

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA –  
STRICTO SENSU**

**FABIANO BUCK**

**ANÁLISE DOS INTERVALOS (R-R) ENTRE MONITOR WCS PULSE E  
ELETROCARDIOGRAMA PORTÁTIL PORTA PAK/90**

**DISSERTAÇÃO**

**CURITIBA**

**2016**

**FABIANO BUCK**

**ANÁLISE DOS INTERVALOS (R-R) ENTRE MONITOR WCS PULSE E  
ELETROCARDIOGRAMA PORTÁTIL PORTA *PAK/90***

**Dissertação do Programa de  
Mestrado e Pós – Graduação em  
Engenharia Biomédica. Orientador  
Prof. Dr. Júlio Cesar Bassan e Co-  
Orientador: Prof. Dr. Fabiano de  
Macedo Salgueirosa.**

**CURITIBA**

**2016**

---

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**

---

B922a Buck, Fabiano  
2016 Análise dos intervalos (R-R) entre monitor WCS Pulse e eletrocardiograma portátil porta PAK/90 / Fabiano Buck .-- 2016.  
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, 2016.  
Bibliografia: f. 41-43.

1. Batimento cardíaco - Monitorização. 2. Sistema nervoso autônomo. 3. Eletrocardiografia. 4. Validação de métodos. 5. Instrumentos e aparelhos médicos - Testes. 6. Medição. 7. Engenharia biomédica - Dissertações. I. Bassan, Júlio Cesar, orient. II. Salgueirosa, Fabiano de Macedo, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica. IV. Título.

CDD: Ed. 22 -- 610.28

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Campus Curitiba



*Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica*

Título da Dissertação N° 062

**“Análise dos Intervalos (R-R) entre monitor WCS Pulse e eletrocardiograma portátil Porta PAK/90”.**

por

**Fabiano Buck**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Biomédica

LINHA DE PESQUISA: Engenharia Clínica e Gestão.

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de **MESTRE EM CIÊNCIAS (M.Sc.)** – Área de Concentração: Engenharia Biomédica, pelo **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB)**, – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (**UTFPR**), *Campus Curitiba*, às 14h00min do dia 24 de junho de 2016. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta pelos professores:

---

Prof. João Antonio Palma Setti, Dr.  
(Presidente – UTFPR)

---

Prof. Rui Francisco Martins Marçal, Dr.  
(PUCPR)

---

Prof. Julio Cesar Bassan, Dr.  
(UTFPR)

Visto da coordenação:

---

Prof<sup>a</sup>. Leandra Ulbricht., Dr<sup>a</sup>.  
(Coordenadora do PPGEB)

## RESUMO

Intervalos dos batimentos (R-R) vêm sendo considerado pela literatura, como um dos mais promissores meios de análise do sistema autônomo. Porém, diversos monitores e seus métodos, necessitam de validação através da análise dos parâmetros de VFC. O objetivo deste estudo foi validar um instrumento portátil, específico para mensuração dos intervalos dos batimentos (R-R) da marca WCS Pulse. Para a proposta deste estudo, 30 indivíduos do sexo masculino praticantes de Jiu-Jitsu, foram monitorados através de ECG e monitor WCS Pulse. Os parâmetros de VFC: intervalos (R-R), LF, HF e LF/HF foram coletados em pré-exercício, 24 e 48 horas após exercício. Conforme os resultados observados, os instrumentos ECG e WCS Pulse apresentam forte correlação e forte coeficiente de correlação intra-Classe, nos parâmetros de VFC (LF, HF e LF/HF). Por outro lado, quanto aos valores de Student  $t$  aplicados nos intervalos (R-R), foi observado diferença significativa entre os instrumentos ( $p < 0.05$ ) em todos os momentos da pesquisa. Através deste estudo, pode-se considerar que o monitor dos intervalos dos batimentos (R-R) da marca WCS Pulse é uma ferramenta de biomarcador (não invasivo) eficaz. Nesta esteira, o equipamento de monitoração dos intervalos (R-R) WCS Pulse, demonstrou um grau de concordância para a utilização em centros de treinamentos esportivos e ciências da saúde; porém, os parâmetros de resolução de amostragem do instrumento WCS Pulse, deve ser mais bem observado quando for comparado com instrumentos existentes no mercado e ou eletrocardiogramas.

**Palavras chave:** Intervalos dos batimentos (R-R), Variabilidade da Frequência Cardíaca, monitores dos intervalos (R-R).

## ABSTRACT

**BUCK, Fabiano. Analysis of the RR interval monitors Wcs Pulse and comparison with *Porta Pak/90* electrocardiogram. 47f. (Dissertação do Programa de Mestrado e Pós - Graduação em Engenharia, UTPR. Curitiba, 2016).**

The RR interval has been considered in the literature, the most promising analysis autonomous system. However, several monitors and validation methods is necessary through of the HRV parameters analysis. The aim of this study was, validate portable specific instrument to measurement RR interval WCS Pulse. For the proposal of this study, 30 male practitioners of BJJ were monitored through ECG and monitor Pulse WCS in different ways. The parameters of HRV: RR interval, LF, HF and LF / HF were collected in pre-exercise, 24 and 48 hours after exercise. Results: ECG instruments and WCS Pulse demonstrated strong correlation ( $r$ ), and strong values to coefficient of intra-class in HRV parameters (LF, HF and LF / HF). In the other hand, the Student  $t$  values applied on the RR interval, was observed significant difference between the instruments in all moments of the research ( $p < 0.05$ ). Through this study, we consider that monitor RR interval WCS Pulse is effective biomarker tool (noninvasive). Thus, the equipment monitoring of RR intervals WCS Pulse, showed highs degree of agreements for use in sports training centers and Health Sciences; However, the instrument sampling resolution parameters, WCS Pulse should be more observed when compared to existing instruments in the market and electrocardiogram.

**Key-words:** RR Interval, Heart Rate Variability, (R-R) Interval Monitors.

## **DESFECHO PRIMÁRIO**

Validação de instrumento portátil para mensuração dos intervalos dos batimentos cardíacos (R-R).

## **DESFECHO SECUNDÁRIO**

Analisar o comportamento dos intervalos dos batimentos (R-R) e os parâmetros de Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) em atletas de lutas.

## **LISTAS DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1- Representação Gráfica de um ciclo cardíaco captado por ECG.....	15
Figura 2- Sistemas Parassimpático e Simpático e suas ramificações.....	18
Figura 3- Comportamento de LF e HF em repouso e esforço físico.....	20
Figura 4- Apresentação de um mesmo intervalo (R-R) e a variação de (SDNN)...	21
Figura 5- Serie de intervalos batimentos (R-R) e Tacograma. ....	22
Figura 6- Parâmetros de VFC geradas por software Kubios HRV .....	22
Figura 7- Parâmetros de VFC no Domínio de tempo. ....	23
Figura 8- Parâmetros de VFC no Domínio da Frequência.. ....	24
Figura 9- Comparação entre intervalos dos batimentos (R-R) e Desvio Padrão em indivíduos moderadamente ativos no decorrer do avanço da idade.. ....	26
Figura 10- Especificações monitor intervalos dos batimentos (R-R) WCS Pulse. ....	28
Figura 11- Monitor dos intervalos dos batimentos (R-R) WCS Pulse.....	29
Figura 12- Foto ilustrativa procedimento da pesquisa.....	33
Figura 13- Gráficos dos limites de concordância (95%) Blant e Altman plot entre .	37
Figura 14- Gráficos coeficientes de regressão linear da dos parâmetros de VFC, intervalos (R-R), SDNN e LF/HF.. ....	38

## LISTA DE SIGLAS

DE	Densidade Espectral
ECG	Eletrocardiograma
FC	Frequência Cardíaca
FFT	Transformada Rápida de <i>Fourier</i>
HF	Alta Frequência
ICC	Coefficiente de Correlação intra-Classe
LF	Baixa Frequência
MFC	Monitor de Frequência Cardíaca
pNN50	Percentual dos Intervalos R-R que diferem mais 50 ms seu adjacente
rMSSD	Raiz Quadrada das diferenças dos R-R
R-R	Intervalos dos Batimentos Cardíacos
SAC	Sistema Autônomo Cardíaco
SDNN	Desvio Padrão dos Intervalos R-R
SDNNi	Média Desvio Padrão Intervalos R-R em 5 minutos
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
ULF	Ultra Baixa Frequência
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
VLF	Muito Baixa Frequência



## Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	11
2 PROBLEMA .....	13
3 JUSTIFICATIVA .....	13
4 OBJETIVO GERAL .....	14
4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
5 HIPÓTESE .....	14
6 REVISÃO DE LITERATURA .....	14
6.1 ELETROCARDIOGRAMA .....	14
6.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC) E SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO (SNA) .....	16
6.2 SISTEMA SIMPÁTICO/PARASSIMPÁTICO E VFC.....	19
6.2.1 Mensuração da (VFC) no domínio de tempo.....	22
6.2.2 Mensuração da (VFC) no domínio da frequência.....	23
6.5 EXERCÍCIO FÍSICO E VFC .....	24
6.4 MONITORES DE FREQUENCIA CARDÍACA E SUA VALIDAÇÃO.....	26
6.5 MONITOR DE VFC - WCS.....	28
7. METODOLOGIA.....	29
7.1 DELINEAMENTO DA PEQUISA .....	29
7.2 POPULAÇÃO E TAMANHO DA AMOSTRA .....	29
7.3 SELEÇÕES DOS PARTICIPANTES, GRUPOS ESPECIAIS, TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE), FATORES DE INCLUS. ...	30
7.3.1 Critérios de Inclusão.....	30
7.3.2 Critérios de exclusão .....	30
7.4 RELAÇÕES DESCONFORTOS E BENEFÍCIOS.....	31
7.8 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS.....	31
8 RESULTADOS .....	34
9 DISCUSSÃO .....	38
11 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	42
REFERÊNCIAS.....	43
CURRÍCULOS.....	46
APÊNDICE A.....	47

Curitiba, 03 de setembro de 2013

A/C Prof. Dr. Júlio Cesar Bassan,

Venho por meio dessa, comunicar que o Porf. Fabiano Buck será o responsável pelo projeto de estudo de Fiabilidade do Equipamento para Medir a Variabilidade da Frequência Cardíaca.

Atenciosamente,

CARDIOMED - Comercio de Equipamentos Medico Ltda.  
  
KONSTANZE GARNELE VANDER FARAS  
Sócia

75 648 154/0001 93

CARDIOMED COMÉRCIO DE  
EQUIPAMENTOS MÉDICOS LTDA.

Av. Ver. Toaldo Túlio, 3969  
São Braz  
82300-332 Curitiba (PR)

## 1 INTRODUÇÃO

O eletrocardiograma (ECG) inventado por Einthoven em 1902, que tem por finalidade o registro da atividade cardíaca na superfície do tórax, é uma qualidade de método, que não é obtida em nenhuma outra técnica. Desde então, o eletrocardiograma é considerado padrão ouro para diagnósticos não invasivos de arritmias, distúrbios de condução e alterações em um ciclo cardíaco (WILLIAMS H. B, 1928; SOCIEDADE BRAS..., 2003).

A inscrição gráfica das voltagens que ocorrem no coração em um ciclo cardíaco registrados na superfície do corpo humano pode ser captada por um ECG. Estas voltagens são atribuídas como ondas, compostas pela onda *P*, pelo complexo *QRS* e pela onda *T*. Desta forma um ECG é composto por ondas captadas da despolarização e repolarização que ocorrem no coração, sendo a onda RR uma das mais evidentes em um ciclo cardíaco (GUYTON e HALL, 2006).

Com o passar dos anos o monitoramento dos intervalos (R-R), vem sendo considerado como um dos mais promissores meios de análise do sistema autônomo, pois é um método de aparentemente fácil mensuração e não invasivo, onde sua mensuração pode ser realizada através de eletrocardiograma, frequencímetros cardíacos e holters (TASK FORCE..., 1996; MALIK et al, 1996; BERNTSON et al, 1997).

Os primeiros estudos através dos intervalos dos batimentos cardíacos (R-R) e suas oscilações foram realizados por HON EH (1966); desde então, os intervalos dos batimentos (R-R) que refletem os parâmetros de Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), passaram a ser entendidos como mudanças, desequilíbrios ou oscilações no sistema autônomo (SNA) (MALIK et al, 1996; TASK FORCE..., 1996, BERNTSON et al, 1997).

O SNA de uma forma geral pode ser dividido em: sistemas simpáticos e parassimpáticos, mas quando vistos através dos parâmetros de VFC, pode ser entendido como um meio utilizado para mensurar e analisar os mecanismos de equilíbrio no corpo humano (AUBERT et al, 2003).

Os métodos para análise das atividades simpáticas e parassimpáticas que refletem os parâmetros de VFC são basicamente, no domínio de tempo e frequência.

- Domínio de tempo: são cálculos estatísticos dos intervalos (R-R) expressos em milissegundos, onde as principais formas de análise são cálculos aritméticos e geométricos dos parâmetros de VFC (R-R, SDNN, SDNNi, rMSSD, pNN50).

- Domínio Frequência: os parâmetros de VFC são cálculos expressos em densidades espectrais que quantificam o conteúdo do sinal captado em relação a faixas de frequências determinadas. Geralmente, estes sinais são classificados como paramétricos e não paramétricos, que são:- HF: alta frequência. - LF: baixa frequência. - VLF: muito baixa frequência. - LF/HF: razão entre baixa frequência e alta frequência.

Quanto a mensuração dos parâmetros de VFC, monitores de frequências cardíacas que captam intervalos dos batimentos (R-R) são os mais evidentes na literatura. Aproximadamente na época dos anos 1980 que se criaram os primeiros monitores de frequência cardíaca (MFC) para uso durante o exercício, assim como para atividades aeróbias (PIMENTEL et al, 2010). Hoje os avanços neste tipo de tecnologia têm ajudado atletas, treinadores e cientistas entenderem e monitorarem os intervalos de batimentos cardíacos (R-R) e suas derivações (WEIPPERT et al, 2010; KUMAR et al, 2007; KIVINIEMI et al, 2007).

Diversos estudos que envolvem MFC, ECG e parâmetros de VFC, através intervalos dos batimentos (R-R) podem ser encontrados na literatura (BARBOSA et al, 2016; GILES et al, 2016; KINGSLEY et al, 2004; TERBIZAN et al, 2002; WEIPPERT et al, 2010; NUNAN D et al, 2008; PIMENTEL et al, 2010; KIVINIEMI et al, 2007).

Para os meios de validação de instrumentos de MFC, assim como monitores dos intervalos dos batimentos (R-R), diversos estudos podem ser encontrados na literatura e apontam padrões de validação já estabelecidos, (BARBOSA et al, 2016; GILES et al, 2016; KINGSLEY et al, 2004; TERBIZAN et al, 2002; WEIPPERT et al, 2010; NUNAN D et al, 2008; PIMENTEL et al, 2010; KIVINIEMI et al, 2007). Porém, segundo BARROS et al (2012), dentre os diversos tipos de validação, pode se destacar: lógica, conteúdo, concorrente, construto e predicativa, sendo a validade concorrente, o método mais usual para avaliar a validade de um instrumento (BARROS et al 2012).

Dentre os monitores que analisam os intervalos dos batimentos R-R mais citados na literatura podem-se destacar: Polar S810, Polar V800, Polar H7 Suunto6, Instapulse 100. Porém, estes monitores em sua maioria, além do

monitoramento dos intervalos (R-R), apresentam diversos tipos de ferramentas de monitoramento.

Por outro lado, monitores específicos que captam somente os intervalos dos batimentos (R-R) e fabricados no Brasil, não são encontrados no mercado. Desta forma, surge através deste estudo, o interesse em verificar a validade do monitor dos intervalos dos batimentos (R-R) WCS Pulse, que é um protótipo de monitor de intervalos (R-R) que faz a captação dos pulsos elétricos cardíacos por meio de cinta de captação, transmitida através de cabo USB para um computador a cada pulso cardíaco detectado.

## **2. PROBLEMA**

Será que monitor da marca WCS Pulse é um monitor válido para coletar dados do comportamento dos intervalos (R-R)?

## **3. JUSTIFICATIVA**

Por meio deste estudo, espera-se a validação de um instrumento de monitoramento dos intervalos dos batimentos (R-R), pois atualmente no mercado brasileiro, os aparelhos para monitoramento dos intervalos R-R que geram a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) apresentam-se de uma forma mista, onde um mesmo aparelho apresenta diversos tipos de monitoramento, dentre eles o da Variabilidade da Frequência Cardíaca. Através deste instrumento de monitoração, profissionais da saúde de uma forma geral podem controlar e monitorar de forma prática e de fácil aplicação suas populações, pois, diversos estudos apontam a Variabilidade da Frequência Cardíaca como sendo uma importante ferramenta não invasiva de monitoramento da atividade cardíaca e do sistema autônomo.

## **4.0 OBJETIVO GERAL**

Validar instrumento portátil WCS Pulse específico para mensuração dos Intervalos dos Batimentos (R-R).

### **4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Comparar a reprodutibilidade de monitor dos intervalos dos batimentos (R-R) WCS Pulse e suas correlações com eletrocardiograma (ECG) portátil *PORTA PAK/90*.

Analisar a reprodutibilidade e a correlação dos Intervalos dos batimentos (R-R) e derivações da VFC entre monitor WCS Pulse e ECG no repouso em atletas de lutas pré-treinamento.

Analisar a reprodutibilidade e a correlação dos intervalos dos batimentos (R-R) e derivações da VFC entre Monitor WCS e ECG repouso em atletas de lutas 24 e 48 horas após treinamento.

## **5. HIPÓTESE**

Acredita-se que o monitor dos intervalos dos batimentos (R-R) marca WCS Pulse possui padrões de mensuração de VFC válidos quando comparado com equipamentos existentes no mercado.

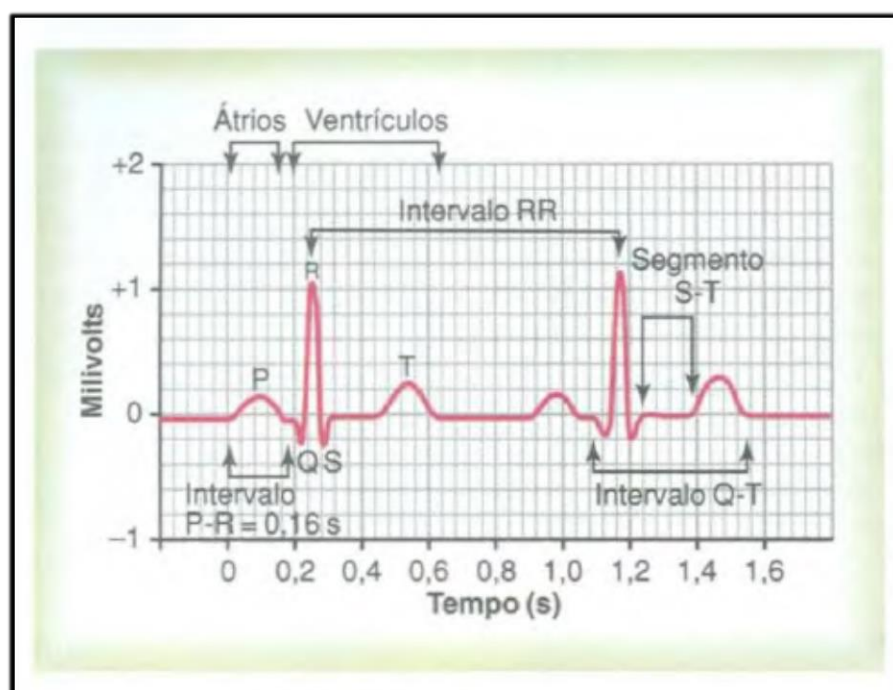
## **6. REVISÃO DE LITERATURA**

### **6.1 ELETROCARDIOGRAMA**

Desde sua invenção em 1902 por Einthoven, o registro da atividade cardíaca na superfície do tórax é uma qualidade de método que não é obtida em nenhuma outra técnica, desde então, existem diversas formas de utilização do eletrocardiograma (ECG). ECG é um método capaz de refletir alterações primárias e secundárias que envolvem o sistema de contração e eletrolítico do coração. O

eletrocardiograma é considerado padrão ouro para diagnósticos não invasivos de arritmias, distúrbios de condução e alterações em um ciclo cardíaco (WILLIAMS H. B, 1928; SOCIEDADE BRAS..., 2003).

O ECG é constituído pela inscrição gráfica das voltagens que ocorrem no coração em um ciclo cardíaco registrados na superfície do corpo humano. Conforme figura 1, estas voltagens são atribuídas como ondas compostas pela onda *P*, pelo complexo *QRS* e pela onda *T*. Desta forma um (ECG) é formado por ondas captadas da despolarização e repolarização que ocorrem no coração (GUYTON e HALL, 2006).



**Figura 1- Representação Gráfica de um ciclo cardíaco captado por ECG**  
**Fonte: Guyton (1998).**

No início de um ciclo cardíaco é gerada a onda *P*, que é o resultado de potenciais elétricos gerados pela despolarização dos átrios antes de sua contração. Em seguida, ocorre o complexo *QRS* que é gerado pelos potenciais de ação quando a onda de despolarização se propaga pelos ventrículos, esta forma, pode-se dizer que tanto quanto onda *P* como complexo *QRS* são ondas de despolarização que ocorrem no coração. Por outro lado, a onda *T* é o resultado dos potenciais elétricos gerados enquanto os ventrículos se recuperam do estado de despolarização, este processo ocorre entre 0,25 a 0,35 segundos no coração, e

é conhecido como um processo de repolarização no final do ciclo cardíaco (GUYTON e HALL, 2006).

Em um ciclo cardíaco os tempos de intervalos da onda (R-R) quando captadas por (ECG) e transformados em software específico, produzem parâmetros de (VFC) e suas diversas variações, que podem ser lineares, não lineares, espectrais, geométricas, neurais e vetoriais (MALIK et al, 1999; GOSS e MILLER, 2013). Quanto às derivações existentes para (ECG), GUYTON e HALL, determinam que independente do tipo de análise: derivada I, derivada II e ou derivada III para (ECG), não importa qual derivação está sendo registrada, pois o resultado das mensurações depende somente das relações temporais em um ciclo cardíaco (GUYTON e HALL, 2006).

## **6.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC) E SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO (SNA)**

A forma como um intacto organismo reage ao stress do exercício físico ainda é algo que intriga os cientistas há décadas, assim como as necessidades e ajustes fisiológicos no corpo humano para suprir esta demanda (STEPHEN, 1976); visto desta forma, podemos destacar o sistema nervoso autônomo (SNA), como um dos principais responsáveis por estes ajustes fisiológicos no corpo humano (GUYTON e HALL, 2006).

O (SNA) controla a maioria das funções viscerais no corpo humano, além dos controles da frequência cardíaca (FC), secreção gastrointestinal, temperatura corporal e outras funções que são controladas inteiramente ou parcialmente por este sistema. Uma das principais características do (SNA) é a rapidez de sua atuação no corpo humano, por exemplo, em questões de segundos o (SNA) tem a capacidade de aumentar a (FC) duas vezes mais que os valores normais de repouso (GUYTON e HALL, 2006).

O SNA é ativado principalmente por centros localizados no hipotálamo, tronco cerebral e medula espinhal, sua operação ocorre na maioria das vezes de forma subconsciente. De uma forma geral, ocorre através de sinais sensoriais subconscientes entre órgãos viscerais e suas ligações com gânglios autônomos, tronco cerebral e hipotálamo, em consequência retornam respostas reflexas



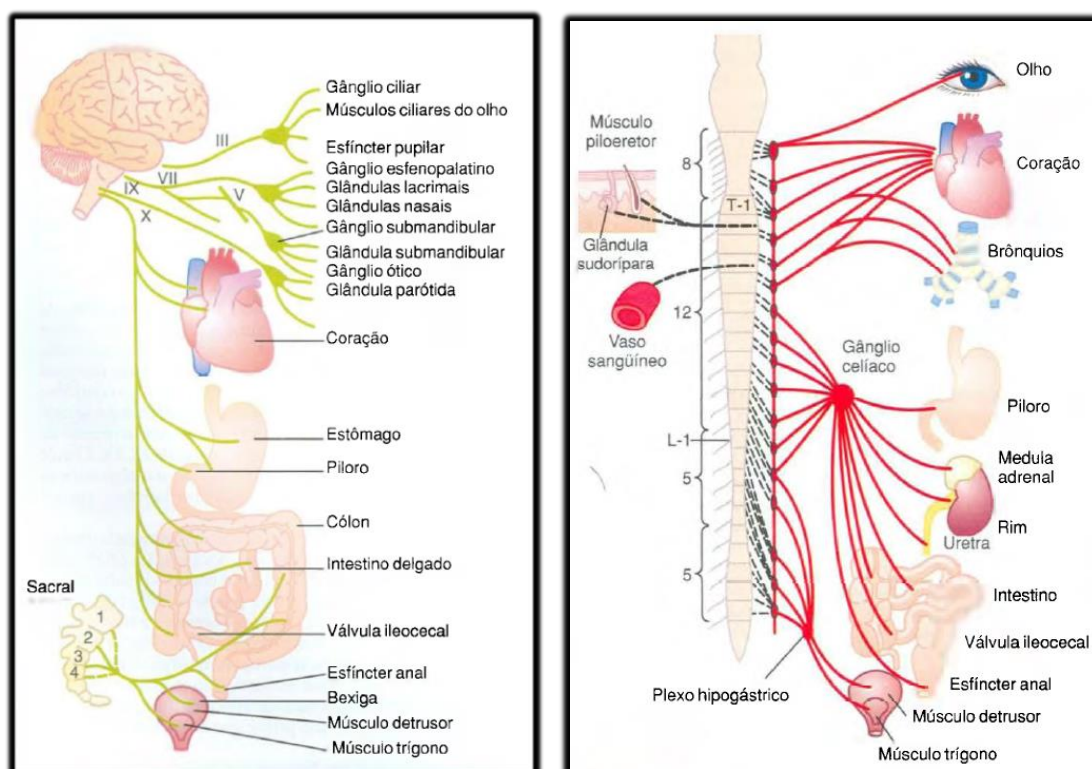
subconscientes para os órgãos viscerais para o controle de suas atividades, desta forma, estes sinais então são transmitidos aos diferentes órgãos do corpo através de duas subdivisões chamadas de sistema nervoso simpático (SNS) e parassimpático (SNP) (GUYTON e HALL, 2006).

Os sistemas simpáticos e parassimpáticos são continuamente ativos, suas atividades basais são conhecidas como tônus simpático e tônus parassimpático, porém, muitas funções viscerais que apresentam ligações com o (SNS) e (SNP), são em muitos casos reguladas pelos reflexos autônomos, que podem ser entendidos como reflexos involuntários do organismo, como por exemplo: reflexo autônomo cardiovascular, que é o aumento ou redução da pressão arterial, frequência cardíaca e reflexos baroreceptores (GUYTON e HALL, 2006).

Em muitos casos, o SNS atua de uma forma geral no organismo, onde sua atuação é decorrente da ativação do hipotálamo por consequência a uma reação de medo, terror ou dor intensa, a chamada de resposta de alarme ou de estresse. Por outro lado, o SNP atua de uma forma mais específica no organismo, como o aumento e ou redução dos batimentos cardíacos (GUYTON e HALL, 2006).

As fibras do sistema nervoso simpático conforme (figura 2), emergem da região intermédia lateral da coluna torácica, mais precisamente entre a região T1 e L2 e suas ramificações estendem-se e inervam veias sanguíneas e vísceras. A estimulação simpática é responsável pelo aumento de condução elétrica, força de contração e frequência cardíaca. Por outro lado, o sistema parassimpático (figura 2), emerge da região sacral e tronco encefálico, estende-se para a cabeça, tórax, abdômen, nervo vago e exerce uma função oposta ao sistema simpático, ou seja, controla redução de condução elétrica e redução da força de contração do coração (GUYTON, 2006).

Quanto às formas de análise e avaliação do (SNA), diversos testes e protocolos podem ser utilizados. Tradicionalmente baterias de testes propostos por *Ewing*, são os mais populares encontrados na literatura, onde a maioria dos testes é baseada na avaliação dos reflexos cardiovasculares desencadeadas através da realização manobras provocativas específicas ao (SNA) (Zygmunt e Stanczyk, 2009).



**Figura 2- Sistemas Parassimpático e Simpático e suas ramificações.**  
**Fonte: Guyton e Hall (2003).**

Segundo Zygmunt e Stanczyk (2009), os testes mais tradicionais utilizados na avaliação do (SNA), são:

- *Head-up Tilt Test*: teste que avalia a adaptação ortostática e suas respostas nos parâmetros hemodinâmicos em uma mudança abrupta da posição deitado para posição pé, realizado em uma mesa motorizada e tem como objetivo o diagnóstico de síncope do vaso vago e regulação autonômica observada através de (ECG).
- *Teste de Sensibilidade Barorreflexo*: teste realizado através de estimulação intravenosa administrada com fenilefrina e ou a aplicação de pressão negativa no pescoço na região carótida, onde a sensibilidade barorreflexa é calculada através do monitoramento do declive nos valores da pressão arterial sistólica e sua relação com os batimentos dos intervalos (R-R).
- *Teste Pressor Frio*: teste que consiste na imersão de pés ou mãos em água gelada a 4°C durante 60 a 90 segundos, então é observado a ativação simpática através do aumento da pressão arterial e frequência cardíaca, onde a resposta autonômica normal é considerada quando há um aumento de pressão arterial que excede 15 mmHg.
- *Manobra de Valsava*: teste realizado através de expiração forçada com resistência, onde é provocada uma pressão intratorácica e aumento de pressão arterial

baseado nas mudanças hemodinâmicas, desta forma então, é calculado o mais longo intervalo do batimento (R-R) pelo mais curto intervalo (R-R).

- *Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)*: método considerado o mais popular para análise do (SNA), consiste nas observações dos intervalos dos batimentos (R-R) e suas flutuações (SDNN), onde se podem observar os complexos mecanismos neurais responsáveis por estas flutuações, principalmente nas interações entre sistema simpático e parassimpático. Os métodos de análise deste teste podem ser observados de forma espectral ou linear através de ECG ou monitores de intervalos dos batimentos (R-R) (Zygmunt e Stanczyk, 2009).

Dos métodos de análise do (SNA) a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) vem sendo considerada como um dos mais promissores meios de análise deste sistema, pois, é um método de aparentemente fácil mensuração e não invasivo, onde sua mensuração pode ser realizada através de eletrocardiograma, frequencímetros cardíacos e holters (TASK FORCE..., 1996; MALIK et al, 1996; BERNTSON et al, 1997).

Os primeiros estudos de relevância da VFC através dos intervalos dos batimentos cardíacos (R-R) e suas oscilações foram realizados em 1958, quando Hon, através de eletrocardiograma observou distintas alterações entre intervalos dos batimentos cardíacos (R-R) e frequência Cardíaca (FC) em fetos e suas respectivas mães. Desde então, diversos métodos de mensuração e de análise da VFC foram criados (HON, 1966).

A Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) pode ser definida como mudanças, desequilíbrios ou oscilações do sistema nervoso autônomo (SNA), mais precisamente quando estes desequilíbrios ocorrem nos sistemas simpático e parassimpático e suas ramificações no corpo humano (MALIK et al, 1996; TASK FORCE..., 1996, BERNTSON et al, 1997). Mais especificamente, VFC pode também ser convencionalmente aceita como termo para descrever as oscilações nos intervalos dos batimentos cardíacos (R-R) e oscilações em um ciclo cardíaco na forma espectral e linear (TASK FORCE..., 1996).

## **6.2 SISTEMA SIMPÁTICO/PARASSIMPÁTICO E VFC**

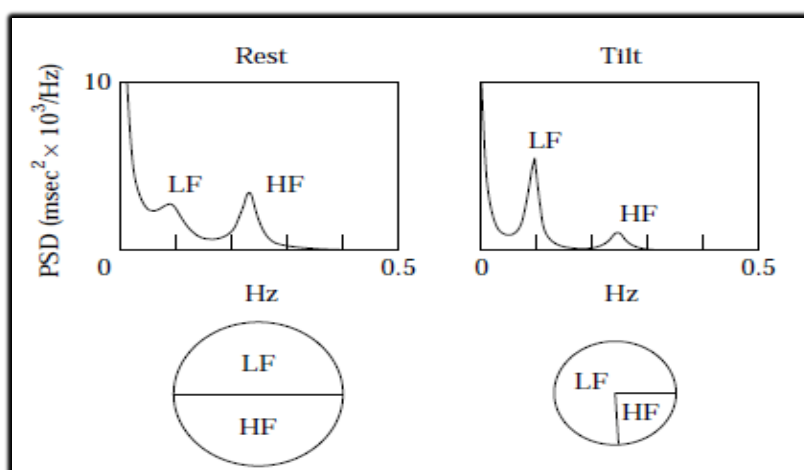
A atuação dos sistemas simpáticos e parassimpáticos quando vistos através da VFC podem ser entendidos como um sinal de força espectral usado para

quantificar o mecanismo de controle cardiovascular (AUBERT et al, 2003). A densidade da força espectral e suas flutuações de uma típica frequência cardíaca podem ser divididas em três bandas de frequência: muito baixa frequência – (*Very Low Frequency-VLF*), baixa frequência – (*Low Frequency-LF*) e alta frequência – (*High Frequency- HF*).

As atividades Parassimpáticas aferentes podem ser consideradas flutuações rápidas de alta frequência (HF), como por exemplo: oscilações da VFC ligadas à respiração, enquanto que atividades simpáticas podem ser consideradas, flutuações lentas que estão mais ligadas à baixa (LF) e (VLF), como por exemplo: mecanismos de termoregulação e baro-reflexoras (AUBERT et al, 2003).

As interações entre os sistemas simpáticos e parassimpáticos podem ser mais bem entendida através do simples estímulo autonômico da mudança posição supina para posição em pé de uma pessoa. Neste estímulo ocorre uma mudança brusca no fluxo sanguíneo do peito para a região abaixo do diafragma, ocorrendo desta forma, um aumento na frequência cardíaca que está ligada a uma rápida redução do fluxo parassimpático ligado a (HF) e um aumento do sistema simpático ligado a (LF), figura 3 (AUBERT et al, 2003).

Por outro lado, os intervalos dos batimentos (R-R) quando observados através das flutuações do SNP e SNS, apesar de suas ligações, nem sempre apresentam variações lineares entre si e seu desvio padrão (SDNN), pois, indivíduos podem apresentar valores similares de intervalos (R-R), mas no entanto, podem apresentar valores diferentes de desvio padrão (SDNN), o que resulta em maior ou menor VFC, conforme pode se observar na figura 4 (FURLAN et al, 1993).



**Figura 3- Comportamento de LF e HF em repouso e esforço físico.**  
 Fonte: Task Force... (1996).

As oscilações dos sistemas simpáticos e parassimpáticos que geram os sinais de ondas espectrais (HF; LF; VLF) e suas ligações com os intervalos dos batimentos (R-R), podem ser obtidas através da onda RR de um ciclo cardíaco e outro, podendo ser captado por ECG ou monitores específicos para este fim. Estes sinais analógicos então são processados a uma resolução de 250 Hz a 1000 Hz e tem como resultado uma serie de eventos: o tacograma (figura 5) (AUBERT et al, 2003; TASK FORCE..., 1996).

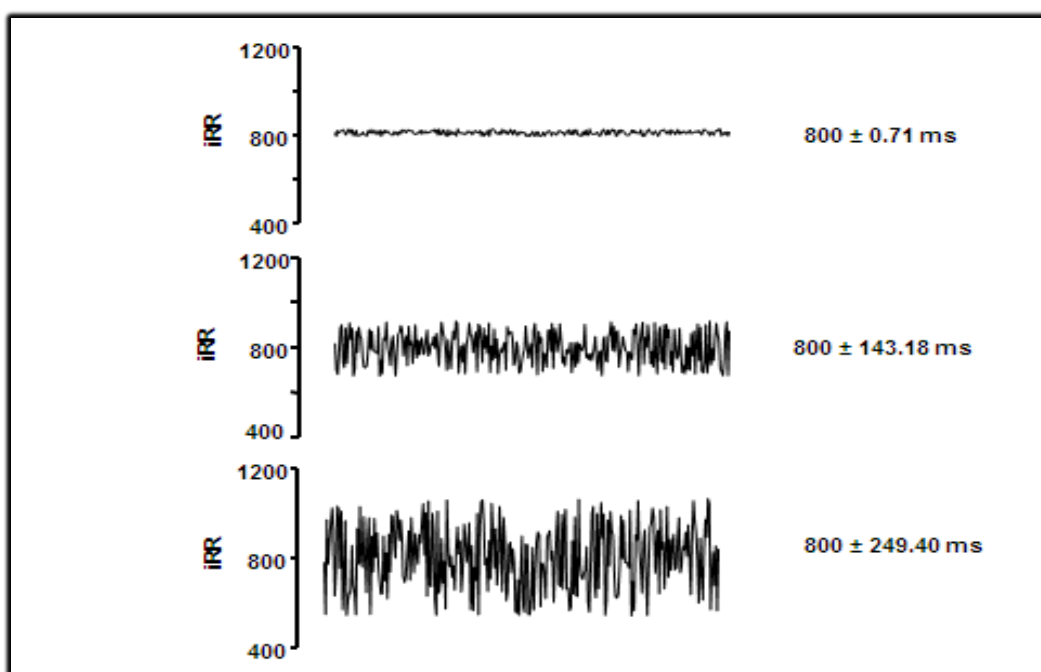


Figura 4- Apresentação de um mesmo intervalo (R-R) e a variação desvio padrão (SDNN).  
Fonte: Furlan (1993).

Os valores de (R-R) então são editados em softwares existentes no mercado e demonstrados nos parâmetros de VFC no domínio do tempo e domínio de frequência espectral (AUBERT et al, 2003, TASK FORCE...1996).

A Figura 6 demonstra um dos mais populares softwares de codificação dos parâmetros de VFC, o software Kubios HRV apresenta os resultados de VFC na forma espectral e linear no domínio do tempo, assim como diversos parâmetros de VFC que vão desde *AR Spectrum* há parâmetros não lineares como *Point Care Plot* (TARVAINEN M P et al, 2014).

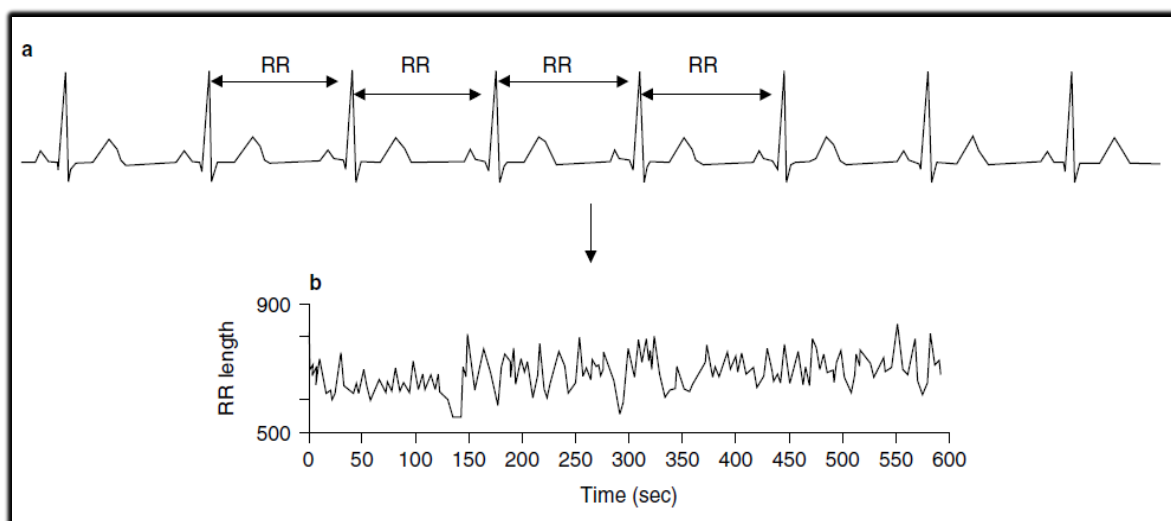


Figura 5- Série de intervalos batimentos (R-R) e Tacograma.  
Fonte: Aubert (2003)

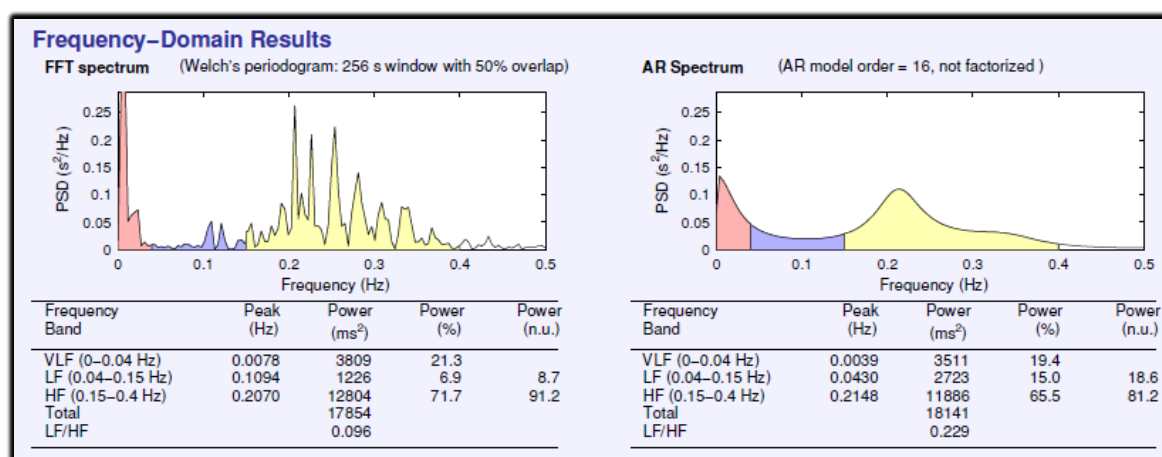


Figura 6- Parâmetros de VFC gerado por software Kubios HRV. Fonte: Kubios (2014)

## 6.2.1 MENSURAÇÃO DA (VFC) NO DOMÍNIO DE TEMPO

Análise no domínio de tempo dos parâmetros de VFC são cálculos estatísticos dos intervalos (R-R) geralmente expressos em milissegundos. Os parâmetros de VFC no domínio do tempo são obtidos através da onda RR entre um ciclo cardíaco e outro, onde desta forma, é mensurada a distância entre uma onda R e outra R (TASK FORCE..., 1996). As principais formas de análise e cálculos da VFC no domínio de tempo são aritméticas e geométricas (TASK

FORCE..., 1996; MALIK et al, 1996; JONG M, 2005). A figura abaixo demonstra os principais métodos estatísticos dos parâmetros de VFC no domínio de tempo.

<b>Definição dos índices do domínio do tempo da variabilidade da frequência cardíaca</b>		
<b>Índices</b>	<b>Unidade</b>	<b>Definição</b>
RR médio	Ms	Média de todos os intervalos RR normais
SDNN	Ms	Desvio padrão de todos os intervalos RR normais
SDNNi	Ms	Média dos desvios padrões 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 da soma das diferenças sucessivas entre intervalos RR normais adjacentes ao quadro
pNN50	%	Percentual de intervalos RR normais que diferem mais que 50 milissegundos de seu adjacente.

Figura 7- Parâmetros de VFC no Domínio de tempo. Fonte: Task Force...( 1996).

## 6.2.2 MENSURAÇÃO DA (VFC) NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA

A mensuração dos parâmetros da VFC no domínio da frequência está relacionada à forma de densidade espectral (DE) da VFC, com seus valores geralmente expressos em: hertz (Hz), milissegundos ao quadrado ( $ms^2$ ) e unidade normalizada (n.u) (TARVAINEN M P et al, 2014).

Os métodos para cálculo da DE geralmente são classificados em não paramétrico e paramétrico, onde através da *Transformada de Fourier- FFT* os parâmetros de VFC no domínio da frequência resultam em diversos tipos de densidade espectral (TASK FORCE, 1996; MALIK et al, 1996; JONG M, 2005).

Os parâmetros de VFC no domínio da frequência são:

-VLF: (DE) de muito baixa frequência (*very low frequency*) (0,015 a 0,04 Hz), mediado pela termoregulação e o sistema renina-angiotensina-aldosterona.

- LF: (DE) de baixa frequência (*low frequency*) (0,04 a 0,15 Hz), mediado pelos reflexos baroreceptores e relacionada com sistema simpático.

- HF: (DE) de alta frequência (*high frequency*) (0,15 a 0,40 Hz), indica o tônus vagal e tem relação com sistema parassimpático.

Na figura 8 podemos observar os parâmetros de VFC no domínio de frequência.

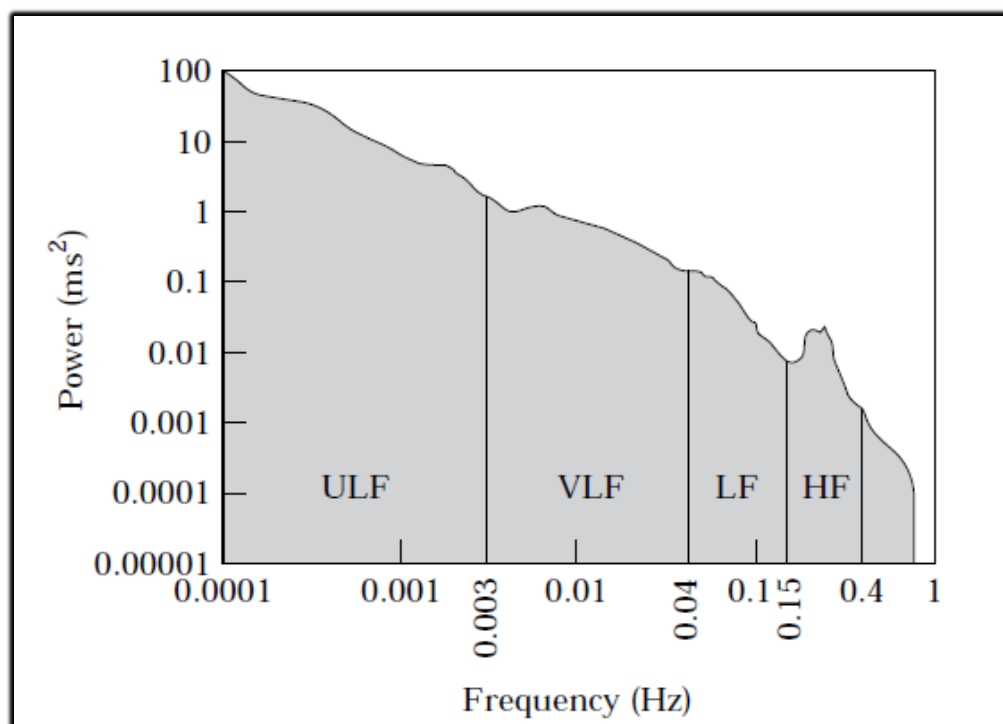


Figura 8- Parâmetros de VFC no Domínio da Frequência. Fonte: Task Force....(1996).

## 6.5 EXERCÍCIO FÍSICO E VFC

Exercício Físico pode ser entendido como qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos, que resulte em um gasto energético acima dos níveis de repouso (CASPERSEN C J et al,1985). A ligação entre os parâmetros de VFC e exercício físico é fortemente relacionada, pois, os ajustes cardiovasculares no exercício representam desde uma combinação e integração neural que envolve os sistemas simpáticos e parassimpáticos a fatores químicos locais. Os ajustes neurais provocados pelo exercício podem ser relacionados com reflexos originados na contração muscular e ou controles baro-reflexores (AUBERT et al, 2003).

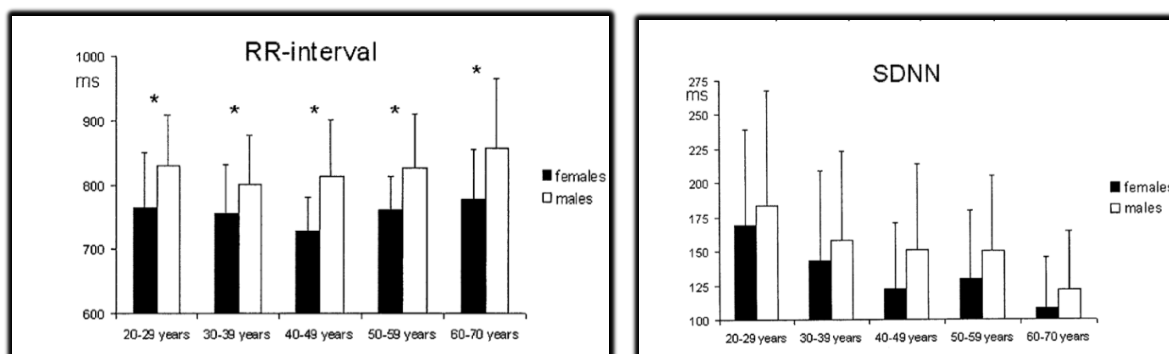


Quando os parâmetros de VFC são testados sob os efeitos do exercício físico, diversas variações relacionadas à (HF), (LF) e intervalos dos batimentos (R-R), ocorrem no organismo.

A VFC sob o efeito do exercício físico agudo sofre uma maior excitação dos fluxos de baixa frequência (LF), e uma redução dos fluxos de alta frequência (HF), e esta prevalência consiste em indivíduos bem treinados, mesmo em períodos logo após repouso. O exercício físico influencia na velocidade e sensibilidade da resposta da VFC, pois, indivíduos treinados apresentam uma maior velocidade de modulação das ondas espectrais, quando comparados com indivíduos sedentários (DIXON et al, 1992; FURLAN et al, 1993; , TASK FORCE..., 1996; AUBERT et al, 2003).

Por outro lado, Araújo et al (2016), quando investigou o efeito do exercício físico nos parâmetros de VFC em atletas de Judô ao longo de 6 meses, observou que o exercício provoca uma melhora no sistema cardiovascular autonômico quando comparados com sedentários e ainda, uma maior estimulação do sistema parassimpático do qual tem ligação com os valores de HF no domínio do tempo. Da mesma forma, Yataco et al (1997), investigou a VFC em atletas acima de 40 anos, o mesmo, observou que atletas sêniores apresentam maiores valores de modulação parassimpática e uma melhor função autonômica, quando comparados com sedentários. Neste mesmo estudo, Yataco et al (1997) concluiu que o declínio dos parâmetros de VFC com idade, está associada ao estilo de vida e não somente à idade do indivíduo.

Quanto os parâmetros de VFC e seus efeitos crônicos relacionado ao exercício, Bonnemeier H et al (2003), estudou o comportamento da VFC em indivíduos moderadamente ativos entre 20 a 70 anos de idade, as conclusões observadas foram que, em indivíduos moderadamente ativos, o avanço da idade está relacionada com um declínio nos desvios padrões dos intervalos (R-R) (SDNN) figura 9.



**Figura 9- Comparação entre intervalos dos batimentos (R-R) e Desvio Padrão em indivíduos moderadamente ativos no decorrer do avanço da idade. Fonte: Bonnemeier (2003).**

Quanto ao comportamento agudo dos parâmetros de VFC, Nummela et al (2016), observou durante oito semanas o comportamento da VFC em sua fase noturna após treino de alta intensidade, os resultados observados foram uma maior excitação do sistema parassimpático e também sistema simpático, o que difere do comportamento agudo da VFC logo após exercício físico. Nummela et al (2016), observou também que indivíduos que receberam aumento de intensidade de treinamento no decorrer das oito semanas, apresentaram valores de HF e LF superiores ao grupo controle no mesmo período de treinamento, assim como valores absolutos dos parâmetros de VFC.

#### 6.4 MONITORES DE FREQUÊNCIA CARDÍACA E SUA VALIDAÇÃO

Foi na década de 1980 a época que se criaram os primeiros monitores de frequência cardíaca (MFC) para uso durante o exercício assim como para atividades aeróbias (PIMENTEL et al, 2010). Avanços neste tipo de tecnologia têm ajudado atletas, treinadores, cientistas e equipes médicas a utilizarem através dos monitores de frequência cardíaca a quantificação de intervalos de batimentos cardíacos (R-R) e conseqüentemente a análise dos parâmetros de VFC (WEIPPERT et al, 2010; KUMAR et al, 2007; KIVINIEMI et al, 2007).

Diversos estudos que envolvem MFC e sua relação com ECG, VFC, intervalos dos batimentos (R-R) e FC, podem ser encontrados na literatura (BARBOSA et al, 2016; GILES et al, 2016; KINGSLEY et al, 2004; TERBIZAN et al, 2002; WEIPPERT et al, 2010; NUNAN D et al, 2008; PIMENTEL et al, 2010; KIVINIEMI et al, 2007). Modelos como Polar S810, Polar V800, Polar H7e Polar RS

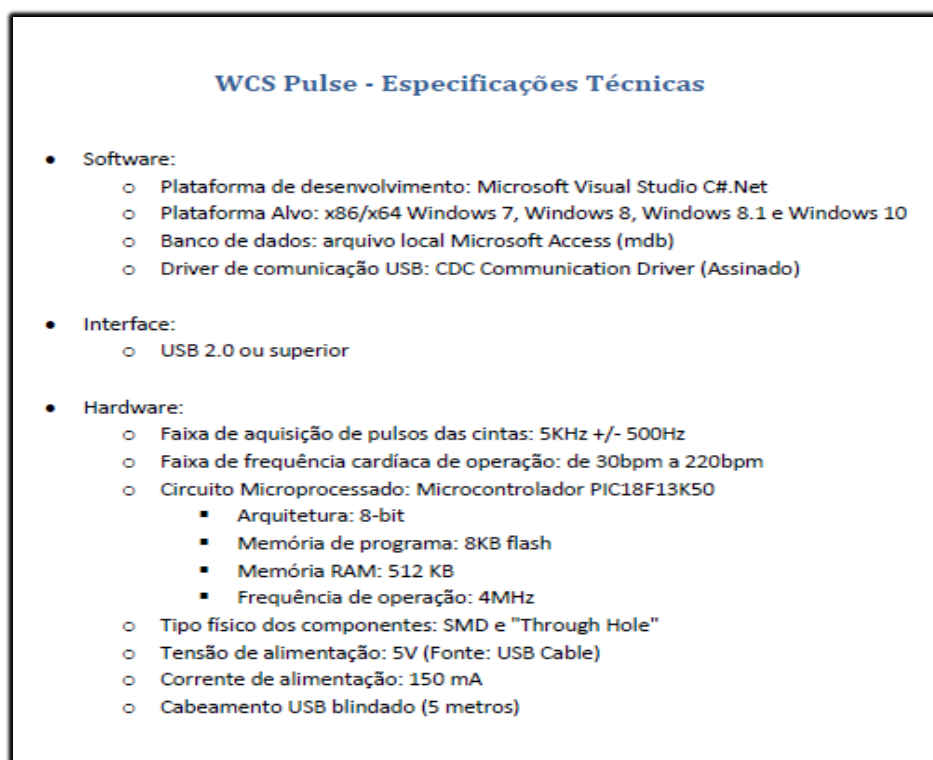
800g<sup>3</sup>, incorporam em um mesmo aparelho o monitoramento da FC, a capacidade de registrar os intervalos de (R-R) e valores dos parâmetros de VFC (BARBOSA et al, 2016; GILES et al, 2016; PIMENTEL et al, 2010). Outro modelo introduzido no mercado de MFC é o modelo Suunto T6, que tem capacidade para registrar intervalos de (R-R) e FC, porém, não permite análise de valores de VFC no próprio monitor (WEIPPERT et al, 2010). Pode-se encontrar também no mercado MFC Instapulse 100 e ou Accumen Basix, que são MFC, mas, no entanto, monitoram somente a FC e não permite a mensuração de intervalos R-R (TERBIZAN J D et al, 2002).

Quanto à validade de instrumentos de MFC, diversos estudos podem ser encontrados na literatura que apontam padrões de validação já estabelecidos, (BARBOSA et al, 2016; GILES et al, 2016; KINGSLEY et al , 2004; TERBIZAN et al, 2002; WEIPPERT et al, 2010; NUNAN D et al, 2008; PIMENTEL et al, 2010; KIVINIEMI et al, 2007). Porém, segundo Barros et al (2012), há diversos tipos de validade: lógica, conteúdo, concorrente, construto e predicativa, sendo a validade concorrente o método mais usual para avaliar a validade de um instrumento, contudo, este procedimento consiste na comparação da medida do instrumento que está sendo avaliado com aquele de referência ou padrão ouro (BARROS et al 2012).

Nos procedimentos de validação, os MFC são colocados em funcionamento em tempo real com padrão ouro estabelecido geralmente ECG, desta forma, são captados os valores de FC e intervalos dos batimentos (R-R). Em seguida, são calculadas todas as derivações e parâmetros de VFC em termos lineares e espectrais. Quanto à análise dos valores apresentados através dos MFC em processo de validação, diversos estudos apontam vários tratamentos estatísticos para análise de validação: coeficiente de correlação intraclasse (CCI), teste *t* pareado, dispersão de *Bland and Altman*, correlação de *Pearson* entre outros. Conforme observações na literatura, através destes resultados são observadas as diferenças estatísticas dos valores dos intervalos dos batimentos (R-R), desvio padrão dos intervalos dos batimentos (R-R) (SDNN), diferenças dos valores de alta frequência (HF), baixa frequência (LF) e outras derivações dos parâmetros de VFC nas formas lineares, tanto quanto, espectrais (BARBOSA et al, 2016; GILES et al, 2016; KINGSLEY et al , 2004; TERBIZAN et al, 2002; WEIPPERT et al, 2010; NUNAN D et al, 2008; PIMENTEL et al, 2010; KIVINIEMI et al, 2007).

## 6.5 MONITOR DE VFC - WCS

O monitor dos intervalos dos batimentos (R-R) WCS Pulse, figura 11, faz a captação dos pulsos elétricos cardíacos por meio de cinta de captação modelo T-31 *coded* Polar. A captação é realizada por um receptor calibrado para detectar pulsos de radiofrequência na faixa de 5KHz (+/-100Hz) e dotado de cabo USB para transmissão dos dados recebidos para um computador a cada pulso cardíaco detectado. Os intervalos (R-R) deste monitor são captados a cada potencial elétrico ocorrido no coração onde é estipulado um limiar eletrocardiográfico, em seguida, as oscilações são detectadas através de uma interface de comunicação e, então, armazenadas no formato de milissegundos em um software próprio do equipamento. Na figura 10, pode-se observar as especificações técnicas do monitor dos intervalos dos batimentos (R-R) WCS Pulse.



**Figura 10- Especificações monitor intervalos dos batimentos (R-R) WCS Pulse.**  
**Fonte: Cardiomed (2015).**



**Figura 11- Monitor dos intervalos dos batimentos (R-R) WCS Pulse.**  
Fonte: Cardiomed (2015).

## **7. METODOLOGIA**

### **7.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA**

Esta pesquisa de campo caracterizou-se do tipo quantitativa descritiva, que consiste em investigações empíricas, que é a descrição de uma determinada população para delimitação ou análise das características de fatos, fenômenos ou avaliação (LAKATOS E MARCONE, 2003; GIL 2002).

Esta pesquisa respeitou a Resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde através de protocolo aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da UTFPR sob nº 953.500 em 11/02/2015.

### **7.2 POPULAÇÃO E TAMANHO DA AMOSTRA**

A população utilizada nesta pesquisa foi de atletas praticantes de Jiu-Jitsu das Escolas Gracie Barra de Curitiba que somam aproximadamente 600 pessoas.

A amostra foi selecionada de forma intencional respeitando os critérios de inclusão e exclusão da pesquisa até um total de 25 atletas do sexo masculino.

Conforme Tritschler, quando as amostras são inferiores a 150 indivíduos, a amostragem deve ser de 20 %, quando superior a isso, se aceita 10% como um valor com significância estatística (TRITSCHLER, 2003).

### **7.3 SELEÇÕES DOS PARTICIPANTES, GRUPOS ESPECIAIS, TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE), FATORES DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.**

Os sujeitos dessa pesquisa não pertenceram a grupo especial. Todos concordaram em participar, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A).

Os participantes da pesquisa foram selecionados de maneira equitativa, ou seja, todos tiveram as mesmas chances de participar da pesquisa sem distinção de raça, religião, etc.

#### **7.3.1 Critérios de Inclusão**

- Assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.
- Foram incluídos na amostra do estudo os indivíduos que:
  - Pertenceram ao sexo masculino.
  - Praticaram Jiu-Jitsu nas Escolas Gracie Barra de Curitiba por mais de um ano.
  - Apresentaram idade superior a 18 anos.
  - Tiveram uma frequência semanal treino de no mínimo três vezes na semana.
  - Não estavam tomando qualquer tipo de intensificador de *desempenho*.

#### **7.3.2 Critérios de exclusão**

Foram considerados excluídos da amostra do estudo todos os indivíduos que:

- Manifestaram o desejo de abandonar sua participação no estudo.
- Apresentaram queixas de dores musculares ou posturais, de equilíbrio, fraturas ou cirurgias anteriores.
- Manifestaram acometimentos infectocontagiosos em qualquer momento do acompanhamento.

## **7.4 RELAÇÕES DESCONFORTOS E BENEFÍCIOS**

Os desconfortos neste presente estudo estavam 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. Por meio deste estudo esperou-se o benefício de um melhor conhecimento do comportamento da VFC em atletas de lutas.

## **7.5 MONITORAMENTO E SEGURANÇA DOS DADOS**

Os dados foram tabulados e avaliados estatisticamente através de programa IBM SPSS Statistics versão 24. Todos os dados foram codificados, sendo os dados dos sujeitos protegidos e confidenciais.

## **7.6 AVALIAÇÃO DOS DADOS**

O estudo utilizou estatística descritiva, segundo Barros et al (2012) são medidas de posição e dispersão caracterizadas por uma amostra que podem ser analisadas por: Correlação *Pearson* ( $r$ ), verificação de significância *Student* ( $t$ ) pareado, Coeficiente de Correlação intraclassa (CCI), Blant Altman para dispersões e Regressão linear para teste de significância para dispersões.

## **7.7 PRIVACIDADE E CONFIDENCIALIDADE**

Os pesquisadores garantiram 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 foi respeitada.

## **7.8 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS**

Nos dias previstos, anteriormente às aulas de Jiu-Jitsu o atleta escolhido foi abordado e tomou ciência dos objetivos do estudo, assinou o termo de

consentimento livre e esclarecido e em seguida foi acompanhado até o vestiário do local, onde foi fixada uma cinta de captação de sinais de frequência cardíaca modelo T-31 *coded* da marca Polar. Primeiramente, a cinta foi desinfetada com álcool gel 70%, e em seguida foi fixado na altura do processo xifoide na região do tórax do atleta. O atleta foi então transferido ao tatame do local e foi colocado em decúbito dorsal para a fixação eletrodos do ECG portátil modelo *Porta PAK / 90 Medical Reserch L.* ligado a computador portátil marca Acer modelo ZQH Windows 7. Os eletrodos foram fixados conforme se pode observar na figura 12, na região dos punhos dos membros superiores do indivíduo, com seus eletrodos voltados para o lado medial do indivíduo; na região dos membros inferiores, os eletrodos foram fixados na região próxima ao tornozelo com seus eletrodos voltados para a parte medial do indivíduo conforme procedimento anterior. Segundo as recomendações da Task Force..., (1996), o atleta foi então instruído a ficar em repouso com os olhos fechados, realizando procedimento normal de respiração durante protocolo estabelecido de sete minutos.

Quanto ao procedimento de uso do monitor dos intervalos dos batimentos (R-R) WCS Pulse, o receptor do equipamento desenvolvido ficou a uma distância de aproximadamente um metro da cinta de captação de frequência cardíaca T-31 *coded* da marca Polar. Em seguida, através de conector USB ligado a computador específico (marca Acer modelo ZQH Windows 7) foi realizada a conexão com software específico WCS Pulse. Em seguida o equipamento apresenta dois sinais de funcionamento: (a) luz vermelha, sinal equipamento está ligado; (b) luz verde piscando é o sinal de que o equipamento está recebendo os impulsos elétricos emitidos por meio da cinta torácica, caracterizando-se desta forma o correto procedimento para coleta dos dados dos intervalos batimentos (R-R) através do MFC WCS Pulse.

Desta forma, os dados dos intervalos dos batimentos cardíacos (R-R) dos dois equipamentos foram coletados através do monitor WCS Pulse e ECG *Porta PAK/90*, onde foram transmitidos para um computador portátil marca Acer modelo ZQH Windows 7. Em seguida os dados captados por monitor WCS foram armazenados em software próprio e em seguida transferidos a um software da marca Kubios. Os dados de ECG *Porta PAK/90* foram armazenados em software da marca InDaQ, em seguida transportados a um software da marca Kubios HRV para em seguida obter os valores finais dos parâmetros de VFC.



Após coleta dos dados, foi retirado o monitor dos intervalos dos batimentos (R-R) WCS Pulse, cinta de captação de sinais de frequência cardíaca modelo T-31 *coded* da marca Polar e eletrodos de ECG, então o atleta foi liberado para treinamento de Jiu-Jitsu. O atleta desde procedimento descrito anteriormente, não realizou nenhum tipo de treinamento físico de qualquer gênero, nem aulas de Jiu-Jitsu da própria escola nas próximas 48 horas. O mesmo retornou ao local da pesquisa 24 e 48 horas após procedimento, para coleta dos dados de intervalos dos batimentos (R-R), conforme os mesmos procedimentos descritos anteriormente.

Para análise do comportamento dos intervalos dos batimentos (R-R) coletados através de monitor WCS Pulse e ECG, os dados foram então exportados para programa IBM SPSS Statistics 24, onde foram separados em conjuntos de dados: pré-aula, 24 e 48 horas após-aula de Jiu-Jitsu. Após coleta, foram realizados os tratamentos estatísticos como descritos anteriormente. Para análise do monitor WCS Pulse e ECG, os dados da pesquisa foram separados em dois grupos: Grupo ECG *Porta PAK/90* e Grupo WCS Pulse, onde foram realizados os mesmos procedimentos descritos anteriormente e em seguida foi feita a verificação de correlações, teste de significância e coeficientes de correlação proposta por Barros et al (2012) entre os grupos dos dois instrumentos apresentados.



**Figura 12-** Foto ilustrativa procedimento da pesquisa.

## 8 RESULTADOS

Primeiramente, são apresentados os parâmetros de Variabilidade da Frequência Cardíaca obtida através dos intervalos (R-R) dos equipamentos WCS e ECG utilizados da pesquisa. As tabelas apresentadas são dos principais aspectos que resultam os parâmetros de VFC: Intervalos (R-R), SDNN, LH, HF e LF/HF. Após esta descrição, são analisados os indicadores estatísticos de correlação *Pearson* ( $r$ ), coeficiente de correlação intra-Classe (CCI) e teste *Student t* pareado em pré-exercício, 24 e 48 horas após exercício, analisados separadamente. Em seguida, foram apresentados gráficos de dispersão *Blant-Altman* plot e regressão linear dos aspectos de VFC em (R-R), SDNN e LF/HF em pré-exercício.

Na tabela 1, pode se observar os valores médios dos intervalos (R-R) em pré-exercício descritos em milissegundos respectivamente, WCS e ECG ( $850,0 \pm 122,7 / 944,3 \pm 105,7$ ). Conforme observado, os valores (R-R) apresentaram uma boa correlação ( $r = 0,92$ ), da mesma forma, correlação intra-Classe (CCI) apresentou também uma boa correlação (0,95) intervalo de confiança (0,90-0,98). Por outro lado, (R-R) pré-exercício apresentou uma diferença significativa entre monitor dos intervalos dos batimentos (R-R) WCS Pulse e ECG ( $p < 0,001$ ) quando comparados através de teste pareado *Student t* ( $p = > 0,05$ ).

Quanto aos valores de desvio padrão SDNN; na tabela 1, pode-se observar uma forte correlação, tanto quanto, para *Pearson* ( $r$ ) ( $r = 0,97$ ) como para (CCI) 0,98(0,96-0,99). Diferentemente dos intervalos (R-R), SDNN não apresentou diferença significativa ( $p = 0,209$ ) através de teste pareado de *Student* ( $p = > 0,05$ ).

Quanto aos aspectos dos parâmetros de VFC no domínio de frequência (LF, HF e LF/HF) em pré-exercício, os valores de correlação apresentaram-se superiores quando comparados com intervalos (R-R) (tabela1). Baixa Frequência (LF) foi o valor de menor representatividade em correlação ( $r$ ) (0,90); (CCI) (0,94) (0,88-0,97), quando comparados com alta frequência (HF) e a razão de (LF/HF), porém, (LF) entre WCS Pulse e ECG não apresentou diferença significativa em teste *t* pareado ( $p = 0,465$ ) ( $p = > 0,05$ ). Por outro lado, (HF) e (LF/HF) apresentaram valores de forte correlação ( $r$ ) ( $r = 0,97$ ) ( $r = 0,98$ ) respectivamente, assim como, correlação intra-Classe (0,97); (0,99), mas por outro lado, apresentaram diferenças significativas *Student t* ( $p = 0,006$ ) ( $p = 0,007$ ) ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 1. Parâmetros de Variabilidade da Frequência Cardíaca obtida através de WCS e ECG em pré-exercício.**

	WCS(ms)	ECG(ms)	Pearson( <i>r</i> )	CCI	<i>t</i> (p=>0.05)
(R-R)	850,0±122,7	944,3±105,7	0,92	0,95(0,90-0,98)	0,001
SDNN	73,2±27,9	71,4±26,7	0,97	0,98(0,96-0,99)	0,209
LF	1578,9±1032	1650±1077	0,90	0,94(0,88-0,97)	0,465
HF	1848,3±2560	1421,6±2077	0,97	0,97(0,94-0,99)	0,006
LF/HF	1,90±2,7	2,20±2,6	0,98	0,99(0,98-0,99)	0,007

Fonte: Autor.

Os valores dos parâmetros de variabilidade da frequência cardíaca entre WCS Pulse e ECG após 24 horas do exercício pode ser observados na tabela 2. O maior valor de correlação (*r*) e (CCI) observado foi para (LF) (*r* = 0,98) (CCI=0,98). Porém, no teste pareado de amostras dependentes *Student t*, (LF) apresentou o menor valor de significância ( $p > 0,167$ ) ( $p = > 0.05$ ), mas não apresentou diferença significativa entre WCS e ECG. Intervalos (R-R) 24 horas após exercício apresentaram uma forte correlação (CCI) (0,96) e uma boa correlação (*r*) (*r* = 0,92); porém, conforme visto anteriormente (Tabela1), intervalos (R-R) 24 horas após exercício apresentou uma diferença significativa entre WCS Pulse e ECG ( $p = 0,001$ ) ( $p = < 0.05$ ).

A alta frequência (HF) após 24 horas exercício foi o maior parâmetro de VFC em todos os aspectos observados, pois apresentou uma forte correlação para (CCI) (0,98), assim como uma forte correlação para *Pearson (r)* (*r* = 0,97) e *Student (p=0,967)* ( $p = > 0.05$ ). O menor valor de correlação observado na Tabela 2 em 24 horas após exercício foi (LH/HF), pois apresentou valores de (CCI) (0,79) e ainda menor para *Pearson (r)* (*r* = 0,68), no entanto, (LF/HF) entre WCS Pulse e ECG mostrou-se sem diferenças significativas em teste *t* ( $p = 0,226$ ) ( $p = > 0.05$ ).

**Tabela 2. Parâmetros de Variabilidade da Frequência Cardíaca obtida através de WCS e ECG 24 horas após exercício físico.**

	WCS(ms)	ECG(ms)	Pearson( <i>r</i> )	CCI	<i>t</i> ( <i>p</i> => 0,05)
(R-R)	844,5±129,9	946,5±119,4	0,92	0,96(0,88-0,98)	0,001
SDNN	78±39,7	80,7±36,4	0,90	0,95(0,85-0,98)	0,524
LF	2006,8±2407	2241,0±2834	0,98	0,98(0,95-0,99)	0,167
HF	1632,1±1971	1627,2±2030	0,97	0,98(0,95-0,99)	0,967
LF/HF	2,09±1,47	2,43±1,84	0,68	0,79(0,42-0,92)	0,226

Fonte: Autor.

Os resultados dos parâmetros de VFC 48 horas após exercício podem ser observados na Tabela 4. Os intervalos médios de intervalos (R-R) (846,3±120,3 / 933,1±129,2) apresentaram diferenças significativas entre WCS e ECG (*p*=0,001) (*p* => 0,05), conforme visto anteriormente nos outros resultados apresentados. Por outro lado, SDNN apresentou os maiores valores de correlação (*r*) (*r* = 0,99) e (CCI) (0,99) quando comparado com pré-exercício e 24 horas após exercício. Os valores de (LF/HF), diferentemente como observado anteriormente (Tabela3) apresentou uma boa correlação para (*r*) (*r* = 0,85), assim como (CCI) (0,99).

**Tabela 4. Parâmetros de Variabilidade da Frequência Cardíaca obtida através de WCS e ECG 48 horas após exercício físico.**

	WCS(ms)	ECG(ms)	Pearson( <i>r</i> )	CCI	<i>t</i> ( <i>p</i> => 0,05)
(R-R)	846,3±120,3	933,1±129,2	0,97	0,98(0,94-0,99)	0,001
SDNN	74,1±27,9	70,8±26,8	0,99	0,99(0,98-0,99)	0,006
LF	1870,6±1673	1934,6±1668	0,96	0,98(0,94-0,99)	0,619
HF	1264,3±1213	1189,8±1195	0,98	0,99(0,96-0,99)	0,288
LF/HF	2,10±1,7	2,60±2,2	0,85	0,90(0,68-0,97)	0,171

Fonte: Autor.

Os resultados dos valores de dispersão dos parâmetros VFC de intervalos (R-R), SDNN e LF/HF podem ser observados na figura 5. Conforme *Bland e*

Altman plot da diferença entre WCS e ECG e médias dos intervalos (R-R) (A), SDNN (B) e LF/HF (C). Conforme Figura5 pode-se observar que pontos de dispersão encontram-se dentro dos limites dos intervalos de confiança estabelecidos (95%).

Conforme gráficos de dispersão de regressão linear apresentada na (Figura 6), o valor de coeficiente de regressão menos significativo entre diferenças e médias de intervalos (R-R), SDNN e LF/HF, foi o valor de significância para intervalos (R-R) ( $p=0.100$ ) ( $p=>0.05$ ). Quanto ao valor (LF/HF), foi observado o maior valor de significância observado para regressão linear deste estudo ( $p=0,77$ ) ( $p=>0.05$ ). O valor SDNN que reflete desvios padrão dos intervalos (R-R), foi observado um valor de significância ( $p=0,505$ ) ( $p=>0.05$ ). Apesar das diferenças observadas entre os valores de ( $p$ ) após regressão linear entre os parâmetros de VFC intervalos (R-R), SDNN e LF/HF, não foi observada nenhuma diferença significativa menor que ( $p<0.05$ ) das diferenças e médias dos equipamentos WCS Pulse e ECG Porta Porta PAK/90.

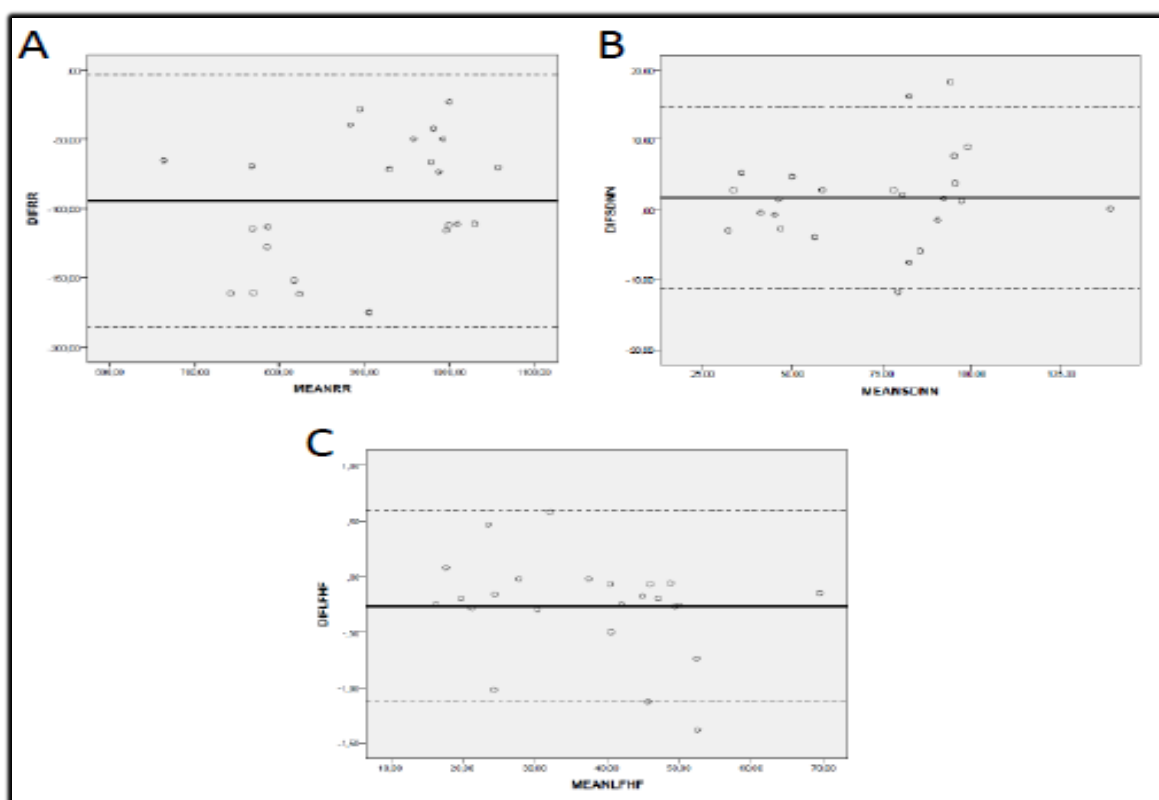


Figura 13- Gráficos dos limites de concordância (95%) Blant e Altman plot entre diferença e média (R-R), SDNN e LF/HF. Fonte: Autor.

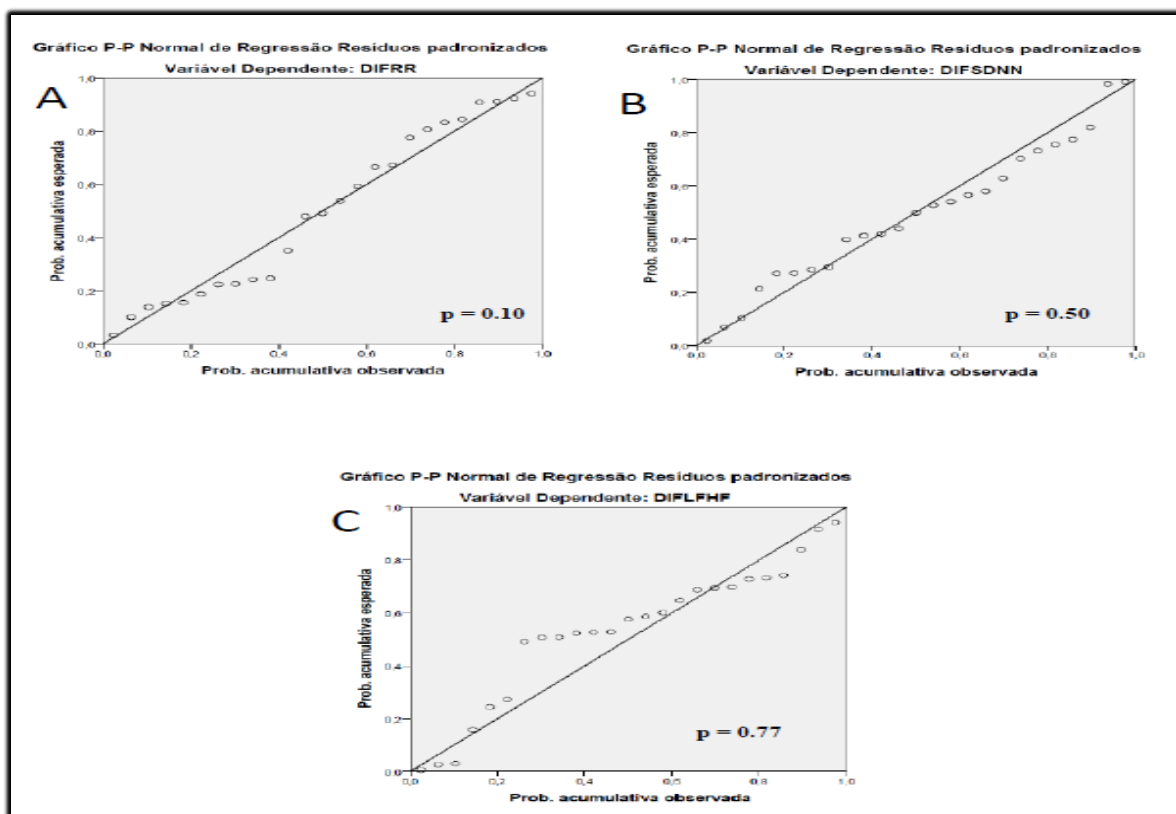


Figura 14- Gráficos coeficientes de regressão linear dos parâmetros de VFC, intervalos (R-R), SDNN e LF/HF. Fonte: Autor.

## 9 DISCUSSÃO

Como observado anteriormente os resultados apresentados foram analisados separadamente em pré-exercício, 24 e 48 horas após exercício. Segundo o presente estudo, ECG *Porta Pak/90* e o monitor dos intervalos (R-R) WCS Pulse apresentaram consistência de correlação entre si. Os Valores absolutos do estudo apresentaram forte correlação nos aspectos de VFC, tanto para *Pearson* como ICC, os valores de correlação ( $r$ ) dos Intervalos (R-R) apresentaram valores de (0,93), segundo Barros et al (2012), valores de correlação acima de (0,75) podem ser interpretados como suficiente para uma forte correlação. Valores absolutos de baixa frequência (LF) e alta frequência (HF), foram observados valores de (0,94) e (0,98) para correlação ICC, segundo Giles et al (2016); Weippert et al (2010); Nunan D et al (2008); Barros et al (2012), valores de ICC acima de (0,85) são valores que podem representar uma forte consistência de correlação.

Na tabela 1 foram apresentados os parâmetros de VFC em pré-exercício, os valores dos intervalos (R-R) entre ECG e WCS Pulse foram correlacionados separadamente. Intervalos (R-R) entre os equipamentos testados foi observada uma forte correlação ( $r$ ) entre as médias (R-R) ( $r = 0,92$ ) e ICC (0,95). No entanto, os valores encontrados através de *Student t*, pode-se observar uma diferença significativa entre WCS Pulse e ECG ( $p=0,001$ ) ( $p<0,05$ ). O parâmetro SDNN que reflete os desvios padrão dos intervalos (R-R) apresentaram fortes valores de correlação ( $r > 0,97$ ), porém, não apresentou diferenças significativas entre WCS Pulse e ECG ( $p=0,209$ ). Giles et al (2016), em estudo que comparou os intervalos (R-R) entre ECG e Polar V800 em 20 indivíduos em repouso, observou valores semelhantes de correlação ICC para os intervalos (R-R) e SDNN (1.00) (1.00), valores estes semelhantes encontrados neste estudo, mas no entanto não encontrou diferenças significativas através de *Student t*, tanto para intervalos (R-R) como para SDNN. Da mesma forma, Nunan D et al (2008), em estudo de validação com ECG em 30 indivíduos, observou valores semelhantes dos intervalos (R-R) e SDNN em correlação ( $r$ ) (0.90), mas por outro lado, observou valores inferiores de ICC para (R-R) (ICC = 0,80) e SDNN (ICC = 0,76) diferentes dos achados neste estudo ( ICC= 0,95/0,98). Em outro estudo, que utilizou os intervalos (R-R) para validar monitor Polar S810 como recurso alternativo para ECG, Pimentel et al (2010), testou 49 indivíduos em teste T4S e observou as diferenças através de *Student t* ( $p>0,05$ ) e correlação ( $r > 0,99$ ). Os valores absolutos de correlação entre ECG e Polar S810 antes e pós-exercício encontrados por Pimentel et al (2010), foram (0,99) comportamento este semelhante como encontrado neste estudo (0,92). Mas, no entanto, nas médias dos intervalos (R-R) e suas respectivas diferenças em significância ( $p>0,05$ ) entre Polar S810 e ECG, Pimentel et al, (2010) não encontrou diferenças significativas; resultados estes que diferem com os achados neste estudo. Por outro lado, em concordância com os valores dos intervalos (R-R) obtidos através deste estudo e sua baixa significância para *Student t*, Chellakumar P J et al (2005), em estudo que comparou sensibilidade e erro entre dois diferentes monitores de intervalos (R-R) e ECG em repouso, observou fortes valores de correlações entre os intervalos (R-R) e SDNN dos equipamentos testados ( $>0,99$ ), porém, observou diferenças significativas ( $p<0,001$ ) entre os intervalos (R-R).

Quanto aos valores dos parâmetros de VFC (LF, HF e LF/HF), conforme foi observado na (tabela 1), LF/HF apresentou o maior valor de correlação ( $r$ ) ( $r =$

0,98) e ICC (0,99) quando observados em comparação com intervalos (R-R) ( $r = 0,92$ ) (ICC = 0,95). Nunan et al (2008), em estudo de validação através de ECG e monitor Polar S810, observou valores de correlação ( $r$ ) para LF/HF inferiores aos encontrados neste estudo ( $r = 0,87$ ). Porém, Weippert M et al (2010), após análise de três monitores de intervalos (R-R) através de CCI, observou valores dos parâmetros de VFC (LF/HF) semelhantes aos valores reportados aqui (CCI=0,98).

Os parâmetros de VFC 24 horas após exercício, conforme (tabela 2), foi observada forte correlação ( $r$ ) para intervalos (R-R), SDNN e LF, HF ( $r > 0,92$ ), por outro lado, (LF/HF) apresentou uma baixa correlação ( $r = 0,68$ ), caso também observado para os resultados de ICC, nos mesmos aspectos de VFC, respectivamente (ICC>0,95) e (ICC=0,79). Nunan D et al (2008), da mesma forma como reportado aqui, também encontrou resultados similares de ICC para intervalos (R-R) e parâmetros (LF/HF) respectivamente (ICC>0,80/0,59). Sandercock G R H et al (2004), em estudo de concordância entre ECG e Holter ambulatorial, observou também valores de ICC (>0,92) para os intervalos (R-R) e para (LF/HF) (ICC=0,79), igualmente como os resultados reportados anteriormente neste estudo.

Conforme (tabela 3) pode-se observar os valores dos parâmetros de VFC 48 horas após exercício. Similarmente como os resultados encontrados anteriormente, valores de correlação ICC para os intervalos (R-R), SDNN, LF e HF foram altamente correlacionados (ICC>0,90). No parâmetro (LF/HF), os valores após 48 horas se mostraram com boa correlação para ( $r$ ) ( $r = 0,85$ ) e ICC (0,90), diferentemente como observado em 24 horas após exercício que mostrou uma baixa correlação.

Quanto aos valores de dispersão observados conforme (figura 5), os parâmetros de VFC (A) intervalos (R-R), (B) SDNN e (C) (LF/HF), conforme Blant e Altman (2007) apresentaram se dentro dos limites de confiança de (95%), o mesmo foi observado em diversos estudos de validação, onde limites de confiança foram estabelecidos em (95%) (GILES et al, 2016; WEIPPERT M et al ,2010; KINGSLEY M et al, 2005; SANDERCOCK G R H et al, 2004).

Na figura 6, foi observado os valores de regressão linear nos parâmetros de VFC: (A) intervalos (R-R), (B) SDNN e (C) LF/HF, conforme observado, os valores encontrados foram ( $p > 0,05$ ), demonstrando desta forma nenhuma diferença significativa entre as dispersões dos instrumentos testados entre WCS Pulse e ECG. Da mesma forma, Pimentel et al (2010), em estudo de validação de Polar



S810 como recurso alternativo para ECG, observou valores de significância acima de ( $p > 0.05$ ), em análise de regressão dos intervalos (R-R). Por outro lado, Chellakumar P J et al (2005), em estudo de comparação entre diferentes monitores (R-R), observou valores de significância ( $p < 0.05$ ) em análise de regressão para os intervalos (R-R).

Os valores apresentados em todos os momentos do estudo (pré-exercício, 24 e 48 horas após exercício), foi observada uma correlação acima de (0,85) nos parâmetros de VFC: intervalos (R-R), LF, HF e (LF/HF), que segundo Barros et al, (2012); Fleiss J L et al, (1986) valores encontrados como neste estudo, indicam fortes indícios de correlação e consistência. Porém, quanto os valores de Student *t*, foram evidentes as diferenças significativas ( $p < 0.05$ ) nos intervalos (R-R) entre os instrumentos WCS e ECG em todos os momentos observados da pesquisa. Conforme os valores apresentados, Correlação (*r*) e Correlação ICC corroboram com estudos aqui citados, mas por outro lado, significâncias inferiores para Student *t* ( $p < 0.05$ ) nos intervalos (R-R), não foram observadas nos presentes estudos de validação (GILES et al, 2016; PIMENTEL et al, 2010; NUNAN D et al, 2008; KINGSLEY et al, 2005; WEIPPERT M et al, 2010; SANDERCOCK G R H et al, 2004).

Quanto às diferenças estatísticas dos intervalos (R-R) observadas através de Student *t* em todos os momentos do estudo, Weippert et al (2010), em estudo de validação, afirma que diferenças entre intervalos (R-R), podem ocorrer devido a resolução de amostragem entre ECG e equipamentos testados; para Weippert et al (2010), estas diferenças amostrais não devem ultrapassar (5 milissegundos). Da mesma forma, Chellakumar P J et al (2005), em estudo de comparação entre instrumentos de intervalos (R-R), discute uma preocupação quanto ao potencial de impacto nos resultados dos intervalos (R-R), quando equipamentos que estão sendo testados demonstram uma diferença de resolução entre si. Conforme as referências citadas acima, pode-se observar neste estudo uma diferença de 70 milissegundos causada por um “*off-set*” entre os valores de intervalos (R-R) medidos entre ECG e WCS Pulse.

## 11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análises baseadas na literatura, considerando a atual conjuntura dos trabalhos acadêmicos e as tendências de monitoração da saúde, o monitor dos intervalos dos batimentos (R-R) da marca WCS Pulse se apresentou como uma ferramenta de biomarcador interno (não invasivo) e eficaz. Desta forma, o equipamento de monitoração dos intervalos (R-R) WCS Pulse demonstrou um grau de concordância para a utilização em centros de treinamentos esportivos e ciências da saúde. Pois, após os resultados encontrados foi observada uma forte correlação dos intervalos (R-R) e demais parâmetros de VFC (LF, HF e LF/HF), assim como os valores de significâncias em valores absolutos. Desta forma, é possível afirmar que monitor dos intervalos WCS Pulse apresenta concordância e consistência quando comparado com ECG; porém, os parâmetros de resolução de amostragem do instrumento WCS Pulse, deve ser mais bem observado quando for comparado com instrumentos existentes no mercado e ou eletrocardiogramas.

## REFERÊNCIAS

- 1- ARAÚJO P.S. et al. Cardiac autonomic modulation in judo athletes: evaluation by linear and non-linear method. **Sport Science Health**. Vol.12, p.125-130, 2016.
- 2- AUBERT et al. Heart Rate Variability in Athletes. **Sports Med**. Vol.33 n.12, p.889-919, 2003.
- 3- BARBOSA et al. Comparison of Polar RS800 G3TM heart rate monitor with Polar S810i TM and electrocardiogram to obtain the series of RR intervals and analysis of heart rate variability at rest. **Clin Physiol Funct Imaging**. Vol.36, p.112-117, 2016.
- 4- BARROS M. V. G. et al. **Análise de dados em Saúde**. 3.ed. Midiograf, 2012.
- 5- BERNTSON G.G. et al. Heart Rate Variability: Origins, Methods and interpretive caveats. **Psychophysiology**, vol.34, p. 623-648, 1997.
- 6- BONNEMEIER H et al. Circadian Profile of Cardiac Autonomic Nervous Modulation in Healthy Subjects: Different Effects of aging and gender on Heart Rate Variability. **Journal of Cardiovascular Electrophysiology**. Vol. 14, n.8, p.791-799, 2003.
- 7- CASPERSEN C.J et al. Physical Activity, Exercise and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. **Public Health Reports**. Vol. 100, 1985.
- 8- CHELLAKUMAR P. J. et al. Heart Rate Variability: Comparison among devices with different temporal resolutions. **Physiol. Meas**. Vol. 26, p. 979-986, 2005.
- 9- Dixon E. M. et al. Neural regulation of heart rate variability in endurance athletes and sedentary controls. **Cardiovascular Research**. Vol. 26, p.713-719, 2002.
- 10-Furlan R. et al. Early and late effects of exercise and athletic training on neural mechanisms controlling heart rate. **Cardiovascular Research**. Vol. 27, p.482-488, 1993.
- 11-GILES D et al. Validity of the Polar V800 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. **Eur J Appl Physiol**. Vol.116, p.563–57, 2016.
- 12-GOSS F. C. e MILLER EB. Dynamic Metrics of Heart Rate Variability. August 29, 4 pages, **arXiv:1308.6018**, 2013.

- 13-GUYTON A.C e HALL J. E. **Tradado de Fisiologia Médica**. 4. ed. Elsevier, 2006.
- 14-HON E. H. A. Fetal Electrocardiographic Electrode. **Yale Journal Biology and Medicine**. Vol. 39, p. 54-58, 1966.
- 15-HSU C. H. et al. Poincaré plot indexes of heart rate variability detect dynamic autonomic modulation during general anesthesia induction. **Acta Anaesthesiologica Taiwanica**. Vol 50, p. 12-18, 2012.
- 16-JONG M. M. J. et al. Heart Rate Variability Analysis in The Assessment of Autonomic Function in Heart Failure. **Journal of Cardiovascular Nursing**. Vol. 20, no.3, p. 186-195, 2005.
- 17-KINGSLEY M. et al. Comparison of Polar 810s and an Ambulatory ECG System for RR Interval Measurement during Progressive Exercise. **Int Journal Med**. Vol. 26, p. 39-44, 2005.
- 18-KIVINIEMI M. A. et al. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. **Eur J Appl Physiol**. Vol. 101, p. 743-751, 2007.
- 19-KUMAR M. et al. Fuzzy Evaluation of Heart Rate Signals for Mental Stress Assessment. **IEEE Transactions on Fuzzy Systems**. Vol. 15, n. 5, 2007.
- 20-LAKATOS E.M, MARCONE M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. Atlas, 2003.
- 21-MÄKIKALLIO H. T. et al. Fractal Analysis and Time-and Frequency-Domain Measures of Heart Rate Variability as Predictors of Mortality in Patients with Heart Failure. **The American Journal of Cardiology**. Vol. 87, p. 178-182, 2001.
- 22-MALIK M. et al. Autonomic measurement of long-term heart rate variability by implanted single-chamber devices. **Medical Biological Engineering & Computing**. Vol. 37, p. 585-594, 1996.
- 23-NUMMELA A. et al. High-intensity endurance training increases nocturnal heart rate variability in sedentary participants. **Biology of Sport**, Vol. 33 n.1, 2016.
- 24-NUNAN et al. Validity and Reliability of short-term Heart-rate Variability from the Polar S810. **Journal of the American College of Sports Medicine**.p. 243-250, 2008.

- 25-PIMENTEL A. S. et al. Polar S810 como Recurso Alternativo al Electrocardiograma en la Prueba de Ejercicio de 4 segundos. **Arq Bras Cardiol.** Vol. 94, p. 562-566, 2010.
- 26-SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. Diretriz de Interpretação de Eletrocardiograma de Repouso. **Arq Bras Cardiol.** Vol. 80, 2003.
- 27-STEPHEN F. et al. Cardiovascular Adjustments to Exercise: Hemodynamic and Mechanisms. **Prog. Cardiovascular Diseases.** Vol.19, n.2, p.91-108, 1976.
- 28-TARVAINEM M. P. et al. Kubios HRV – Heart rate variability analysis software. **Computer Methods and Programs in Biomedicine.** Vol. 113, p.113-210-220, 2014.
- 29-TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELETROPHYSIOLOGY; Hearth Rate Variability Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use; **European Hearth Journal.** Vol.17, p. 354-381,1996.
- 30-TERBIZAN J. D. et al. Validity of Seven Commercially Available Heart Rate Monitors. **Measurement in Physical Education and Exercise Science.** Vol. 6, p. 243-247, 2002.
- 31-TRITSCHLER K. **Medidas e Avaliação em Educação Física e Esportes.** 4.ed. Manole, 2003.
- 32-YATACO A. R. et al. Heart Rate Variability and Cardiovascular Fitness in Senior Athletes. **The American J of Cardiology.** Vol. 80, 1997.
- 33-ZYGMUNT A. e STANCZYK J. Methods of evaluation of autonomic nervous system. **Arch Med Sci.** vol.6, p.11-18, 2010.
- 34-WEIPPERT M. et al. Comparison of three mobile devices for measuring R-R intervals and heart rate variability: Polar S810i, Suunto t6 and ambulatory ECG system. **Eur J Physiol.** Vol. 109, p. 779-786, 2010.
- 35-WILLIAMS H. B. Willem Einthoven. **Science.** Vol. 67, n. 1740, 1928.

## CURRÍCULOS

O currículo dos pesquisadores encontra-se cadastrado e disponível na plataforma Lattes, segue o link abaixo:

Julio Cesar Bassan: <http://lattes.cnpq.br/1013760279588814>

Fabiano Buck: <http://lattes.cnpq.br/0929087601564243>

Leonardo Farah: <http://lattes.cnpq.br/7119894138718977>

## APÊNDICE A

## 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. **Tel:** 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) FC 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%.



### 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](mailto:coep@utfpr.edu.br)

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

