o treinamento físico não só os músculos esqueléticos sofrem hipertrofia mas também o músculo cardíaco. Embora o coração do atleta tenha um tamanho maior que o de pessoas sedentárias o Débito Cardíaco é o mesmo à custa de um grande volume sistólico e baixa FC.

A pressão arterial é um parâmetro primordial para a avaliação inotrópica do coração em relação ao exercício físico. O aumento na pressão não apenas força a passagem de mais sangue através dos vasos sanguíneos, mas também estira as paredes das arteríolas, reduzindo adicionalmente a resistência vascular. Sendo assim, um aumento de 30% na pressão sanguínea pode frequentemente mais do que dobrar o fluxo sanguíneo (GUYTON, 2010). Dessa maneira, pode-se assumir que o aumento da PAS durante a atividade física é necessária e auxilia no processo de disponibilização de nutrientes pelo sistema cardiovascular. Durante o exercício, as pressões elevadas são transmitidas ao sistema vascular pulmonar e estimulam a respiração induzindo o aumento na ventilação e podem resultar em redução da tolerância ao exercício além de causar anormalidades leves a moderada nas trocas gasosas (DECLEVA *et al*, 2012).

Segundo a III Diretriz da sociedade brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico (2010) em condições normais, durante o TE, a PAS aumenta com a intensidade crescente do trabalho aplicado (em geral até 220 mmhg) e a PAD mantém-se constante ou oscila cerca de 10 mmhg. Para interromper o teste seria necessário que PAD atingisse 120mmHg em normotensos e 140 mmHg para hipertensos, o que não ocorreu em nenhum dos casos. A PA máxima foi de 170x120 mmHg em hipertensos e 160x100 mmHg no grupo de não hipertensos, estando dentro das respostas inotrópicas normais no pico de teste (AHA, 2001).

8.2 LIMIAR DE ANAEROBIOSE

GUYTON (2012) verificando a relação entre desempenho cardiovascular e VO_2 afirma que o nível de desempenho na atividade física depende principalmente da capacidade de empenho do coração, pois este é o fator mais limitante na liberação de oxigênio em quantidades adequadas para os músculos que estão trabalhando. No estudo de DECLEVA (2012) os voluntários hipertensos em estado pró-oxidante crônico experimentaram uma exacerbação do estresse oxidativo após o exercício, em comparação com indivíduos saudáveis, o que levou a alterações nas trocas gasosas reduzindo o pico de VO_2 . Assim o grupo dos hipertensos teve seu LA antecipado em relação ao grupo de não hipertensos por causa da limitação crítica que o sistema cardiovascular impõe ao desempenho máximo em esportes de resistência. Pode-se entender de imediato que qualquer tipo de cardiopatia que diminua o débito cardíaco máximo causará uma diminuição correspondente com relação à capacidade de potência muscular máxima do corpo (MARQUESI, 2006).

Utilizamos a análise visual gráfica como parâmetro para comparar os resultados obtidos pelo aparelho de ergoespirometria Vmax Carefusion pois segundo Crescêncio (2002) o LA pode ser determinado pela análise das curvas de VCO_2 em relação à VO_2 , ajustando as duas retas e identificando o ponto de mudança no padrão de resposta destas variáveis. A partir da figura 8, observa-se o momento em que ocorre perda do paralelismo entre as curvas devido a um aumento desproporcional da VCO_2 frente à um aumento linear da potência (CRESCENCIO, 2002). Segundo Wasserman, et.al (1999) estas alterações são decorrentes da produção de lactato, que altera a acidez metabólica nas quais as fibras musculares enviam estas alterações metabólicas aos centros cardiovasculares e respiratórios presentes no bulbo.

Desta forma, os centros cardiovascular e respiratório vão promovendo ajustes cardiorrespiratórios necessários à execução da atividade física como o aumento da FC, regulado pelo sistema nervoso autônomo (sistema nervoso Simpático e parassimpático) e ajustes ventilatórios (MCARDLE, 2011). Em pessoas fisicamente treinadas características como adaptações neurais, musculares, morfológicas e funcionais são ativadas por meio do sistema nervoso central (SNC), que pode se adequar para a melhora em sua função, para o recrutamento de grandes quantidades de unidades motoras, o que afeta diretamente o número de fibras, o conteúdo de ATPase, a miosina e a densidade capilar (Vale Unesco, 2011). A densidade capilar aumentada promove maior potencial no fluxo sanguíneo das

fibras musculares em atividade e, como esses novos capilares não podem estar associados somente às fibras musculares do tipo I, em função da sistemática das vias metabólicas estarem em plena integração, essa adaptação também fornece mais oxigênio para as fibras do tipo IIa, que se vê como substrato para aumentar a capacidade da respiração mitocondrial desse tipo de fibra (Vale Unesco, 2011).

Verificou-se através de estudos de SACILLOTTO (2007) que o sedentarismo, fator de risco importante para HAS, foi o que determinou o momento antecipado do LA onde comparou grupo de sedentários com hipertensos. Os hipertensos eram jardineiros o que segundo o autor poderia ter sido considerado uma forma de atividade física. No presente estudo, o grupo de hipertensos não foi em sua totalidade composta por voluntários sedentários. Porém o grupo dos voluntários saudáveis foi composto em sua totalidade por voluntários com nível de atividade considerado moderado a alto (time de futebol americano). Portanto, o nível de atividade física, elevou o momento do LA no grupo dos não hipertensos, gerando conseqüentemente uma carga e tempo maiores. WASSERMAN, *et. al* (1964) estudaram pacientes portadores de várias doenças cardíacas e identificaram o LA em níveis mais baixos quando comparados a indivíduos saudáveis.

Na fase inicial do exercício, 10 a 20 segundos iniciais, ocorre um aumento abrupto das respostas ventilatórias, devido à estímulos neurogênicos provenientes do córtex motor e em resposta ao centro respiratório bulbar. Simultaneamente a FC também se eleva abruptamente devido à retirada vagal sobre o nóculo sinusal, resultando em elevação do débito cardíaco e do VO₂ para suprir as demandas metabólicas iniciais (MARÃES, 2005). Na segunda fase do exercício, a FC vai reduzindo provavelmente devido à retomada vagal e vai aumentando linearmente ao teste incremental. A ventilação pulmonar vai aumentando proporcionalmente ao incremento de carga, sendo os quimioceptores centrais e periféricos os responsáveis por esta regulação (CRESCÊNCIO, 2002). Além disso, as catecolaminas têm efeito importante: uma diminuição na secreção de fluidos das glândulas bronquiais e relaxam os músculos lisos dos brônquios. Além disso, tem um efeito broncodilatador específico e potente, levando ao aumento da captação de O₂ e, portanto, à alta produção de CO₂, resultando em um aumento desproporcional da ventilação (VE) versus carga de trabalho (SALLES, 2017).

Após estas fases as alterações metabólicas provenientes do acúmulo de lactato resultam em ajustes cardiorrespiratórios para manutenção do exercício físico. Nesta fase a

FC volta a aumentar desproporcionalmente ao incremento de carga, assim como a VE e VCO₂ (MARÃES, 2010; CRESCÊNCIO,2002; WASSERMAN, et.al.,1999). Esta passagem do aumento linear das variáveis acima comentadas para um aumento desproporcional aos incrementos de potência está relacionada à transição do exercício aeróbio para o anaeróbio, momento do LA.

8.3 MÉTODOS PARA VERIFICAÇÃO DO LA

Estudos de Marães (2000/2005/2010), Crescêncio (2002), Pozzi (2006) e Aoyama (2017) tentam identificar o momento do LA através de modelos matemáticos e concentração de lactato sanguíneo durante o teste incremental. O presente estudo comparou o padrão ouro (Modelo Visual Gráfico) com os resultados obtidos pelo aparelho método automático. Para todas as variáveis estudadas observou-se uma subestimação dos resultados obtidos pelo aparelho. O método automático utiliza um algoritmo não específico, necessitando de estudos mais aprofundados para melhor interpretação.

Conclui-se, portanto que o aparelho de ergoespirometria é um importante instrumento para detectar modificações entre a disponibilidade e a necessidade de oxigênio pelo miocárdio, avaliar arritmias e o comportamento da pressão arterial com ou sem o uso de medicamentos, porém seus resultados devem ser analisados à luz de diferentes métodos para determinação do LA. O método visual gráfico (padrão Ouro) é um instrumento de baixo custo e simples execução e com alta acurácia de seus resultados. (CRESCÊNCIO, 2002; GONZALES,2015; POZZI, 2006).

9 TRABALHOS FUTUROS

Através do presente estudo observou-se a necessidade de observar a variável VO₂ para assegurar que o nível de aptidão física dos indivíduos seja o mesmo de forma a não interferir nos resultados do LA.

Há necessidade de maiores análises e estudos mais aprofundados quanto ao algoritmo utilizado no aparelho para determinação do LA.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. Promoção da saúde e prevenção de riscos e doenças na saúde suplementar : manual técnico. **Agência Nacional de Saúde Suplementar**. Rio de Janeiro, 2. ed., p. 65-67, 2007. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/promocao_saude_prevencao_riscos_doencas.pdf. Acesso em: Maio 2016.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. **Circulation**. Vol. 104, p.1694-1740, 2001.

ARAÚJO, A. P. S.; MENÓIA, E. Atividade lipolítica durante a prática de atividade física: enfoque sobre o consumo de oxigênio, produção de ATP e o estímulo neuro-humoral. **Revista Saúde e Pesquisa**, 1 (2): 177-184, 2008.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, Vol. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

CAVALAZZI, T.G.L. *et.al.* Avaliação do uso da Escala Modificada de Borg na crise asmática. **Acta Paulista de Enfermagem**, vol.18 n.1, 2005.

CAVALCANTE, M. A. *et al.* Qualidade de vida de pacientes hipertensos em tratamento ambulatorial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 89 (4), p. 245-50, 2007.

COSTA, M.G. *et. al.* Percepção subjetiva do esforço. Classificação do esforço percebido: proposta de utilização da escala de faces. **Fitness & Performance Journal**, v.3, n.6, p.305-313, 2004.

CRESCÊNCIO, J. C. Determinação do limiar de anaerobiose ventilatório no exercício físico dinâmico em indivíduos saudáveis. Comparação entre métodos obtidos por análise visual e modelos matemáticos. 2002. 156 f. Dissertação (Mestrado em Biociências aplicadas em clínica médica) – Faculdade de medicina de Ribeirão Preto (SP), Ribeirão Preto, São Paulo, 2002.

DIDERIKSEN, K. *et al.* Tendon collagen synthesis declines with immobilization in elderly humans: no effect of anti-inflammatory medication. **Journal of Applied Physiology**, 122(2), p. 273-282, 2017.

GONZÁLES, A. I. *et al.* Influência da dança na saúde cardiovascular e função sexual. **RBM: Revista Brasileira de Medicina**, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 161-165, 2015.

GUIMARÃES, J. B. **Análise Estatística utilizando o SPSS – guia prático de comandos**. Salvador – Bahia, 2008. Disponível em: <http://www.prograd.uff.br/estatistica/sites/default/files/Apostila-SPSS.pdf>. Acesso em: maio 2017.

GUYTON, A.C. **Fisiologia Humana**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Interamericana, 1981.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de fisiologia médica**. 12ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Elsevier, 2011.

JUNIOR, E. C. P. L. *et al.* Estudo comparativo do consumo de oxigênio e limiar anaeróbio em um teste de esforço progressivo entre atletas profissionais de futebol e futsal. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 12, n. 6, nov./dez. 2006.

JUNIOR, P.Y.; Ergoespirometria. Teste de Esforço Cardiopulmonar, Metodologia e Interpretação. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, vol. 71 n.5, 1998.

LAKATTA, E.G.; LEVY, D. Arterial and Cardiac aging: Major shareholders in cardiovascular disease enterprises. **Circulation**, v.107, p. 346-354, 2003.

MARÃES V. R. F. S. Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações, **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**. 3 (1), 33-42, 2010.

MARÃES, V. R. F. S. Identification of anaerobic threshold using heart rate response during dynamic exercise. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 38, p. 731-735, 2005.

MARQUESI, M.L. Bases Metabólicas do Conceito Limiar Anaeróbio. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, 5(2), p. 53-64, 2006.

MCARDLE W.D.; KATCH F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2011.

MENEGHELO, R. S., *et al.* III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 95 (5 supl. 1), p. 1 – 26, 2010. Disponível em: http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2010/diretriz_teste_ergometrico.pdf. Acesso em: janeiro 2017.

Ministério da saúde. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/saude/2015/04/hipertensao-atinge-mais-de-30-milhoes-de-pessoas-no-pais>. Acesso em: dezembro de 2017.

Ministério da saúde. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/43145-18-2-da-populacao-do-distrito-federal-diz-ter-diagnostico-medico-de-hipertensao>. Acesso em: maio de 2018.

NOGUEIRA, P. R.; RASSI, S.; CORREA, K. S. Perfil epidemiológico, clínico e terapêutico da insuficiência cardíaca em hospital terciário. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo , v. 95, n. 3, p. 392-398, 2010.

PASSOS, V. M. A.; ASSIS, T. D.; BARRETO, S. M. Hipertensão arterial no Brasil : estimativa de prevalência a partir de estudos de base populacional. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 15, n. 1, p. 35–45, 2006.

PESSOTI, R.E; **Determinação do limiar de anaerobiose a partir da resposta da frequência cardíaca, da atividade mioelétrica, do consumo de oxigênio ao exercício físico de homens de meia idade saudáveis e hipertensos**. 2005. 97 f. (Mestrado em Ciências da Saúde - Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2005.

PIRES, F. O. ; SILVA, A. E. L., OLIVEIRA, F. R. Diferenças entre variáveis de identificação dos limiares ventilatórios. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. 7(2), P. 20-28, 2005.

POZZI, L.G. *et.al.* Determinação do limiar de anaerobiose de idosos saudáveis: comparação entre diferentes métodos. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 10, n. 3, p. 333-338, 2006.

POZZI, L.G. Determinação do limiar de anaerobiose de idosos saudáveis: comparação entre diferentes métodos. 2006. 91 f. (Mestrado em Fisioterapia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

RUIVO, J. A.; ALCÂNTARA, P. Hipertensão arterial e exercício físico. **Revista Portuguesa de Cardiologia**, v. 31, n. 2, p. 151-158, 2012.

SACILOTTO, M. C. *et al.* Relação da frequência cardíaca e da potência no pico do teste ergométrico e no nível do limiar de anaerobiose de homens de meia-idade saudáveis e de hipertensos. **Fisioterapia & Movimento**, v. 20, n. 4, p. 43-53, 2007.

SALES, M.M et al.; An integrative perspective of the anaerobic threshold. **Physiology & Behavior**, 0031-9384, 2017.

SAMPIERI, R. H.; CALLADO, C. F.; LÚCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5.ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SILVA, O. B. *et.al.* Teste ergométrico em crianças e adolescentes: maior tolerância ao esforço com o protocolo em rampa. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 89, n. 6, p. 391-397, 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA *et al.* [III Guidelines of Sociedade Brasileira de Cardiologia on the exercise test], VII Diretriz Brasileira de hipertensão arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia** v. 107, n. 3 Supl. 3, p. 25-33 , 2016.
Disponível em:

http://publicacoes.cardiol.br/2014/diretrizes/2016/05_HIPERTENSAO_ARTERIAL.pdf.

Acesso em:18/12/2107.

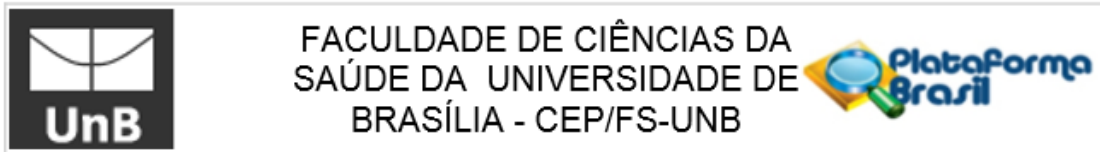
SOUSA, N. F. *et al.* Limiar de lactato em exercício resistido em idosos. **Motricidade**, v. 9, n. 1, p. 87-94, 2013.

SPOSITO, A. C. *et al.* IV Diretriz brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 88, p. 2-19, 2007.

HIGA, M.N; Determinação do limiar de anaerobiose pela análise visual gráfica e pelo modelo matemático de regressão linear bi-segmentado de Hinkley em mulheres saudáveis.2006. 64f. Dissertação de Mestrado (mestrado em ciências da saúde – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto), 2006.

WASSERMAN K., *et.al.* **Principles of exercise testing and interpretation**. 4^a ed. Philadelphia: Williams & Wilkins, 1999.

ANEXO I



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estudo da variabilidade da frequência cardíaca de hemiparéticos após acidente vascular cerebral submetidos à fisioterapia cardiovascular.

Pesquisador: Vera Regina Fernandes da Silva Marães

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 35741214.8.0000.0030

Instituição Proponente: Faculdade de Ceilândia

Patrocinador Principal: Faculdade de Ceilândia

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.166.770

Data da Relatoria: 12/08/2015

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de iniciação científica a ser desenvolvido no âmbito da Faculdade de Ceilândia acerca da modulação autonômica da frequência cardíaca, utilizando metodologia computacional matemática e estatística, de voluntários hipertensos e hemiparéticos após acidente vascular cerebral submetidos à fisioterapia cardiovascular.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde as doenças cardiovasculares; incluindo seus fatores de risco, representam um importante problema de saúde pública, as quais determinam grande número de mortalidade e morbidade em todo o mundo (KLIEMAN, et al., 2006). No Brasil, entre 1990 e 2004, houve um aumento ou estabilidade nas taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares para ambos os sexos e em indivíduos a partir dos cinquenta anos. Dentre as doenças cardiovasculares destacam-se: a) os acidentes vasculares cerebrais, por seu grande potencial para o desenvolvimento de incapacidades, deficiências e internações hospitalares e; b) a hipertensão arterial sistêmica, considerada um importante fator de risco para o desenvolvimento de AVCs e infarto agudo do miocárdio. Friday et al. (2002) realizaram um estudo com 535 pacientes que foram acometidos por AVC e verificaram que 52 apresentaram recorrência do evento, mostrando a íntima relação entre hipertensão arterial e AVC. Os pacientes com lesão no hemisfério direito possuem mais risco de morte súbita, especial

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro
Bairro: Asa Norte **CEP:** 70.910-900
UF: DF **Município:** BRASÍLIA
Telefone: (61)3107-1947 **E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.186.770

aqueles AVCs da região do tálamo e tronco encefálico, devido à nítida influência sobre o centro cardiovascular, alterando significativamente a variabilidade frequência cardíaca e o controle da pressão arterial (NISHIOKA et al.,2005).

Objetivo da Pesquisa:

Estudar a modulação autonômica da frequência cardíaca, utilizando metodologia computacional matemática e estatística, de voluntários hipertensos e hemiparéticos após acidente vascular cerebral submetidos à fisioterapia cardiovascular.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os pesquisadores apontam como riscos:

"Antes de iniciar o procedimento experimental os voluntários serão comunicados sobre os sinais e sintomas que devem sinalizar a interrupção da continuidade dos procedimentos experimentais, e o mesmo será observado por uma equipe treinada que estará alerta a qualquer alteração que possa sugerir a interrupção do referido procedimento. Em caso de urgência a equipe possui treinamento para primeiros socorros, que poderão ser

aplicados e se necessário à equipe de socorro será chamada. A pesquisa será suspensa somente em casos extremos como intercorrências ou padrões das variáveis fisiológicas que comprometam a saúde dos mesmos, inviabilizando a continuidade do projeto de pesquisa. O pesquisador responsável pelo projeto, bem como o pessoal envolvido, terão controle sobre os parâmetros cardiorespiratórios dos voluntários, uma vez que, os mesmos serão monitorizados continuamente durante todas as etapas do procedimento experimental. E como benefícios:

"A população da Ceilândia que se encontra em expansão, é constituída de mais de 390.000 habitantes (de acordo com os Dados e Indicadores Epidemiológicos do DF de 2005 da Subsecretaria de Vigilância à Saúde) o que corresponde a 16,7% da população do DF. A cidade mais populosa do Distrito Federal tem uma história ímpar e impregnada de lutas e de fortes movimentos que demonstram as necessidades de uma população com grande potencial de mobilização cultural e social que, apesar das melhorias, ainda carece de atenção do Estado. Dentro desse contexto, a Universidade de Brasília (UnB) Campus Ceilândia, atualmente em fase de construção na região do Centro Metropolitano, tem a finalidade de promover o acesso da população ao ensino e formação profissional, especialmente da Região Administrativa de Ceilândia e suas áreas de influência (Taguatinga, Brazlândia, Gama, Recanto das Emas, Riacho Fundo I e II, Samambaia), bem como outras regiões do Distrito Federal de um modo geral. O investimento e a criação de políticas públicas voltadas para a melhoria da educação é

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro
Bairro: Asa Norte **CEP:** 70.910-900
UF: DF **Município:** BRASILIA
Telefone: (61)3107-1947 **E-mail:** cepfsunb@gmail.com



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estudo da variabilidade da frequência cardíaca de hemiparéticos após acidente vascular cerebral submetidos à fisioterapia cardiovascular.

Pesquisador: Vera Regina Fernandes da Silva Marães

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 35741214.8.0000.0030

Instituição Proponente: Faculdade de Ceilândia

Patrocinador Principal: Faculdade de Ceilândia

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.166.770

Data da Relatoria: 12/08/2015

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de iniciação científica a ser desenvolvido no âmbito da Faculdade de Ceilândia acerca da modulação autonômica da frequência cardíaca, utilizando metodologia computacional matemática e estatística, de voluntários hipertensos e hemiparéticos após acidente vascular cerebral submetidos à fisioterapia cardiovascular.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde as doenças cardiovasculares; incluindo seus fatores de risco, representam um importante problema de saúde pública, as quais determinam grande número de mortalidade e morbidade em todo o mundo (KLIEMAN, et al., 2006). No Brasil, entre 1990 e 2004, houve um aumento ou estabilidade nas taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares para ambos os sexos e em indivíduos a partir dos cinquenta anos. Dentre as doenças cardiovasculares destacam-se: a) os acidentes vasculares cerebrais, por seu grande potencial para o desenvolvimento de incapacidades, deficiências e internações hospitalares e; b) a hipertensão arterial sistêmica, considerada um importante fator de risco para o desenvolvimento de AVCs e infarto agudo do miocárdio. Friday et al. (2002) realizaram um estudo com 535 pacientes que foram acometidos por AVC e verificaram que 52 apresentaram recorrência do evento, mostrando a íntima relação entre hipertensão arterial e AVC. Os pacientes com lesão no hemisfério direito possuem mais risco de morte súbita, especial

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.910-900

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3107-1947

E-mail: cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.186.770

crucial para a transformação e desenvolvimento sócio-político-cultural-econômico de uma sociedade. Neste contexto foi aprovado e está sendo implementado o Programa de Apoio aos Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), traduzido na necessidade de descentralizar a Universidade Pública que atendia, até então, uma minoria da população majoritariamente elitista. A cidade de Ceilândia é uma das beneficiárias do REUNI que traz a Universidade de

Brasília como instrumento catalisador para as transformações sociais que atenderá de imediato o triângulo Ceilândia, Taguatinga e Samambaia (35% da população do Distrito Federal), além de outras cidades relacionadas a estas três. Espera-se que o referido projeto em consonância com o projeto de expansão da Unb, venha possibilitar o desenvolvimento dos objetivos da formação e produção de conhecimento na Ceilândia além de

começar a mudar a realidade social e de saúde da região. Estas ações permitirão o fortalecimento do conhecimento nas diferentes áreas da saúde em especial da Fisioterapia, propiciando maior abrangência e aprofundamento do ensino, da pesquisa e da extensão.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Foram analisados para elaborar o presente parecer os seguintes documentos:

- 1 - INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO postado em 15/07/2015 - Anexado novo projeto básico com as correções sugeridas pelo CEP/FS;
- 2 - Projeto completo FAPDF2014 postado em 15/07/2015
- 3 - MODIFICAÇÕES REALIZADAS SEGUNDO ORIENTAÇÕES DO PARECERISTA postado em 15/07/2015
- 4 - Tcle2014 postado em 15/07/2015
- 5 - PARECER CONSUBSTANCIADO CEP 842273 postado em 22/10/2014

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados anteriormente e estavam adequados as exigências da época.

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro
Bairro: Asa Norte CEP: 70.910-900
UF: DF Município: BRASILIA
Telefone: (61)3107-1947 E-mail: cepfsunb@gmail.com



FACULDADE DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE DE
BRASÍLIA - CEP/FS-UNB



Continuação do Parecer: 1.166.770

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Ajustar Riscos e Benefícios do projeto; PENDÊNCIA ATENDIDA INTEGRALMENTE

Descrever na metodologia N, procedimento da amostra e tratamento dos dados; PENDÊNCIA ATENDIDA INTEGRALMENTE

Ajustar cronograma. PENDÊNCIA ATENDIDA INTEGRALMENTE

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

De acordo com a Resolução 466/12 CNS, itens X.1.- 3.b. e XI.2.d, os pesquisadores responsáveis deverão apresentar relatórios parcial semestral e final do projeto de pesquisa, contados a partir da data de aprovação do protocolo de pesquisa.

BRASILIA, 01 de Agosto de 2015

Assinado por:
Keila Elizabeth Fontana
(Coordenador)

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro
Bairro: Asa Norte **CEP:** 70.910-900
UF: DF **Município:** BRASILIA
Telefone: (61)3107-1947 **E-mail:** ceptsunb@gmail.com

Página 04 de 04

ANEXO II



CareFusion Corporation
Yorba Linda, California

Page 1

Name: GILMAR,
ID: GILMAR
Date: 04/22/17
Age: 40 Race: Hispanic
Height(in): 76 Weight(lb): 323

CardioPulmonary Exercise Test Summary

	Predicted	Measured	% Predicted
Spirometry			
FVC (L)	6.01		
FEV1 (L)	4.45		
MVV (L)	186		

Resting Data HR (bpm): 86 SpO2: SPB(mmHg): 160 DPB(mmHg): 100

Peak Cardiovascular Responses	Predicted	Measured	% Predicted
VO2 (ml/kg/min)	38.0	17.3	45
VO2 (l/min)	2.920	2.541	87
VCO2 (l/min)		2.886	
Work (Watts)	286	168	59
Anaerobic Threshold (AT)(l/min)	> 1.168	1.244	
AT (% Predicted Max VO2)	> 40%	43	
Heart Rate (bpm)	174	129	74
O2 Pulse (ml/beat)	22.0	19.7	90
Systolic Blood Pressure (Max)	202	220	109
Diastolic Blood Pressure (Max)	85-105	100	
Heart Rate Reserve (bpm)	<15	34	
Peak Ventilatory Responses			
VE Max (l/min) BTPS	140.1	104.0	74
Tidal Volume (VT) (L)	3.385	3.110	92
Respiratory Rate (RR)	<50	28	
Breathing Reserve (%)	20-40	33	
Gas-Exchange Responses			
End Tidal CO2 (Peak PetCO2)		54.7	
End Tidal O2 (Peak PetO2)		97.2	
VE/VO2 @ AT		31	
VE/VCO2 @ AT		31	
VD/VT (Est) @ Rest	0.30	0.18	61
VD/VT (Est) Peak	0.18	0.06	34
Respiratory Quotient (RQ)(Peak)	1.1-1.3	1.14	
SpO2 (O2 Sat--Pulse Ox) @ Peak	94		

Calibration Results

Flow Cal: Pred Volume: 3.00 Expire Avg: 2.64 Inspire Avg: 2.71

Gas Cal:	Cal1 O2	Cal 1 CO2	Cal 2 O2	Cal 2 CO2	Ambient O2	Ambient CO2
Predicted	16.00	4.00	26.00	0.00		
Measured	16.08	4.08	26.11	0.02	21.00	0.11
Transit (msec)	0.516	0.413				
Response (msec)	0.112	0.088				

Version: IVS-0101-27-3b

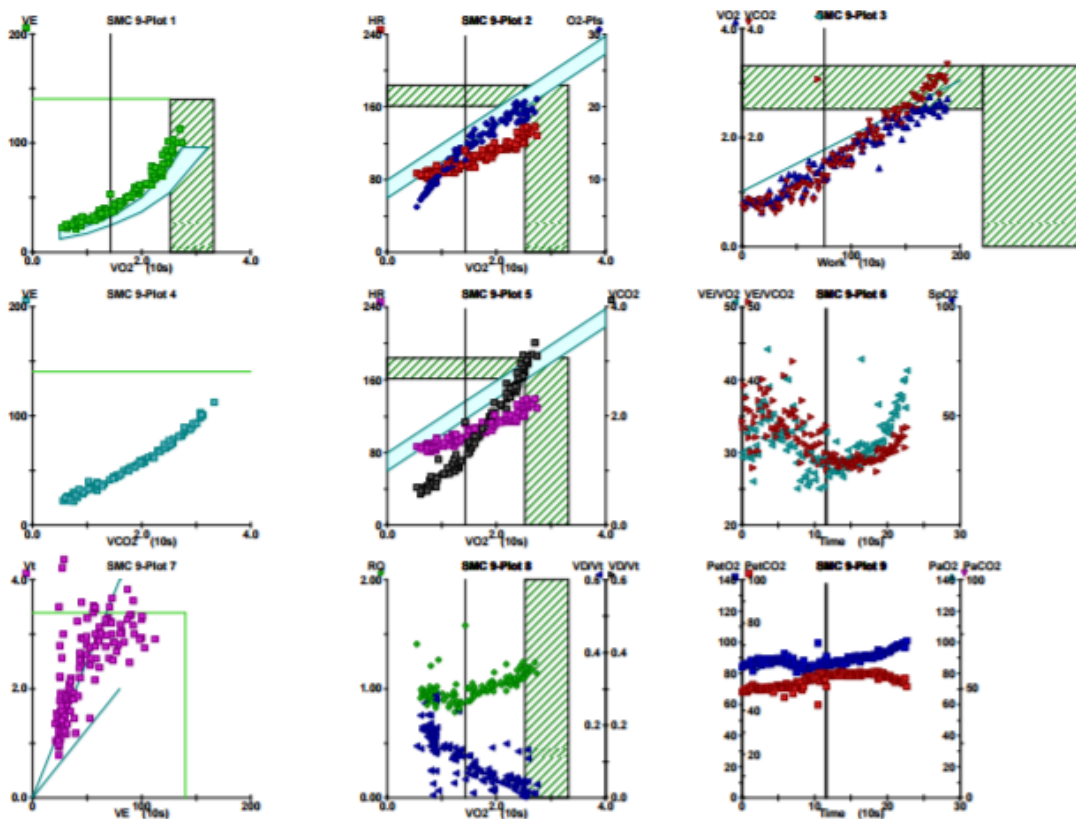
Physician:



CardioPulmonary Exercise Graphs: 9-Plot

Name: GILMAR,
Date: 04/22/17
Age: 40

ID: GILMAR
Height(in): 76
Weight(kg): 147.0
Physician:



Measurement (peak)	Predicted	Measured	%Predicted	Plot #
VO2 (l/min)	2.920	2.541	87	1,3
Work Rate (Watts)	286	168	59	3
HR (bpm)	174	129	74	2
O2 Pulse (ml/beat)	22.0	19.7	90	5
Respiratory Quotient (RQ)	1.1-1.3	1.14		8
VE Max (l/min) BTPS	140.1	104.0	74	1,7
Breathing Reserve (%)	20-40	33		1,7
AT (l/min)	1.168	1.244		1,5,6,9
Slope Calculations			(Normal Range)	
VO2/Work (ml/min/watt)	10.3		8.7-11.9	3
HR/VO2kg (bpm/ml/kg)	3.8		3.0-4.0	2,5
VE/VO2 (L BTPS/L STPD)	27.5		23-26	1,6
VE/VCO2 (L BTPS/L STPD)	23.6		26-29	3

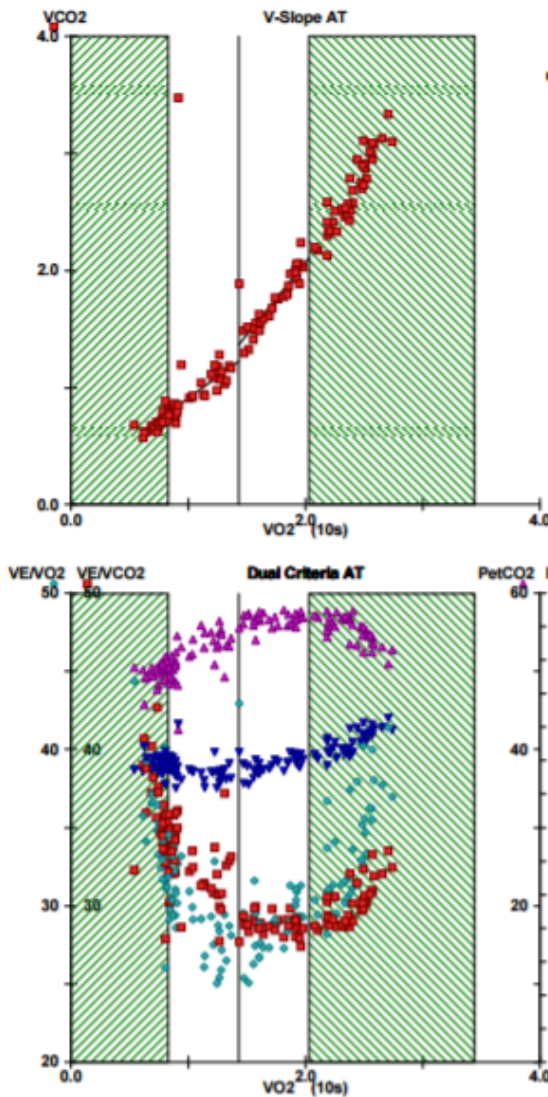
Version: IVS-0101-27-3b



Name: GILMAR,
ID: GILMAR
Date: 04/22/17
Age: 40 Race: Hispanic
Height(in): 76 Weight(lb): 323
Physician:

CardioPulmonary Exercise Test Results

Anaerobic Threshold Profile



		Expected Range
% Actual Peak VO2	49	40-60%
% Predicted Max VO2	43	40-60%

MEASUREMENT	VALUE @ AT
METABOLIC	
Work Watts	76
VO2/kg mL/kg/min	8.5
VO2 L/min	1.244
VCO2 L/min	1.224
RQ	0.98
VENTILATORY	
VE(BTPS)L/min	38.3
RR BPM	27
Vt Liters	1.403
GAS-EXCHANGE	
VEO2	31
VECO2	31
PetO2 mmHg	91.2
PetCO2 mmHg	52.9
CARDIOVASCULAR	
HR BPM	99
HR %Max%	57
O2 Pulse mL/Beat	12.6

APÊNDICE I



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Convidamos o Senhor a participar do projeto: Determinação do Limiar de Anaerobiose de hipertensos.

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar a sua condição física e qual deve ser o foco da reabilitação física em pacientes como você!

O(a) senhor (a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes, no decorrer da pesquisa e no final da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá em nenhum outro material, sendo mantido o mais rigoroso sigilo por meio da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo.

Caso o (a) senhor (a) concorde, a sua participação será por meio de uma série de avaliações que ocorrerão no setor de fisioterapia do Hospital Universitário na data e horário de acordo com sua disponibilidade. Na avaliação inicial serão feitas algumas perguntas referentes ao seu estado de saúde, será respeitado o tempo de cada um para respondê-lo. Informamos que o (a) Senhor (a) pode se recusar a responder qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor (a).

As etapas a que o (a) senhor (a) se submeterá são:

1. Avaliação: coleta de dados pessoais, hábitos de vida e alimentar, antecedentes familiares, história atual e pregressa de doenças.
2. Captação da frequência cardíaca batimento a batimento na condição de repouso deitado e sentado por 10 min e caminhando durante 6 minutos.
3. Teste Ergoespirométrico: Avaliação da condição física e cardíaca
4. Avaliação da ativação muscular e do equilíbrio.

Ressaltando que todos os procedimentos tem caráter não invasivo e não provocam dor. Caso o Senhor sinta algum desconforto a equipe de pesquisadores providenciará imediatamente o suporte necessário e se necessário encaminhamento ao setor competente do HUB.

Os riscos decorrentes de sua participação na pesquisa são muito baixos e incluem pequeno desequilíbrio ao realizar algumas avaliações motoras, cansaço ao realizar o teste ergoespirométrico, mas todos esses são eventos momentâneos. Se você aceitar participar, estará contribuindo para ajudar várias pessoas que sofrem do mesmo problema que o Senhor com a descoberta de técnicas em saúde, além disso, o senhor terá uma avaliação física completa, melhora nas atividades de vida diária e no condicionamento físico. Caso haja algum dano direto ou indireto resultante dos procedimentos de pesquisa, você poderá ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília -UnB podendo ser publicados posteriormente em nível nacional e internacional. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sobre a guarda do pesquisador responsável. Após o termino da pesquisa os seus dados serão armazenados ainda por 6 meses pela pesquisadora responsável e posteriormente os mesmos serão descartados com cuidado e sigilo.

Se tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, pode ligar a qualquer momento para o telefone móvel da Dra. Vera Regina pelo número 82283700 e na instituição Faculdade de Ceilândia telefone: 3377-0615.

Este projeto foi Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FS/DF. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do sujeito da pesquisa podem ser obtidos através do telefone: (61) 3107-1918.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o (a) Senhor (a).

Nome / assinatura

Vera Regina Fernandes da Silva Marães

Pesquisador Responsável

Brasília, ____ de _____ de _____

APÊNDICE II

FICHA DE AVALIAÇÃO



Universidade de Brasília - Faculdade Do Gama (UnB/FGA)
DETERMINAÇÃO DO LIMAR DE ANAEROBIOSE DE HIPERTENSOS

FICHA DE AVALIAÇÃO- 1º DIA

Data: ____ / ____ / ____

Avaliador: _____

Local: _____

Nome: _____

Idade: ____ Data de nascimento: ____ / ____ / ____ Raça: _____

—

Tipo de amputação: _____ Causa: _____ Tempo: _____

Profissão _____ atual:

Local de trabalho: _____

Escolaridade: _____ Estado Civil:

Queixa: _____

1- HÁBITOS DE VIDA:

FUMANTE: () SIM () NÃO

OBSERVAÇÕES: _____

INGERE BEBIDAS ALCOÓLICAS: SIM NÃO

OBSERVAÇÕES: _____

ATIVIDADE FÍSICA: SIM NÃO QUAL: _____

QUANTAS VEZES/SEMANA: _____ DURAÇÃO: _____

OBSERVAÇÕES: _____

APRESENTA ALGUM DISTÚRBO DE SONO: SIM NÃO

OBSERVAÇÕES: _____

2- ANTECEDENTES FAMILIARES:

APRESENTA ANTECEDENTES FAMILIARES DAS DOENÇAS ABAIXO:

CATEGORIA	PARENTESCO	HÁ QUANTO TEMPO
ALTERAÇÃO DA TIREÓIDE		
DIABETES		
DISLIPIDEMIA		
OBESIDADE		
RENAIS		
PULMONARES		
CARDIOVASCULAR		

OBSERVAÇÕES: _____

3- HISTÓRIA PREGRESSA E ATUAL DE DOENÇAS:

3.1- APRESENTA OU APRESENTOU ALGUMA DAS DOENÇAS ABAIXO:

DOENÇAS	SIM	NÃO	TIPO	QUANTO TEMPO
ALTERAÇÃO DA TIREÓIDE				
DIABETES				
DESLIPIDEMIA				
OBESIDADE				
RENAIS				
PULMONARES				
ESCLERODERMIA				
ESPASMO ESOFÁGICO				
ÚLCERA PEPTOCA				
EPILEPSIA				
CARDIOVASCULAR				
RESPIRATÓRIA				

OBSERVAÇÕES: _____

3.2- COSTUMA SENTIR FALTA DE AR/DISPNEIA: SIM NÃO

3.3- APRESENTA OUTROS SINTOMAS? _____

3.4- FAZ USO DE MEDICAMENTOS: SIM NÃO

ESPECIFICAR: _____

4- EXAME FÍSICO

4.2- COMPOSIÇÃO CORPORAL

MASSA (Kg): _____ ALTURA: _____ IMC (Kg/m²): _____

PERÍMETRO QUADRIL: _____ CINTURA: _____ RCQ: _____

ABDOMINAL: _____ (H<94) COXA: D _____ E _____

PREGAS CUTÂNEAS: (H- TR+ TO+ SB) _____

AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO

1. Posição Tandem (pé não dominante a frente- 10 segundos)

- () Negativo
- () Estratégia de equilíbrio de tornozelo (+)
- () Estratégia de equilíbrio de quadril (+)
- () Estratégia de equilíbrio do passo (+)
- () Reflexo de proteção (+)

2. Timed Get Up and Go Test: _____

- () 10 segundos ou menos (sem alterações)
- () 20 segundos (independência para atividades básicas)
- () 10 segundos ou mais (dependentes na mobilidade)

3. Alcance Funcional – Reach test

Primeira tentativa:_____ cm

Segunda tentativa:_____ cm

Terceira tentativa:_____ cm

Média: _____ cm (<17 cm= risco de queda)

4- TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS:

DADOS	INÍCIO	FIM
FC		
PA		
DISTÂNCIA PERCORRIDA:		

HORÁRIO: _____

OBSERVAÇÕES: _____

6- COLETA DA VFC (POLAR):

Posição	Horário	FC inicial	PA inicial	FC final	PA final
<i>Supino</i>					
<i>Sentado</i>					
<i>Em pé</i>					
<i>Teste de caminhada</i>					

APÊNDICE III

Anais do V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesioterapia e X Simpósio de Engenharia Biomédica - ISBN: 978-85-5722-065-2 - DOI: 10.29327/cobecseb.78930

Determinação do Limiar de Anaerbiose de Hipertensos

F.D. Macêdo¹, B.S. Sousa¹, T. B. Sousa², K. S.A Silva², V.R.F.S.Marães^{1,2}

¹Universidade de Brasília - Faculdade Gama (FGA), Brasília, Brasil

²Universidade de Brasília - Faculdade Ceilândia (FCE), Brasília, Brasil

E-mail: nandadut@gmail.com

Resumo: A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma condição clínica multifatorial caracterizada por níveis elevados e sustentados de pressão arterial (PA), por ser uma das doenças cardiovasculares de maior frequência no mundo e ocasionar alterações patológicas a longo prazo apresenta-se como um problema de saúde pública. Sendo assim, para o processo de reabilitação e tratamento da HAS, o teste cardiopulmonar pode auxiliar na prescrição correta de exercícios a partir da determinação do limiar de anaerbiose. Para a determinação do limiar de anaerbiose, serão utilizados três métodos assegurando que a população em estudo não sofra com erros de avaliação ou estatísticos. Diante disso, o presente estudo visa determinar o limiar de anaerbiose de hipertensos e comparar com indivíduos saudáveis, apresentando possíveis protocolos de intervenção fisioterapêutica para melhor prescrição de atividades, impactando positivamente na reabilitação cardiovascular de hipertensos.

Palavras-chave: Limiar de Anaerbiose, Hipertensos, Modelo matemático, reabilitação cardiovascular.

Abstract: Systemic arterial hypertension (SAH) is a multifactorial clinical condition characterized by elevated and sustained levels of arterial pressure (BP), being one of the most frequent cardiovascular diseases in the world and causing long-term pathological alterations. public health. Thus, for the rehabilitation and treatment of hypertension, the cardiopulmonary test can help in the correct prescription of exercises from the determination of the anaerobic threshold. For the determination of the anaerobic threshold, three methods will be used to ensure that the study population does not suffer from statistical or statistical errors. Therefore, the present study aims to determine the anaerobic threshold of hypertensive patients and compare them with salivable individuals, presenting possible protocols of physiotherapeutic intervention to better prescribe activities, positively impacting the cardiovascular rehabilitation of hypertensive patients.

Keywords: Anaerobic Threshold, Hypertensive, Mathematical model, cardiovascular rehabilitation.

Introdução:

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma condição clínica multifatorial caracterizada por níveis elevados e sustentados de pressão arterial (PA).

Associa-se frequentemente a alterações funcionais e/ou estruturais dos órgãos-alvo (coração, cérebro, rins e vasos sanguíneos) e a alterações metabólicas¹. Sendo que a prevalência global de HAS entre homens e mulheres é semelhante, embora seja mais elevada nos homens até os 50 anos, invertendo-se a partir da 5ª década².

Em 2001, cerca de 7,6 milhões de mortes no mundo foram atribuídas à elevação da PA (54% por acidente vascular encefálico (AVE) e 47% por doença isquêmica do coração (DIC), sendo a maioria em países de baixo e médio desenvolvimento econômico e mais da metade em indivíduos entre 45 e 69 anos. Em nosso país, as Doenças Cardiovasculares (DCV) têm sido a principal causa de morte, tendo sua prevalência acima dos 30% justificando medidas interventivas que visem melhorar a qualidade de vida destes pacientes, reduzir gastos com hospitalização, atuando de forma preventiva na detecção, tratamento e controle da HAS³.

A primeira linha de tratamento para reduzir o impacto da hipertensão na saúde é o farmacológico, entretanto modificações no hábito de vida, que incluem baixo consumo de sódio e gordura, evitar o uso abusivo de álcool e cigarro e a prática de atividade física regular, 5 vezes por semana, tem papel fundamental na modalidade de tratamento não medicamentoso da HAS³.

O teste ergométrico é o padrão ouro para diagnóstico de doenças cardiovasculares, sendo também útil no prognóstico e indicação de propostas terapêuticas. Seu baixo custo e a alta reprodutibilidade são fatores importantes que fazem deste instrumento o mais utilizado com a finalidade de prescrição de exercícios de forma adequada para a população aqui estudada⁴.

Para os hipertensos, deve ser mensurado a Frequência Cardíaca (FC) de pico e a captação máxima de oxigênio (VO₂ Máx) durante o teste ergométrico, e na vigência da medicação cardiovascular de uso constante. O VO₂max é definido como o nível mais elevado possível de captação de oxigênio (VO₂) que um determinado indivíduo pode alcançar. O limiar ventilatório (VT) é o ponto em que o volume de ventilação (VE) aumenta desproporcionalmente em relação ao VO₂, pois o excesso de CO₂, produzido pelo metabolismo anaeróbio, precisa ser excretado⁵.

O benefício esperado por esta terapêutica chama-se hipotensão pós exercício independente da modalidade de exercício: seja ele aeróbio ou anaeróbio. Sendo o segundo, relatado na literatura como modalidade de exercício que tem ação mais prolongada da redução da PA.

Sendo assim, o Teste de Exercício Cardiopulmonar (TECP) ou a ergoespirometria, trata-se de um exame que permite a análise das variáveis dos sistemas cardiovascular, respiratório e musculoesquelético, por meio da mensuração e análise das trocas gasosas durante esforço físico submáximo e máximo ⁵. Esse teste permite a mensuração dos limiares anaeróbios e aeróbios que irão nortear os profissionais de saúde para a avaliação de forma fidedigna sobre os sistemas respiratório e cardíaco, consequentemente afetando o sistema muscular do hipertenso, sendo assim uma ferramenta fundamental para realização da avaliação e prescrição de exercícios físicos, podendo ainda determinar a modificação de medicamentos e orientações nutricionais para o controle da hipertensão arterial, entretanto a análise apresenta um caráter subjetivo pois o examinador verifica através do olhar os limiares. Com isso, vê-se necessário a determinação dos limiares através de parâmetros automatizados, para evitar a superestimativa ou subestimativa dos dados.

Diante do exposto acima, este trabalho apresenta uma proposta, que determinará o limiar de anaerobiose de hipertensos a partir da Ergoespirometria e comparar com indivíduos não hipertensos utilizando diferentes métodos.

Materiais e métodos

O estudo observacional transversal foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, CAAE (35741214.8.0000.0030). Os voluntários foram recrutados através de divulgação eletrônica via redes sociais, e panfletos em locais estratégicos como hospitais e postos de saúde. Ao entrarem em contato com a pesquisadora, eles foram informados sobre a pesquisa e os possíveis danos, e convidados a participar da primeira avaliação sendo explicitado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e ao concordaram assinaram de forma voluntária.

Participaram da pesquisa os voluntários que apresentavam os seguintes critérios de inclusão: homens com idade entre 30 e 60 anos, hipertensos controlados com medicamento, sendo critérios de exclusão ser portador de doenças cardiovasculares exceto hipertensão arterial sistêmica, respiratórias, distúrbios hormonais e/ou metabólicos, tabagismo, etilismo frequente, usuário de drogas ou medicamentos regulares que pudessem influenciar nas respostas cardiorrespiratórias tais como betabloqueadores. Após as análises e coleta dos dados de hipertensos, será

estabelecido um grupo controle com dados antropométricos semelhantes ao grupo experimental.

Foi utilizado para a realização dos testes cardiopulmonares o cicloergômetro (Corival Quinton Equipamentos Ltda) com protocolo em rampa de acordo com a idade do voluntário, a fim de determinação da capacidade funcional e capacidade anaeróbia, com mensuração de esforço pela Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de Borg (BORG), utilizando o ergoespirometro Vmax (CareFusion) e eletrocardiografo (Cardiosoft).

Para melhor observação da frequência cardíaca e sua variabilidade, foi realizado a captação desses dados através da cinta do cardiofrequencímetro (POLAR - *WearlinkWind*).

Sendo que para a execução dos testes, o ambiente apresentava temperatura controlada (18 - 22 ° C), com a presença de dois fisioterapeutas e um médico cardiologista. De forma que a durabilidade do teste foi determinada pelo nível de esforço físico, fadiga muscular e/ou respiratória, sinais de eventos cardíacos e/ou alterações no eletrocardiograma.

Após a coleta dos dados, houve a análise das variáveis respiratórias e cardiovasculares a luz dos diferentes métodos de determinação do limiar de anaerobiose sendo esses visual, automático e heteroscedástico, sendo que ao final da determinação houve a realização dos laudos ergoespirométricos e um planejamento de intervenção cardiovascular para os voluntários.

Resultados

Espera-se que os volumes ventilatórios e os limiares de anaerobiose sejam menores em indivíduos hipertensos em comparação a indivíduos saudáveis, contudo que as variáveis hemodinâmicas se apresentem mais elevadas em portadores de hipertensão arterial sistêmica.

Até o presente momento, foram coletados 11 indivíduos do grupo experimental, sendo 7 classificados como "ativos", e 4 como "muito ativos" pelo Questionário Internacional de Atividade Física. Os dados de limiar de anaerobiose foram analisados até o presente momento de um dos voluntários sob diferentes métodos.

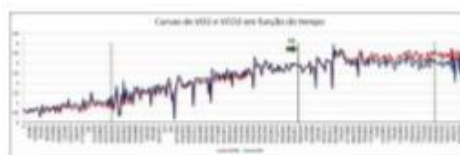


Figura 1. Análise das curvas de VO2 e VCO2 em função do tempo de um dos voluntários, Universidade de Brasília, Ceilândia (n=11).

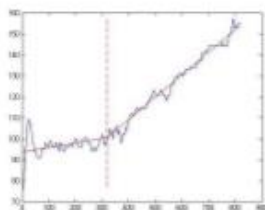


Figura 2. Análise das curvas do limiar de anaerobiose através do modelo matemático heteroscedástico, do mesmo voluntário. Sendo expresso em Frequência cardíaca pelo Tempo, do mesmo voluntário acima, Universidade de Brasília – Faculdade da Ceilândia (n=11).

Discussão

Na figura 1, observa-se que o volume de oxigênio no limiar anaeróbico para o método visual gráfico apresentou 2,57 l/min, enquanto o demanda de gás carbônico do limiar anaeróbico apresentou 3,02 l/min, sendo que para a faixa etária do voluntário o mesmo apresentou desempenho abaixo do esperado caracterizando baixa aptidão física, semelhante a sedentários.

Sendo que no método matemático heteroscedástico para o mesmo voluntário, representado na Figura 2, observa-se que o tempo de determinação do limiar de anaerobiose apresentou próximo ao do método visual gráfico, obtendo no momento frequência cardíaca de 100 bpm, com carga média de 158 Watts, verificando que o desempenho cardiovascular do voluntário apresentou-se abaixo do esperado para faixa etária.

Ao analisar os dados obtidos através das figuras 1 e 2 e realizar uma análise da história de vida pregressa e atual do voluntário, pode-se sugerir como protocolo de tratamento exercícios que apresentem consumo médio de oxigênio de até 2,57 l/min, respeitando as fases de aquecimento, condicionamento e relaxamento da reabilitação cardíaca, estabelecendo uma frequência cardíaca de 100 bpm como frequência alvo ou de tratamento, e 147 bpm como frequência cardíaca máxima tendo em vista a ocorrência do segundo limiar ao alcançar esse desempenho cardíaco.

Conclusão

O presente trabalho demonstrou que a determinação do limiar de anaerobiose de hipertenso poderá otimizar a prescrição de tratamento fisioterapêutico, de forma que o modelo matemático heteroscedástico é uma ferramenta mais objetiva e fidedigna de análise.

Agradecimentos

Agradecemos a colaboração dos voluntários, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB) de Brasília, e a Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.

Referências

- [1] ARAÚJO, A. P. S.; MENÓIA, E. Atividade lipolítica durante a prática de atividade física: enfoque sobre o consumo de oxigênio, produção de ATP e o estímulo neuro-humoral. *Revista Saúde e Pesquisa*, v. 1, n. 2, p. 177-184, 2009.
- [2] CAVALCANTE, Margaret Assad et al. Qualidade de vida de pacientes hipertensos em tratamento ambulatorial. *Arq Bras Cardiol*, v. 89, n. 4, p. 245-50, 2007.
- [3] CRESCÊNCIO, J. C. Determinação do limiar de anaerobiose ventilatório no exercício físico dinâmico em indivíduos saudáveis. Comparação entre métodos obtidos por análise visual e modelos matemáticos [dissertação]. Ribeirão Preto (SP): Universidade de São Paulo, 2002.
- [4] DIDERIKSEN, Kasper et al. Tendon collagen synthesis declines with immobilization in elderly humans: no effect of anti-inflammatory medication. *Journal of Applied Physiology*, v. 122, n. 2, p. 273-282, 2017.
- [5] GONZÁLES, Ana Inês et al. Influência da dança na saúde cardiovascular e função sexual. *RBM: Revista Brasileira de Medicina*, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 161-165, 2015.
- [6] GUYTON A.C. *Fisiologia Humana*. 5ª ed., Rio de Janeiro: Ed. Interamericana, 1981.
- [7] MARÃES V. R. F. S. Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 2010; 3 (1): 33-42.
- [8] MARÃES, V. R. F. S. Identification of anaerobic threshold using heart rate response during dynamic exercise. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Ribeirão Preto, v. 38, p. 731-735, 2005.