

Universidade Federal de Juiz de Fora

Faculdade de Fisioterapia

Maria Carolina Santos Tonelli

RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS DE AMPUTADOS TRANSTIBIAIS  
TRAUMÁTICOS A DIFERENTES VELOCIDADES DE MARCHA

Juiz de Fora  
2014

Maria Carolina Santos Tonelli

RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS DE AMPUTADOS TRANSTIBIAIS  
TRAUMÁTICOS A DIFERENTES VELOCIDADES DE MARCHA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Fisioterapia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito para a obtenção da aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II.

**Orientador: Prof. Dr Jorge Roberto Perrout de Lima**

**Coorientadora: Ma. Marília Mendes do Nascimento Garcia**

Juiz de Fora  
2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Tonelli, Maria Carolina Santos.

Respostas cardiorrespiratórias de amputados transtibiais traumáticos a diferentes velocidades de marcha / Maria Carolina Santos Tonelli. -- 2014.

57 p.

Orientador: Jorge Roberto Perroux de Lima

Coorientadora: Marília Mendes do Nascimento Garcia

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Fisioterapia, 2014.

1. Amputados. 2. Consumo de oxigênio. 3. Marcha. 4. Frequência cardíaca. 5. Pressão arterial. I. Lima, Jorge Roberto Perroux de, orient. II. Garcia, Marília Mendes do Nascimento, coorient. III. Título.

Maria Carolina Santos Tonelli

**“RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS DE AMPUTADOS TRANSTIBIAIS  
TRAUMÁTICOS A DIFERENTES VELOCIDADES DE MARCHA”**

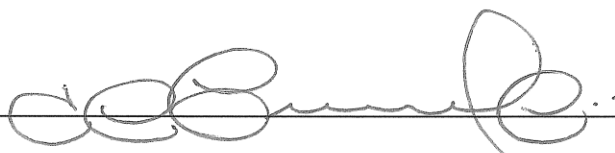
O presente trabalho, apresentado como pré-requisito para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, da Faculdade de Fisioterapia da UFJF, foi apresentado em audiência pública a banca examinadora e **aprovado** no dia 24 de janeiro de 2014.



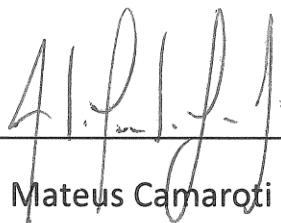
Prof. Jorge Roberto Perrout de Lima



Marília Mendes do Nascimento Garcia



Prof. Eduardo José Danza Vicente



Prof. Mateus Camaroti Laterza



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE FISIOTERAPIA - FACFISIO  
coord.fisioterapia@uff.edu.br - (32) 2102-3837

**ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO  
DO CURSO DE FISIOTERAPIA**

Aos 24 dias do mês de janeiro de 2014 realizou-se na sala número 01 do Nates, na Universidade Federal de Juiz de Fora, a sessão pública de apresentação e avaliação do trabalho de conclusão de curso intitulado:

**“RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS DE AMPUTADOS TRANSTIBIAIS TRAUMÁTICOS A  
DIFERENTES VELOCIDADES DE MARCHA”**

de autoria da acadêmica Maria Carolina Santos Tonelli n° de matrícula 200820046. A banca examinadora foi constituída pelas seguintes membros: 1° membro- Prof. Jorge Roberto Perrou de Lima (Orientador), Coorientadora: Marília Mendes do Nascimento Garcia, 2° membro Prof. Eduardo José Danza Vicente, 3° membro – Prof. Mateus Camaroti Laterza, sob a presidência do primeiro. Os trabalhos foram iniciados às 08 horas com a apresentação oral feita pela acadêmica.

Em seguida, a banca se reuniu e emitiu a seguinte avaliação:-----

O trabalho contempla todos os pontos de uma  
pesquisa de forma adequada e com quali-  
dade.

A banca apresentou as seguintes sugestões: condições todas no texto  
como sugestões pela banca

A banca considerou o trabalho das acadêmicas aprovado atribuindo a nota 100,00  
(com louros). Nada mais havendo a tratar, eu Prof. Jorge Roberto Perrou de Lima,  
presidente desta banca, lavrei a presente ata que depois de lida e aprovada foi assinada pela acadêmica e por  
todos os membros da Banca Examinadora.

Juiz de Fora, 24 de janeiro de 2014.

Maria Carolina Santos

Acadêmica Maria Carolina Santos Tonelli

Jorge Roberto Perrou de Lima

Prof. Jorge Roberto Perrou de Lima

Marília Mendes do Nascimento Garcia

Marília Mendes do Nascimento Garcia

Eduardo José Danza Vicente

Prof. Eduardo José Danza Vicente

Mateus Camaroti Laterza

Prof. Mateus Camaroti Laterza

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todos os amputados, especialmente aos que foram voluntários desta pesquisa.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, minha grande razão de viver. Obrigada por sua presença em minha vida. O Teu amor foi sustento e descanso.

Aos meus pais, Vicente e Ivone, que nunca mediram esforços para que eu tivesse a oportunidade de estudar. Obrigada por muitas vezes terem renunciado aos seus sonhos pelos meus.

Ao Maycoln agradeço a amizade, companheirismo e carinho. Obrigada por ter me salvado de tantas formas e jeitos diferentes. Você é especial...

Ao meu orientador, Professor Jorge Perrout de Lima, obrigada pela generosidade e prontidão.

À querida Marília, minha co-orientadora, exemplo e amiga. Obrigada pela oportunidade de me envolver com a sua pesquisa. Você é um exemplo a ser seguido como estudante, pesquisadora e profissional. A nossa amizade é uma preciosidade que guardo com muito carinho.

Aos membros da banca, Professores Eduardo e Mateus, pelas brilhantes colaborações para o crescimento deste trabalho, muito obrigada!

Às queridas parceiras Mariana e Tatiane, por todo crescimento que construímos juntas. Obrigada por compartilharem comigo aprendizados, alegrias e incertezas... Torço muito por vocês!

Aos amigos Júlio, Marina e Luiz... irmãos de alma! Obrigada pelo apoio nos momentos mais incertos. Vocês viram estradas onde eu via o fim.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por ter acreditado neste projeto.

Ao querido amigo, paciente e voluntário José Ricardo por ter se tornado fonte de inspiração para este trabalho e para a vida.

Muito especialmente aos voluntários desta pesquisa. Obrigada por terem doado tempo, histórias e limitações. Que este trabalho se converta em aumento da qualidade de vida de todos vocês.

A todos que de alguma forma contribuíram com a realização deste trabalho.

Obrigada!

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** Os amputados de membros inferiores (MMII) apresentam maior consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) durante a marcha. A maioria dos estudos avalia os amputados somente durante a velocidade de marcha agradável (VMA), que é menor para esses indivíduos podendo interferir nos resultados encontrados. No repouso os amputados apresentam maior frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA), o que é pouco investigado durante a marcha. **OBJETIVO:** Avaliar as respostas cardiorrespiratórias de  $VO_2$ , FC e PA em amputados transtibiais traumáticos em diferentes velocidades de marcha. **METODOLOGIA:** Participaram do estudo 11 amputados transtibiais traumáticos e 11 indivíduos sem amputação, que foram avaliados em três dias: no primeiro dia foi realizada a avaliação inicial; no segundo, foram avaliadas as variáveis em repouso e, no terceiro dia, foram submetidos ao protocolo de marcha na esteira rolante, em 4 velocidades de marcha (2, 3, 4 e 5 Km/h). Durante a marcha foi coletado o  $VO_2$ , por meio do analisador de gases Cosmed® modelo K4 b<sup>2</sup> e FC, a PA foi aferida e a percepção subjetiva do esforço (PSE) foi verificada. Todas as variáveis foram avaliadas em cada velocidade de marcha e foram calculados os deltas da FC e do  $VO_2$  em relação à velocidade anterior, que foram usados para avaliar o comportamento das variáveis frente ao aumento da velocidade em 1 Km/h. Para comparação entre os grupos em repouso e marcha, foi utilizado o teste *t de Student*, exceto para o  $VO_2$ , para a qual foi utilizado o teste *Mann Whitney*. Para comparação dos deltas de  $VO_2$  e FC durante a marcha e comparação entre os grupos, foi utilizada ANOVA fatorial ( $p < 0,05$ ). **RESULTADOS:** Durante a marcha, os amputados transtibiais traumáticos apresentaram maior  $VO_2$ , FC, PA e PSE em todas as velocidades. O comportamento do  $VO_2$  e da FC com aumento da velocidade foi diferente entre os grupos, com maiores incrementos dessas variáveis apresentados pelos amputados ao passar da velocidade de 3 para 4 Km/h e desta para 5 Km/h. A cada aumento de velocidade em 1 Km/h o  $VO_2$  e a FC dos indivíduos não amputados aumentaram na mesma magnitude, o que foi diferente do comportamento apresentado pelos amputados. **CONCLUSÃO:** Os amputados transtibiais traumáticos possuem maiores respostas cardiorrespiratórias durante a marcha, para as mesmas velocidades, comparados aos não amputados. Conforme aumentou-se a velocidade de marcha, o



comportamento do  $VO_2$  e da FC foi diferente entre os grupos, com maior incremento dessas variáveis para os amputados.

**Palavras chave:** Amputados. Marcha. Consumo de oxigênio. Frequência cardíaca. Pressão arterial.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Lower limb amputees show an increase in oxygen consumption ( $VO_2$ ) during gait in comfortable gait speed, which is lower in these individuals.

**OBJECTIVE:** Evaluate cardiorespiratory responses of  $VO_2$ , heart rate (HR), blood pressure (BP) in traumatic transtibial amputees in different levels of gait speed.

**METHODOLOGY:** The study included 11 traumatic transtibial amputees and 11 non-amputees individuals. The data collection occurred during three days: in the first day, initial evaluation was done; in the second one, the evaluation of variables at rest; and in the third one, the individuals were all submitted to the treadmill walking protocol, in 4 gait speeds (2, 3, 4 and 5 km/h). During the gait  $VO_2$  was collected by a K4 b<sup>2</sup> Cosmed® gas analyzer, HR was measured by a Polar®, BP was taken and perceived exertion was rated (RPE). The sequence of application of each speed was made in randomized order. To analyze the data during gait, the values of each variable in all speeds were evaluated. The deltas of HR and of  $VO_2$  were also calculated regarding the previous speed, so that we could evaluate the behavior of the variables each time speed increased 1 km/h. Shapiro-Wilk test for normality was done and homogeneity of variance was analyzed through Levene test. To compare the groups regarding the variables of rest and among the speeds analyzed, the Student's t test was performed, except for  $VO_2$  at rest and during gait, for which the non-parametric Mann-Whitney test was used. To compare the deltas of  $VO_2$  and HP during the speeds of gait among the groups and regarding the previous delta, factorial ANOVA was used. A level of significance of 5% was adopted to all the comparisons.

**RESULTS:** During gait, the amputees had greater  $VO_2$ , HR, BP and RPE in all speeds. The behavior of  $VO_2$  and of HR when the speed was increased was different among the groups, with greater increments of these variables shown by the amputees when passing from 3 to 4km/h and from this to 5km/h. As there was an increase of speed in 1km/h, there was a linear increment of  $VO_2$  and HR for non-amputee individuals, what did not happen with the amputees.

**CONCLUSION:** Amputees have greater responses of  $VO_2$ , HR, BP and RPE during gait at same speed. The increase of speed in 1 km/h causes a non-linear increment of  $VO_2$  and of HR in those individuals.

**Keywords:** Amputees. Gait. Oxygen consumption. Heart rate. Blood pressure.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esfignomanômetro de coluna de mercúrio (Takaoka®) e estetoscópio Littmann®.....	22
Figura 2 - Monitor multiparamétrico Dixtal® (modelo 2020).....	22
Figura 3 - Analisador de gases Cosmed K4 b <sup>2</sup> posicionado na região anterior do tórax. ....	23
Figura 4 - Avaliação da marcha na esteira rolante da marca Ibramed®, modelo 10200 ATL.....	25
Figura 5 - Curva de consumo de oxigênio (traçado vermelho) e frequência cardíaca (traçado azul) durante o protocolo de marcha de um voluntário, avaliado na seguinte ordem de velocidade: 3, 4, 5 e 2Km/h.....	25
Figura 6 - Avaliação do consumo de oxigênio (VO <sub>2</sub> ) durante a marcha.....	30
Figura 7 - Avaliação da frequência cardíaca (FC) durante a marcha.....	30
Figura 8 - Comparação dos deltas de VO <sub>2</sub> obtidos entre as velocidades de marcha de 2 para 3 Km/h (delta V3-V2), 3 para 4 Km/h (delta V4-V3) e 4 para 5 Km/h (delta V5-V4). ....	32
Figura 9 - Comparação dos deltas de FC obtidos entre as velocidades de marcha de 2 para 3 Km/h (delta V3-V2), 3 para 4 Km/h (delta V4-V3) e 4 para 5 Km/h (delta V5-V4).....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Interpretação do tamanho do efeito.....	26
Tabela 2 - Caracterização da amostra (média $\pm$ desvio padrão):.....	27
Tabela 3 - Avaliação da frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) em repouso (média $\pm$ desvio padrão):.....	28
Tabela 4 - Valores de consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e percepção subjetiva do esforço (PSE) durante a marcha (média $\pm$ desvio padrão):.....	29
Tabela 5 - Deltas de consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e frequência cardíaca (FC) das velocidades da marcha (média $\pm$ desvio padrão):.....	31

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

FC – Frequência cardíaca

PA – Pressão arterial

PSE – Percepção subjetiva de esforço

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido

UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora

VMA – Velocidade de marcha agradável

VO<sub>2</sub> – Consumo de oxigênio

PAS – Pressão arterial sistólica

PAD – Pressão arterial diastólica

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b>	15
1.1	Amputações: incidência e etiologia	15
1.2	Consumo de oxigênio e variáveis cardiovasculares durante repouso e marcha em amputados	16
2	<b>OBJETIVO</b>	19
2.1	Objetivo geral	19
2.2	Objetivos específicos	19
3	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	20
3.1	Característica da amostra e aspectos éticos	20
3.2	Delineamento experimental	20
3.3	Descrição dos procedimentos experimentais	21
3.3.1	<i>Anamnese e avaliação física</i>	21
3.3.2	<i>Avaliação antropométrica</i>	21
3.3.3	<i>Avaliação do nível de atividade física</i>	21
3.3.4	<i>Aferição da pressão arterial</i>	22
3.3.5	<i>Monitorização eletrocardiográfica</i>	23
3.3.6	<i>Mensuração dos gases expirados e registro da frequência cardíaca</i>	23
3.3.7	<i>Avaliação do consumo de oxigênio e variáveis cardiovasculares em repouso</i>	24
3.3.8	<i>Protocolo de marcha na esteira rolante</i>	24
3.4	Análise dos dados	25
4	<b>RESULTADOS</b>	27
4.1	Caracterização da amostra	27
4.2	Avaliação em repouso	27
4.3	Avaliação das variáveis cardiovasculares nas diferentes velocidades de marcha	28
4.4	Avaliação dos deltas de VO <sub>2</sub> e FC durante a marcha	31
5	<b>DISCUSSÃO</b>	34
5.1	Avaliação em repouso e caracterização da amostra	34
5.2	Avaliação das variáveis cardiovasculares nas diferentes velocidades de marcha	35
5.3	Avaliação dos deltas de VO <sub>2</sub> e FC durante a marcha	37
5.4	Implicações clínicas	39
5.5	limitações do estudo	39
6	<b>CONCLUSÃO</b>	40
7	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	41

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Amputações: incidência e etiologia

A amputação pode ser definida como a retirada cirúrgica total ou parcial de um membro, por indicações eletivas ou de urgência (BOCCOLINI, 1990). As eletivas são indicadas para portadores de sequelas ou processos mórbidos e visam melhorar a qualidade de vida e funcionalidade do indivíduo. As de urgência são indicadas em decorrência de grandes traumas, neoplasias, sepses e em casos que trazem risco de vida (CARVALHO, J. A., 2003).

No Brasil, estima-se que a incidência de amputações incluídas as eletivas e de urgência seja de 13,9 por 100.000 habitantes/ano. Na literatura mundial há controvérsias quanto ao número de amputações, variando de 2,8 a 43,9 por 100.000 habitantes/ano (CARVALHO, F. S. et al., 2005). Em 2012, o Sistema Único de Saúde gastou R\$ 35.632.528,34 em procedimentos hospitalares relacionados a amputações de membros inferiores (MMII). Ao todo foram 18.885 internações e 2.582 óbitos, sendo a maior ocorrência na região Sudeste (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

As amputações de MMII ocorrem em 85% dos casos (CARVALHO, J. A., 2003; SAGAWA JR et al., 2011) e o nível mais comum é o transtibial (BOCCOLINI, 1990). Em relação às etiologias, 80% das amputações de MMII são devidas à insuficiência vascular periférica, 10% às causas traumáticas e 10% a outras causas (CARVALHO, J. A., 2003). As amputações traumáticas ocorrem principalmente em adolescentes e adultos jovens, que estão mais expostos a acidentes (CARVALHO, J. A., 2003; DA SILVA, 1994).

As amputações transtibiais são aquelas realizadas entre a articulação tibiotársica e o joelho, podendo ser divididas em terço proximal, médio e distal. Esse tipo de amputação possibilita uma prótese mais funcional e melhor capacidade de movimentar-se, quando comparada às amputações mais proximais (SCHWARTZ; SHIRES; SPENCER, 1991), devido à preservação do joelho (BOCCOLINI, 1990; CARVALHO, J. A., 2003; WATERS et al., 1976).

## **1.2 Consumo de oxigênio e variáveis cardiovasculares durante repouso e marcha em amputados**

As amputações de MMII provocam alterações cardiovasculares (NASCHITZ; LENGGER, 2008), musculoesqueléticas e funcionais (WATERS, R. L.; MULROY, S., 1999). Essas alterações são mais evidentes quanto mais proximal o nível da amputação e em amputações por causas vasculares devido a doença de base (DETREMBLEUR, CHRISTINE et al., 2005; GRAHAM et al., 2008; TORBURN et al., 1995; WATERS et al., 1976).

Das alterações em repouso, os amputados podem apresentar maiores níveis de catecolaminas séricas, maior atividade nervosa simpática (GRUBECK-LOEBENSTEIN; KORN; WALDHÄUSL, 1981; PELES et al., 1995), maiores níveis pressóricos e maior frequência cardíaca (FC), quando comparados à indivíduos não amputados (GRUBECK-LOEBENSTEIN et al., 1981; PELES et al., 1995; ROSE et al., 1986). Além disso, podem apresentar alterações musculares, como redução do número e tamanho de fibras oxidativas e aumento das glicolíticas (FRAISSE et al., 2008), o que pode levar ao aumento dos níveis de lactato sanguíneo (SANTOS et al., 2008). Em relação às alterações funcionais, apresentam limitação na capacidade de deambular (BOCCOLINI, 1990; WATERS, R. L.; MULROY, S., 1999).

Apesar da marcha com prótese ser importante para a independência funcional, envolve maior consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e menor eficiência energética e mecânica, quando comparada à marcha de indivíduos não amputados (DAL et al., 2010; GENIN, J. et al., 2008; HOFFMAN et al., 1997; HOUDIJK et al., 2009; SCHMALZ; BLUMENTRITT; JARASCH, 2002; WATERS, R. L.; MULROY, S., 1999). Durante a marcha o maior  $VO_2$  dos amputados tem sido justificado pelas alterações biomecânicas encontradas na marcha compensatória (DETREMBLEUR, CHRISTINE et al., 2005; GENIN, J. et al., 2008).

O maior  $VO_2$  dos amputados durante a marcha está ligado a fatores intrínsecos e extrínsecos (COLBORNE et al., 1992; FISHER; GULLICKSON JR, 1978; GITTER; CZERNIECKI; WEAVER, 1995; RIETMAN; POSTEMA; GEERTZEN, 2002; WATERS et al., 1976). Os intrínsecos estão relacionados ao nível da amputação e sua etiologia. Quanto mais proximal o nível da amputação, maiores serão as alterações biomecânicas, musculoesqueléticas e funcionais, o que



levará a um maior consumo energético durante a marcha (CZERNIECKI; GITTER; WEAVER, 1994; GENIN, J. J. et al., 2008; WATERS et al., 1976; WATERS, ROBERT L; MULROY, SARA, 1999). As amputações vasculares ocorrem devido às doenças que, por sua vez, predispõe a maiores alterações cardiovasculares durante o repouso e marcha quando comparados aos amputados traumáticos.

Os fatores extrínsecos, relacionados ao maior  $VO_2$  durante a marcha, ocorrem devido às alterações biomecânicas (DETREMBLEUR, CHRISTINE et al., 2005; SCHMALZ et al., 2002; WATERS, ROBERT L; MULROY, SARA, 1999), que diminuem a eficiência do mecanismo pendular durante a fase de balanço da marcha (DETREMBLEUR, CHRISTINE et al., 2005; HOUDIJK et al., 2009) e geram assimetrias (BONA; PEYRÉ-TARTARUGA, 2011; SOARES et al., 2009; VAN DER LINDE et al., 2004; YEUNG, L. F. et al., 2012). Outros fatores extrínsecos estão relacionados ao tipo e componentes da prótese (SCHMALZ et al., 2002; VAN DER LINDE et al., 2004) e à velocidade adotada durante a marcha compensatória dos amputados (GENIN, J. J. et al., 2008).

Durante a deambulação os amputados selecionam baixa velocidade de marcha e apresentam maior  $VO_2$ , quando comparados a indivíduos não amputados (WATERS et al., 1976; WATERS, ROBERT L; MULROY, SARA, 1999). A maioria dos estudos avalia os amputados durante a velocidade de marcha agradável (VMA), que é a velocidade auto-selecionada que se aproxima da habitual (DETREMBLEUR, CHRISTINE et al., 2005; GENIN, J. J. et al., 2008; HOUDIJK et al., 2009; SCHMALZ et al., 2002). Na maioria dos estudos os amputados selecionam baixos valores de VMA, variando de 1 a 5 Km/h (DETREMBLEUR, CHRISTINE et al., 2005; GAILEY, R. et al., 1994; HOUDIJK et al., 2009; SCHMALZ et al., 2002; TRABALLES, MARCO et al., 2008; YEUNG, L. et al., 2012). A escolha de baixas velocidades pode ser justificada pela tentativa de aumentar a estabilidade durante a locomoção e reduzir o gasto calórico durante a marcha (DETREMBLEUR, C. et al., 2005; HOFFMAN et al., 1997; WATERS, R. L.; MULROY, S., 1999).

Para indivíduos não amputados a relação entre velocidade da marcha e  $VO_2$  é linear entre as velocidades de 2 a 5 Km/h. Para velocidades maiores essa relação curva-se em direção ascendente demonstrando aumento desproporcional do  $VO_2$  com o aumento da marcha (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2008). A VMA é anterior ao ponto de inflexão dessa curva.

Os baixos valores de VMA selecionados pelos amputados podem gerar maiores alterações biomecânicas e aumentar o  $VO_2$  comparado aos não amputados. Dessa forma, torna-se importante avaliar esses indivíduos nas mesmas velocidades de marcha, a fim de verificar se os amputados apresentarão maior  $VO_2$ . A maioria dos estudos compara esses indivíduos durante a VMA e enfatiza a análise do  $VO_2$  (DETREMBLEUR, CHRISTINE et al., 2005; GENIN, J. J. et al., 2008; HOUDIJK et al., 2009; SCHMALZ et al., 2002). Como os amputados apresentam maiores valores de FC e pressão arterial (PA) em repouso (GRUBECK-LOEBENSTEIN et al., 1981; PELES et al., 1995; ROSE et al., 1986), supõe-se que também apresentarão maiores respostas dessas variáveis durante as mesmas velocidades de marcha.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar as respostas cardiorrespiratórias de  $VO_2$ , FC e PA em amputados transtibiais traumáticos em diferentes velocidades de marcha.

### **2.2 Objetivos específicos**

Com relação aos amputados transtibiais traumáticos testar as seguintes hipóteses:

- 1) Os amputados apresentam maior  $VO_2$ , FC e PA nas mesmas velocidades de marcha, quando comparados aos indivíduos não amputados.
- 2) Os amputados apresentam maior incremento de  $VO_2$  e FC frente ao aumento de velocidade de marcha.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Característica da amostra e aspectos éticos**

Para a realização deste estudo, inicialmente foi realizado cálculo amostral de acordo com o tamanho do efeito das variáveis FC e VO<sub>2</sub> obtidas em estudos prévios sobre amputados de MMII durante a marcha. Como resultado o estudo deveria recrutar no mínimo 9 voluntários em cada grupo.

Para serem incluídos no estudo os indivíduos amputados deveriam ser protetizados há mais de dois anos, não utilizar dispositivos auxiliares de marcha e possuir prótese endoesquelética alinhada com pés Sach®. Foram critérios de exclusão do estudo: doenças cardiovasculares ou neuromusculares, arritmias cardíacas ou valores elevados de PA detectadas durante a monitorização eletrocardiográfica de repouso e uso de medicamentos que podem interferir nas variáveis autonômicas e hemodinâmicas.

Foram recrutados 17 voluntários com amputações de MMII e 13 voluntários sem amputações. Do grupo de amputados, foram excluídos 2 voluntários com amputação vascular, 2 hipertensos β-bloqueados e 2 do nível transfemoral. Do grupo controle, foram excluídos 2 indivíduos, um que utilizava B-bloqueador e outro que possuía arritmia cardíaca. Portanto, participaram do estudo 22 voluntários do sexo masculino, sendo 11 indivíduos adultos amputados transtibiais traumáticos unilaterais que foram comparados a 11 indivíduos sem amputações.

Todos os voluntários foram esclarecidos sobre a natureza e proposta dessa pesquisa e assinarão o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Anexo 1). Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário (CEP-HU) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) sob o parecer nº 323/2011 (Anexo 2).

#### **3.2 Delineamento experimental**

O estudo foi realizado em 3 dias. No primeiro dia foi realizada a anamnese, a avaliação inicial dos participantes, aplicado o questionário e os voluntários foram familiarizados com a esteira rolante. No segundo dia, o indivíduo realizou a

avaliação de repouso. No terceiro dia foi realizada a avaliação do protocolo de marcha em esteira rolante.

### **3.3 Descrição dos procedimentos experimentais**

#### **3.3.1 Anamnese e avaliação física**

Foi realizada a investigação sobre a amputação, reabilitação e protetização, além de história de doenças, presença de fatores de risco para doenças do sistema cardiovascular, episódios de quedas e histórico familiar para doenças cardiovasculares (Anexo 3). Na avaliação física, foram avaliados os sinais vitais, o coto da amputação, o tipo de prótese e seu alinhamento e a análise visual da marcha (Anexo 3).

#### **3.3.2 Avaliação antropométrica**

Foi mensurada a estatura, por meio do estadiômetro Lider®, massa corporal, por meio da balança Lider®, percentual de gordura por meio do adipômetro Cescorf®. Para cálculo do percentual de gordura, foi utilizado protocolo de Pollock de três dobras, sendo utilizadas as pregas cutâneas abdominal, torácica e da coxa (JACKSON; POLLOCK, 1978) (Anexo 2). A medida do comprimento do membro inferior foi realizada com uma fita métrica a partir do trocânter maior do fêmur até a extremidade distal do coto ou calcâneo.

Para avaliação da massa corporal e cálculo do índice de massa corporal (IMC) dos amputados, foi considerada a massa corporal do voluntário sem a prótese. Também foi calculado o IMC corrigido dos amputados (MOZUMDAR; ROY, 2004), ao qual foi acrescentado o peso do membro perdido com a amputação, à massa corporal do voluntário, segundo Osterkamp *et al.* (1995).

#### **3.3.3 Avaliação do nível de atividade física**

Para avaliação do nível de atividade física foi utilizado o Questionário de Atividade Física Habitual (Questionário de Baecke) (FLORINDO; LATORRE, 2003) (Anexo 4).

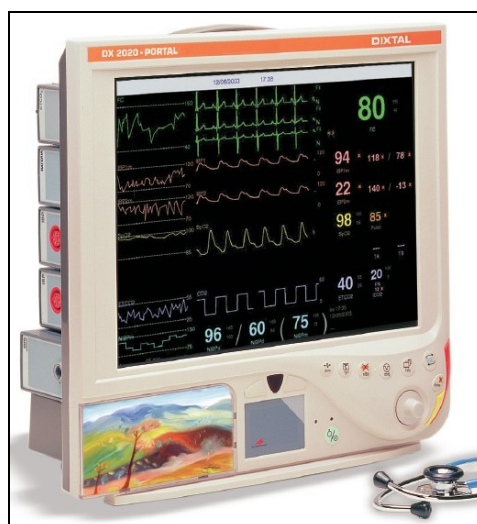
### 3.3.4 Aferição da pressão arterial

A PA foi aferida pelo método auscultatório e oscilométrico. O método auscultatório foi realizado pelo mesmo avaliador utilizando o esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (Takaoka®) e estetoscópio Littmann® (Figura 1). As fases I e IV de Korotkoff foram adotadas para identificação da pressão sistólica (PAS) e diastólica (PAD), respectivamente. No método oscilométrico a PA foi aferida por meio do aparelho Dixtal® (modelo 2020) (Figura 2).



**Figura 1** - Esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (Takaoka®) e estetoscópio Littmann®.

Fonte: Google imagem



**Figura 2** - Monitor multiparamétrico Dixtal® (modelo 2020)

Fonte: Google imagem

### 3.3.5 Monitorização eletrocardiográfica

A monitorização eletrocardiográfica foi realizada por meio do aparelho Dixtal® (modelo 2020) (Figura 2), utilizando todas as derivações cardíacas, estando o indivíduo em repouso e em supino. A partir da monitorização, foi possível a avaliação de arritmias cardíacas e sinais de isquemia miocárdica.

### 3.3.6 Mensuração dos gases expirados e registro da frequência cardíaca

O  $VO_2$  foi medido respiração a respiração, por calorimetria indireta, em repouso e durante da marcha. Foi utilizado o analisador de gases da marca Cosmed® modelo K4 b<sup>2</sup>, com o qual foram coletados o  $VO_2$  e a produção de gás carbônico. Antes da coleta dos gases, o equipamento foi calibrado a volume e a fluxo. Durante a coleta os indivíduos utilizaram máscaras faciais devidamente acopladas e o equipamento foi posicionado na região anterior do tórax do voluntário (Figura 3).

A FC foi coletada por meio de uma fita do cardiofrequencímetro cujos dados foram transmitidos para a unidade receptora do K4 e enviados por telemetria ao programa K4 b<sup>2</sup>.



**Figura 3** - Analisador de gases Cosmed K4 b<sup>2</sup> posicionado na região anterior do tórax.

Fonte: a autora

### 3.3.7 Avaliação do consumo de oxigênio e variáveis cardiovasculares em repouso

Para caracterização dos sujeitos em relação ao  $VO_2$ , FC e PA foi realizado protocolo de repouso na postura supina em que os indivíduos foram avaliados por 30 min. Os indivíduos do grupo amputados utilizaram a prótese durante esta avaliação. O  $VO_2$  e FC serão avaliados continuamente e a PA, no 10º min. Os dados de  $VO_2$  e FC foram continuamente e avaliados a partir da média obtida nos 10 minutos finais.

### 3.3.8 Protocolo de marcha na esteira rolante

Para avaliação da marcha, foi realizado um protocolo intervalado na esteira rolante da marca Ibramed®, modelo 10200 ATL (Figura 4), utilizando quatro velocidades de marcha (2, 3, 4 e 5 km/h). A ordem de aplicação de cada velocidade foi estabelecida por meio de sorteio.

O protocolo iniciou com repouso por 10 minutos na posição sentada, com o voluntário já fazendo o uso de máscaras faciais e cardiofrequencímetro. Posteriormente, era realizado um aquecimento de 2 minutos a 2,0 km/h, seguido de 10 minutos de caminhada na primeira velocidade sorteada e 1 minuto de desaquecimento a 2,0 km/h. Em seguida, o voluntário descansava por 10 minutos na postura sentada e posteriormente os procedimentos eram repetidos com as outras velocidades (Figura 4).

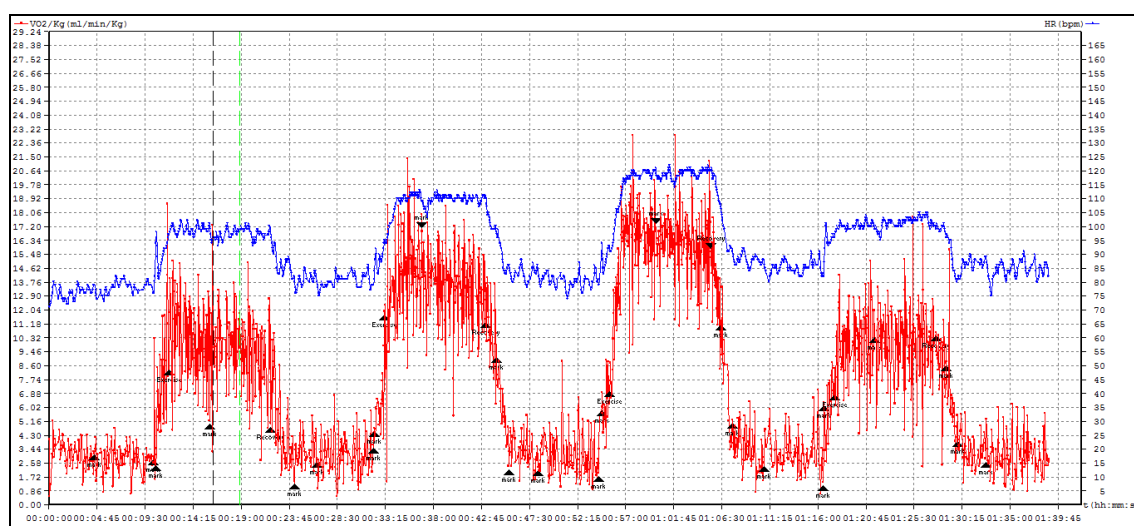
A FC e os gases respirados eram avaliados continuamente. Entretanto, para a análise dos dados foram utilizadas apenas as médias dos três minutos finais de cada velocidade. A PA era medida no 4º minuto de marcha. A PSE era avaliada no 10º minuto através da Escala de Borg modificada (BORG, 1982) (Anexo 5).

Para a análise dos dados durante a marcha, foram avaliados os valores obtidos de cada variável em todas as velocidades. Também foram calculados os deltas da FC e do  $VO_2$  em relação à velocidade anterior, este para avaliar o comportamento das variáveis frente ao aumento da velocidade de 2 para 3 Km/h (delta V3-V2), de 3 para 4 Km/h (delta V4-V3) e de 4 para 5 Km/h (delta V5-V4).





**Figura 4** - Avaliação da marcha na esteira rolante da marca Ibramed®, modelo 10200 ATL.  
Fonte: a autora



**Figura 5** - Curva de consumo de oxigênio (traçado vermelho) e frequência cardíaca (traçado azul) durante o protocolo de marcha de um voluntário, avaliado na seguinte ordem de velocidade: 3, 4, 5 e 2Km/h.  
Fonte: a autora

### 3.4 Análise dos dados

Foi calculado o tamanho da amostra, por meio do tamanho do efeito, utilizando os resultados de FC e  $VO_2$ , durante a marcha de amputados de MMII em estudos prévios. Adotou-se um poder de 80%.

Para a análise dos dados, foi realizado o teste de normalidade *Shapiro-Wilk* e analisada a homogeneidade de variância, por meio do *Teste de Levene*. Todos os dados apresentaram distribuição normal, exceto o  $VO_2$  durante o repouso e marcha

e a PSE. Para comparação dos grupos em relação às variáveis de repouso e durante as velocidades analisadas, foi realizado o teste *t de Student*, exceto para o  $VO_2$  em repouso e durante a marcha, ao qual foi utilizado o teste não paramétrico de *Mann Whitney*. Para comparação dos deltas de  $VO_2$  e FC durante as velocidades de marcha entre os grupos e em relação ao delta anterior, foi utilizada ANOVA fatorial. Para todas as comparações adotou-se um nível de significância de 5%.

Foi calculado o tamanho do efeito, que indica a relevância clínica dos dados (COHEN, H., 2001; COHEN, J., 1988). O tamanho do efeito foi calculado a partir dos valores de “d de Cohen”, que podem ser classificados como pequeno, médio e grande, conforme a Tabela 1 (COHEN, J., 1988).

**Tabela 1** - Interpretação do tamanho do efeito

Tamanho do efeito	“d de Cohen”
Pequeno	< 0,2
Médio	0,2 a 0,8
Grande	> 0,8

Fonte: COHEN, 1988

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Caracterização da amostra

Os amputados apresentaram média de idade de 41,55 anos e os não amputados de 37 anos, não havendo diferença significativa entre eles. Ambos os grupos não diferenciaram em relação ao nível de atividade física, comprimento dos MMII e em relação às características antropométricas de massa corporal, estatura, IMC normal e corrigido e percentual de gordura corporal. Os amputados obtiveram média de 14,95 anos de amputação e 12,72 anos de protetização e todos utilizavam prótese do tipo KBM com pés não articulado do tipo Sach®, conforme pode ser observado na Tabela 2.

**Tabela 2** - Caracterização da amostra (média  $\pm$  desvio padrão):

	Amputados (N=11)	Não Amputados (N=11)	p valor
Idade (anos)	41,55 $\pm$ 11,99	37,00 $\pm$ 11,19	0,36
Tempo de amputação (anos)	14,95 $\pm$ 3,03	-	-
Tempo de protetização (anos)	12,72 $\pm$ 2,88	-	-
Massa da prótese (kg)	2,20 $\pm$ 0,70	-	-
Massa Corporal (kg)	78,43 $\pm$ 14,27	84,54 $\pm$ 9,89	0,25
Estatura (m)	1,73 $\pm$ 0,47	1,77 $\pm$ 0,08	0,16
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,09 $\pm$ 4,10	27,03 $\pm$ 3,58	0,57
IMC corrigido (kg/m <sup>2</sup> )	27,26 $\pm$ 4,02	27,03 $\pm$ 3,58	0,89
Percentual de gordura corporal (%)	25,65 $\pm$ 8,80	24,03 $\pm$ 6,97	0,63
Comprimento do membro inferior (cm)	100,3 $\pm$ 5,4	100,1 $\pm$ 7,2	0,94
Nível de atividade física habitual	7,96 $\pm$ 1,09	7,36 $\pm$ 1,13	0,22

### 4.2 Avaliação em repouso

Ao analisar os resultados obtidos na avaliação de repouso, os indivíduos diferenciaram-se em relação ao VO<sub>2</sub>, FC, PAS e PAD sendo os maiores valores apresentados pelos amputados, conforme descrito na Tabela 3. Para todas essas variáveis o tamanho do efeito foi classificado como grande.

**Tabela 3** - Avaliação da frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) em repouso (média ± desvio padrão):

	Grupo		p valor	Tamanho do efeito	
	Amputados (N=11)	Não Amputados (N=11)		“d de Cohen”	Interpretação
FC (bpm)	67,01 ± 8,15	58,74 ± 5,52	0,01	1,20	Grande
PAS (mmHg)	122,00 ± 8,94	113,82 ± 8,02	0,03	0,96	Grande
PAD (mmHg)	82,73 ± 4,92	77,09 ± 5,89	0,02	1,04	Grande
VO <sub>2</sub> (ml/Kg/min)	3,9 ± 0,8	3,2 ± 0,4	0,02	1,10	Grande

### 4.3 Avaliação das variáveis cardiovasculares nas diferentes velocidades de marcha

Durante a marcha, na velocidade de 2 Km/h, os amputados apresentaram maiores valores de VO<sub>2</sub>, FC, PAD e PSE, entretanto não diferenciaram-se em relação à PAS, conforme pode-se observar na Tabela 4. Para todas essas comparações, o tamanho do efeito foi classificado como grande.

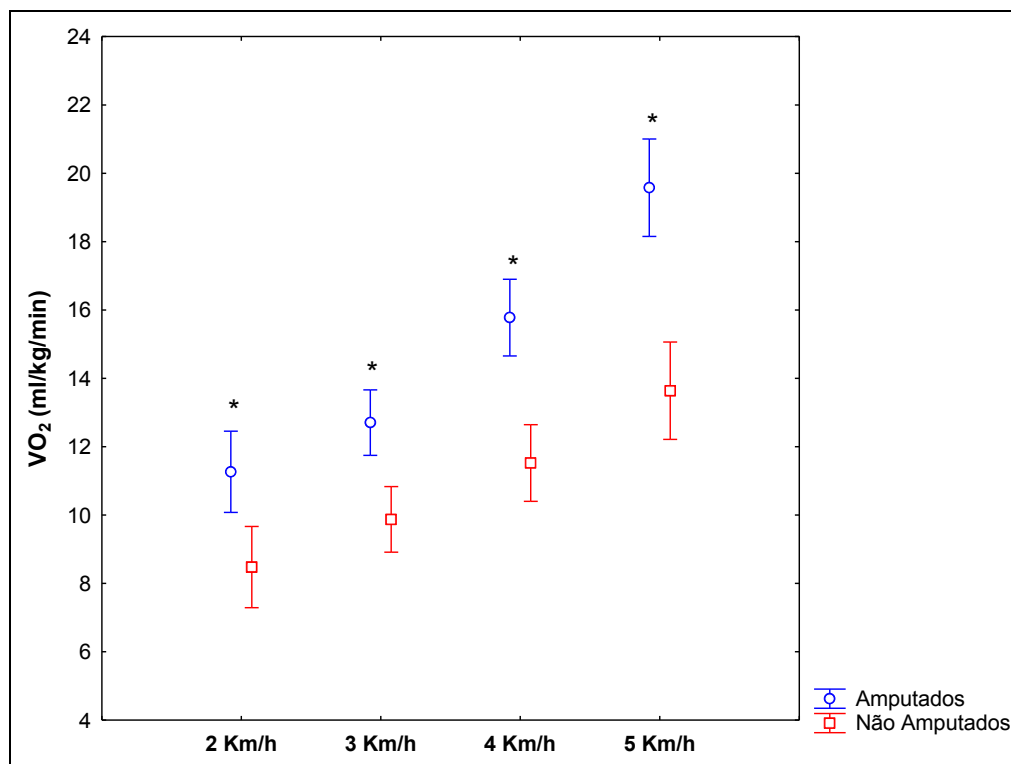
Na velocidade de 3 Km/h encontramos maiores valores para VO<sub>2</sub>, FC, PAS e PSE para os indivíduos amputados, diferentemente da variável PAD que não apresentou diferença significativa. O tamanho do efeito do foi classificado como grande para todas as variáveis, exceto para a PAD, classificado como médio (Tabela 4).

Nas velocidades 4 e 5 Km/ h, os grupos diferenciaram-se em relação ao VO<sub>2</sub>, FC, PAS, PAD e PSE, com os maiores valores obtidos pelos indivíduos amputados. Para todas as variáveis o tamanho do efeito foi classificado como grande (Tabela 4).

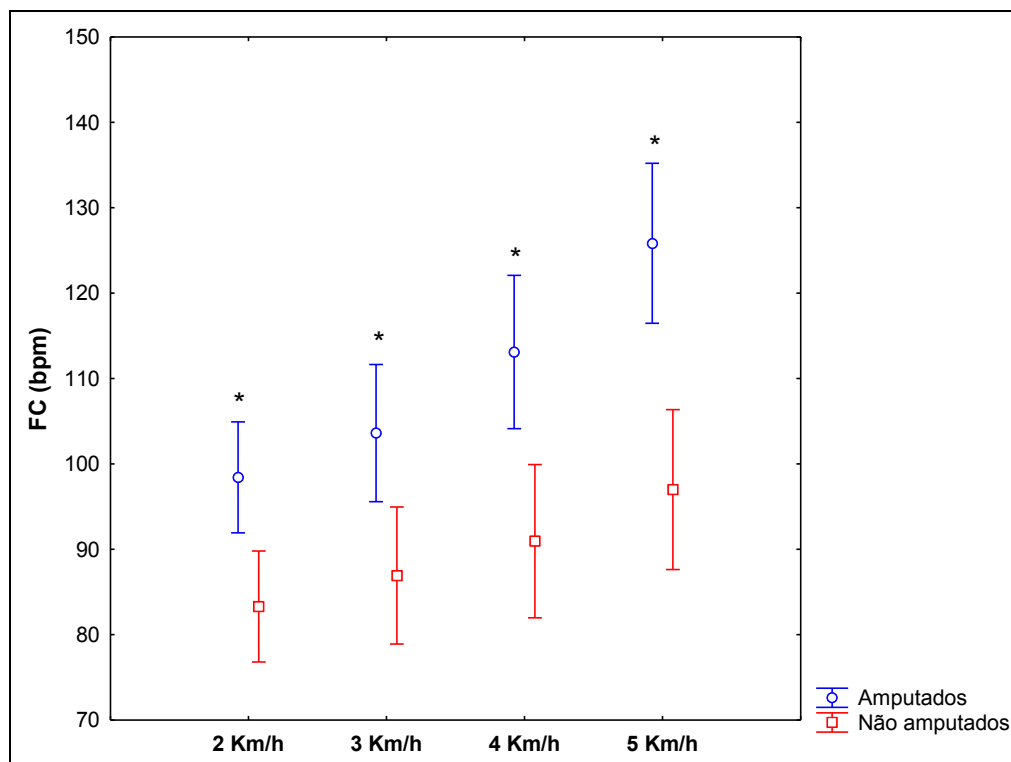
**Tabela 4** - Valores de consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>), frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e percepção subjetiva do esforço (PSE) durante a marcha (média ± desvio padrão):

	Grupo		p valor	Tamanho do efeito	
	Amputados N=11	Não amputados N=11		“d de Cohen”	Interpretação
<b>Velocidade 2km/h</b>					
VO <sub>2</sub> (ml/Kg/min)	11,26±2,57	8,47±0,72	0,000	1,69	Grande
FC (bpm)	98,43±12,13	83,30±8,14	0,003	1,49	Grande
PAS (mmHg)	125,91±12,25	116,36±10,57	0,065	0,83	Grande
PAD (mmHg)	82,36±6,37	74,36±9,62	0,032	0,99	Grande
PSE	2,50±1,43	0,72±0,51	0,002	1,81	Grande
<b>Velocidade 3 km/h</b>					
VO <sub>2</sub> (ml/Kg/min)	12,70±1,93	9,87±0,96	0,001	1,95	Grande
FC (bpm)	103,62±15,75	86,93±8,81	0,006	1,35	Grande
PAS (mmHg)	132,18±11,04	120,55±10,39	0,019	1,08	Grande
PAD (mmHg)	82,18±6,29	78,55±6,13	0,185	0,58	Médio
PSE	2,68±1,90	0,81±0,46	0,002	1,57	Grande
<b>Velocidade 4 km/h</b>					
VO <sub>2</sub> (ml/Kg/min)	15,77±2,32	11,52±0,97	0,000	2,58	Grande
FC (bpm)	113,10±17,88	90,95±9,37	0,002	1,62	Grande
PAS (mmHg)	135,82±8,69	120,00±10,15	0,001	1,67	Grande
PAD (mmHg)	84,91±5,00	76,18±8,41	0,008	1,30	Grande
PSE	3,22±1,50	1,09±0,76	0,003	1,87	Grande
<b>Velocidade 5 Km/h</b>					
VO <sub>2</sub> (ml/Kg/min)	19,57±2,85	13,63±1,45	0,000	2,75	Grande
FC (bpm)	125,84±17,95	96,99±11,00	0,000	1,99	Grande
PAS (mmHg)	142,73±8,95	126,73±10,47	0,001	1,64	Grande
PAD (mmHg)	86,09±5,33	79,82±6,72	0,025	1,04	Grande
PSE	4,54±2,33	1,54±0,78	0,001	1,91	Grande

Nas Figuras 6 e 7, podem ser observados os valores, respectivamente, do VO<sub>2</sub> e da FC durante as 4 velocidades de marcha e sua comparação entre os grupos.



**Figura 6** - Avaliação do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) durante a marcha.  
\* diferença significativa em relação aos indivíduos não amputados.



**Figura 7** - Avaliação da frequência cardíaca (FC) durante a marcha.  
\* diferença significativa em relação aos indivíduos não amputados.

#### 4.4 Avaliação dos deltas de VO<sub>2</sub> e FC durante a marcha

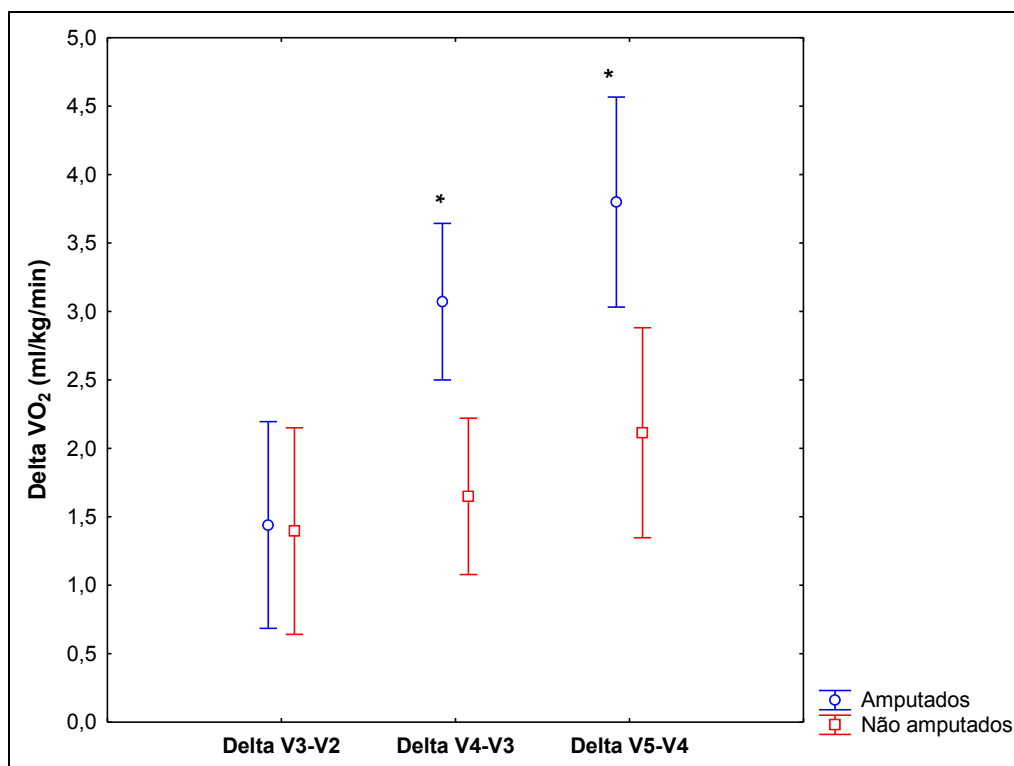
Ao avaliar o comportamento do VO<sub>2</sub> e FC em relação ao aumento da velocidade de 2 para 3 Km/h (delta V3-V2), observa-se que houve incremento do VO<sub>2</sub> e FC, que foi semelhante entre os grupos, com tamanho do efeito classificado como médio (tabela 5).

Ao avaliar o comportamento do VO<sub>2</sub> e FC diante do aumento da velocidade 3 para 4 Km/h (delta V4-V3) e da 4 para 5 Km/h (delta V5-V4) foi observado que as variáveis aumentaram mais significativamente para os indivíduos amputados, quando comparados aos não amputados. O tamanho do efeito para ambas as comparações foi classificado como grande (Tabela 5).

**Tabela 5** - Deltas de consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) e frequência cardíaca (FC) das velocidades da marcha (média ± desvio padrão):

	Grupo		p valor	Tamanho do efeito	
	Amputado	Não Amputado		“d de Cohen”	Interpretação
<b>Delta V3-V2</b>					
FC (bpm)	5,19±9,92	3,63±2,66	0,620	0,24	Médio
VO <sub>2</sub> (ml/Kg/min)	1,44±1,58	1,39±0,59	0,932	0,04	Médio
<b>Delta V4-V3</b>					
FC (bpm)	9,48±4,66	4,01±3,34	0,005	1,36	Grande
VO <sub>2</sub> (ml/Kg/min)	3,07±0,727	1,64±1,05	0,002	1,59	Grande
<b>Delta V5-V4</b>					
FC (bpm)	12,73±5,47	6,04±2,89	0,02	1,59	Grande
VO <sub>2</sub> (ml/Kg/min)	3,79±1,54	2,11±0,765	0,004	1,45	Grande

Ao analisar o comportamento dos deltas de VO<sub>2</sub> no mesmo grupo, em relação ao delta de velocidade anterior, para os indivíduos amputados o aumento do VO<sub>2</sub> ao passar de 2 para 3 Km/h (delta V3-V2) foi diferente e menor do que o de 3 para 4Km/h (delta V3-V2) e de 4 para 5 Km/h (delta V5-V4), entretanto não houve diferença significativa ao comparar os estes últimos incrementos de VO<sub>2</sub> e velocidade (Figura 8). No grupo de não amputados, não houve diferença significativa entre os deltas de VO<sub>2</sub> durante as velocidades de marcha, demonstrando assim que os aumentos de 1 km/h geraram aumento linear e nas mesmas proporções de VO<sub>2</sub>, no intervalo de 2 a 5Km/h (Figura 8).

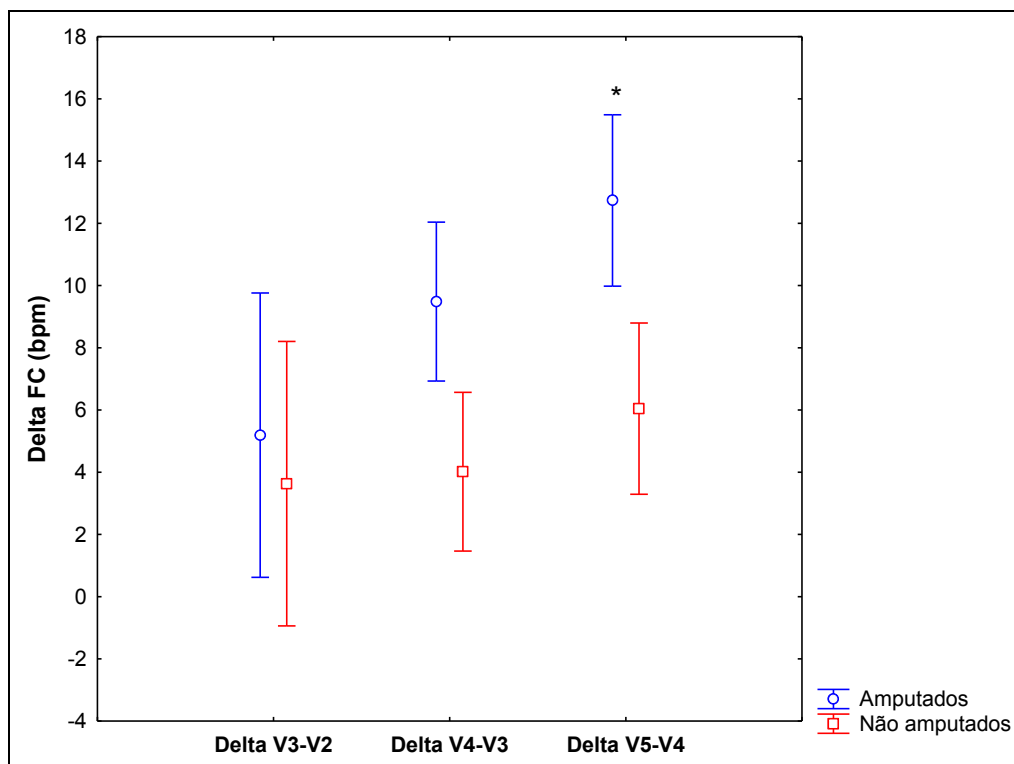


**Figura 8** - Comparação dos deltas de  $VO_2$  obtidos entre as velocidades de marcha de 2 para 3 Km/h (delta V3-V2), 3 para 4 Km/h (delta V4-V3) e 4 para 5 Km/h (delta V5-V4).

\* diferença estatisticamente significativa em relação ao delta V3-V2.

Ao analisar o comportamento dos deltas de FC no mesmo grupo, em relação ao delta de velocidade anterior, para os indivíduos amputados o aumento da FC foi similar ao passar da velocidade 2 para 3 Km/h (delta V3-V2), comparado com os valores obtidos ao passar da 3 para 4 Km/h (delta V4-V3), entretanto foi menor comparado aos valores da velocidade 4 para 5 km/h (delta V5-V4). A partir da velocidade de 3Km/h até 5Km/h, a cada 1km/h de velocidade aumentado, a FC aumentou na mesma magnitude (Figura 9). No grupo não amputados observa-se que não houve diferença significativa nos deltas de FC entre as velocidades de marcha, demonstrando assim que houve um aumento linear e nas mesmas proporções de FC conforme aumentou a velocidade a cada 1km/h (Figura 9).





**Figura 9** - Comparação dos deltas de FC obtidos entre as velocidades de marcha de 2 para 3 Km/h (delta V3-V2), 3 para 4 Km/h (delta V4-V3) e 4 para 5 Km/h (delta V5-V4).

\* diferença estatisticamente significativa em relação ao delta V3-V2.

## 5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar as respostas de  $VO_2$ , FC, PA em amputados transtibiais traumáticos em diferentes velocidades de marcha. Como principais resultados observamos que: 1) os amputados apresentaram maior  $VO_2$  e respostas cardiovasculares durante todas as velocidades de marcha analisadas; 2) o comportamento do  $VO_2$  e da FC com aumento da velocidade foi diferente entre os grupos, com maiores incrementos dessas variáveis apresentados pelos amputados ao passar da velocidade de 3 para 4 Km/h e desta para 5 Km/h. Conforme houve o aumento da velocidade em 1 Km/h, houve um incremento linear de  $VO_2$  e FC para os indivíduos não amputados, o que não ocorreu nos amputados.

### 5.1 Avaliação em repouso e caracterização da amostra

Os grupos avaliados não diferenciaram em relação à idade, massa corporal, IMC, percentual de gordura e nível de atividade física habitual, variáveis que estão relacionadas às respostas cardiovasculares e que poderiam influenciar os resultados estudados. Além disso, não diferenciaram em relação ao comprimento do membro inferior, que poderia interferir nas respostas obtidas durante a marcha. A média de idade do grupo amputados foi de 41,55 anos, diferentemente de outros estudos, cuja a média de idade variava de 40 a 70 anos (MODAN et al., 1998; PELES et al., 1995; SHAHRIAR et al., 2009) e devemos considerar que indivíduos mais idosos estão mais propensos às alterações cardiovasculares.

Em relação ao nível de amputação escolhemos o transtibial por ser o nível mais comum (BOCCOLINI, 1990) e por apresentar menores alterações cardiovasculares, musculoesqueléticas e funcionais quando comparado com amputações mais proximais. À causa optamos por restringir este estudo a amputações traumáticas porque muitas doenças que levam a amputações são relacionadas ao sistema cardiovascular e este fato poderia alterar as respostas cardiovasculares avaliadas. Em alguns estudos as variáveis cardiovasculares são analisadas em grupos de amputados de MMII, não selecionando indivíduos de mesmos níveis (MODAN et al., 1998; ROSE et al., 1986; SHAHRIAR et al., 2009) e causas (NALLEGOWDA et al., 2012) de amputações, o que pode interferir nos resultados encontrados.

Na avaliação em repouso o grupo amputados apresentou maiores valores de  $VO_2$ , FC, PAS e PAD, com tamanho do efeito classificado como grande. Esses resultados corroboram outros estudos na literatura (GRUBECK-LOEBENSTEIN et al., 1981; PELES et al., 1995), apesar da maioria dos artigos não ter utilizado os mesmos critérios de seleção e avaliação. Na literatura está descrito que os amputados podem apresentar alterações autonômicas, por meio de aumento da atividade nervosa simpática, que levam ao aumento da FC e predisposição à elevação da PA desses indivíduos (FRUGOLI et al., 2000; GRUBECK-LOEBENSTEIN et al., 1981; KURDIBAYLO, 1994; PELES et al., 1995; PERKINS et al., 2012; ROSE et al., 1986) e dessa forma pode explicar os resultados encontrados. Outra provável justificativa é a predisposição dos amputados em desenvolverem rigidez arterial e a elevação da resistência vascular periférica, o que leva a elevação da PAD (MAGALHÃES et al., 2011).

Todas as avaliações desse estudo foram realizadas no período da manhã e no mesmo local para evitar influência do ritmo circadiano e condições climáticas sobre as respostas encontradas.

## **5.2 Avaliação das variáveis cardiovasculares nas diferentes velocidades de marcha**

Durante a marcha, foi testada a hipótese que, para as mesmas velocidades de marcha, os amputados apresentariam maior  $VO_2$ , FC e PA, quando comparados aos indivíduos não amputados. Como resultado, foi verificado que, os amputados apresentaram maior  $VO_2$ , FC, PA e PSE em todas as velocidades, com tamanho de efeito classificado como grande na maioria das comparações, demonstrando assim, relevância estatística e clínica.

Em nosso estudo, os indivíduos amputados foram avaliados na mesma velocidade de marcha, entretanto a PSE foi maior para os amputados. Assim, o esforço dos amputados para deambular foi maior, o que também ajuda a explicar o maior  $VO_2$  e FC apresentados por esses indivíduos.

O maior  $VO_2$  encontrado nos amputados durante a marcha pode ser justificado por meio das alterações biomecânicas da marcha compensatória (DETREMBLEUR, CHRISTINE et al., 2005; GENIN, J. et al., 2008) que alteram a eficiência do mecanismo pendular durante a fase de balanço (DETREMBLEUR,

CHRISTINE et al., 2005; HOUDIJK et al., 2009), gerando assimetrias que reduzem a eficiência do movimento (BONA; PEYRÉ-TARTARUGA, 2011) (YEUNG, L. F. et al., 2012) (VAN DER LINDE et al., 2004).

As assimetrias encontradas na marcha de amputados exigem contrações isométricas e antagônicas que resultam em aumento do dispêndio energético e podem gerar a necessidade de desenvolver maior potência muscular durante algumas fases da passada (TESIO; LANZI; DETREMBLEUR, 1998). Essas alterações aumentam o trabalho muscular e diminuem a sua eficiência (DETREMBLEUR, CHRISTINE et al., 2005; TESIO et al., 1998). Além disso, a falta de dorsiflexão do pé protético durante a fase de balanço torna necessária a elevação da pelve durante a marcha, o que aumenta em 50% o deslocamento vertical do centro de massa corporal e conseqüentemente aumenta o  $VO_2$  e o gasto energético (DETREMBLEUR, CHRISTINE et al., 2005; TESIO et al., 1998).

Os resultados de maior  $VO_2$  durante a marcha corroboram os achados na literatura (DETREMBLEUR, CHRISTINE et al., 2005; GENIN, J. J. et al., 2008; HOUDIJK et al., 2009; SCHMALZ et al., 2002). Entretanto, na maioria desses estudos, os indivíduos são avaliados na VMA, que é menor para os amputados, são avaliados indivíduos de diferentes níveis e tipos de amputações, o que foi padronizado em nosso estudo.

Em relação aos resultados de FC durante a marcha, os maiores valores obtidos pelos amputados, em todas as velocidades, provavelmente podem ser justificados pelas alterações autonômicas que esses indivíduos apresentam em repouso, que já são descritas na literatura (GRUBECK-LOEBENSTEIN et al., 1981; PELES et al., 1995) e que podem favorecer o aumento da FC durante a marcha desses indivíduos. Durante o repouso essa maior atividade simpática, associada às alterações de rigidez arterial e aumento da resistência vascular periférica (MAGALHÃES et al., 2011) predispõe ao aumento da PA, o que pode favorecer à elevação dos níveis pressóricos durante a marcha.

Em relação à avaliação cardiovascular durante a marcha, são encontrados poucos estudos (GAILEY, R. S. et al., 1994; HOFFMAN et al., 1997; HSU et al., 1999; ISAKOV; SUSAK; BECKER, 1985; PAGLIARULO; WATERS; HISLOP, 1979; PINZUR et al., 1992; TRABALLES, M. et al., 2008). Desses estudos, apenas Gailey et al. (1994) avaliaram amputados transtibiais durante o repouso e marcha e encontraram resultados semelhantes ao nosso, em relação à FC. Neste estudo os

indivíduos foram avaliados somente em uma velocidade auto-selecionada (VMA), que foi semelhante entre amputados e não amputados. Porém os amputados possuíam maior idade, o que pode ter interferido nos resultados encontrados por eles. Em relação à PA durante a marcha, não foram encontrados estudos que pudessem ser confrontados.

Outro fator que pode ter interferido nos resultados durante a marcha são os maiores valores de  $VO_2$ , FC e PA encontrados na avaliação em repouso dos amputados. Dessa forma, eles já partem de maiores valores de  $VO_2$ , FC e PA, comparados aos não amputados e, por sua vez, poderiam interferir nos resultados durante a marcha. Entretanto, são necessárias maiores investigações desses componentes em relação aos resultados durante a marcha.

### **5.3 Avaliação dos deltas de $VO_2$ e FC durante a marcha**

Outra hipótese testada em nosso estudo foi a de que amputados apresentam maior incremento de  $VO_2$  e FC frente ao aumento de velocidade de marcha. Para isso foram analisados os deltas dessas variáveis em relação aos valores obtidos na velocidade anterior. Como resultado, foi observado que o comportamento do  $VO_2$  e da FC com aumento da velocidade foi diferente entre os grupos, com maiores incrementos dessas variáveis apresentados pelos amputados nas maiores velocidades, ou seja, ao passar da velocidade de 3 para 4 Km/h e desta para 5 Km/h, não sendo similar ao passar de 2 para 3Km/h. Dessa forma, demonstra que, em maiores velocidades, aumentar 1 km/h é mais dispendioso para os amputados, quando comparados aos não amputados.

Diante do resultado obtido em nosso estudo, podemos supor que ao passar de 2 para 3km/h o esforço muscular e biomecânico exigido pelos amputados foi semelhante aos não amputados. Entretanto, ao passar para de 3 para 4 km/h e desta para 5 Km/h o esforço foi maior para os indivíduos amputados.

Na literatura está descrito que, devido à dificuldade de atingir maiores velocidades de marcha os amputados possuem menor eficiência do mecanismo pendular durante a fase de balanço e, conseqüentemente, apresentam maiores valores de  $VO_2$  comparados aos não amputados (DETREMBLEUR, CHRISTINE et al., 2005; HOUDIJK et al., 2009). Entretanto, em nosso estudo foi verificado que em

maiores velocidades o incremento do  $VO_2$  foi maior para os amputados e que provavelmente indica que a maior velocidade por nós avaliada, não melhorou o mecanismo pendular dos amputados e as características biomecânicas dos amputados.

Ao avaliarmos o comportamento dos deltas de  $VO_2$  no mesmo grupo, conforme houve o aumento da velocidade em 1 Km/h, para os indivíduos amputados observou-se maior aumento de  $VO_2$  ao passar de 3 para 4 Km/h e de 4 para 5 Km/h, comparado ao aumento de 2 para 3 Km/h. Entretanto, não houve diferença ao comparar os deltas de  $VO_2$  de 3 para 4Km/h e de 4 para 5 Km/h, demonstrando que essas transições de velocidades geraram aumentos de sobrecargas musculares e respiratórias semelhantes. Já para os não amputados, houve um aumento linear de  $VO_2$  conforme aumentou a velocidade de marcha, a cada 1km/h.

A relação entre velocidade da marcha e o  $VO_2$  em indivíduos não amputados é linear e nas mesmas proporções de aumento entre velocidades de 2 e 5 Km/h. (MCARDLE et al., 2008). Em velocidades mais altas, essa relação curva-se em direção ascendente indicando um aumento desproporcional no dispêndio de energia com o aumento da velocidade (MCARDLE et al., 2008). Esses achados corroboram nossos resultados em relação aos indivíduos não amputados. Porém, para os amputados não houve a mesma magnitude de aumento do  $VO_2$  com acréscimo de velocidade de marcha. O acréscimo de  $VO_2$  para passar de 3 para a 4 Km/h e de 4 para 5 Km/h foi maior do que ao passar de 2 para 3 Km/h, não existindo a mesma magnitude de aumento do  $VO_2$  proporcional ao aumento da velocidade, conforme descrito anteriormente. Dessa forma, pode-se entender que essa relação não ocorra para os amputados ou que, esse aumento desproporcional de  $VO_2$  em relação com a velocidade teve início em velocidade em torno de 3 a 4 Km/h, ou seja, menor que 5 Km/h.

Na literatura, não foram encontrados estudos que avaliassem os deltas de  $VO_2$  e FC de amputados de MMII em relação ao aumento de velocidade e que pudessem ser confrontados com o nossos resultados. Logo, faz-se necessária a realização de mais estudos com avaliação de velocidades de marcha fracionadas e comparando os amputados com o não amputados, nas mesmas velocidades, com protocolo de avaliação semelhante, para investigação da faixa de velocidade econômica e se existe proporção de aumento de  $VO_2$  similar ao comportamento encontrado nos não amputados.

#### **5.4 Implicações clínicas**

A literatura demonstra que amputados possuem alterações cardiovasculares que geram aumento do  $VO_2$ , FC e PA durante o repouso e marcha. Essas alterações cardiovasculares predisõem a doenças, como a hipertensão arterial e diminuem sua capacidade cardiorrespiratória, que pode melhorar através de treinamento específico nesta população (CHIN et al., 1997; CHIN et al., 1999;2001).

O treinamento pode melhorar a capacidade aeróbia desta população, porém, não se podem usar as mesmas fórmulas para prescrição porque observou-se que o comportamento das variáveis cardiovasculares é diferente para indivíduos amputados. Mesmos aumentos de velocidade impõem maior sobrecarga cardiovascular em amputados transtibiais unilaterais.

Mais pesquisas devem ser realizadas com o objetivo de se entender o comportamento do sistema cardiovascular de amputados durante o exercício físico afim de se estabelecer limites seguros para os treinos aeróbicos.

#### **5.5 limitações do estudo**

Esse estudo apresentou como limitações: a não realização de um protocolo com velocidades fracionadas, o que permitiria ver a curva da relação velocidade e  $VO_2$ ; a ausência da avaliação da variabilidade da FC durante o repouso, que serviria como avaliação da resposta autonômica.

Outra limitação deste estudo é que o componente de repouso das avaliações não foi isolado, uma vez que já foi observada diferença significativa entre os grupos.

## **6 CONCLUSÃO**

Os amputados transtibiais traumáticos apresentam maiores respostas cardiorrespiratórias de  $VO_2$ , FC e PA nas mesmas velocidades de marcha, comparados aos não amputados. Além disso, os amputados apresentam maior incremento de  $VO_2$  e FC frente ao aumento de velocidade de marcha, na transição das maiores velocidades. Os indivíduos sem amputações apresentam o mesmo incremento de  $VO_2$  a cada aumento de 1 Km/h da velocidade, diferentemente dos indivíduos amputados, para os quais o incremento é maior, conforme o aumento das velocidades. Dessa forma, os amputados apresentam comportamento de  $VO_2$  diferente dos indivíduos sem amputações, diante do aumento da velocidade de marcha.



## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOCCOLINI, F. Amputados, amputações e prótese: reabilitação. **São Paulo. Robe**, 1990.

BONA, R. L.; PEYRÉ-TARTARUGA, L. A. Mecânica e energética da locomoção de amputados: Uma revisão. **Pensar a Prática**, v. 14, n. 1, 2011.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 14, n. 5, p. 377-81, 1982.

CARVALHO, F. S. et al. Prevalência de amputação em membros inferiores de causa vascular: análise de prontuários; Prevalence amputation on inferior members from vascular cause: analyses of promptuary. **Arq. ciências saúde UNIPAR**, v. 9, n. 1, p. 23-30, 2005.

CARVALHO, J. A. Amputações de membros inferiores: em busca da plena reabilitação. rev. e atual Barueri. **SP: Editora Manole**, 2003.

CHIN, T. et al. The efficacy of the one-leg cycling test for determining the anaerobic threshold (AT) of lower limb amputees. **Prosthetics and Orthotics International**, v. 21, n. 2, p. 141-146, August 1, 1997.

\_\_\_\_\_. The efficacy of physiological cost index (PCI) measurement of a subject walking with an Intelligent Prosthesis. **Prosthet Orthot Int**, v. 23, n. 1, p. 45-9, Apr 1999.

\_\_\_\_\_. Effect of endurance training program based on anaerobic threshold (AT) for lower limb amputees. **J Rehabil Res Dev**, v. 38, n. 1, p. 7-11, Jan-Feb 2001.

COHEN, H. **Neurociência para fisioterapeutas: incluindo correlações clínicas**. Manole, 2001.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Routledge Academic, 1988.

COLBORNE, G. R. et al. Analysis of mechanical and metabolic factors in the gait of congenital below knee amputees: A comparison of the SACH and Seattle feet. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 71, n. 5, p. 272-278, 1992.

CZERNIECKI, J. M.; GITTER, A.; WEAVER, K. Effect of alterations in prosthetic shank mass on the metabolic costs of ambulation in above-knee amputees. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 73, n. 5, p. 348-352, 1994.

DA SILVA, A. L. **Cirurgia de urgência**. Medisi Editora Médica e Científica Ltda, 1994.

DAL, U. et al. Determination of preferred walking speed on treadmill may lead to high oxygen cost on treadmill walking. **Gait Posture**, v. 31, n. 3, p. 366-9, Mar 2010.

DETREMBLEUR, C. et al. Relationship between energy cost, gait speed, vertical displacement of centre of body mass and efficiency of pendulum-like mechanism in unilateral amputee gait. **Gait & posture**, v. 21, n. 3, p. 333-340, 2005.

\_\_\_\_\_. Relationship between energy cost, gait speed, vertical displacement of centre of body mass and efficiency of pendulum-like mechanism in unilateral amputee gait. **Gait Posture**, v. 21, n. 3, p. 333-40, Apr 2005.

FISHER, S.; GULLICKSON JR, G. Energy cost of ambulation in health and disability: a literature review. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 59, n. 3, p. 124-133, 1978.

FLORINDO, A.; LATORRE, M. Validação do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. **Rev Bras Med Esporte**, v. 9, p. 121-8, 2003.

FRAISSE, N. et al. [Muscles of the below-knee amputees]. **Ann Readapt Med Phys**, v. 51, n. 3, p. 218-27, Apr 2008.

FRUGOLI, B. A. et al. Cardiovascular Disease Risk Factors in an Amputee Population. **JPO: Journal of Prosthetics and Orthotics**, v. 12, n. 3, 2000.

GAILEY, R. et al. Energy expenditure of trans-tibial amputees during ambulation at self-selected pace. **Prosthetics and orthotics international**, v. 18, n. 2, p. 84-91, 1994.

GENIN, J. J. et al. Effect of speed on the energy cost of walking in unilateral traumatic lower limb amputees. **European journal of applied physiology**, v. 103, n. 6, p. 655-663, 2008.

GITTER, A.; CZERNIECKI, J.; WEAVER, K. A reassessment of center-of-mass dynamics as a determinate of the metabolic inefficiency of above-knee amputee ambulation. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 74, n. 5, p. 337-338, 1995.

GRAHAM, L. E. et al. A comparative study of oxygen consumption for conventional and energy-storing prosthetic feet in transfemoral amputees. **Clinical rehabilitation**, v. 22, n. 10-11, p. 896-901, 2008.

GRUBECK-LOEBENSTEIN, B.; KORN, A.; WALDHÄUSL, W. The role of adrenergic mechanisms in the blood pressure regulation of leg-amputees. **Basic Research in Cardiology**, v. 76, n. 3, p. 267-275, 1981.

HOFFMAN, M. D. et al. Physiological comparison of walking among bilateral above-knee amputee and able-bodied subjects, and a model to account for the differences in metabolic cost. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 78, n. 4, p. 385-92, Apr 1997.

HOUDIJK, H. et al. The energy cost for the step-to-step transition in amputee walking. **Gait & posture**, v. 30, n. 1, p. 35-40, 2009.

HSU, M. et al. Physiological measurements of walking and running in people with transtibial amputations with 3 different prostheses. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 29, n. 9, p. 526, 1999.

ISAKOV, E.; SUSAK, Z.; BECKER, E. Energy expenditure and cardiac response in above-knee amputees while using prostheses with open and locked knee mechanisms. **Scandinavian journal of rehabilitation medicine. Supplement**, v. 12, p. 108, 1985.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British journal of nutrition**, v. 40, n. 03, p. 497-504, 1978.

KURDIBAYLO, S. F. Cardiorespiratory status and movement capabilities in adults with limb amputation. **J Rehabil Res Dev**, v. 31, n. 3, p. 222-35, Aug 1994.

MAGALHÃES, P. et al. Arterial Stiffness in Lower Limb Amputees. **Clinical Medicine Insights. Circulatory, Respiratory and Pulmonary Medicine**, v. 5, p. 49, 2011.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Guanabara Koogan, 2008. ISBN 8527704471.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Informações de saúde. Procedimentos Hospitalares-SUS. Brasil, 2013. Disponível em: < <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/qiuf.def> >. Acesso em: abril 2013.

MODAN, M. et al. Increased cardiovascular disease mortality rates in traumatic lower limb amputees. **The American journal of cardiology**, v. 82, n. 10, p. 1242-1247, 1998.

MOZUMDAR, A.; ROY, S. K. Method for estimating body weight in persons with lower-limb amputation and its implication for their nutritional assessment. **The American journal of clinical nutrition**, v. 80, n. 4, p. 868-875, 2004.

NALLEGOWDA, M. et al. Amputation and Cardiac Comorbidity: Analysis of Severity of Cardiac Risk. 2012.

NASCHITZ, J. E.; LENGGER, R. Why traumatic leg amputees are at increased risk for cardiovascular diseases. **QJM**, v. 101, n. 4, p. 251-9, Apr 2008.

OSTERKAMP, L. K. Current perspective on assessment of human body proportions of relevance to amputees. **J Am Diet Assoc**, v. 95, n. 2, p. 215-8, Feb 1995.

PAGLIARULO, M.; WATERS, R.; HISLOP, H. Energy cost of walking of below-knee amputees having no vascular disease. **Physical therapy**, v. 59, n. 5, p. 538, 1979.

PELES, E. et al. Insulin resistance and autonomic function in traumatic lower limb amputees. **Clin Auton Res**, v. 5, n. 5, p. 279-88, Oct 1995.

PERKINS, Z. B. et al. Factors affecting outcome after traumatic limb amputation. **British Journal of Surgery**, v. 99, n. S1, p. 75-86, 2012.

PINZUR, M. et al. Energy demands for walking in dysvascular amputees as related to the level of amputation. **Orthopedics**, v. 15, n. 9, p. 1033, 1992.

RIETMAN, J.; POSTEMA, K.; GEERTZEN, J. Gait analysis in prosthetics: opinions, ideas and conclusions. **Prosthetics and orthotics international**, v. 26, n. 1, p. 50-57, 2002.

ROSE, H. G. et al. Insulin as a potential factor influencing blood pressure in amputees. **Hypertension**, v. 8, n. 9, p. 793-800, Sep 1986.

SAGAWA JR, Y. et al. Biomechanics and physiological parameters during gait in lower-limb amputees: a systematic review. **Gait & posture**, v. 33, n. 4, p. 511-526, 2011.

SANTOS, J. J. A. et al. Qualidade de vida e lactacidemia durante a prova de caminhada de seis minutos em portadores de insuficiência cardíaca. **Arq. ciências saúde UNIPAR**, v. 12, n. 1, p. 9-17, 2008.

SCHMALZ, T.; BLUMENTRITT, S.; JARASCH, R. Energy expenditure and biomechanical characteristics of lower limb amputee gait: The influence of prosthetic alignment and different prosthetic components. **Gait & posture**, v. 16, n. 3, p. 255-263, 2002.

SCHWARTZ, S.; SHIRES, T.; SPENCER, F. E. **Princípios de Cirurgia (5ª edição), Hernia da Parede Abdominal, Vol. 2**: Editora Guanabara Koogan SA 1991.

SHAHRIAR, S. et al. Cardiovascular risk factors among males with war-related bilateral lower limb amputation. **Military medicine**, v. 174, n. 10, p. 1108-1112, 2009.

SOARES, A. S. O. D. C. et al. Biomechanical parameters of gait among transtibial amputees: a review. **Sao Paulo Medical Journal**, v. 127, p. 302-309, 2009.

TESIO, L.; LANZI, D.; DETREMBLEUR, C. The 3-D motion of the centre of gravity of the human body during level walking. II. Lower limb amputees. **Clinical Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 83-90, 1998.

TORBURN, L. et al. Energy expenditure during ambulation in dysvascular and traumatic below-knee amputees: a comparison of five prosthetic feet. **Journal of rehabilitation research and development**, v. 32, p. 111-111, 1995.

TRABALLESI, M. et al. Energy cost of walking measurements in subjects with lower limb amputations: A comparison study between floor and treadmill test. **Gait & posture**, v. 27, n. 1, p. 70-75, 2008.

\_\_\_\_\_. Energy cost of walking measurements in subjects with lower limb amputations: a comparison study between floor and treadmill test. **Gait Posture**, v. 27, n. 1, p. 70-5, Jan 2008.

VAN DER LINDE, H. et al. A systematic literature review of the effect of different prosthetic components on human functioning with a lower-limb prosthesis. **Journal of rehabilitation research and development**, v. 41, n. 4, p. 555-570, 2004.

WATERS, R. et al. Energy cost of walking of amputees: the influence of level of amputation. **J Bone Joint Surg Am**, v. 58, n. 1, p. 42-46, 1976.

WATERS, R. L.; MULROY, S. The energy expenditure of normal and pathologic gait. **Gait Posture**, v. 9, n. 3, p. 207-31, Jul 1999.

\_\_\_\_\_. The energy expenditure of normal and pathologic gait. **Gait & posture**, v. 9, n. 3, p. 207-231, 1999.

YEUNG, L. et al. Long-distance walking effects on trans-tibial amputees compensatory gait patterns and implications on prosthetic designs and training. **Gait & posture**, v. 35, n. 2, p. 328-333, 2012.

YEUNG, L. F. et al. Long-distance walking effects on trans-tibial amputees compensatory gait patterns and implications on prosthetic designs and training. **Gait & posture**, v. 35, n. 2, p. 328-333, 2012.

## ANEXOS

### ANEXO 1 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP HU/UFJF  
JUIZ DE FORA – MG – BRASIL

Pesquisador Responsável: Jorge Roberto Perrout de Lima  
Endereço: Rua João Weiss, 27  
CEP: 36036-237 – Juiz de Fora – MG  
Fone: (32) 9977-4390  
E-mail: [jorge.perrout@ufff.edu.br](mailto:jorge.perrout@ufff.edu.br)

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O (A) Sr.(a) está sendo convidado como voluntário a participar da pesquisa “Gasto energético e hipotensão arterial frente ao exercício físico em indivíduos com amputações de membros inferiores”. Neste estudo, pretendemos avaliar se alterações cardiovasculares e metabólicas encontradas nos amputados de membros inferiores interferem no gasto energético durante a marcha e, se após uma sessão de exercício aeróbio, ocorre diminuição da pressão arterial em relação aos valores pré-exercício.

O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é identificar algumas causas do maior consumo energético durante a marcha de amputados e avaliar se uma sessão de exercício é capaz de promover benefícios por meio da diminuição da pressão arterial. Os resultados do estudo poderão direcionar as condutas terapêuticas da reabilitação de amputados de membros inferiores.

Para este estudo, você participará de avaliações e exames durante cinco dias. Todos os experimentos ocorrerão no período da manhã no Laboratório de Avaliação Física do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora – HU/UFJF. Os procedimentos que envolverem esforço físico serão separados por um período de 48 horas em relação ao procedimento anterior. Você deverá realizar uma refeição leve uma hora antes da coleta (exceto no dia da realização dos exames laboratoriais, em que deverão estar em jejum de 12 horas), dormir bem na noite anterior a cada visita ao laboratório, além de não consumir bebidas alcoólicas, cafeinadas e não praticar exercícios intensos nas 24 horas que antecedem os experimentos.

No primeiro dia do experimento, você será esclarecido sobre sua participação no projeto, assinará esse termo de consentimento e responderá algumas perguntas na anamnese. Nesse mesmo dia você será submetido a avaliação física por meio de avaliação do peso corporal, altura, porcentagem de gordura corporal, medida de circunferência abdominal, além de avaliação da pressão arterial, frequência cardíaca e exame eletrocardiográfico em repouso. Você também irá responder aos

questionários propostos no estudo e será familiarizado com os equipamentos que serão utilizados.

No segundo dia, você deverá estar em jejum por no mínimo 12 horas para realizar exames laboratoriais de urina e sangue e avaliação de sua taxa metabólica de repouso. Para esta última avaliação, você ficará deitado em repouso por 30 minutos, utilizando uma máscara facial e serão avaliados os gases que você respira. Em seguida, você também será avaliado na postura de pé.

No terceiro dia, você será submetido a exames para avaliação cardiológica e capacidade aeróbia máxima. Você será submetido a um teste de esforço máximo no cicloergômetro de membro superior. Antes de iniciar esse teste, você ficará sentado por 15 minutos, usando máscaras faciais para coletar os gases expirados, cinta torácica para avaliação da sua frequência cardíaca, manguito em seu braço direito para aferir sua pressão arterial e alguns eletrodos em seu tórax para realização de eletrocardiograma. Em seguida você realizará exercício com o cicloergômetro de membro superior. Posteriormente, a cada minuto, a resistência do aparelho será aumentada e você deverá continuar a realizar o exercício até sentir que não consegue mais ou for verificado que o teste deverá ser interrompido. Após terminar o teste, você será avaliado em repouso por 15 minutos. Este teste será supervisionado por um médico.

No quarto dia, você será submetido a uma avaliação de marcha na esteira rolante e será avaliado em três velocidades diferentes. Inicialmente você ficará em repouso deitado por 15 minutos fazendo o uso de máscaras faciais, cinta torácica, manguito em seu braço direito e eletrodos em seu tórax para realização de eletrocardiograma. Após o repouso, você será submetido à avaliação do fluxo sanguíneo em seu braço direito, em que serão posicionados dois manguitos, um próximo da mão, que será insuflado e um próximo do cotovelo, que será insuflado e desinsuflado algumas vezes. Em seguida irá realizar o protocolo na esteira por 10 minutos na primeira velocidade estabelecida. Ao término do teste na esteira, você repousará por 15 minutos e será avaliado durante a recuperação. O mesmo procedimento será repetido nas outras duas velocidades.

No último dia você será avaliado por meio de uma sessão de exercício aeróbio utilizando cicloergômetro de membro superior. Inicialmente você ficará em repouso deitado por 15 minutos usando máscaras faciais, cinta torácica, manguito em seu braço direito e alguns eletrodos em seu tórax para realização de eletrocardiograma. Após o repouso, você será submetido à avaliação do fluxo sanguíneo em seu braço direito. Em seguida, você realizará uma sessão de exercício físico no cicloergômetro de membro superior, por 30 minutos. Ao término do exercício, você repousará por 60 minutos deitado em uma maca e será avaliado durante a recuperação.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador.

O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

O (A) Sr (a) não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, no Laboratório de Avaliação Física do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora – HU/CAS e a outra será fornecida a você.

Caso haja danos decorrentes dos riscos previstos, o pesquisador assumirá a responsabilidade pelos mesmos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos do estudo “Gasto energético e hipotensão arterial frente ao exercício físico em indivíduos com amputações de membros inferiores”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_ .

\_\_\_\_\_  
Nome Assinatura participante

\_\_\_\_\_  
Nome Assinatura pesquisador

\_\_\_\_\_  
Nome Assinatura testemunha

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o

CEP HU – Comitê de Ética em Pesquisa HU/UFJF  
Hospital universitário Unidade Santa Catarina  
Prédio da Administração Sala 27  
CEP 36036-110  
E-mail: cep.hu@ufjf.edu.br



## ANEXO 2

### APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO HU-UFJF



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP-HU CAS/UFJF



HOSPITAL UNIVERSITÁRIO

Parecer nº 323/2011

**Protocolo CEP-UFJF:** 146-420-2011    **FR:** 468351    **CAAE:** 0109.0.420.000-11

**Projeto de Pesquisa:** Gasto energético e hipotensão arterial frente ao exercício físico em indivíduos com amputações de membro inferiores

**Versão do Protocolo e Data:** 13/10/2011

**Grupo:** III

**Pesquisador Responsável:** Jorge Roberto Perroux de Lima

**Pesquisadores Participantes:** Marília Mendes do Nascimento Garcia; Marcelle de Paula Ribeiro; Mateus Camaroti Laterza; Jussara Regina Pereira Britto; Marcela de Castro Pereira

**Instituição:** Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora

**Matéria para análise:** Folha de Rosto; Projeto de Pesquisa; Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; Orçamento Financeiro; Comprovante de currículo do pesquisador responsável e demais pesquisadores envolvidos

**Sumário/comentários do protocolo:**

**Justificativa:** As amputações de membros inferiores provocam alterações funcionais, musculoesqueléticas e cardiovasculares. Quanto mais proximal o nível da amputação, maiores essas alterações. Apesar da marcha com prótese ser importante para a independência funcional do amputado, envolve maior gasto energético e menor eficiência quando comparado a indivíduos não amputados. O maior gasto energético após a amputação tem sido justificado pelas alterações biomecânicas encontradas durante a marcha compensatória

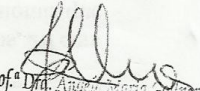
**Objetivo:** Testar a hipótese que as alterações cardiovasculares e metabólicas encontradas nos amputados traumáticos de membros inferiores interferem no gasto energético durante a marcha.

Testar a hipótese que após uma sessão de exercício aeróbio os amputados de membros inferiores apresentam efeito hipotensor pós-exercício associado à vasodilatação arterial e ao aumento da variabilidade da frequência cardíaca (VFC).

**Metodologia:** Trata-se de um estudo classificado como observacional, transversal e controlado. O protocolo experimental será realizado em cinco dias. Todos os experimentos ocorrerão no período da manhã. As coletas serão realizadas no Laboratório de Avaliação Física do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora. Os procedimentos que envolverem esforço físico serão separados por um período de 48 horas em relação ao procedimento anterior. Todos os sujeitos serão orientados a realizar uma refeição leve uma hora antes da coleta (exceto no dia da realização dos exames laboratoriais, em que deverão estar em jejum de 12 horas), dormir bem na noite que antecede cada experimento, além de não consumir bebidas alcoólicas, cafeinadas e não praticar exercícios intensos nas 24 horas que antecedem os experimentos.

**Características da população a estudar:** Para compor a amostra, os amputados deverão ter sido protetizados há mais de dois anos, deambular sem dispositivos auxiliares de marcha e possuir uma prótese alinhada, com pés Sach®. Os amputados transfemorais deverão possuir joelho mecânico e encaixe de contenção isquiática e os transtibiais, deverão possuir próteses do tipo *Prothese Tibiale Supracondylien* ou *Kondylen Bettung Munster*

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP-HU CAS/UFJF  
RUA CATULO BREVIGLIEI S/Nº - B. SANTA CATARINA  
36036-110- JUIZ DE FORA - MG - BRASIL - Fone: 40095205

  
 Prof. Dr. Augusto Carlos Godoy  
 Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa  
 HU CAS/UFJF

XI

**Tamanho da amostra:** Serão estudados 40 indivíduos adultos, de ambos os sexos, 20 com amputações unilaterais traumáticas de membros inferiores, transtibiais ou transfemorais que serão comparados a 20 indivíduos sem amputações.

**Orçamento:** Serão de responsabilidade dos pesquisadores.

**Cronograma:** Adequado a realização do Projeto

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido:** O TCLE está em linguagem adequada, clara para compreensão dos participantes do estudo, com descrição suficiente dos procedimentos, explicitação de riscos e forma de contato com o pesquisador e demais membros da equipe.

**Pesquisador:** titulação e apresenta experiência e qualificação para a coordenação do estudo. Demais membros da equipe também apresentam qualificação para atividade que desempenharão durante o estudo.

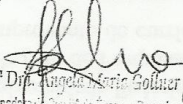
O CEP solicita ao pesquisador que atenda a Carta Circular nº 003/2011 CONEP/CNS datada de 21 de março de 2011, que torna obrigatória a rubrica em todas as páginas do TCLE pelo sujeito de pesquisa ou seu responsável e pelo pesquisador em todos os TCLEs com data posterior a 01 de abril de 2011.

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP-HU/CAS da UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 196/96 e suas complementares manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

Salientamos que o pesquisador deverá encaminhar a este comitê o relatório final.

**Situação:** Projeto Aprovado

Juiz de Fora, 28 de novembro de 2011.

  
Prof.ª Dr.ª Ângela Maria Golluar  
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa  
HU/CAS da UFJF

RECEBI

DATA: \_\_\_/\_\_\_/2011

ASS: \_\_\_\_\_

### ANEXO 3

#### FICHA DE ANAMNESE E AVALIAÇÃO FÍSICA

**Projeto de pesquisa:** Gasto energético e hipotensão frente ao exercício físico em amputados de membros inferiores

#### 1-Dados de Identificação

Data da avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

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

Estado Civil: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_

Tels.: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ anos.

Médico Responsável: \_\_\_\_\_

Etiologia da amputação: ( ) Traumática ( ) Vascular ( ) Outras \_\_\_\_\_

Nível da amputação: ( ) Transtibial (..) Transfemoral ( ) Outros \_\_\_\_\_

Tempo de amputação: \_\_\_\_\_ Mês e ano da amputação: \_\_\_\_/\_\_\_\_

Tempo da protetização: \_\_\_\_\_ Mês e ano da protetização: \_\_\_\_/\_\_\_\_

Nome do profissional avaliador: \_\_\_\_\_

#### 2-História da doença atual

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### 3-História Patológica:

##### 3.1-Fatores de Risco para Doença Arterial Coronariana

Hipertensão arterial: Não ( ) Sim ( ) Data de diagnóstico \_\_\_\_\_

Diabetes: Não ( ) Sim ( ) Data de diagnóstico \_\_\_\_\_

Obesidade: Não ( ) Sim ( ) Data de diagnóstico \_\_\_\_\_

Dislipidemia: Não ( ) Sim ( ) Data de diagnóstico \_\_\_\_\_

Estresse: Não ( ) Sim ( )

##### 3.2-Outras Patologias

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### 4-Hábitos de Vida

Sono: ( ) Reparador ( ) Não Reparador

( ) Fumante ( ) Não fumante ( ) Ex – fumante: há quanto tempo parou de fumar?

Etilista: ( ) Sim ( ) Não Qual(is) bebida(s) faz uso: \_\_\_\_\_

Quantidade semanal: \_\_\_\_\_ Bebe café ou chá: \_\_\_\_\_ xícaras/dia

Pratica exercício físico? Sim ( ) Não ( ) Há quanto tempo: \_\_\_\_\_

Frequência semanal: \_\_\_\_\_ dias/semana. Modalidade: \_\_\_\_\_

**5-História familiar:**


---



---



---

**6-Medicação atual:**


---



---

**7-Avaliação física**

7.1- Sinais vitais:

FC: \_\_\_\_\_ bpm

FR: \_\_\_\_\_ ipm

PA: supino: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ mmHg

posição ortostática: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ mmHg

7.2-Monitorização eletrocardiográfica (supino):

DI: \_\_\_\_\_

DII: \_\_\_\_\_

DIII: \_\_\_\_\_

AVR: \_\_\_\_\_

AVL: \_\_\_\_\_

AVF: \_\_\_\_\_

V1: \_\_\_\_\_

V2: \_\_\_\_\_

V3: \_\_\_\_\_

V4: \_\_\_\_\_

V5: \_\_\_\_\_

V6: \_\_\_\_\_

Qualidade do traçado: ( ) ótima ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

Considerações: \_\_\_\_\_

7.3-Antropometria:

Massa corporal com a prótese: \_\_\_\_\_ Kg

Massa corporal sem a prótese: \_\_\_\_\_ Kg

Estatura: \_\_\_\_\_ m

IMC corrigido: \_\_\_\_\_ Kg/m<sup>2</sup>

Pregas cutâneas: Abdominal: \_\_\_\_\_ mm

Torácica: \_\_\_\_\_ mm Coxa: \_\_\_\_\_ mm

Circunferência abdominal: \_\_\_\_\_ cm

7.4-Inspeção:

- Do membro amputado:

---

- Da prótese:

Alinhamento:

---

Modelo do encaixe: \_\_\_\_\_

Modelo do joelho: \_\_\_\_\_

Modelo do pé: \_\_\_\_\_

---

7.5- Dominância de membro:

MMSS: ( ) Direito ( ) Esquerdo

MMII: ( ) Direito ( ) Esquerdo

7.6- Análise visual da marcha:

---

**8- O voluntário está apto para participar do estudo? ( ) Sim ( ) Não**

**ANEXO 4**  
**QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL**

**QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL**

Por favor, circule a resposta apropriada para cada questão:

**Nos últimos 12 meses:**

- |    |  |   |   |   |   |   |
|----|--|---|---|---|---|---|
| 1) | Qual tem sido sua principal ocupação?  | 1 | 3 | 5 |   |   |
|    |  |   |   |   |   |   |
| 2) | No trabalho eu sento:<br>nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / sempre   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3) | No trabalho eu fico em pé:<br>nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / sempre  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4) | No trabalho eu ando:<br>nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / sempre  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5) | No trabalho eu carrego carga pesada:<br>nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / sempre  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6) | Após o trabalho eu estou cansado:<br>muito freqüentemente / freqüentemente / algumas vezes / raramente / nunca   | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 7) | No trabalho eu sudo:<br>muito freqüentemente / freqüentemente / algumas vezes / raramente / nunca  | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 8) | Em comparação com outros da minha idade eu penso que meu trabalho é fisicamente:<br>muito mais pesado/ mais pesado / tão pesado quanto / mais leve / muito mais leve | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

9)	Você pratica ou praticou esporte ou exercício físico nos últimos 12 meses: sim / não									
	Qual esporte ou exercício físico você pratica ou praticou mais freqüentemente?					1	3	5		
	<input type="text"/>									
	- quantas horas por semana?					<1	1<2	2<3	3-4	>4
	<input type="text"/>									
	- quantos meses por ano?					<1	1-3	4-6	7-9	>9
	<input type="text"/>									
	Se você faz um fez segundo esporte ou exercício físico, qual o tipo?:					1	3	5		
	<input type="text"/>									
	- quantas horas por semana?					<1	1<2	2<3	3-4	>4
	<input type="text"/>									
	- quantos meses por ano?					<1	1-3	4-6	7-9	>9
	<input type="text"/>									
10)	Em comparação com outros da minha idade eu penso que minha atividade física durante as horas de lazer é: muito maior / maior / a mesma / menor / muito menor	5	4	3	2	1				
11)	Durante as horas de lazer eu suo: muito freqüentemente / freqüentemente / algumas vezes / raramente / nunca	5	4	3	2	1				
12)	Durante as horas de lazer eu pratico esporte ou exercício físico: nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / muito freqüentemente	1	2	3	4	5				
13)	Durante as horas de lazer eu vejo televisão: nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / muito freqüentemente	1	2	3	4	5				
14)	Durante as horas de lazer eu ando: nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / muito freqüentemente	1	2	3	4	5				
15)	Durante as horas de lazer eu ando de bicicleta: nunca / raramente / algumas vezes / freqüentemente / muito freqüentemente	1	2	3	4	5				
16)	Durante quantos minutos por dia você anda a pé ou de bicicleta indo e voltando do trabalho, escola ou compras? <5 / 5-15 / 16-30 / 31-45 / >45	1	2	3	4	5				
		Total em minutos		<input type="text"/>						

### Fórmulas para cálculo dos escores do questionário Baecke de AFH

<b>ATIVIDADES FÍSICAS OCUPACIONAIS (AFO)</b>	
$\text{Escore de AFO} = \frac{\text{questão1} + \text{questão2} + \text{questão3} + \text{questão4} + \text{questão5} + \text{questão6} + \text{questão7} + \text{questão8}}{8}$	
Cálculo da primeira questão referente ao tipo de ocupação:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Intensidade (tipo de ocupação)=1 para profissões com gasto energético leve ou 3 para profissões com gasto energético moderado ou 5 para profissões com gasto energético vigoroso (determinado pela resposta do tipo de ocupação: o gasto energético da profissão deve ser conferido no compêndio de atividades físicas de Ainsworth)</li> </ul>	
<b>EXERCÍCIOS FÍSICOS NO LAZER (EFL)</b>	
Cálculo da questão 9 referente a prática de esportes/exercícios físicos:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensidade (tipo de modalidade)=0,76 para modalidades com gasto energético leve ou 1,26 para modalidades com gasto energético moderado ou 1,76 para modalidades com gasto energético vigoroso (determinado pela resposta do tipo de modalidade: o gasto energético da modalidade deve ser conferido no compêndio de atividades físicas de Ainsworth)</li> <li>• Tempo (horas por semana)=0,5 para menos de uma hora por semana ou 1,5 entre maior que uma hora e menor que duas horas por semana ou 2,5 para maior que duas horas e menor que três horas por semana ou 3,5 para maior que três e até quatro horas por semana ou 4,5 para maior que quatro horas por semana (determinado pela resposta das horas por semana de prática)</li> <li>• Proporção (meses por ano)=0,04 para menor que um mês ou 0,17 entre um a três meses ou 0,42 entre quatro a seis meses ou 0,67 entre sete a nove meses ou 0,92 para maior que nove meses (determinado pela resposta dos meses por ano de prática)</li> </ul> <p style="text-align: center;">◆ Para o cálculo desta questão, os valores devem ser multiplicados e somados:</p> <p style="text-align: center;">[Modalidade 1=(Intensidade*Tempo*Proporção)+Modalidade 2=(Intensidade*Tempo*Proporção)]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Após o resultado deste cálculo, para o valor final da questão 9, deverá ser estipulado um escore de 0 a 5 de acordo com os critérios especificados abaixo:</li> </ul> <p style="text-align: center;">[0 (sem exercício físico)=1/ entre 0,01 até &lt;4=2/ entre 4 até &lt;8=3/ entre 8 até &lt;12=4/≥12,00=5]</p>	
Os escores das questões dois a quatro serão obtidos de acordo com as respostas das escalas de Likert	
O escore final de EFL deverá ser obtido de acordo com a fórmula especificada abaixo:	
$\text{Escore de EFL} = \frac{\text{questão9} + \text{questão10} + \text{questão11} + \text{questão12}}{4}$	
<b>ATIVIDADES FÍSICAS DE LAZER E LOCOMOÇÃO (ALL)</b>	
Os escores das questões cinco a oito serão obtidos de acordo com as respostas das escalas de Likert	
O escore final de ALL deverá ser obtido de acordo com a fórmula especificada abaixo:	
$\text{Escore de ALL} = \frac{(6 - \text{questão13}) + \text{questão14} + \text{questão15} + \text{questão16}}{4}$	
<b>Escore total de atividade física (ET)= AFO+EFL+ALL</b>	

**ANEXO 5**  
**ESCALA DE BORG MODIFICADA**

**0** – Nenhum

**0,5** – Muito, Muito Leve

**1** – Muito Leve

**2** – Leve

**3** – Moderado

**4** – Pouco intenso

**5** – Intenso

**6** –

**7**– Muito Intenso

**8** –

**9** – Muito, Muito Intenso

**10** – Máximo



GAILEY, R. S. et al. Energy expenditure of trans-tibial amputees during ambulation at self-selected pace. **Prosthetics and Orthotics International**, v. 18, n. 2, p. 84-91, August 1, 1994 1994.

GENIN, J. et al. Effect of speed on the energy cost of walking in unilateral traumatic lower limb amputees. **European Journal of Applied Physiology**, v. 103, n. 6, p. 655-663, 2008.