

UNIVERSIDADE TECNOLOGIA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

Leonardo Farah

DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO PARA MEDIR INTERVALOS R-R

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

F219d Farah, Leonardo
2015 Desenvolvimento de equipamento para medir intervalos
R-R / Leonardo Farah.-- 2015.
47 f. : il. ; 30 cm

Texto em português, com resumo em inglês
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal
do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia
Biomédica, Curitiba, 2015
Bibliografia: p. 39-42

1. Batimento cardíaco - Medição. 2. Sistema nervoso
autônomo. 3. Engenharia biomédica - Dissertações. I. Bassan,
Júlio Cesar, orient. II. Schneider Junior, Bertoldo. III.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-
graduação em Engenharia Biomédica. IV. Título.

CDD: Ed. 22 -- 610.28

Biblioteca Central da UTFPR, Câmpus Curitiba

LEONARDO FARAH

DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO PARA MEDIR OS INTERVALOS R-R

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Biotecnologia

Orientador: Prof. Dr. Júlio Cesar Bassan

Co-orientação: Prof. Dr. Bertoldo Schneider Júnior

CURITIBA

2015



Universidade Tecnológica Federal do
Paraná Campus Curitiba



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA BIOMÉDICA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº (Número)

**DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO PARA MEDIR A VARIABILIDADE DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA**

por

Leonardo Farah

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de **MESTRE EM CIÊNCIAS (M.Sc.)**, com área de concentração em Engenharia Biomédica, pelo **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB)**, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (**UTFPR**), *Campus Curitiba*, às 14 horas do dia 27 de Novembro de 2015. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Júlio Cesar Bassan
(Presidente/UTFPR)

Prof. Dr. Fabiano de Macedo Salgueirosa
(UP)

Prof. Dr. Rui Francisco Martins Marçal
(PUCPR)

Prof. Dr. Júlio Cesar Bassan
(UTFPR) – Orientador

Prof. Dr. Bertoldo Schneider Jr (UTFPR).
(UTFPR) Co-orientador

Prof. Dr. Leandra Ulbricht (UTFPR).
Coordenadora do PPGEB

A Folha de Aprovação original está arquivada na Secretaria do Programa de Pós-Graduação

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força nos momentos de dificuldade.

Ao meu amigo e orientador Prof. Dr. Júlio Cesar Bassan, grande incentivador e quem me deixou à vontade para desenvolver o trabalho.

Aos meus pais Adib e Konstanze, pelo amor, incentivo e apoio.

A minha esposa Kelly e minhas filhas Nicole e Melissa, amo vocês.

Ao meu amigo Prof. Ms. Marcelo Ribas, que me auxiliou em vários momentos dessa trajetória.

Ao meu amigo Prof. Dr. Fabiano Salgueirosa, que foi quem sugeriu esse trabalho.

Ao meu amigo Prof. Dr. Oslei de Matos, pela amizade de longa data.

Ao meu amigo Prof. Eng^o Rodrigo Villaverde, por ter acreditado no projeto.

Aos meus irmãos da célula 134 e 301 da Primeira Igreja Batista de Curitiba, pelo suporte em orações.

Ao meu pai na fé Cel. Sanderson Diotalevi, pelas palavras de encorajamento, Interseções e amizade.

Ao companheiro de mestrado, Prof. Fabiano Buck, pelo auxílio na realização das coletas.

A Academia de *Jiu-Jitsu* Barra Gracie Curitiba PR, pelo espaço e atletas cedidos para realização do estudo.

E a todos que de alguma maneira fizeram parte desse ciclo, o meu muito obrigado.

A Deus, que nos deu o fôlego da vida e que nas dificuldades foi quem me sustentou. A meu pai Adib, que foi o modelo de profissional. A minha mãe Konstanze, que sempre me incentivou. A minha esposa e filhas, Kelly, Nicole e Melissa, vocês são a minha maior motivação.

RESUMO

FARAH, Leonardo. **Desenvolvimento de equipamento para medir os intervalos R-R**. 46 f. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2015.

O presente estudo, teve como objetivo desenvolver um equipamento para medir os intervalos R-R, que tivesse alta correlação com os valores do aparelho padrão ouro de eletrocardiógrafo (ECG), pelos índices de domínio do tempo e domínio da frequência. Para tanto, foi realizado um estudo com 18 alunos de *Jiu-Jitsu*, do sexo masculino com $35,5 \pm 8,6$ anos, no mínimo uma frequência semanal de 3 vezes e 1 ano de treinamento. O local foi na academia Barra Gracie de Curitiba PR. Foram submetidos a uma análise em repouso por um período de 7 minutos e posteriormente seus resultados foram convertidos em variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e analisados pelos índices no domínio do tempo e domínio da frequência. Os resultados foram comparados estatisticamente por meio do teste de Pearson e a correlação intraclassa (ICC) e de acordo com eles mostra-se viável o desenvolvimento deste equipamento, que apresenta alta correlação e excelente replicabilidade para medir os intervalos R-R.

Palavras-Chave: Equipamento para medir variabilidade da frequência cardíaca, equipamento para medir os intervalos R-R.

ABSTRACT

FARAH, Leonardo. **Development of equipment to measure RR intervals**. 46 f. 2015. Dissertation (Masters in Biomedical Engineering) - Federal Technological University of Paraná, Curitiba, 2015

This study aimed to develop a device to measure RR intervals, which have high correlation with the values of the gold standard device of electrocardiograph (ECG), by the time domain and frequency domain indices. To this end, a study was conducted with 18 students of Jiu-Jitsu, males with 35.5 ± 8.6 years, at least a weekly frequency of 3 times and one year training. The location was at the academy Gracie Barra de Curitiba PR. They underwent an examination at rest for a period of 7 minutes and then the results were converted into heart rate variability (HRV) and analyzed by the indexes in the time domain and the frequency domain. The results were compared statistically using the Pearson test and intraclass correlation (ICC) and according to them proves to be viable the development of this equipment, which is highly correlated and excellent reproducibility for measuring the RR intervals.

Keywords: Equipment to measure heart rate variability, equipment for measuring the RR intervals.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 15
Quadro 2 18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	15
Figura 2	26
Figura 3	27
Figura 4	27
Figura 5	31
Figura 6	32
Figura 7	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	33
Tabela 2.....	34
Tabela 3.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Variabilidade da frequência cardíaca.....	14
2.2	Instrumentos para mensuração da variabilidade da frequência cardíaca	14
2.3	Aplicações da variabilidade da frequência Cardíaca no exercício físico	16
2.4	Aplicações da variabilidade da frequência cardíaca no meio clínico	21
3	PROBLEMA	23
3.1	Objetivos.....	23
3.1.1	Objetivo geral	23
3.1.2	Objetivos específicos	23
4	PROTOCOLO DE PEDIDO DE REGISTRO DE PATENTE NA AGÊNCIA DE INOVAÇÃO DA UTFPR	24
4.1	Local.....	24
4.2	Protocolo.....	24
5	METODOLOGIA	25
5.1	Etapas do Desenvolvimento	25
5.1.1	Fluxograma.....	26
5.2	Fluxograma do Hardware e Software.....	27
5.3	Protocolo de utilização do equipamento desenvolvido.....	27
5.4	Tipo de estudo	28
5.5	Do desenvolvimento.....	28
5.5.1	Local.....	28
5.6	Do estudo.....	28
5.6.1	Local.....	28
5.6.2	População e amostra	28
5.6.4	Critérios de exclusão	29
5.6.6	Procedimentos.....	29
5.6.7	Análise estatística	30
6	RESULTADOS	31
6.1	Equipamento.....	31
6.2	Resultados do estudo	32
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
8	REFERÊNCIAS	38
	ANEXO	42

1 INTRODUÇÃO

O sistema nervoso autônomo (SNA) regula vários processos fisiológicos do organismo humano tanto em condições normais quanto patológicas. A avaliação do SNA pode ser realizada por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), uma medida simples e não-invasiva dos impulsos autonómicos. A mesma pode ser utilizada para avaliar a modulação do SNA sob condições fisiológicas, de treinamento físico e condições patológicas (VANDERLEI et. al., 2009). Sua diminuição está relacionada a um maior índice de morbidade e mortalidade cardiovascular, o que justifica muitos autores estudarem este marcador fisiológico, que reflete a interação do sistema nervoso simpático (SNS) e sistema nervoso parassimpático (SNP) (ALONSO et. al., 1998; ROCHA et. al., 2013).

Analisando o estresse oriundo do treinamento físico, este altera o organismo do equilíbrio e assim, promove modificações importantes no sistema cardiovascular, logo o estudo da VFC durante o movimento pode permitir uma análise adicional e não invasiva do controle neural da frequência cardíaca (FC) durante o movimento (ALONSO et. al., 1998). Desta maneira, mudanças nos padrões da VFC fornecem um indicador sensível e antecipado, pois uma alta variabilidade na frequência cardíaca é sinal de boa adaptação ao exercício, com mecanismos autonómicos eficientes, enquanto que, baixa variabilidade é frequentemente um indicador de adaptação anormal e insuficiente do SNA, implicando a presença de mal funcionamento fisiológico no indivíduo (VANDERLEI et. al., 2009).

Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (2002), a VFC pode ser utilizada para avaliação de risco de taquicardia ventricular sustentada (TVS), morte súbita, pós-infarto agudo do miocárdio, miocardiopatia hipertrófica, insuficiência cardíaca congestiva (ICC), arritmias com variação no ciclo cardíaco, marcapasso cardíaco artificial.

Sobre pesquisas realizadas no meio clínico e desportivo, a VFC foi investigada nas mais diferentes patologias e públicos, cardiopatas Caldeira et al. (2013) e Vasconcelos et al. (2012), tetraplégicos Junior et al. (2005), diabetes Lopes et al. (2007) e Ewing et al. (1985), vôlei Salgueirosa et al. (2011), atletas de força Paschoa et al.(2006), desportistas espanhóis Manso et al.(2013), corredores de fundo Kawaguchi et al. (2007), canoístas *Slalom* (MESSIAS et al., 2013).

No que se refere à praticidade de manuseio e ao custo/benefício, o cardiofrequencímetro se apresenta como o mais utilizado e sua validação apresentou alta correlação com o eletrocardiograma (ECG), que é o padrão ouro para mensuração da VFC, cujos dados podem ser armazenados de duas formas: em um cartão de memória ou direto no software (WEIPPERT et. al., 2010) (LOPES et. al., 2013).

O cardiofrequencímetro consiste de um sistema, composto por uma cinta transmissora, que capta o sinal do impulso cardíaco e transmite os valores do intervalo R-R para um relógio de pulso, onde os dados são armazenados. Para o envio dos intervalos R-R gravados, se faz necessário à utilização de um software fornecido pelos próprios fabricantes (WEIPPERT et. al., 2010). Contudo, estes dispositivos, se apresentam com um valor custo benefício elevado, que por muitas vezes inviabiliza sua utilização no meio esportivo e clínico.

Nesta linha, a presente pesquisa descreve o desenvolvimento de um equipamento para medir os intervalos R-R que seja economicamente viável com alta confiabilidade, correlação e excelente replicabilidade para mensurar os intervalos R-R, que apresente um elevado potencial competitivo no mercado.

Esta dissertação está de acordo com o artigo 6º da resolução N º 2/2015 do Programa de Pós Graduação em Engenharia Biomédica – PPGEb.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Variabilidade da frequência cardíaca

Em se tratando do treinamento físico, este provoca um desafio ao controle homeostático do corpo humano, pois o hipotálamo deve criar uma retroalimentação negativa, resposta de um sistema de controle biológico que se opõe ao estímulo inicial (Robert e Roberts, 2002), que promoverá modificações importantes no sistema cardiovascular. Logo o estudo da VFC durante o movimento pode permitir uma análise adicional e não invasiva do controle neural da frequência cardíaca (FC) durante o movimento (ALONSO et al., 1998).

Desta maneira, mudanças nos padrões da VFC fornecem um indicador sensível e antecipado, pois uma alta variabilidade na FC é sinal de boa adaptação cardíaca, caracterizando um indivíduo saudável (VANDERLEI et al., 2009), com mecanismos autonômicos eficientes. Já a baixa variabilidade da FC (VANDERLEI et al., 2009) vem sendo apontada como um forte indicador de patologias, tais como: hipertensão arterial, infarto agudo do miocárdio, insuficiência coronariana e aterosclerose, sendo assim um indicador de adaptação anormal e insuficiente do SNA, implicando a presença de mau funcionamento fisiológico no indivíduo.

Cabe salientar, que VFC é regulada por meio do SNA, o qual é o responsável pelo equilíbrio do organismo, o mesmo ainda é dividido em outros dois sistemas SNS e o SNP. O SNS atua em conjunto a situações onde o organismo sofre uma quebra de equilíbrio, devido a uma situação de estresse, já o SNP é o responsável pelo retorno ao equilíbrio e desequilíbrio do organismo (VANDERLEI et al., 2009).

2.2 Instrumentos para mensuração da variabilidade da frequência cardíaca

Em relação à mensuração da VFC, alguns instrumentos estão sendo utilizados para tal finalidade, tais quais, eletrocardiógrafo (ECG), monitor de frequência cardíaca (cardiofrequencímetros) e conversores analógicos (LOPES et al., 2013; WEIPPERT et al., 2010). Cabe enfatizar que das marcas disponíveis no mercado, a POLAR (Polar Electro Oy, Kempele, Finland) e a SUUNTO (Suunto Oy, Vantaa, Finland) são as mais utilizadas para medir a VFC (WEIPPERT et al., 2010; SCHÖNFELDER et al., 2011), a função do cardiofrequencímetro reside em monitorar e registrar os batimentos

cardíacos por minuto (bpm) e a VFC, ficando a cargo do software Kubios converter tais informações e analisá-las nos devidos métodos (TARVANEN et al., 2013).

No que alude os métodos para a análise da VFC, estes são divididos em lineares (no domínio do tempo e da frequência) e os não lineares (não aplicados nesse trabalho), mensurados no domínio do tempo (ver Quadro 1) e o resultado expresso em milissegundos (ms), dos intervalos R-R, porém, esses valores com base na estatística e geometria (não aplicados nesse trabalho), fornecem outros índices, distribuídos também no domínio da frequência (GUIDELINE, 1996).

Índices	Un	Definição
Mean RR	ms	Média de todos os intervalos RR normais
SDNN	ms	Desvio padrão de todos os intervalos RR normais
SDNNi	ms	Média dos desvios padrão dos intervalos RR normais calculados em intervalos de 5min
SDANN	ms	Desvio padrão das médias dos intervalos RR normais calculados em intervalos de 5min
rMSSD	ms	Raiz quadrada das diferenças sucessivas entre intervalos RR normais adjacentes ao quadrado
PNN50	%	Percentual de intervalos RR normais que diferem mais que 50ms de seu adjacente

Quadro 1 - Definição dos índices do domínio do tempo da variabilidade da frequência cardíaca

Na figura 1, pode-se observar a distribuição dos intervalos R-R em um traçado de ECG e o tacograma dos intervalos R-R.

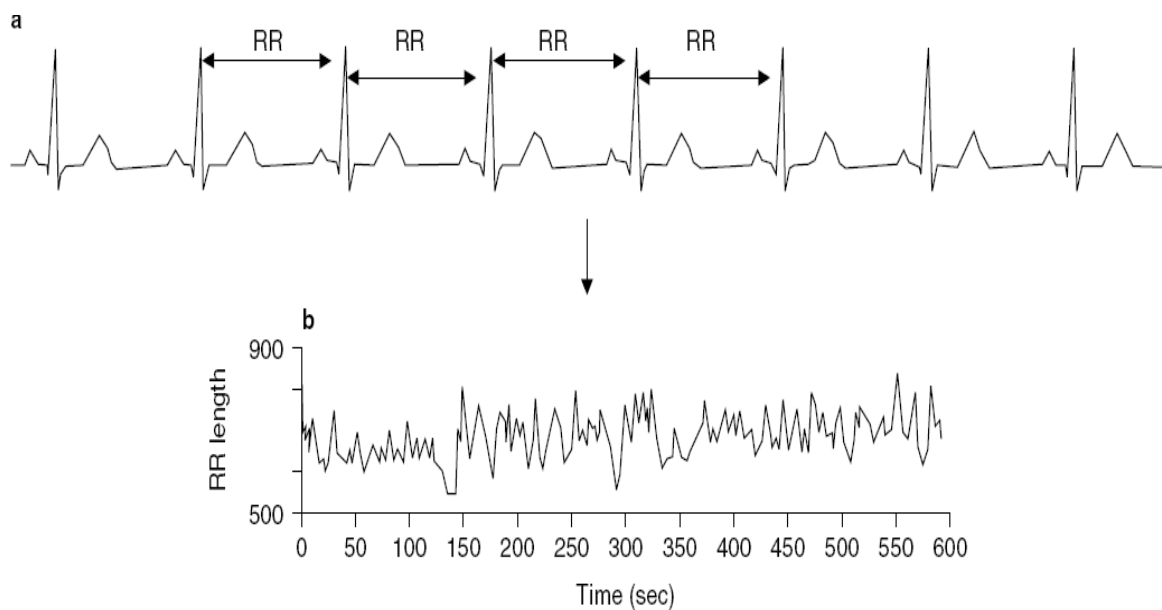


Figura 1 – Exemplo do traçado do ECG e o tacograma correspondente dos intervalos R-R.

Segundo Vanderlei et. al, (2009) o método domínio da frequência é utilizado estando o indivíduo em repouso durante um tempo predeterminado e a análise se decompõem em 4 faixas de frequência, descritas em alta frequência (HF) onde a frequência varia entre 0,15 a 0,4 Hz, a baixa frequência (LF) varia entre 0,04 e 0,15 Hz e a frequência muito baixa (VLF) varia entre 0,003 a 0,04 Hz e frequência ultra baixa (ULF) que são inferiores a 0,003 Hz.

Para o mesmo autor, os componentes de alta frequência (*High Frequency* - HF), que corresponde à modulação respiratória e é um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração, já o componente de baixa frequência (*Low Frequency* - LF), que é decorrente da ação conjunta dos componentes vagal e simpático sobre o coração, com predominância do simpático, nos componentes de muito baixa frequência (*Very Low Frequency* - VLF) e ultrabaixa frequência (*Ultra Low Frequency* - ULF) são Índices menos utilizados cuja explicação fisiológica não está bem estabelecida e parece estar relacionada ao ciclo circadiano e ao tônus vasomotor periférico. A relação LF/HF representa as alternâncias absolutas e relativas entre os componentes dos sistemas simpático e parassimpático do SNA, expressando o balanço simpato-vagal sobre o coração (VANDERLEI, 2009).

2.3 Aplicações da variabilidade da frequência Cardíaca no exercício físico

O comportamento da VFC no exercício físico vem sendo estudado nos mais diferentes desportistas, tais como: atletas de vôlei (SALGUEIROSA et al., 2011), atletas de força (PASCHOA et al., 2006), desportistas espanhóis (MANSO et al., 2013), corredores de fundo (KAWAGUSHI et al., 2007), canoístas *Slalom* (MESSIAS et al., 2013), teste ergométrico em cicloergômetro (SCHIN et al., 1995; ALONSO et al., 1998), para avaliar o controle autonômico da FC no repouso e no exercício de moderada intensidade e testes máximos.

É sabido que o exercício físico altera o organismo do equilíbrio e assim, promove modificações importantes no sistema cardiovascular. Logo o estudo da VFC durante o movimento pode permitir uma análise adicional e não invasiva do controle neural da FC durante esse comportamento (ALONSO et al., 1998).

Apesar dos estudos citados anteriormente sobre o estudo da arte, tenderem a fluir para uma mesma direção em relação aos exercícios aeróbios, pouco se discute sobre as diferenças na recuperação da FC pós-exercício de força máxima (PASCHOA

et al., 2006). Porém, parece existir um senso comum entre os pesquisadores que as mudanças nos padrões altos de VFC, no domínio do tempo ou frequência fornecem um indicador sensível e antecipado da boa adaptação fisiológica dos atletas às cargas e densidades de carga de trabalho (ACHTEN et al., 2003), bem como valores baixos desta variável demonstram um destreinamento do indivíduo (VANDERLEI et al., 2009).

Em estudo realizado com 12 indivíduos jovens e fisicamente ativos, Paschoa et al. (2006), monitoraram a VFC antes do exercício $42 \text{ ms} \pm 17 \text{ ms}$, e verificaram a ocorrência durante o exercício de força de uma queda de $14 \text{ ms} \pm 7 \text{ ms}$ da VFC, porém uma rápida recuperação $30 \text{ ms} \pm 17 \text{ ms}$ nos 30 segundos pós exercício, demonstrando um bom condicionamento destes jovens. Em outra pesquisa Kawaguchi et al. (2007) avaliaram 10 indivíduos atletas e 10 indivíduos sedentários (20-25 anos) onde apresentou uma média de FC igual a $51,01 \text{ bpm} \pm 2,4$ e $73,59 \text{ bpm} \pm 2,5$ e a VFC $1189,18 \text{ ms} \pm 6,9$ e $826,58 \text{ ms} \pm 5,3$ respectivamente após uma análise em repouso.

Ao pesquisar atletas de canoagem *Slalom*, Messias et al. (2013) acompanharam 6 atletas durante um período de 15 minutos em repouso, onde todos foram submetidos a uma carga de 6 sessões semanais com 2h/dia e que as condições pré e pós-treinamento mostraram um predomínio do SNP e não apresentaram modificação ao final de 7 semanas de treinamento.

O Quadro 2 apresenta o resumo dos estudos comparativos, contendo o monitoramento da VFC e sua aplicabilidade nas mais diferentes populações atletas e não atletas, homens e mulheres, saudáveis ou com alguma co-morbidade. Os resultados demonstram existir uma melhora recuperação da frequência cardíaca na população de atletas ou praticantes de exercício físico, quando ambos foram comparados à população de sedentários. Ficou evidenciado também que ocorreu uma correlação da VFC com as mais diferentes patologias podendo ser preditora de doenças cardiovasculares e resistência à insulina, contudo não ocorreu melhora na VFC quando realizada a reposição hormonal em mulheres na menopausa ou em pacientes com depressão. E por fim os estudos demonstraram correlação entre a VFC e a composição corporal.

Autor	Metodologia	População Amostra	Resultados
Shin et al., 1995	VFC 15 minutos de repouso e 15 minutos após o exercício.	13 homens (5 atletas e 8 não atletas).	Melhora na recuperação da Frequência Cardíaca.
Alonso et al., 1998	VFC durante teste ergoespirométrico máximo.	16 homens praticantes de exercícios físicos.	VFC diminuiu a partir de 60% do consumo de oxigênio.
Lind et al., 2002	VFC durante 24 h., em diabéticos que praticavam exercícios aeróbios.	17 homens idade de 70 anos	A recuperação da FC após o exercício foi relacionada com vários componentes da síndrome da resistência a insulina.
Reland et al., 2003	Monitoramento da VFC por meio do ECG durante exercício submáximo.	30 mulheres saudáveis pós-menopausa.	O alto nível de treino físico induz a elevada sensibilidade no nó sinovial, na resposta do sistema nervoso autônomo durante o exercício.
Jurca et al., 2004	Monitoramento da VFC, durante o protocolo de exercícios de 3 a 4 vezes na semana durante 8 semanas de exercício aeróbio realizado a 50% do $Vo_2máx$ duração 44 min.	88 mulheres sedentárias pós-menopausa, que realizavam reposição hormonal.	Após o uso de reposição hormonal, não houve alteração na VFC.
Paschoa et al., 2006	Comportamento da VFC durante três fases do exercício de fortalecimento muscular.	12 jovens do sexo masculino.	Ocorreu uma queda acentuada da VFC no exercício.
Tsai et al., 2006	Monitoramento da VFC em sujeitos que realizaram angioplastia.	84 sujeitos com disfunção coronariana.	Exercício físico foi benéfico sobre as alterações da VFC.
Kawaguchi et al., 2007	Caracterização da VFC através de processamento de sinais biológico, antes e após manobra de valsava.	20 indivíduos (10 atletas e 10 sedentários).	Sedentários média de 826,58ms±5,3 e atletas 1.189,18ms±6,9, VFC.
Dewey et al., 2007	Análise da VFC 2 min. antes e 2 min. após teste ergométrico.	1335 indivíduos ambos os sexos.	VFC induzida pelo exercício durante e pós. O teste foi um forte preditor de doenças cardiovasculares.
Karavidas et al., 2007	Avaliar a VFC como biofeedback para tratamento de depressão durante 10 sessões semanais.	11 participantes sendo 4 homens e 7 mulheres.	A SDNN diminuiu para níveis basais no final do tratamento, porém a depressão persistiu.
Cavalcante et al., 2010	Verificar se o ponto que ocorre a Limiar VFC (LiVFC) coincide com o Limiar de Glicemia (LiGLI).	8 indivíduos do sexo masculino.	Não houve diferença significativa entre as cargas referentes ao LiVFC e LiGLI.

Camillo et al., 2011	Investigar as alterações da VFC após protocolos de 3 meses em pacientes com DPOC.	40 pacientes sendo 21 do sexo masculino e 19 do sexo feminino	Houve uma melhora significativa da VFC somente após o protocolo de alta intensidade
James et al., 2012	Monitorar a VFC repouso, pós-exercício (1h), 24 48 e 72 h.	16 corredores sendo 14 do sexo masculino e 2 do sexo feminino	Exercício de alta intensidade provocou uma mudança na VFC pós-exercício.
Messias et al., 2013	Análise da VFC de Canoístas <i>Slalom</i> , durante 7 semanas de treinamento.	6 atletas do sexo masculino	Modulação autonômica da FC, não foi modificada após as 7 semanas de treinamento.
Esco et al., 2013	VFC e FC de recuperação comparados entre dois grupos cuja aptidão aeróbia máxima foi abaixo ou acima do valor médio normativo.	40 homens negros.	Os resultados sugerem que a VFC e FC de recuperação mantém relações independentes com a composição corporal.
Leite et al., 2013	Investigar a relação entre os estados de humor, VFC e Creatina Quinase (CK), coleta dos intervalos RR em 10 min.	12 para-atletas da seleção brasileira de atletismo.	Relação entre a modulação parassimpática e o vigor dos atletas.
Porto et al., 2014	Determinar o Limiar Anaeróbio de homens com asma através da VFC durante exercício em esteira.	03 Homens com asma e 04 homens.	Limiar Anaeróbio foi semelhante entre os avaliados.
Barth et al., 2014	Mensurar os efeitos do ritmo ventilatório na regulação do tônus simpático através de variáveis referentes à VFC.	15 homens fisicamente ativos.	A média dos intervalos R-R diminuiu quando o número de ciclos ventilatórios aumentou.

Quadro 2 - Pesquisas onde foi utilizado a variabilidade da frequência cardíaca nas mais diferentes populações.

No que se refere o exercício físico e a recuperação muscular, Schin et al. (1995), os pesquisadores investigaram a VFC contínua de 5 atletas e 8 não atletas do sexo masculino, durante 15 minutos em repouso pré esforço e 15 minutos pós esforço, afim de estudar o efeito do treinamento físico a longo prazo sobre a função autonômica, os resultados demonstraram tendências semelhantes para ambos os grupos, tanto na Alta Frequência (HF) quanto na Baixa Frequência (LF), diminuíram gradualmente com o exercício, porém os atletas obtiveram melhores resultados na recuperação.

Quando avaliados durante um teste ergoespirometro (ergometria com o analisador de gases (O₂ e CO₂)) 16 homens 28 ± 6 anos, praticantes de exercícios físicos Alonso et al. (1998), verificaram que a VFC desta amostra diminuiu a partir de 60% do consumo de oxigênio. Em um estudo para determinar o limiar anaeróbio de homens com asma através da VFC durante um exercício em esteira, 7 homens, sendo 3 asmáticos e 4 não asmáticos Porto et al. (2014), concluíram que o limiar anaeróbio foi semelhante entre os avaliados, porém pode ser justificado pela pequena amostra avaliada.

Ao correlacionar o LiVFC (limiar da variabilidade da frequência cardíaca) e o LiGLi (limiar de glicemia) Cavalcante et al. (2010), avaliaram a taxa de glicose e a VFC de 8 indivíduos (25,7 ± 4,3 anos), saudáveis, sem histórico familiar de diabetes ou hipertensão na família). Após 5 min. de repouso foi realizado um teste de esforço no cicloergometro, onde os autores concluíram que os dois limiares ocorrem na mesma intensidade. Pesquisando a influência de duas intensidades durante o exercício físico James et al. (2012), avaliaram 16 corredores, os pesquisadores concluíram que pós-exercício intenso ocorreram alterações na VFC, demonstrando uma diminuição da influência do SNP.

Quando estudado 20 indivíduos sendo 10 atletas e 10 sedentários Kawagushi et al. (2007), verificaram a existência de diferença na VFC antes e depois da realização da manobra de Valsalva, onde a resposta do SNS e do SNP, foram mais rápidas nos atletas. Os autores concluíram que a VFC associada a manobra de Valsalva, pode representar uma ferramenta simples para possíveis interferências a aptidão física.

Em estudo realizado com 6 atletas de canoagem da modalidade *Slalom* Messias et al. (2013), durante 7 semanas de treino, constataram que ocorreu uma predominância do SNP, não ocorrendo modificações após as 7 semanas de treinamento. Leite et al. (2004) investigaram a relação entre os estados de humor, VFC e a CK em 12 para-atletas da seleção brasileira de atletismo, onde foi coletado o intervalo R-R durante 10 minutos e os resultados demonstraram relação entre a modulação parassimpática e o vigor dos atletas, porém não houve relação com a CK. Paschoa et al. (2006), ao analisarem o comportamento da VFC durante três fases do exercício (repouso, exercício e recuperação) em 12 jovens, durante a execução de 10 repetições no exercício cadeira extensora, os resultados apresentaram para a média

dos intervalos R-R consecutivos, diferenças nas 3 fases, ocorrendo uma queda acentuada da VFC no exercício mesmo em um curto espaço de tempo.

No que concerne às diferentes populações, Reland et al. (2003), estudaram mulheres saudáveis pós-menopausa, afim de verificar o efeito do nível de atividade física e a resposta do controle neural durante o exercício e a conclusão foi que a alta intensidade de treino físico induz a elevada sensibilidade do nó sinusal na resposta do sistema nervoso autônomo durante o exercício comparado aos níveis de baixa e média intensidade. Ainda estudando mulheres pós-menopausa Jurca et al. (2004), avaliaram 88 mulheres que realizavam reposição hormonal, que realizavam exercício físico. Segundo os pesquisadores não houve alteração na VFC a qual ocorreu devido a inclusão do exercício físico. Esco et al. (2013), estudaram a recuperação da FVC e da FC em 40 homens negros divididos em dois grupos cuja aptidão aeróbia máxima ou acima ou abaixo dos valores normativos e concluíram que a VFC foi maior no grupo cuja aptidão aeróbia máxima foi superior a media normativa. Dewey et al. (2007), avaliaram 1335 indivíduos que foram submetidos a um teste ergométrico. Concluíram que as variáveis da VFC induzidas pelo exercício durante e após o teste, foi um forte preditor de doenças cardiovasculares independente dos fatores clínicos.

Ao mensurar os efeitos do ritmo ventilatório na regulação do tônus simpático através de variáveis referentes a VFC, Barth et al. (2014), avaliaram 15 homens fisicamente ativos. Foram encontradas diferenças significativas na FC média a medida que os ciclos ventilatórios aumentaram. A média dos intervalos R-R diminuíram quando os números de ciclos ventilatórios aumentaram.

2.4 Aplicações da variabilidade da frequência cardíaca no meio clínico

Há algumas décadas se estudava a relação que a VFC tem com algumas doenças, nível de estresse e a recuperação muscular em ambos os sexos e diferentes populações. Estudos vêm mostrando que a VFC é um recurso para o *Biofeedback*. Nesta linha, Karavidas et al. (2007) investigaram 11 sujeitos com depressão, onde foi verificado que o SDNN (desvio padrão do intervalo R-R) não se relacionou com o nível de depressão. Ainda em se tratando de doenças, Lind et al. (2002), estudaram a associação entre a recuperação da FC, VFC e a síndrome de resistência a insulina (SRI), em 17 homens com 70 anos, verificou-se que a recuperação da FC após o

exercício foi relacionada com vários componentes da SRI e estabeleceu uma ligação entre a SRI e a atividade nervosa autônoma cardíaca.

Estudando 40 pacientes com doença pulmonar obstruída crônica Camillo et al. (2011), observaram as alterações da VFC durante 3 meses em dois programas de exercício físico, porém, apenas o programa realizado em alta intensidade apresentou mudanças na VFC. Em experimento realizado com 84 sujeitos após angioplastia transluminal percutânea, Tsai et al. (2006), verificaram que o exercício físico foi benéfico sobre as alterações da VFC.

Diversos estudos clínicos vêm sendo realizados. Amaral et al. (2013) compararam a VFC em um grupo formado por 37 indivíduos saudáveis com idade média de $20,6 \pm 3,6$ anos, sendo 18 fumantes e 19 não fumantes. A VFC foi registrada em duas etapas, durante o repouso e durante a Manobra de Valsalva, porém, não ocorreram mudanças significativas em indivíduos jovens.

Em estudo com pacientes com doença renal crônica (DRC) Oliveira et al., (2014) concluíram que pacientes com DRC apresentam diminuição da VFC, compatível com a disfunção autonômica cardíaca precoce no curso da DRC, onde foram avaliados 32 indivíduos, sendo 18 homens e 14 mulheres com DRC que não estavam realizando diálise.

Quando investigados 10 pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) Paschoal et al. (2002) compararam a VFC no domínio do tempo com grupo de controle, da mesma faixa etária e encontraram uma menor VFC em pacientes com DPOC, porém sugerem mais estudos que poderão trazer importantes benefícios.

Pesquisando 74 adolescentes (47 meninas e 27 meninos) obesos normotensos, com idade entre 13 e 18 anos. Farah et al. (2013) observaram a VFC por meio de um teste na posição supinada durante 7 minutos, onde concluíram que adolescentes obesos apresentam maior modulação simpática e menor modulação parassimpática cardíaca comparados com adolescentes com peso normal.

Em estudo de revisão Gardim et al. (2013) concluíram que a crianças diabéticas do tipo 1 (insulinodependente) apresentam modificações na modulação autonômica, o que demonstra necessidade de atenção a essa população para evitar complicações futuras.

3 PROBLEMA

Será possível desenvolver um equipamento para medir os intervalos R-R, de fabricação nacional, que tenha correlação com o eletrocardiógrafo (ECG)?

3.1 Objetivos

3.1.1 Objetivo geral

Desenvolver um equipamento para análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) por meio de intervalos R-R.

3.1.2 Objetivos específicos

- Determinar os valores de correlação existentes entre o aparelho de variabilidade da frequência cardíaca entre o equipamento desenvolvido e o eletrocardiógrafo nas variáveis do domínio do tempo;
- Encontrar os valores de correlação entre o eletrocardiógrafo e o equipamento desenvolvido para as variáveis do domínio da frequência na Transformada Rápida de Fourier (FFT);
- Verificar os valores de correlação entre o eletrocardiógrafo e o equipamento desenvolvido para as variáveis do domínio da frequência no modelo auto regressivo (AR).

4 PROTOCOLO DE PEDIDO DE REGISTRO DE PATENTE NA AGÊNCIA DE INOVAÇÃO DA UTFPR

O equipamento desenvolvido nesse estudo, foi objeto de solicitação de depósito de patente, junto ao INPI, por meio da agência de inovação da UTFPR

4.1 Local

Rua: Desembargador Westphalen, 637 – Bloco J1 – sobreloja. Centro – Curitiba – Paraná – CEP: 80010-110 – Telefone: (41) 3310-4422 / 3310-4927, e-mail: agint@utfpr.edu.br.

4.2 Protocolo

- Protocolo de registro na Agência de Inovação da UTFPR é: 23064.007761/2015-38.

5 METODOLOGIA

5.1 Etapas do Desenvolvimento

Abaixo segue a lista com as etapas do desenvolvimento do equipamento.

- 1) Análise do Mercado
- 2) Levantamento de requisitos (Funcionais e Não funcionais)
- 3) Projeto de Hardware (Captura de Esquemático)
- 4) Projeto de Firmware (Software do Microcontrolador)
- 5) Implementação de Firmware (Software de Microcontrolador)
- 6) Montagem e teste de protótipo em proto-board
- 7) Projeto de Software (Casos de Uso, Modelo de Dados, Regras de Negócio)
- 9) Implementação de Software
- 9) Teste do Protótipo Funcional e Calibração em Bancada
- 10) Projeto de Hardware (Layout de Circuito Impresso)
- 11) Projeto Industrial (Layout de Software e de Gabinete)
- 12) Produção e Acompanhamento Produtivo de Placas de Circuito Impresso
- 13) Montagem da Placa de Circuito Impresso
- 14) Gravação de Firmware nas Placas
- 15) Adaptação e Montagem em Gabinete
- 16) Testes Finais de Funcionamento
- 17) Empacotamento de Software para Distribuição

5.1.1 Fluxograma

A Figura 2, representa todo o processo de desenvolvimento do equipamento.

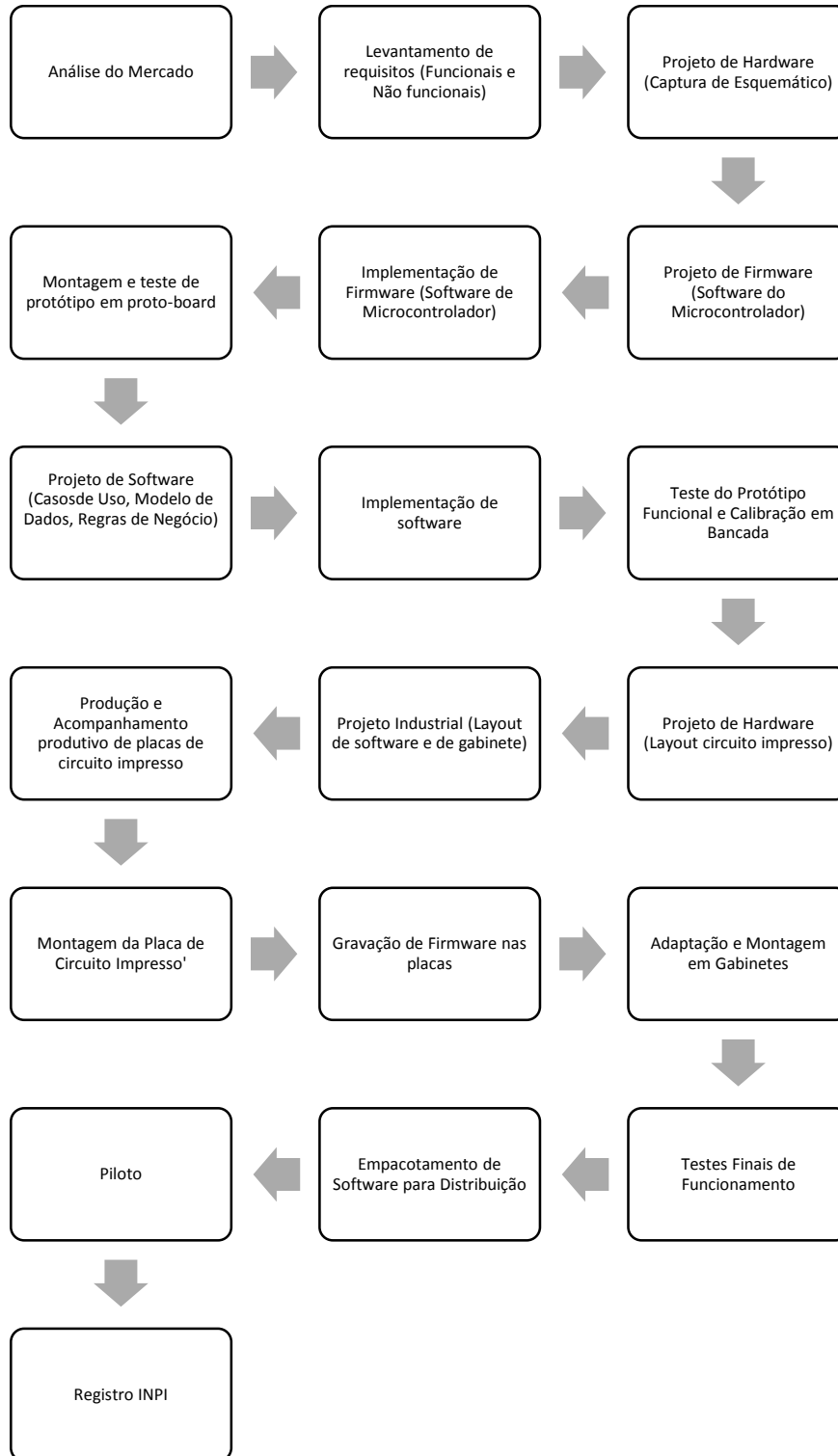


Figura 2 – Fluxograma de desenvolvimento do equipamento.

5.2 Fluxograma do Hardware e Software

A Figura 3, representa o processo da transmissão do sinal por meio da cinta torácica, o cálculo da frequência cardíaca e a sua transmissão por meio de um conector USB para o computador PC.



Figura 3 – Fluxograma módulo do hardware

A Figura 4, representa o processo da recepção dos dados do hardware, onde o software calcula os intervalos R-R expressos em ms e esses são armazenados e fornecidos em tempo real no software.



Figura 4 – Fluxograma módulo de Software

5.3 Protocolo de utilização do equipamento desenvolvido

Quanto a cinta torácica, a mesma deve ser posicionada no ponto anatômico do processo xifoide onde os eletrodos do transmissor devem ser umedecidos com água ou gel para eletrodo;

Quanto ao receptor do equipamento desenvolvido, o mesmo deve estar a uma distância do transmissor torácico a mais ou menos 1 metro;

O conector USB deve ser plugado na porta USB antes de acessar o software, uma luz verde no equipamento irá começar a piscar;

A luz vermelha piscando é o sinal de que o equipamento está recebendo os impulsos elétricos emitidos por meio da cinta torácica;

5.4 Tipo de estudo

Trata-se de uma pesquisa aplicada experimental (GIL, 1999). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e pesquisa em seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná sob parecer nº. 953.500 (ANEXO A).

5.5 Do desenvolvimento

5.5.1 Local

O desenvolvimento do equipamento foi realizado em parceria entre a empresa Kairós TI Solutions, que atua com engenharia e arquitetura de sistemas, localizada na Rua Salustiano Cordeiro, 62 Bairro Água Verde Curitiba PR.

5.6 Do estudo

5.6.1 Local

A coleta de dados, para um estudo de funcionabilidade do equipamento para verificar a funcionalidade do produto foi realizada na Academia Barra Gracie de *Jiu-Jitsu* sede Cabral e Água Verde no município de Curitiba - PR.

5.6.2 População e amostra

Neste estudo piloto fizeram parte da presente pesquisa 18 atletas de *Jiu-Jitsu* da academia Barra Gracie Curitiba PR, todos do sexo masculino com idade média de $35,5 \pm 8,6$ anos, com mais de um ano de experiência na modalidade e uma frequência semanal de treinamento com no mínimo três vezes na semana.

5.6.3 Critérios de inclusão

Alunos de *Jiu-Jitsu* com idade entre 18 e 40 anos, das Escolas Gracie Barra de Curitiba – PR, com experiência na modalidade com mais de um ano, na modalidade;

Alunos que possuíam uma frequência semanal de treino de no mínimo de três vezes na semana.

5.6.4 Critérios de exclusão

Alunos que manifestarem o desejo de abandonar sua participação na pesquisa; Alunos que não assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo B); Alunos que no dia da coleta de dados, não se encontravam na academia; Alunos que faziam uso de intensificadores de desempenho; Alunos que faltaram qualquer uma das quatro avaliações propostas pelo projeto. Alunos que apresentem alguma doença cardíaca e arritmias.

5.6.6 Procedimentos

As coletas foram realizadas simultaneamente, por meio do equipamento padrão ouro Eletrocardiograma (ECG) e o equipamento desenvolvido, por um período de 7 minutos, onde foram descartados o primeiro e o último minuto, deixando 5 minutos de análise, conforme protocolo TASK Force. Foi mensurado o comportamento elétrico do coração, onde o ECG forneceu as informações em Volts e o equipamento desenvolvido forneceu as informações em intervalos RR expressas em milisegundos (ms).

Os dados do ECG, da marca MRL modelo M90 analógico, onde os dados foram convertidos em sinal digital, por meio do Hardware DATAQ DI-148U e o software DATAQ *Instruments Hardware Manager*. As informações armazenadas no software foram exportadas em planilha do Excel 2007 da Microsoft em formato csv, onde foi excluído as colunas que não eram necessárias, deixando apenas a coluna de Voltagem (V).

Os dados do equipamento desenvolvido foram capturados por meio de uma interface conectada via porta USB no mesmo notebook e a partir de um software próprio, desenvolvido para captar as informações da cinta torácica, da marca Polar modelo t-31 Coded, fixada na altura do tórax com referência anatômica o processo xifóide. As informações fornecidas foram copiadas e salvas em um bloco de notas.

O Software Kubios HRV versão 2.2 foi utilizado para converter as informações coletadas. Tal software tem distribuição gratuita. Para converter os dados fornecidos

do ECG, foi necessário configurar o software para realizar a leitura identificando que eram informações oriundas de um ECG. O mesmo processo foi formulado para converter as informações do equipamento desenvolvido, identificando que a conversão dos dados seria por intermédio de intervalos RR.

Os dados fornecidos por via do Software Kubios HRV, no Domínio do Tempo e Domínio da Frequência foram digitados em uma planilha do Excel 2007.

5.6.7 Análise estatística

Para a análise estatística foi utilizado o software Bioestate 5.3 do ano de 2007, onde se utilizou a estatística descritiva, sendo os valores obtidos apresentados em média e desvio padrão. Para realizar a comparação dos valores encontrados entre os dois equipamentos foi realizada a correlação de Pearson e a correlação intraclassa (ICC).

6 RESULTADOS

6.1 Equipamento

A Figura 5 é a imagem do equipamento desenvolvido para avaliar a variabilidade da frequência cardíaca. A Figura 5 é a imagem da tela do software, que foi desenvolvido para captar os pulsos e converter em intervalos R-R ms. A Figura 6 é o equipamento desenvolvido conectado por meio de cabo USB e a tela do software.



Figura 5 – Módulo Hardware

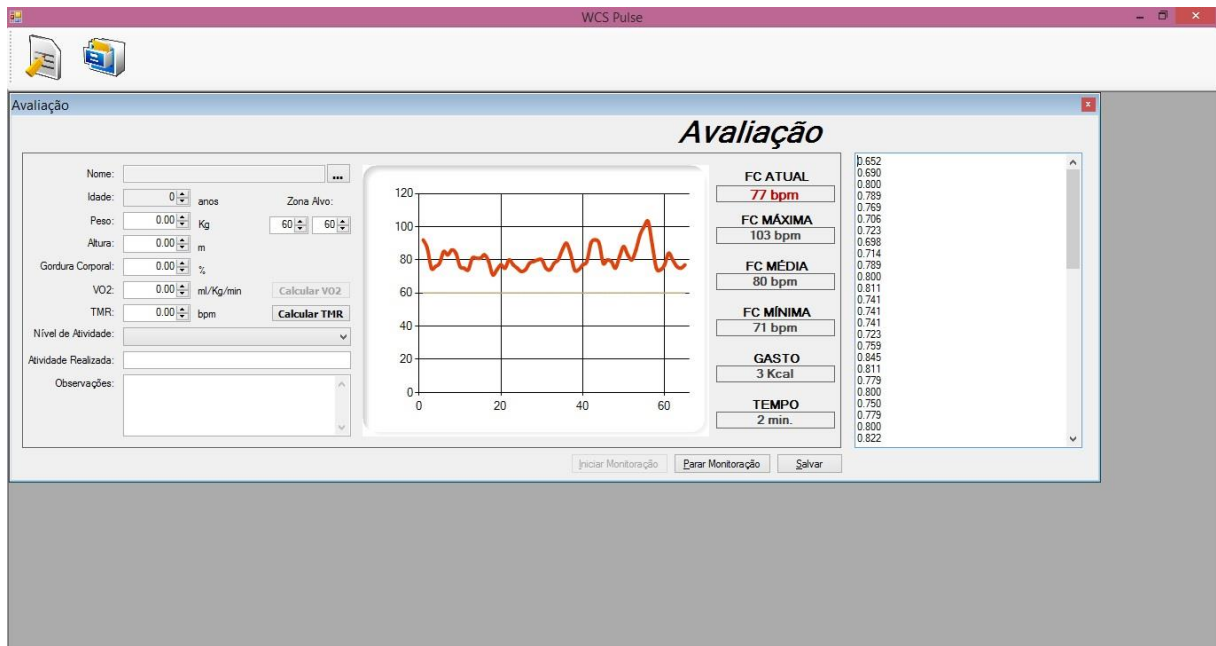


Figura 6 – Módulo software

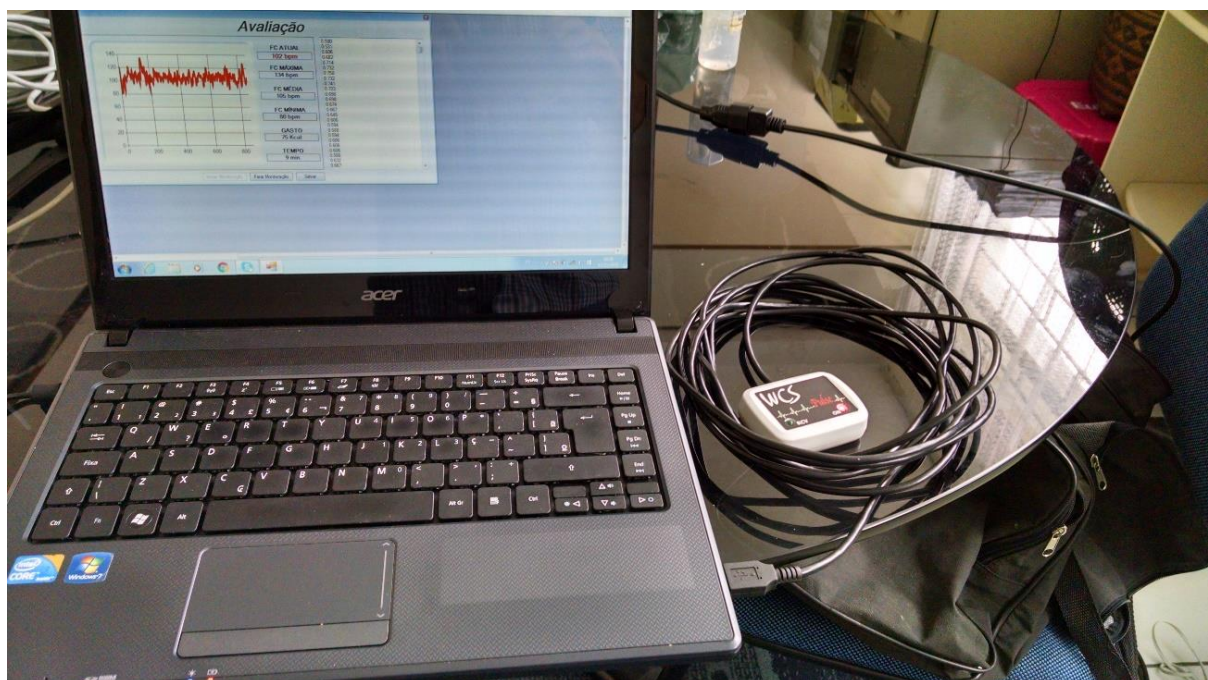


Figura 7 - Módulo Software e Hardware conectados

6.2 Resultados do estudo

Foi executado o teste de Correlação de *Pearson*, para observar a relação entre os dois equipamentos. Também foi utilizado o coeficiente de determinação R^2 , para explicar o quanto ele se ajusta a amostra. A correlação intraclass (ICC) foi executada para fornecer a confiabilidade das amostras e testar sua replicabilidade. A Tabela 1

apresenta os valores de média e desvio padrão, correlação de Pearson e Correlação Interclasse, para comparar as variáveis do domínio do tempo, mensuradas por dois equipamentos: o eletrocardiógrafo e o equipamento desenvolvido.

Tabela 1 Correlação entre o ECG e o *equipamento desenvolvido (ED)* para as variáveis do domínio do tempo

	DOMÍNIO DO TEMPO						Fleiss, J.L. (1996)*
	Média±Dp		r	R2	ICC	p-valor	
	ECG	ED					
Mean RR	918.1163±149.84	820.5465±159.50	0.9583	0.9184	0.7779	p < 0.0001	RE
SDNN	73.6233±33.35	76.0512±33.97	0.9776	0.9557	0.9633	p < 0.0001	RE
Mean HR	67.8107±12.55	77.0786±17.34	0.9566	0.9151	0.7662	p < 0.0001	RE
STD HR	5.3463±2.23	7.3498±3.74	0.8681	0.7536	0.6696	p < 0.0001	RMaB
RMSSD	58.5116±35.85	62.2326±38.27	0.9831	0.9664	0.962	p < 0.0001	RE
NN50	115.7209±85.66	104.1395±75.76	0.9853	0.9708	0.9822	p < 0.0001	RE
PNN50	29.093±22.08	30.4±22.59	0.9955	0.9910	0.9774	p < 0.0001	RE

*Fornecido por meio do Software Bioestat; ** RE – Replicabilidade Excelente; RMaB – Replicabilidade de Média a Boa; RR – Replicabilidade Ruim

Observando a Tabela 1, ao realizar a correlação de Pearson e ICC, para comparar o equipamento desenvolvido com o eletrocardiógrafo, ficou evidente que todas as variáveis avaliadas apresentaram alta correlação. Ao utilizar a correlação de Pearson as variáveis do domínio do tempo apresentaram as seguintes correlações: Mean RR – 0.9583, SDNN – 0.9776, Mean HR – 0.9566, STD HR – 0.8681, RMSSD – 0.9831, NN50 – 0.9853, pNN50 – 0.9955. No ICC, os valores foram: Mean RR – 0.7779, SDNN – 0.9633, Mean HR – 0.7662, STD HR – 0.6696, RMSSD – 0.962, NN50 – 0.9822, pNN50 – 0.9774.

No que concerne à correlação ICC, a variável STD HR demonstrou um grau de replicabilidade de média a boa, enquanto as demais variáveis Mean RR, SDNN, Mean HR, RMSSD, NN50, pNN50 reportaram uma excelente replicabilidade (FLEISS, 1996).

A Tabela 2 apresenta os valores de média e desvio padrão, correlação de Pearson e Correlação Interclasse, em comparação com o eletrocardiógrafo e o equipamento desenvolvido para as variáveis do domínio da frequência na Transformada Rápida de Fourier (FFT).

Tabela 2 - Correlação entre o ECG e equipamento desenvolvido (ED) para as variáveis do Domínio da Frequência Transformada Rápida

DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA FFT							
Variáveis	Média ± Dp		r	R2	ICC	p-valor	Fleiss, J.L. (1996)
	ECG	ED					
VLF-Peak (Hz)	0.0103±0.0095	0.0131±0.0138	0.4629	0.2143	0.0914	p = 0.2757	RR
VLF-Power (ms2)	2451.3256±2964.1413	1797.5474±1670.4718	0.5522	0.3049	0.6445	p < 0.0001	RMaB
VLF-Power (%)	41.2907±17.9033	37.1093±15.9277	0.7878	0.6206	0.8751	p < 0.0001	RE
LF-Peak(Hz)	0.0897±0.0287	0.092±0.298	0.6317	0.3990	0.6473	p < 0.0001	RMaB
LF-Power (ms2)	2078.1628±2017.6122	1949.3256±1799.7902	0.9527	0.9076	0.9211	p < 0.0001	RE
LF-Power (%)	38.3512±16.9565	38.7721±17.6997	0.8608	0.7410	0.8189	p < 0.0001	RE
LF-Power (n.u.)	65.393±18.5823	61.9721±20.7952	0.9393	0.8823	0.8951	p < 0.0001	RE
HF-Peak(Hz)	0.2172±0.0724	0.2101±0.0577	0.4766	0.2272	0.4816	p = 0.0006	RMaB
HF-Power (ms2)	1525.9302±2035.9184	1691.1395±2288.18.1882	0.9767	0.9540	0.9641	p < 0.0001	RE
HF-Power (%)	20.2209±13.1272	23.7907±15.0180	0.9238	0.8533	0.8954	p < 0.0001	RE
HF-Power (n.u.)	34.5442±18.5632	37.8442±20.6467	0.9384	0.8805	0.9498	p < 0.0001	RE
LF/HF	3.2927±3.1927	3.1927±3.7245	0.9767	0.9539	0.9351	p < 0.0001	RE

*Fornecido por meio do Software Bioestat

** RE – Replicabilidade Excelente; RMaB – Replicabilidade de Média a Boa; RR – Replicabilidade Ruim de Furrier (FFT)

Na tabela 2 ao empregar a correlação de Pearson, para a variável VFC no Domínio da Frequência FFT, as variáveis VLF-Peak (Hz) – 0.4629, VLF-Power (ms²) – 0.5522 e HF-Peak (Hz) – 0.4766 atingiram baixa correlação, no entanto as variáveis VLF-Power (%) – 0.7878 e LF-Peak (Hz) – 0.6317 demonstraram uma correlação média, todavia, as demais variáveis sustentaram uma alta correlação. Ainda na Tabela 2 ao relacionar com o coeficiente de determinação R², as variáveis VLF-Peak (Hz), VLF-Power (Hz), LF-Peak (Hz) e HF-Peak (Hz) foi provada baixa correlação. As variáveis VLF-Power (%) e LF-Power (%) a correlação alcançada foi média, enquanto as demais variáveis auferiram alta correlação.

Por intermédio da correlação intraclasse (ICC), as variáveis VLF-Peak (Hz) e HF-Peak (Hz) da Tabela 2 atingiram baixa correlação, enquanto que nas variáveis VLF-Power (ms²), LF-Peak (Hz) e LF-Power (%) a correlação foi média e as demais variáveis alcançaram alta correlação. Demonstrando segundo Fleiss (1996) que a variável VLF-Peak (Hz), obteve uma replicabilidade ruim (RR), já as variáveis VLF-Power (ms²), LF-Peak (Hz) e HF-Peak (Hz) a replicabilidade foi média a boa (RMaB). Para as demais variáveis a replicabilidade foi excelente (RE).

A Tabela 3, apresenta os valores de média e desvio padrão, correlação de Pearson e Correlação Interclasse, a fim de comparar o equipamento eletrocardiógrafo e o equipamento desenvolvido com relação às variáveis do domínio da frequência no modelo Auto Regressivo (AR)

Tabela 3 - Correlação entre o ECG e o equipamento desenvolvido (ED) para as variáveis do domínio do Domínio da Frequência no modelo Auto Regressivo (AR)

	DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA AR						
	Média ± Dp		r	R2	ICC	p-valor	Fleiss, J.L. (1996)
	ECG	ED					
VLF-Peak (Hz)	0.0116±0.0143	0.0123±0.0147	0.7746	0.5999	0.7366	p < 0.0001	RMaB
VLF-Power (ms ²)	2282.5193±2545.1702	2190.6512±2367.0902	0.8569	0.7343	0.7731	p < 0.0001	RE
VLF-Power (%)	40.9395±18.4411	36.9279±18.2351	0.8799	0.7741	0.9107	p < 0.0001	RE
LF-Peak(Hz)	0.0719±0.0838	0.0785±0.1370	0.1088	0.0118	0.5036	p = 0.0004	RMaB
LF-Power (ms ²)	2107.8542±19184422	2285.6512±2191.2029	0.9243	0.8544	0.6979	p < 0.0001	RMaB
LF-Power (%)	38.6209±17.3661	39.6326±19.0334	0.8879	0.7884	0.9039	p < 0.0001	RE
LF-Power (n.u.)	65.5721±18.2044	62.4209±19.9774	0.9703	0.9415	0.9342	p < 0.0001	RE
HF-Peak(Hz)	0.1873±0.0662	0.1887±0.0652	0.6597	0.4352	0.691	p < 0.0001	RMaB
HF-Power (ms ²)	1565.3256±2019.4142	1814.6977±2291.0593	0.9785	0.9575	0.948	p < 0.0001	RE
HF-Power (%)	20.4326±12.8216	23.3605±14.4701	0.9620	0.9254	0.9347	p < 0.0001	RE
HF-Power (n.u.)	34.3349±181463	37.4279±19.8879	0.9701	0.9410	0.9703	p < 0.0001	RE
LF/HF	3.4022±3.7257	3.1073±3.4698	0.9841	0.9685	0.9633	p < 0.0001	RE

*Fornecido por meio do Software Bioestat; ** RE – Replicabilidade Excelente; RMaB – Replicabilidade de Média a Boa; RR – Replicabilidade Ruim

Quando da análise da Tabela 3, as variáveis VLF-Peak (Hz) e HF-Peak (Hz) ascenderam uma correlação média, onde VLF-Peak (Hz) – 0.7756 e HF-Peak (Hz) – 0.6597. No entanto a variável LF-Power (Hz) atingiu baixa correlação 0.1088, as demais variáveis VLF-Power (ms²), VLF-Power (%), LF-Power (ms²), LF-Power (%), LF-Power (n.u.), HF-Power (ms²), HF-Power (%), HF-Power (n.u.) e LF/H, conseguiram alta correlação. Mediante R2, as variáveis VLF-Peak (Hz) – 0.5999, VLF-Power (ms²) – 0.7343, LF-Power (%) – 0.7884, alcançaram uma média correlação, nas variáveis LF-Peak (Hz) – 0.0118 e HF-Peak (Hz) – 0.4352 a correlação foi baixa nas demais variáveis a correlação foi alta, LF-Power (ms²) – 0.8544, LF-Power (n.u.) – 0.9415, HF-Power (ms²) – 0.9575, HF-Power (%) – 0.9254, HF-Power (n.u.) – 0.9410 e LF/HF – 0.9685. Pelo método ICC, VLF-Power (%), LF-Power (%), LF-Power (n.u.), HF-Power (ms²), HF-Power (%), HF- Power (n.u.) e a relação LF/HF inferiu alta correlação as demais variáveis atingiram uma média correlação VLF-Power (ms²) –

0.7343, VLF-Power (%) – 0.7741, LF-Power (%) - 0.7884. Por intermédio da conclusão segundo Fleiss (1996), galgaram uma replicabilidade excelente (RE) as variáveis: VLF-Power (ms²), VLF-Power (%), LF-Power (%), LF-Power (n.u.), HF-Power (ms²), HF-Power (%), HF-Power (n.u.) e a relação LF/HF, no restante das variáveis, a replicabilidade foi de média a boa (RMaB).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao verificar a replicabilidade, confiabilidade e fidedignidade do aparelho desenvolvido para medir os intervalos R-R, foi verificado que apresentou uma alta correlação, por meio do teste de Pearson, segundo a conclusão de Fleiss, 1986 a maioria dos resultados, apresentaram excelente replicabilidade, quando esse foi correlacionado com o equipamento eletrocardiógrafo para realizar a mensuração da variabilidade da frequência cardíaca, tanto nos índices de domínio do tempo e domínio da frequência. Sendo assim, podemos afirmar que é possível desenvolver um equipamento nacional de alta confiabilidade, replicabilidade excelente e alta correlação para medir os intervalos R-R de potencial competitivo no mercado

8 REFERÊNCIAS

ACHTEN, J., JEUKENDRUP, A.E. Heart rate monitoring: applications and limitations. **Sports Medicine**, vol. 33, no. 7, pp. 517-538, 2003.

ALONSO, D.O., FORJAZ, C.L.M., REZENDE, L.O., BRAGA, A.N.F.W., A.C.P., NEGRÃO, C.E.N., MARIA RONDON, U.P.B. Comportamento da Frequência Cardíaca e da Sua Variabilidade Durante as Diferentes Fases do Exercício Físico Progressivo Máximo., **Arq Bras Cardiol**, vol.71, no.6, pp.787-792, 1998.

BARTH, J., VECHIO, F.B.D. Efeitos da Frequência Ventilatória Sobre os Índices da Variabilidade da Frequência Cardíaca. **Revista Iberoamericana de Arritmología**, vol.5, no.1, pp.185-193, 2014

CALDEIRA, J.B., SANCHO, A.G., MANOEL, F., ROSA, J.S. Avaliação da função autonômica cardiovascular em portadores de lesão medular submetidos à variabilidade da frequência cardíaca. **Motricidade**, vol. 9, no.2, pp. 37-50, 2013.

CAMILLO, C.A., LABURU, V.D.M., GONÇALVES, N. S., CAVALHERI, V., TOMASI, F.P., HERNANDES, N. A., RAMOS, D., VANDERLEI, L.C.M., RAMOS, E.M.C., PROBST, V.V., PITTA, F. Improvement of Heart Rate Variability After Exercise Training and its Predictors in COPD. **Respiratory Medicine**, vol.105, pp.1054-1062, 2011

CAVALCANTE, M.D.S., REINERT, J., DE-OLIVEIRA, F.R., BERTUZZI, R.D.C.M., PIRES, F.D.O., LIMA-SILVA, A.E. Resposta da Variabilidade da Frequência Cardíaca e Glicemia Durante o Exercício Incremental. **Brazilian Journal of Biomotricity**, vol.4, no.4, pp.256-265, 2010

DEWEY, F.E., FREEMAN, J.V., ENGEL, G., OVIEDO, R., ABROL, N., AHMED, N., MEYERS, J., FROELICHER, V.F. Novel Predictor of Prognosis from Exercise Stress Testing: Heart Rate Variability Response to the Exercise Treadmill Test. **American Heart Journal**, vol.153, pp.281-288, 2007

ESCO, M.R., HERRON, R.L., CARTER, S.J., FLATT, A.A. Association of Body Composition and Aerobic Fitness on Heart Rate Variability and Recovery in Young-Adult Black Men. **International Journal of Clinical Medicine**, vol.4, pp.532-538, 2013

EWING, D.J., MARTYN, C.N., YOUNG, R.J., BASIL F., CLARKE, B.F. The Value of Cardiovascular Autonomic Function Tests: 10 Years Experience in Diabetes. **Diabetes Care**, vol.8, no.5, pp. 491-495, 1985.

GUIDELINE – Heart rate variability. Standards of measurement, Physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology (Membership of the Task Force listed in the Appendix). **European Heart Journal** , vol. 17, pp. 354-381, 1996.

JAMES, D.V.B., MUNSON, S.C., MALDONADO-MARTIN, S., CROIX, M.B.A.D. Heart Rate Variability: Effect of Exercise Intensity on Postexercise Response. **Research Quarterly for Exercise and Sport** vol.83, no. 4, pp. 533-539, 2012

JUNIOR, R.F., SALGADO, H.C. Estudo de variabilidade de parâmetros cardiovasculares como ferramenta para avaliação da modulação simpática cardiovascular. **Revista Brasileira de Hipertensão**, vol.12, no. 4, pp. 242-244, 2005.

JURCA, R., CHURCH, T.S., MORSS, G.M., JORDAN, A.N., ERNEST, C.P. Eight Weeks of Moderate-Intensity Exercise Training Increases Heart Rate Variability in Sedentary Postmenopausal Women. **American Heart Journal**, vol.147, no.5, pp.9-15, 2004

VANDERLEI, L.C.M., PASTRE, C.M., HOSSHI, R.A., CARVALHO, T.D., GODOY, M.F. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica., **Rev Bras Cir Cardiovasc**, vol.24, no.2, pp.205-217, 2009.

ROCHA, A.C., SARTORI, M., RODRIGUES, B., DE ANGELIS, K. Influência do número de séries nos ajustes cardiovasculares e autonômicos ao exercício resistido em homens fisicamente ativos. **Rev Bras Med Esporte**, vol.19, no.5, pp. 332-335. 2013.

LOPES, P.F.F., OLIVEIRA, M.I.B., ANDRÉ, S.M.S., NASCIMENTO, D.L.A., SILVA, C.S.S., REBOUÇAS, G.M., FELIPE, T.R., FILHO, N.J.B.A., MEDEIROS, H.J. Aplicabilidade Clínica da Variabilidade da Frequência Cardíaca. **Rev. Neurocienc**, vol. 21, no.4, pp. 600-603, 2013.

KARAVIDAS, M.K., LEHRER, P.M., VASCHILLO, E., VASCHILLO, B., MARIN, H., BUYSKE, S., MALINOVSKY, I., RADVANSKI, D., HASSET, A. Preliminary Results of an Open Label Study of Heart Rate Variability Biofeedback for the Treatment of Major Depression. **Appl Psychophysiol Biofeedback**, vol.32 pp.19-30, 2007

KAWAGUCHI, L.Y.A., NASCIMENTO, A.C.P., LIMA, M.S., FRIGO, L., JUNIOR, A.R.P., TIERRA-CRIOLLO, C.J., LOPES-MARTINS, R.A.B. Caracterização da variabilidade de frequência cardíaca e sensibilidade do barorreflexo em indivíduos sedentários e atletas do sexo masculino. **Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte**, vol.13, no.4, pp. 231-236, 2007.

LEITE, G.D.S., AMARAL, D.P., OLIVEIRA, R.S., FILHO, C.W.D.O., MELLO, M.T., BRANDÃO, M.R.F. Relação Entre Estados de Humor, Variabilidade da Frequência Cardíaca e Creatina Quinase de Para-Atletas Brasileiros. **Rev. Educ. Fis/UEM**, vol.24, no.1, pp.33-40, 1.trim. 2013

LIND, L., ANDRÉN, B. Heart Rate Recovery After Exercise is Related to The Insulin Resistance Syndrome and Heart Rate Variability in Elderly Men. **American Heart Journal**, vol.144, no.4, pp.666-672, 2002

LOPES F.L., PEREIRA, F.M., REBOREDO, M.M., CASTRO, T.M., VIANNA, J.M., NOVO, JR. J.M., SILVA, L.P. Redução da Variabilidade da Frequência Cardíaca em Indivíduos de Meia-Idade e o Efeito do Treinamento de Força. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, vol.11, no. 2, pp. 113-119, 2007.

MANSO, J.M.G. Aplicación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca al control del entrenamiento deportivo: análisis en modo frecuencia. **Arch Med Deporte**, vol.30, no.1, pp.43-51, 2013.

MESSIAS, L.H.D., MORENO, M.A., VIEIRA, N.A., TEREZANI, D.R., BOM, D.P., MACHADO-GABATTO, F.B. Efeitos do Treinamento Físico Específico e Monitorado Sobre a Variabilidade da Frequência Cardíaca de Canoístas Slalom., **Revista da Faculdade de Educação Física da UNICAMP**, vol.11, no.1, pp.16-28, 2013.

PASCHOA, D.C., COUTINHO, J.F.S., ALMEIDA, M.B. Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca no Exercício de Força. **Revista da SOCERJ**, vol. 19, no.5, pp. 385-390, 2006.3

PORTO, E.D.O., SOUZA, I.C.M.C., MATOS, C.J.O., LIMA, P.A.L. Determinação do Limiar Anaeróbio de Homens com Asma pela Variabilidade da Frequência Cardíaca Durante Exercício em Esteira. **Caderno de Graduação – Ciências biológicas e da saúde Unit**, vol.2, no.1, pp.11-23, 2014

RELAND, S., VILLE, N.S., WONG, S., GAUVRIT, H., KERVIO, G., CARRÉ, F. Exercise Heart Rate Variability of Older Women in Relation to Level of Physical Activity. **Journal of Gerontology**, vol.58A, no.7, pp. 585-591, 2003

SALGUEIROSA, M.F. Efeitos agudos promovidos pelo treinamento pliométrico no controle autonômico em atletas de voleibol. **Relatório de Pesquisa Departamento Científico de Ergonomia e Saúde no Trabalho da Universidade Tuití do Paraná**, 2011.

SCHÖNFELDER, M. HINTERSEHER, G. PETER, P. SPLTZENPFELL. Scientific Comparison of Different Online Heart Rate Monitoring Systems. **International Journal of Telemedicine and Applications Article**, ID 631848, 6 pages, 2011.

SHIN, K., MINAMITAMI, H., ONISHI, S., YAMAZAKI, H., LEE, M. The power spectral analyses of heart rate variability in athletes during dynamic exercise, Part II. **Clin Cardiol**, vol. 18, pp. 664-672, 1995.

TARVANEN, M.P., NISKANEN, J-P., LIPPONEN, J.A., RANTA-AHO, P. O., KARJALAINEN, P. A. Kubios HRV – Heart rate variability analysis software. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, vol. 2, no. 3, pp. 210-220, 2013.

TSAI, M., WEI-CHU, C., KUO, T.BJ., MING-FONG, C. Effects os Exercise Training on Heart Rate Variability After Coronary Angioplasty. **Physical Therapy** vol.86, no.5, pp.626-635, 2006

VASCONCELOS, D.F., JUNIOR, L.F.J. Funções Autonômica Cardíaca e Mecânica Ventricular na Cardiopatia Chagásica Crônica Assintomática. **Arq Bras Cardiol**, vol.98, no.2, pp.111-119, 2012.

WEIPPERT, M., KUMAR, M., KREUZFELD, S., ARNDT, D., RIEGER, A., STOLL, R. Comparison of three mobile devices for measuring R-R intervals and heart rate variability: Polar S810i, Suunto t6 and na ambulatory ECG system. **Eur J Appl Physiol**, vol. 109, pp. 779-786, 2010.

ANEXO

UNIVERSIDADE
TECNOLOGICA FEDERAL DO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: VALIDAÇÃO DO INSTRUMENTO PARA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA POR MEIO DA RECUPERAÇÃO FISIOLÓGICA EM ATLETAS DE LUTAS

Pesquisador: FABIANO BUCK

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 39602214.7.0000.5547

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 953.500

Data da Relatoria: 11/02/2015

Apresentação do Projeto:

Esta pesquisa de campo caracteriza-se do tipo quantitativa descritiva e a população utilizada nesta pesquisa será de atletas praticantes de Jiu-Jitsu das Escolas Gracie Barra de Curitiba. Inicialmente os atletas escolhidos da pesquisa tomarão ciência dos objetivos do estudo, assinarão o termo de consentimento livre e esclarecido e em seguida serão organizados em 10 grupos de seis atletas onde serão informados dos dias e horas da realização da pesquisa. Nos dias previstos, anteriormente as aulas de Jiu-Jitsu os atletas serão abordados e acompanhados até vestiário do local. Onde serão fixados dois monitores de VFC (marca SUUNTO e WCS Pulse) na altura do processo xifoide na região do tórax de cada atleta. Os atletas serão então transferidos ao tatame do local e serão colocados em decúbito dorsal onde deverão ficar com os olhos fechados respirando normalmente durante 10 minutos. Os dados de Variabilidade da Frequência Cardíaca serão coletados através dos monitores e transmitidos para dois computadores portáteis onde serão armazenados em software da marca Kubios. Após coleta dos dados, serão retirados os monitores de VFC e os atletas serão então liberados para aula de Jiu-Jitsu. Logo após término aula de Jiu-Jitsu Padrão da Gracie Barra com duração de 60 minutos os atletas devem retornar ao vestiário do local para ser fixado novamente os monitores de VFC e repetir o mesmo procedimento como descrito

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4943

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 953.500

anteriormente. Depois de realizada coleta dos dados de VFC, os atletas não devem realizar nenhum tipo de treinamento físico de qualquer gênero nem aulas de Jiu -Jitsu da própria escola nas próximas 48 horas. Os mesmos devem retornar ao local da pesquisa 24 h e 48 h respectivamente para coleta dos dados de VFC conforme os mesmos procedimentos descritos anteriormente. Para análise do comportamento da VFC os dados coletados através de monitor SUUNTO serão então exportados para programa Excel, onde serão separados em conjunto de dados: pré-aula, logo após, 24 h após e 48 h após aula de Jiu-Jitsu. Após coleta serão verificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os conjuntos. Em seguida os mesmos dados serão separados em dois grupos: (G1) até 20 anos e (G2) até 40 anos e serão novamente verificadas as diferenças significativas ($p < 0,05$) entre grupos (Teste t student). Para validação de monitor WCS Pulse, os dados da pesquisa serão separados em dois grupos: Grupo SUUNTO e Grupo WCS Pulse onde serão realizados mesmos procedimentos descritos anteriormente e em seguida será feita a verificação de correlação (Pearson) entre os grupos dos dois monitores apresentados.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo geral segundo o autor é a Validação de instrumento portátil específico para mensuração da Variabilidade da Frequência Cardíaca. Como objetivos específicos o autor descreve: Analisar o comportamento da variabilidade da frequência cardíaca em repouso em atletas de lutas pré-treinamento. Analisar o comportamento da variabilidade da frequência cardíaca em atletas de lutas no decorrer de 24 h após treinamento. Analisar o comportamento da variabilidade da frequência cardíaca em atletas de lutas no decorrer de 48 h após treinamento.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo o autor os riscos são: Os desconfortos neste presente estudo estão relacionados pelo fato dos atletas utilizarem monitor não invasivo de Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) fixados na altura do peito com uma leve pressão torácica. Segundo o autor os benefícios são: Por meio deste estudo espera-se a validação de instrumento específico para monitoramento da VFC e consequentemente uma análise do comportamento da recuperação fisiológica em atletas de lutas para uma possível melhora no desempenho esportivo e prevenção de lesões nesta população.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O trabalho é relevante para a área porque através do estudo o autor espera conseguir a validação de instrumento específico para monitoramento da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) e consequentemente uma análise do comportamento da recuperação fisiológica em atletas de lutas

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165	CEP: 80.230-901
Bairro: CENTRO	
UF: PR	Município: CURITIBA
Telefone: (41)3310-4943	E-mail: coep@utfpr.edu.br

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 953.500

para uma possível melhora no treinamento oferecido que pode impactar em uma melhora no desempenho esportivo e prevenção de lesões nesta população.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto atende as recomendações da Resolução 466/12.

Recomendações:

Não há recomendações, uma vez que todas as recomendações solicitadas em parecer anterior foram atendidas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Atende a Resolução 466/2012.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da RESOLUÇÃO Nº 466, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-UTFPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

CURITIBA, 12 de Fevereiro de 2015

Assinado por:
Frieda Saicla Barros
(Coordenador)

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4943

CEP: 80.230-901

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Página 03 de 03

ANEXO A – PARECER CONSUBSTÂNCIADO DO CEP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Titulo da pesquisa: VALIDAÇÃO DO INSTRUMENTO PARA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC) POR MEIO DA RECUPERAÇÃO FISIOLÓGICA EM ATLETAS DE LUTAS

Pesquisador: FABIANO BUCK **Endereços:** BRIG. FRANCO, 1766 CTBA-PR. **Telefone:** 41 91723392

Orientador responsável: Prof.Dr. Júlio Cesar Bassan.

Local de realização da pesquisa: Escola Gracie Barra Curitiba.

Endereço: Av. Paraná, 1255. **Telefone:** 41 3252 28 38.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa.

Por meio deste estudo espera-se a validação de instrumento específico para monitoramento da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) e conseqüentemente uma análise do comportamento da recuperação fisiológica em atletas de lutas para uma possível melhora no desempenho esportivo e prevenção de lesões nesta população.

2. Objetivos da pesquisa.

Validação de instrumento portátil específico para mensuração da Variabilidade da Frequência Cardíaca.

3. Participação na pesquisa.

Você fara parte de uma pesquisa sobre variabilidade da frequência cardíaca, onde será fixado em seu peito um monitor de frequência antes e logo após aula de *Jiu-Jitsu* durante 5 minutos em repouso no próprio tatame da escola. **Você deverá ficar 48 horas sem praticar nenhum exercício físico** e retornará a escola 24 horas e 48 horas após o dia do primeiro teste para repetir o procedimento monitorado.

4. Confidencialidade.

Os pesquisadores garantem manter sigilo sobre todos os dados da pesquisa que possam identificar o sujeito, estando os mesmos codificados durante todo o processo da pesquisa. A privacidade dos sujeitos será respeitada.

5. Desconfortos, Riscos e Benefícios.

5a) Desconfortos e ou Riscos:

Os desconfortos neste presente estudo estão relacionados pelo fato dos atletas utilizarem monitor não invasivo de Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) sob a pele na altura do peito. No mais, os riscos se resumem aos da pratica normal da modalidade, visto que não se trata de ritmo competitivo.

5b) Benefícios:

Por meio deste estudo espera-se a validação de instrumento específico para monitoramento da VFC e conseqüentemente uma análise do comportamento da recuperação fisiológica em atletas de lutas para uma possível melhora no desempenho esportivo e prevenção de lesões nesta população. Visto que a maioria dos marcadores de estresse das cargas de treinamentos são externas, como volume, intensidade, densidade e complexidade, deixando de verificar marcadores internos como este.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão:

Pratiquem *Jiu-Jitsu* nas Escolas Gracie Barra de Curitiba por mais de um ano;
Tenham uma frequência semanal treino de no mínimo três vezes na semana;

6b) Exclusão: -

Apresentarem idade inferior a 18 anos;
Manifestarem o desejo de abandonar sua participação no estudo;
Apresentarem queixas de dores musculares ou posturais, de equilíbrio, fraturas etc...;
Manifestarem acometimentos infectocontagiosos em qualquer momento da pesquisa;
Estejam tomando qualquer tipo de intensificador de *desempenho*;
Tenham uma participação na pesquisa inferior a 75%.

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do sujeito de pesquisa

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Você tem o direito de sair da pesquisa em qualquer momento desejado, tanto quanto o direito de obter informações sobre a pesquisa assim como todos os procedimentos da mesma.

8. Ressarcimento ou indenização.

As leis de nosso país não permitem pagamento ou remuneração para participar de estudos científicos, porém caso ocorra alguma situação durante a coleta da VFC que gere custo ao participante, este será de responsabilidade do pesquisador.

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/_____ Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: ___/___/_____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador: _____ Data: _____
(ou seu representante)

Nome completo: _____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com _____, via e-mail: _____ ou telefone: _____.

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4943, e-mail: coep@utfpr.edu.br

OBS: este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do sujeito de pesquisa