

**Universidade do Vale do Paraíba
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento**

Leonardo Fernandes Machado

“Variabilidade da frequência cardíaca: estudo das respostas
autonômicas cardíacas em atletas de futebol profissional durante a
realização do teste de Wingate”

São José dos Campos, SP
2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Leonardo Fernandes Machado

“Variabilidade da frequência cardíaca: estudo das respostas autonômicas cardíacas em atletas de futebol profissional durante a realização do teste de Wingate”

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioengenharia da Universidade do Vale do Paraíba, como complementação dos créditos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Alexis Lazo Osorio

Co-orientador: Prof. Dr. Alderico Rodrigues de Paula

São José dos Campos, SP.

2006

M132v

Machado, Leonardo Fernandes

Variabilidade da frequência cardíaca: estudo das respostas autonômicas cardíacas em atletas de futebol profissional durante a realização do teste de Wingate / Leonardo Fernandes Machado. São José dos Campos, 2006.

1 disco laser, color

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioengenharia do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba, 2006.

1. Variabilidade da frequência cardíaca 2. Teste de Wingate 3. Futebol I., Osorio, Rodrigo Alexis Lazo, Orientador II. Paula, Alderico de, Co-orientador III. Título

CDU: 616.8

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processo fotocopiadores ou transmissão eletrônica, desde que citada a fonte.

Assinatura: Leonardo Fernandes Machado

Data: 11/12/2006

**“VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA: ESTUDO DAS RESPOSTAS
AUTONÔMICAS CARDÍACAS EM ATLETAS DE FUTEBOL PROFISSIONAL DURANTE A
REALIZAÇÃO DO TESTE DE WINGATE”**

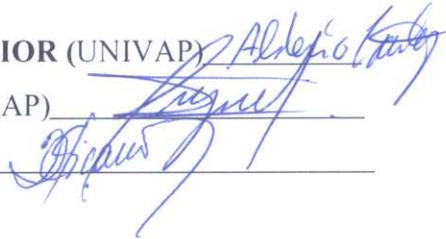
Leonardo Fernandes Machado

Banca Examinadora:

Prof. Dr. **ALDERICO RODRIGUES DE PAULA JUNIOR** (UNIVAP)

Prof. Dr. **RODRIGO ALEXIS LAZO OSORIO** (UNIVAP)

Prof. Dr. **IVAN DA CRUZ PIÇARRO** (UNIFESP)



Prof. Dr. Marcos Tadeu Tavares Pacheco

Diretor do IP&D – UniVap

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à Deus responsável por toda a minha proteção e orientação.

Aos meus pais pelo exemplo marcante de construção de um caráter e pelo amor incondicional que hoje entendo cada vez melhor.

Aos meus irmãos André e Sandro pelas brigas, conselhos e amparos fundamentais na minha evolução.

À minha querida esposa pelo amor, dedicação e tolerância.

À minha filha (minha vida) Luíza pela certeza de uma meta à cumprir.

À minha segunda família, minha querida tia-mãe Hilda, primos-irmãos Lide e Tuca, pela acolhida em um momento decisivo.

Às minhas amadas tias Inha, Inês e Teka, e minha idolatrada Vó Nadir pela presença marcante desde o início da minha vida.

Ao meu querido Tio Paulo pela certeza de sua presença.

Aos grandes amigos André e Zé Airton, e Flávia pela amizade à todo o momento.

Ao meu orientador Prof. Rodrigo Osorio pela paciência e ajuda a todo instante.

Aos atletas e voluntários participantes da pesquisa.

Ao amigo Túlio pela ajuda na análise dos dados.

Aos meus amigos e colegas de clínica, pelo grande apoio e incentivo.

Aos amigos e amigas da turma de mestrado, em especial, Rafa, Glauber, Ivo, Sidnei, Julio, Maria Inês, Angélica e Thais, cujos incentivos foram marcantes na trajetória à esta conquista.

À todas aquelas pessoas não citadas aqui mas que de uma forma ou outra foram importantes no término de mais esta etapa.

**Quanto mais aumenta nosso
conhecimento, mais evidente
fica nossa ignorância.**

John Fitzgerald Kennedy(1917-1963)

“Variabilidade da frequência cardíaca: estudo das respostas autonômicas cardíacas em atletas de futebol profissional durante a realização do teste de Wingate”

RESUMO

Introdução. O estudo do comportamento autonômico cardíaco através da variabilidade da frequência cardíaca pode oferecer importantes informações em relação ao nível de condicionamento cárdio-vascular em atletas além de detectar eventuais riscos cardíacos. **Métodos.** 14 atletas, jogadores de futebol profissional, foram submetidos à realização de um teste de potência anaeróbica (Wingate) com um monitoramento eletrocardiográfico, afim de registrar as variações dos intervalos RR. Logos após ocorreu o processamento do sinal utilizando o software Matlab, com a análise no domínio do tempo e da frequência. **Resultados.** Em relação aos intervalos RR, pôde-se observar uma diminuição imediata logo após a fase de repouso e a não recuperação dos valores iniciais após a fase de recuperação passiva. A maior parte dos atletas apresentou uma alta taxa de risco cardíaco ao repouso, baseado nos valores de SDNN. Os dados em relação ao PNN50 demonstram uma retirada vagal imediata logo após o início do exercício, não havendo ainda no período da coleta o retorno aos valores iniciais. A análise da RMSSD corrobora os dados obtidos pela variável PNN50. A comparação dos dados obtidos no domínio do tempo demonstrou equiparação funcional. Em relação aos dados no domínio da frequência, observa-se uma queda acentuada da atividade simpática e parassimpática, representada pelos valores de PSD LF e HF, logo após a fase de repouso (início da sub-máxima). **Conclusão.** A análise da variabilidade da frequência cardíaca pode propiciar um estado detalhado do comportamento autonômico cardíaco, e ser através deste, um importante instrumento na prescrição de componentes indispensáveis dentro de um programa de condicionamento cárdio-vascular.

Palavras-chave: Variabilidade da frequência cardíaca; Teste de Wingate; Futebol

“Heart rate variability: the study of autonomic behavior on professional soccer athletes during Wingate test”

ABSTRACT

Introduction. The study of autonomic cardiac behavior by heart rate variability (HRV) may offer a lot of information behind the cardio-vascular state and training on athletes, and may offer too an evaluation of cardiac risk. **Methods.** 14 athletes, professional soccer players, realized an anaerobic test (Wingate) with electrocardiography monitoring. The RR intervals were detected and after that the signals were processed and analyzed by Matlab software. The study of HRV was on time and frequency domains. **Results.** RR intervals showed a decrease in values after the initial rest and absence of the same values after the passive recovery phase. Most athletes showed an increased cardiac risk by the SDNN analysis. PNN50 values have demonstrated an important decrease on vagal activity after the initial rest period. PNN50 values didn't return to the same values at the beginning. RMSSD analysis made reinforcement for the PNN50 analysis. A comparison of time domain values was made and resulted in same functional values. By the frequency domain we could note an important decrease on sympathetic and parasympathetic activity, represented by PSD LF e HF values, after the initial rest period. **Conclusion.** The HRV demonstrated an important tool for assessing the autonomic nervous system and, for that reason, a valuable option in training programs.

Keywords: Heart rate variability; Wingate test; soccer

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O sistema de condução do coração e o seu traçado eletrocardiográfico..	20
Figura 2 - SDNN=desvio padrão de todos os intervalos R-R, expresso em ms	23
Figura 3 - SDANNi desvio-padrão das médias dos intervalos R-R, calculados em intervalos de cinco minutos, expressa em ms.....	24
Figura 4 - SDNNi = média dos desvios-padrão dos intervalos R-R calculados em intervalos R-R de cinco minutos, expressa em milissegundos.....	24
Figura 5 - RMSSD = raiz quadrada média das diferenças sucessivas entre os intervalos R-R normais adjacentes, expressa em ms.	24
Figura 6- PNN50 = percentagem dos ciclos sucessivos que apresentam diferenças de duração acima de 50ms.	25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comportamento dos valores de RR médio durante as diferentes fases do teste.	35
Gráfico 2 - Comportamento dos valores de pNN50 durante as diferentes fases do teste.	38
Gráfico 3 - Comportamento dos valores de RMSSD durante as diferentes fases do teste.	40
Gráfico 4 - Comportamento dos valores de PSD HF durante as diferentes fases do teste.	45
Gráfico 5 - Comportamento dos valores da razão LF/HF durante as diferentes fases do teste.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados relativos à Média dos picos RR por fase.	34
Tabela 2 - Valores de RR médio e SDNN de cada atleta e do grupo e Desvios Padrão durante as fases do protocolo da VFC	36
Tabela 3 - Valores de PNN50 de cada atleta durante as fases do protocolo da VFC	38
Tabela 4 – Valores de RMSSD de cada atleta durante as fases do protocolo da VFC, bem como a média e desvio padrão do grupo	41
Tabela 5 - Valores dos Coeficientes de Relações entre as Variáveis, obtidas dos Índices Temporais e Espectrais (Aquecimento).	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - ANOVA entre as diferentes fases em relação à variável RR Médio.....	35
Quadro 2 - Resultados relativos à variável pNN50 por fase.....	37
Quadro 3 - ANOVA entre as diferentes fases em relação à variável pNN50.	37
Quadro 4 - Resultados relativos à variável pNN50 por fase.....	39
Quadro 5 - ANOVA entre as diferentes fases em relação à variável RMSSD.....	39
Quadro 6 – Análise comparativa entre as variáveis que registram a atividade vagal no domínio do tempo	42
Quadro 7 - Valores referentes à PSD LF e HF e a razão LF/HF	43
Quadro 8 – ANOVA entre as diferentes fases em relação à variável de PSD LF.	43
Quadro 9 – ANOVA entre as diferentes fases em relação à variável de PSD HF.....	43
Quadro 10 – ANOVA entre as diferentes fases em relação à variável LF/HF.	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	- Percentual
CEP	- Comitê de Ética em Pesquisa
DP	- desvio padrão
ECG	- Eletrocardiograma
et al.	- mais autores
FC	- Frequência cardíaca
HF	- High frequency (alta frequência)
HRV	- "Heart Rate Variability"
Kg	- Quilograma
LF	- Low frequency (baixa frequência)
M	- metro
NAV	- Nodo átrio-ventricular
NN	- Normal-normal
NSA	- Nodo sino-atrial
P	- Índice de significância
pNN50	- Percentagem dos ciclos sucessivos que apresentam diferenças de duração acima de 50 ms
PSD	- Densidade do espectro de potencia
Q1	- Primeiro quartil
Q3	- Terceiro quartil
RMSSD	- raiz quadrada média das diferenças sucessivas entre os intervalos R-R normais adjacentes
SDANN	desvio-padrão das médias dos intervalos R-R, calculados em intervalos De cinco minutos.
SDNNi	média dos desvios-padrão dos intervalos R-R calculados em intervalos R-R de cinco minutos
SNA	- Sistema nervoso autônomo
SNC	- Sistema Nervoso Central
TFD	- "Time-frequency distribution"
UNIVAP	- Universidade do Vale do Paraíba
VFC	- Variabilidade da frequência cardíaca

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	Sistema cárdio-vascular	17
2.2	O eletrocardiograma	19
2.3	Variabilidade da frequência cardíaca	21
2.3.1	Controle da frequência cardíaca: o sistema nervoso autônomo (SNA)	21
2.3.2	Análise da VFC	22
2.3.3	Domínio da frequência	25
2.4	VFC em atletas	26
2.5	Teste de Wingate	26
2.6	Futebol	27
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Casuística	28
3.2	Materiais	28
3.3	Procedimento Experimental	29
3.4	Teste Wingate	30
3.5	Análise Estatística	31
3.5.1	Variáveis	31
3.5.2	Teste Estatístico	31
3.6	Processamento do sinal eletrocardiográfico	32
4	OBJETIVO DO ESTUDO	33
5	RESULTADOS	34
5.1	Parâmetros no domínio do tempo	34
5.1.1	RR Médio	34
5.1.2	pNN50	36
5.1.3	RMSSD	39
5.1.4	Análise comparativa das variáveis no domínio do tempo	41
5.2	Parâmetros no domínio da frequência	42
5.3	Correlações entre os valores dos índices temporais e espectrais antes, durante e após o teste de Wingate	46
6	DISCUSSÃO	47
6.1	Análise pelo domínio do tempo	47
6.2	Análise pelo domínio da frequência	50
7	CONCLUSÃO	53
	REFERENCIAS	55
	ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO EM PESQUISA	59
	ANEXO B – PROTOCOLO DE PROJETO DE PESQUISA PARA AVALIAÇÃO DO CEP	63

1 INTRODUÇÃO

O futebol é o esporte mais popular no mundo e é praticado em centenas de países. Este esporte desperta grande interesse em função da sua forma de disputa.

A compreensão básica dos sistemas energéticos utilizados no futebol é de fundamental importância para o desenvolvimento adequado de programas de treinamento, tanto nos períodos de preparação geral, quanto específica.

O futebol moderno requer muitas qualidades físicas que parecem ser independentes da posição do futebolista. Várias características físicas são exigidas constantemente dos atletas, dentre elas podemos citar: a capacidade de aceleração rápida, a alta velocidade de corrida, a boa habilidade para saltar, a força explosiva dos músculos de membros inferiores e a resistência de velocidade (INBAR; BAROR, 1986).

A maneira pela qual os organismos intactos (em geral) e o sistema cardiovascular (mais especificamente) respondem ao estresse do exercício tem intrigado os fisiologistas do esporte no último século.

Os avanços no campo da bioengenharia e do processamento de sinais biológicos propiciaram inúmeras possibilidades em termos de procedimentos terapêuticos não invasivos, bem como, também aumentaram a capacidade de diagnósticos, especialmente na área cárdio-vascular. (RIBEIRO; BRUM; FERRARIO; 1992).

Dentre os diversos métodos e técnicas utilizadas pela bioengenharia, a análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um método não invasivo para avaliar o comportamento autonômico cardíaco. A frequência cardíaca é controlada por duas porções antagônicas do sistema nervoso autônomo (SNA), que são

denominadas de sistema nervoso simpático e parassimpático. Existem evidências que sugerem uma associação entre uma frequência cardíaca anormal com alterações do SNA (ZHANGYONG et al, 2005).

A VFC foi primeiramente reconhecida no campo da obstetrícia. Os autores de estudos nesta área identificaram que quando não havia VFC havia comprometimento fetal (COSTA et al, 1995).

Outros experimentos mostraram que uma hiperatividade simpática durante um infarto do miocárdio aumenta a probabilidade de arritmia cardíaca fatal (ANDRICH et al., 2002 *apud* ZHANGYONG et al., 2005).

Mudanças no padrão da VFC são, então um indicador de saúde. Uma alta variabilidade é sinal de uma boa adaptabilidade do sistema com os mecanismos de controle autonômico. Ao mesmo tempo uma baixa variabilidade é geralmente indicativa de uma adaptabilidade anormal e insuficiente do sistema (LONGO; FERREIRA; CORREIA, 1995).

O exercício físico, em si, é um comportamento que provoca importantes modificações no funcionamento do sistema cardiovascular e em seus mecanismos de ajustes autonômicos (ALONSO et al, 1998).

Os estudos das respostas ao exercício físico dinâmico são particularmente úteis. Permitem uma aplicação de diferentes níveis de estresse quantificáveis da carga de trabalho ou das repercussões nas respostas metabólicas (TASK FORCE, 1996).

Logo, o estudo da VFC durante o exercício físico agudo pode permitir uma análise adicional e não invasiva do controle neural da frequência cardíaca (FC) durante esse comportamento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, é apresentada, uma revisão bibliográfica sobre: o sistema cardiovascular e a sua modulação pelo sistema nervoso autônomo. É apresentado também, o eletrocardiograma, a definição de VFC e os métodos de análise da VFC no domínio do tempo e da frequência. Finalmente, uma revisão sobre o efeito da aptidão física em atletas na VFC e o teste de Wingate.

2.1 Sistema cárdio-vascular

O sistema cardiovascular é formado pelo coração e pelos vasos sangüíneos. Desempenha importantes funções fisiológicas em todos os organismos vivos. O transporte de substâncias presentes no sangue é uma das principais, participando também da manutenção da temperatura corporal e do controle neuro-hormonal do organismo (GALLO Jr et al., 1996).

Os movimentos de contração ou sístole do coração impulsionam o sangue venoso do ventrículo direito aos pulmões, num circuito conhecido como pequena circulação ou circulação pulmonar e também ejetam sangue do ventrículo esquerdo à artéria aorta a partir da qual o sangue é distribuído a todo o organismo através da grande circulação ou circulação sistêmica (GUYTON; HALL, 2002).

Todo o músculo cardíaco é uma estrutura excitável, isto é, sua membrana apresenta um potencial de repouso, tendo, além disso, a capacidade de gerar um potencial de ação (DOUGLAS, 2002).

O sistema nervoso autônomo, através dos seus componentes simpático e parassimpático, desempenha um importante papel nos ajustes do sistema cardiovascular (GALLO JR. *et al.*, 1995; CATAI *et al.*, 2002).

A regulação neurológica da circulação funciona como complemento do controle local do fluxo sanguíneo. O sistema nervoso autônomo simpático é fundamental na regulação da pressão arterial, enquanto o parassimpático, representado pelo nervo vago, diminui a frequência cardíaca, sendo esta a única função do parassimpático no controle da circulação (GUYTON; HALL, 2002).

O sistema nervoso parassimpático inerva o miocárdio através dos nervos parassimpáticos ou vagos, que se distribuem principalmente para os nodos sinusal e átrio ventricular e, em menor escala, para os músculos atriais e ventriculares. A estimulação parassimpática faz com que o hormônio acetilcolina seja liberado nas terminações vagais, diminuindo a frequência do ritmo do nodo sinusal e a excitabilidade das fibras juncionais atrioventriculares, tornando mais lenta a transmissão do impulso cardíaco para os ventrículos (LONGO *et al.*, 1995; FOSS *et al.*, 2000).

Os nervos simpáticos, por outro lado, distribuem-se a todas as partes do coração, com predominância para o músculo ventricular. A estimulação simpática produz respostas basicamente opostas à do parassimpático: libera noradrenalina que aumenta a frequência de descarga do nodo sinusal, aumenta a velocidade de condução e a excitabilidade em todas as partes do coração e ainda, aumenta a força de contração do músculo cardíaco (LONGO *et al.*, 1995; FOSS *et al.*, 2000).

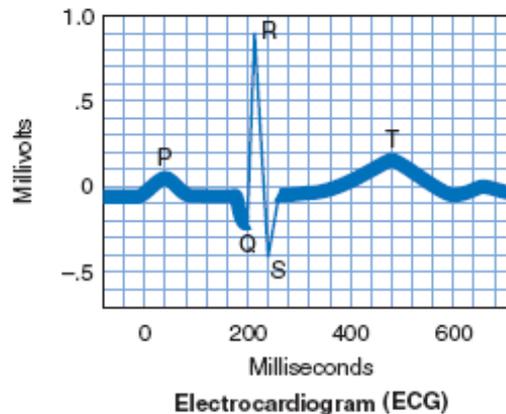
A ativação parassimpática ou vagal, por outro lado, retarda a FC, aumentando o tempo de condução atrioventricular, deprime a excitabilidade das fibras condutoras especializadas e do miocárdio (PUMPRLA *et al.*, 2002; TASK FORCE, 1996).

A maior parte dos efeitos do SNA no sistema cardiovascular é exercido pelos neurotransmissores noradrenalina e acetilcolina. Esses neurotransmissores podem ampliar as oportunidades de controle ao aumentar e/ou diminuir a sensibilidade dos músculos cardíaco e vascular liso às estimulações simpática e parassimpática (FRANCHINI, 2000).

2.2 O eletrocardiograma

Os potenciais bioelétricos associados à atividade dos músculos cardíacos podem ser registrados através de eletrodos de superfície, constituindo assim, o eletrocardiograma (ECG). A medida que o impulso cardíaco se propaga através do coração, as correntes elétricas se espalham pelos tecidos que o circundam e uma pequena proporção se propaga até a superfície do corpo. Com o ECG podem-se posicionar os eletrodos de captação em diversas derivações. O ECG normal, cuja faixa de frequência, vai de 0,05 a 100 Hz, é caracterizado pelos eventos periódicos (batimentos cardíacos) representados pelas ondas P-QRS-T com amplitude de vários milivolts (COHEN, 1989; GUYTON; HALL, 2002).

O eletrocardiograma (ECG) é um exame, simples e de baixo custo, que proporciona dados sobre aspectos do estado do miocárdio, permitindo diagnosticar as manifestações de doenças isquêmicas do coração como o infarto do miocárdio, a isquemia e a hipertrofia cardíaca e ainda detectar o risco de futuros eventos cardíacos ou de mortalidade por doenças cardíacas (CARDOSO et al. 2002).



(b)

Figura 1 – Exemplo de traçado eletrocardiográfico

Fonte: Graaf, (2001).

Na figura 1 observa-se uma inscrição eletrocardiográfica. Destaca-se um grupo de curvas complexas. Trata-se de 5 ondas, denominadas por ordem sucessiva de P,Q,R,S e T. Delas, três são positivas (sobre a linha isométrica): P,R e T, e duas são negativas (abaixo da linha isométrica): Q e S. Duas são lentas (P e T), enquanto as outras Q, R e S são muito rápidas; estas três últimas são denominadas de complexo QRS (DOUGLAS, 2002).

A onda P é produzida por potenciais elétricos gerados à medida que os átrios se despolarizam, antes de contrair-se. O complexo QRS se deve aos potenciais gerados quando os ventrículos se despolarizam, antes de contrair-se. Assim, tanto a onda P quanto os componentes do complexo QRS são ondas de despolarização. A onda T é devida aos potenciais gerados durante a recuperação dos ventrículos do estado de despolarização, sendo uma onda de repolarização (GUYTON; HALL, 2002).

Antes que a contração do músculo possa ocorrer, a despolarização deve se propagar através dele para iniciar os processos químicos da contração. A onda P

ocorre, portanto, no início da contração dos átrios e a onda QRS ocorre no início da contração dos ventrículos. Os ventrículos permanecem contraídos por uns poucos milésimos de segundo após a ocorrência da repolarização, ou seja, até após o término da onda T (GUYTON; HALL, 2002).

Assim, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) pode ser estimada com base nos intervalos entre os batimentos (intervalo RR), os quais são mais facilmente calculados como sendo os períodos entre ondas R consecutivas, ou intervalos RR.

2.3 Variabilidade da frequência cardíaca

A avaliação da função autonômica cardíaca através da VFC tem se tornado uma ferramenta essencial para as pesquisas científicas. A VFC permite, através do domínio do tempo e da frequência, verificar a função autonômica e elucidar o papel do SNA em diversas condições como arritmias cardíacas, morte súbita inexplicável, desordens do sono, e obesidade entre outras (FREEMAN, 2006).

2.3.1 Controle da frequência cardíaca: o sistema nervoso autônomo (SNA)

O sistema cardiovascular, o coração e a circulação são principalmente controlados por centros cerebrais mais altos (comando central) e áreas de controle cardiovascular junto à medula espinhal através da atividade dos nervos simpáticos e parasimpáticos.

Ao SNA é atribuída predominantemente a regulação das funções corporais. Nervos autônomos compreendem os nervos simpáticos e parassimpáticos (os últimos, geralmente sendo usados como sinônimo de vagal. O sistema autônomo supre ambos nervos aferentes e eferentes ao coração, com as terminações dos nervos simpáticos por todo o miocárdio e parasimpáticos no nódulo sinoatrial (NSA), no miocárdio atrial (MA) e no nódulo atrioventricular (NAV). Estes nervos não apenas

controlam a frequência cardíaca (FC) e a força, mas ambos suprem importantes áreas reflexogênicas em várias partes do coração, que quando excitadas por estímulos mecânicos ou químicos, aumentam os reflexos que influenciam o coração em si e o estado de constrição dos vasos sanguíneos (AUBERT et al. 2003).

Em um indivíduo saudável, o papel do SNA no ajuste batida-a-batida dos parâmetros hemodinâmicos é essencial ao funcionamento cardiovascular adequado. Portanto, o controle cardiovascular, expresso pelas variáveis hemodinâmicas de dependência de tempo, é um reflexo direto da atividade autonômica (AUBERT et al. 2003).

Os nervos autônomos, portanto, tem um papel vital na regulação do sistema cardiovascular com o objetivo de assegurar uma função ideal durante vários tipos de atividades e condições físicas variadas, além de também mediar várias das manifestações de doenças cardíacas (AUBERT et al. 2003).

2.3.2 Análise da VFC

Os parâmetros da VFC através do domínio do tempo e da frequência podem propiciar informações úteis sobre o controle do sistema cardio-vascular e também tem sido achado que são fatores independentes que predizem mortalidade em um grande número de estudos epidemiológicos (JAVORKA et al., 2002).

2.3.2.1 Domínio do tempo

As variações na frequência cardíaca podem ser avaliadas por uma grande diversidade de métodos. Talvez o modo mais simples seja a medida no domínio do tempo. Com este método, tanto a frequência cardíaca em qualquer tempo ou os intervalos entre complexos sucessivos normais podem ser determinados. Em um

registro eletrocardiográfico contínuo, cada complexo QRS é detectado, e os intervalos entre os picos RR, ou como também chamado, normal-normal (NN) (isto é, todos os intervalos entre QRS adjacentes resultantes da despolarização do nodo sinusal (NS)), ou a frequência cardíaca instantânea é medida. Variáveis simples no domínio do tempo podem ser calculadas incluindo a média do intervalo NN, média da frequência cardíaca, a diferença entre os intervalos NN mais curtos e mais longos, a diferença entre a frequência cardíaca (FC) durante o dia e a noite e etc. (TASK FORCE, 1996).

Os parâmetros do domínio do tempo mais utilizados são os:

- Desvio padrão dos intervalos RR (SDNN) [ms] através do registro de um intervalo de tempo. O SDNN depende em grande parte da duração do registro, logo, valores do SDNN de durações diferentes não devem ser comparados (AUBERT et al. 2003).

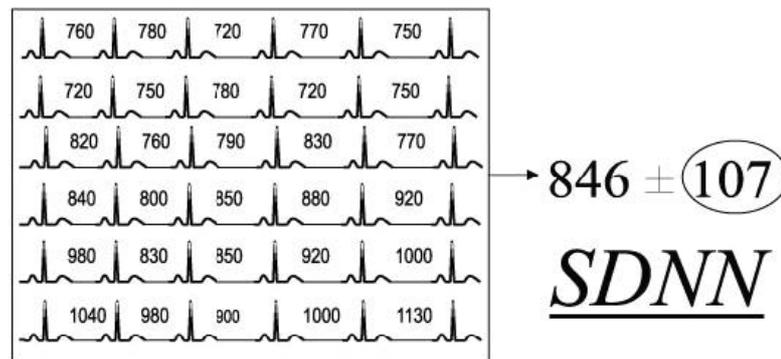


Figura 2 - SDNN=desvio padrão de todos os intervalos R-R, expresso em ms

- Desvio padrão da média de 5 minutos da média do intervalo RR (SDANN) [ms] através do registro de um período. Como os valores do SDANN são obtidos através de períodos curtos de 5 minutos e sucessivos, ele poderá estimar

somente mudanças na frequência cardíaca causadas por ciclos de amostras mais curtas do que 5 minutos.

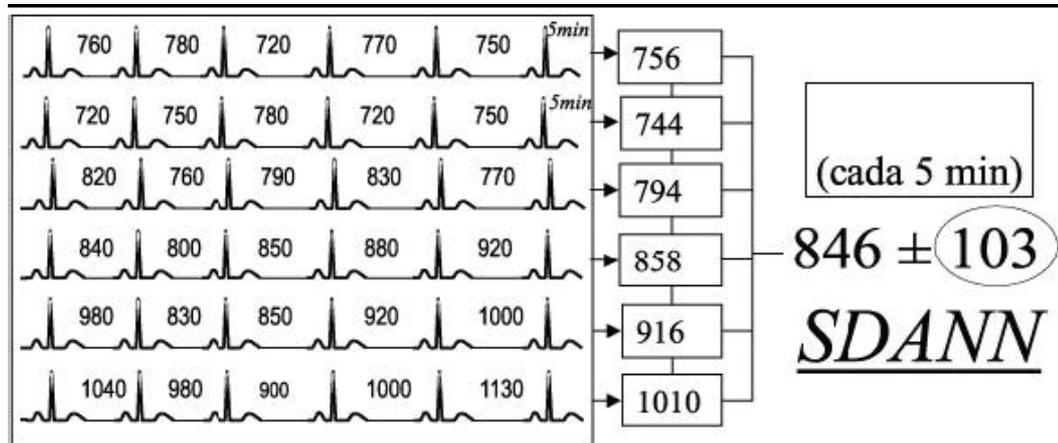


Figura 3 - SDANNi desvio-padrão das médias dos intervalos R-R, calculados em intervalos de cinco minutos, expressa em ms.

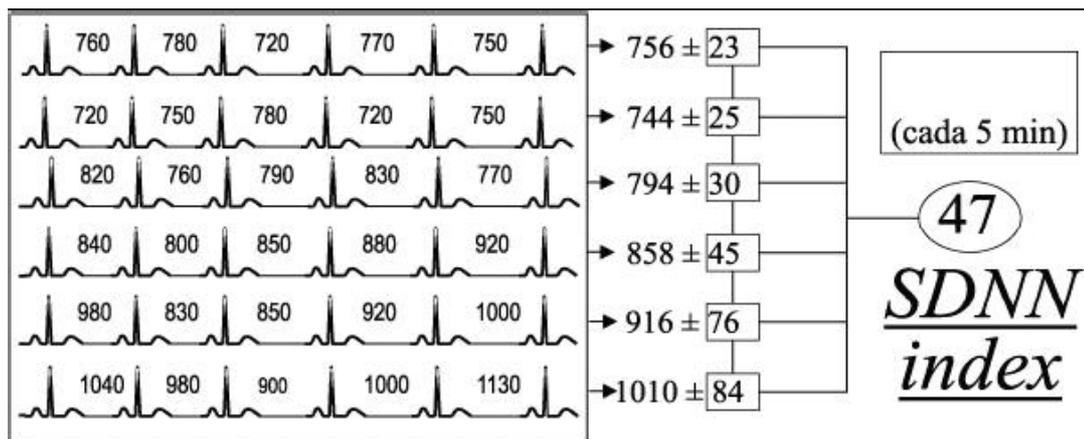


Figura 4 - SDNNi = média dos desvios-padrão dos intervalos R-R calculados em intervalos R-R de cinco minutos, expressa em milissegundos.

- Média da raiz quadrada das diferenças sucessivas entre intervalos RR adjacentes dentro do período de registro rMSSD (ms).

$$\sqrt{\frac{(40^2) + (60^2) + (20^2) + (-10^2) + (-10^2) + (30^2) + (20^2) + (60^2) + (-10^2) + (-60^2)}{10}} = \sqrt{1440} = 37,94$$

Figura 5 - RMSSD = raiz quadrada da média das diferenças sucessivas entre os intervalos R-R normais adjacentes, expressa em ms.

- Percentagem dos ciclos sucessivos de diferenças de intervalo superiores à 50ms (pNN50) [%] dentro do período de registro.

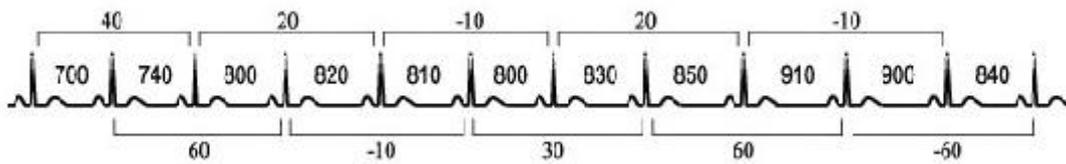


Figura 6- PNN50 = percentagem dos ciclos sucessivos que apresentam diferenças de duração acima de 50ms.

2.3.3 Domínio da frequência

Por definição, a análise espectral decompõe qualquer sinal dependente de tempo flutuante, estacionário, constante, em seus componentes sinusoidais. Ela permite esboçar o poder de cada componente como uma função de sua frequência e a computação de energia em regiões de frequência definida (AUBERT et al. 2003).

Três principais bandas de frequência podem ser observadas: frequência muito baixa (VLF), componentes baixa (LF) e alta frequência (HF), respectivamente. A distribuição de energia e a frequência central destes componentes não são fixas, mas podem variar em relação às mudanças na ondulação autônoma da taxa cardíaca e pressão sanguínea. Em humanos, os componentes espectrais são geralmente integrados sobre duas regiões de frequência definidas como LF (0,04 – 0,15 Hz, com uma frequência central em torno de 0,1 Hz) e HF (0,15 – 0,4Hz, com uma frequência central na taxa respiratória em torno de 0,25Hz).

A atividade parasimpática eferente foi considerada responsável pela HF, i.e. oscilação ligada à respiração de HRV. Ambos fluxos simpáticos e parassimpáticos foram considerados para determinar LF, junto de outros mecanismos reguladores, tais como o sistema de renina – angiotenina e barorreflexo. A razão LF/HF pode avaliar a distribuição fracionária de potência, embora como qualquer outra proporção, ela possa enfatizar as mudanças opostas.

Abaixo da escala da frequência LF (referida como VLF), há frequentemente um aumento contínuo na energia. Em parte, isto é a expressão de oscilações de

freqüência muito lentas, provavelmente relacionadas a termo-regulação. Esses ritmos não podem ser satisfatoriamente resolvidos e quantificados pelos métodos tradicionais de análise espectral que são realizados em gravações curtas (da ordem de minutos).

2.4 VFC em atletas

Uma avaliação quantitativa e qualitativa pode ser obtida pela análise da VFC em várias condições fisiológicas. A variabilidade cardiovascular em atletas é um domínio pouco explorado sendo um grande campo de pesquisa, principalmente para os estudos longitudinais, levando a entender melhor a regulação e o controle do sistema cardiovascular (AUBERT; SEPS; BECKERS, 2003; PERINI; VEICSTEINAS, 2003).

Durante o exercício, um aumento da atividade simpática e uma diminuição da descarga vagal favorecem o aumento da freqüência cardíaca e desta forma a chegada de energia aos músculos em exercício (JAVORKA et al., 2002).

2.5 Teste de Wingate

O teste de Wingate tem sido o mais utilizado para avaliar a capacidade anaeróbia aláctica e resistência láctica, a qual é medida a partir da potência média durante o teste (BAR-OR, 1987; INBAR et al. 1996; SMITH; HILL, 1991).

O teste anaeróbico de Wingate foi desenvolvido durante a década de 1970 no Instituto Wingate em Israel. A elaboração desse teste surgiu da necessidade de se obter mais informação sobre o desempenho anaeróbico, uma vez que em algumas atividades diárias e, principalmente nas modalidades esportivas há a necessidade da realização de movimentos com grande potência, instantaneamente ou em poucos segundos (BAR-OR, 1987; INBAR et al., 1996).

2.6 Futebol

Considerando como uma modalidade esportiva acíclica, o futebol é composto de funções intermitentes em uma ação integrada, ou seja, o futebolista realiza durante a partida constantes movimentos defensivos e ofensivos.

A utilização dos sistemas anaeróbios alático e lático, como meio de compensar as necessidades específicas do jogo, deve ser desenvolvida com mais ênfase em sua fase competitiva. Ao contrário, o sistema aeróbio deve ser desenvolvido preferencialmente na fase pré-competitiva pra aumentar a capacidade cardiorrespiratória. Durante a temporada competitiva devem ser desenvolvidos apenas trabalhos para a manutenção da curva fisiológica do metabolismo aeróbio (SILVA, 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Casuística

A amostra do presente estudo é constituída de 14 atletas com idade entre 18 e 24 anos, que concordaram em participar deste estudo após leitura e assinatura de um termo de compromisso explicando os objetivos e riscos da pesquisa. Os atletas eram profissionais de Futebol de campo. Todos os atletas estavam sendo submetidos ao mesmo tipo de treinamento e participando de competições oficiais promovidas pela Federação Paulista, em fase final de temporada.

Como critérios de exclusão do trabalho foram adotados as seguintes características:

- Distúrbio neurológico
- Distúrbio metabólico
- Distúrbio cardiovascular
- Distúrbio urológico
- Ou história de qualquer outra patologia.

3.2 Materiais

- Cicloergômetro Metabolic Bike da Cybex
- Notebook Extensa Pentium 2
- Monitor cardíaco Active da Ecafix
- Eletrodos circulares de prata
- Discos adesivos atóxicos face única
- Álcool a 70%
- Algodão
- Giletes Lord II
- Balança analógica portátil Glicomed
- Gel condutor Carbogel Salt Free
- Micropore Hipoalergênico Nexcare da 3M
- Tesoura

3.3 Procedimento Experimental

O experimento foi realizado nos laboratórios de Reabilitação Cardiovascular da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP com a aprovação do Comitê de Ética da Instituição (Anexo B), número L068/2005.

Os indivíduos receberam um termo de consentimento (Anexo A) e após serem informados quanto ao procedimento e manifestarem sua aprovação, deu-se início aos testes.

Para a realização deste protocolo cada voluntário antecipadamente (24 horas antes) foi informado sobre os procedimentos do mesmo e, assim, foi recomendado que eles não deveriam: fumar, beber bebidas alcoólicas, alimentos que continham cafeína (chocolate, café, chá, coca-cola, estimulantes), fazer sauna, comer três horas antes do teste, fazer exercício físico (se possível), pois tais atitudes iriam influenciar diretamente nos resultados dos testes de wingate. Além disso, para que os resultados fossem realmente satisfatórios os participantes deveriam ingerir bastante água no dia anterior e usar roupa esportiva leve (calção, camiseta, tênis) durante a realização do teste.

Salienta-se ainda que previamente à execução do protocolo os voluntários foram instruídos a realizarem um alongamento e aquecimento dos membros superiores, inferiores e tronco, ou seja, global, pois, segundo Wilmore e Costill (2001) esse período de alongamento e aquecimento aumenta tanto a frequência cardíaca quanto respiratória, preparando-o para um funcionamento eficiente e seguro de seu coração, seus vasos sanguíneos, de seus pulmões e músculos durante o exercício mais intenso posterior. Estes autores ainda acrescentaram que um bom alongamento e aquecimento reduzem, também, a quantidade de dores

musculares e articulares que o indivíduo possa vir sentir durante os estágios iniciais de um programa de exercício e pode diminuir o seu risco de lesão.

3.4 Teste Wingate

O teste de Wingate caracteriza-se pela realização do maior número possível de pedalagem contra uma resistência fixa que corresponde à massa corporal do atleta (7.5% peso corporal), segundo protocolo original do Wingate, determinado por Inbar et al. (1996) com duração de 30 segundos. Anteriormente ao teste, o indivíduo permanecerá por 2 minutos em repouso na bicicleta. Logo após é realizado um aprendizado do teste. Para a análise da VFC foi adotado um protocolo, onde cada participante permaneceu por 180 segundos em repouso seguido de 30 segundos iniciais de fase submáxima e os 30 segundos por uma fase máxima, onde foram realizados em uma bicicleta ergométrica. Na seqüência foi dado o período de recuperação ativa de 120 segundos sendo que os voluntários continuaram pedalando sem carga, seguida da passiva de 180 segundos, que os voluntários permaneceram sem pedalar.

Durante a fase sub-máxima o indivíduo pedalam durante 30 segundos contados regressivamente, sendo que nos 10 últimos segundos, o equipamento aplica 50% da carga e nos últimos 5 segundos após, 75% e à 0 (zero) segundos a carga já encontra-se em 100%. Em seguida, é iniciada a parte do teste relativo ao esforço máximo equivalente à 30s. É importante ressaltar a ocorrência do estímulo verbal durante esta fase. Após este, o atleta foi submetido ao período de recuperação. De acordo com Inbar (1996) *apud* Franchini (2002) e Okano (2001), o período de recuperação ativa é imprescindível, pois evita o aparecimento de

sintomas desagradáveis, como: náuseas, vômito, tontura e cefaléia. Por outro lado, na recuperação passiva os participantes não realizaram nenhum esforço.

3.5 Análise Estatística

3.5.1 Variáveis

As variáveis fornecidas através do teste anaeróbico de Wingate e que servirão de análise consiste em:

- RR Médio
- pNN50 = percentagem dos ciclos sucessivos que apresentam diferença de duração acima de 50 milissegundos;
- RMSSD = raiz quadrada média das diferenças sucessivas entre os intervalos RR normais adjacentes, expressa em milissegundos.
- Potência de densidade espectral de baixa frequência (PSD LF), que indica atividade simpática.
- Potência de densidade espectral de alta frequência (PSD HF), que indicar atividade parassimpática.
- Razão LF/HF ou, razão simpático-parassimpático

3.5.2 Teste Estatístico

Na análise descritiva e de correlação dos dados foi utilizado o programa *Minitab* versão 14 para o cálculo de todas as variáveis utilizadas bem como os seus respectivos gráficos, com exceção à análise do coeficiente de correlação de Spearman (*Graphpad Instat*). Para comparar as médias das variáveis e identificar se existiam diferenças estatisticamente significativas foi utilizado o teste de ANOVA.

Para a comparação da média entre os picos RR, pNN50, Potência Simpática e Parassimpática, relação simpática/parassimpática, entre as fases do estudo, foi

utilizada uma análise de variância (ANOVA) com valor de p considerado extremamente significativo quando $<0,0001$, sendo utilizado teste de comparações múltiplas de Tukey-Kramer com a condição de que sendo o valor de $q > 3,972$ o valor de p seria menor do que $0,05$.

3.6 Processamento do sinal eletrocardiográfico

Após a coleta do sinal eletrocardiográfico com frequência de 240Hz e utilização do software Windaq.

Para interpretação dos dados da VFC, foram usados os programas MATLAB 4.0 e uma matriz criada na Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP.

4 OBJETIVO DO ESTUDO

O objetivo deste estudo foi analisar a modulação autonômica cardíaca de atletas de futebol profissional durante as fases anteriores e posteriores ao teste de Wingate, através da variabilidade da frequência cardíaca, utilizando a análise pelo domínio do tempo e da frequência.

5 RESULTADOS

Os parâmetros dos índices temporais estudados foram: RR médio, SDNN, pNN50 e RMSSD e para os índices espectrais foram: LF, HF e razão LF/HF cuja definição já foi descrita em capítulo anterior.

5.1 Parâmetros no domínio do tempo

5.1.1 RR Médio

Em relação ao RR Médio ocorreu uma diminuição progressiva a partir da fase de repouso até máxima. Não há o retorno dos valores aos níveis iniciais pré-exercício. Houve variação estatística extremamente significativa da fase de repouso com todas as outras fases, como também, das fases máxima e recuperação ativa com a de recuperação passiva. Podemos ainda notar uma diferença significativa ($p < 0,01$) entre a fase sub-máxima e de recuperação passiva (Quadro 1). Pode ainda ser constatado dois outliers na fase de recuperação ativa (Gráfico 1). Há normalidade em todos os dados analisados (Teste de Normalidade de Kolmogorov e Smirnov).

Tabela 1 - Resultados relativos à Média dos picos RR por fase.

Fase	Média	DP	Mínima	Q1	Median	Q3	Máxima	Amplitude
Repouso	0,7938	0,1599	0,6044	0,6687	0,7569	0,9234	1,1608	0,5564
Sub-máxima	0,4189	0,0393	0,3670	0,3875	0,4145	0,4422	0,4969	0,1299
Máxima	0,3452	0,0135	0,3148	0,3352	0,3464	0,3548	0,3673	0,0525
Rec. Ativa	0,4034	0,0382	0,3285	0,3871	0,4023	0,4181	0,4983	0,1698
Rec. Passiva	0,5412	0,0782	0,4064	0,4875	0,5395	0,6031	0,7023	0,2959

Quadro 1 - ANOVA entre as diferentes fases em relação à variável RR Médio.

Comparação	Diferença	Q	Valor P
Repouso vs Sub-máxima	0.3749	16.799	*** P<0.001
Repouso vs Máxima	0.4486	20.100	*** P<0.001
Repouso vs Rec. Ativa	0.3904	17.495	*** P<0.001
Repouso vs Rec. Passiva	0.2526	11.318	*** P<0.001
Sub-máxima vs Máxima	0.07366	3.301	ns P>0.05
Sub-máxima vs Rec. Ativa	0.01553	0.6957	ns P>0.05
Sub-máxima vs Rec. Passiva	-0.1223	5.482	** P<0.01
Máxima vs Rec. Ativa	-0.05813	2.605	ns P>0.05
Máxima vs Rec. Passiva	-0.1960	8.782	*** P<0.001
Rec. Ativa vs Rec. Passiva	-0.1379	6.177	*** P<0.001

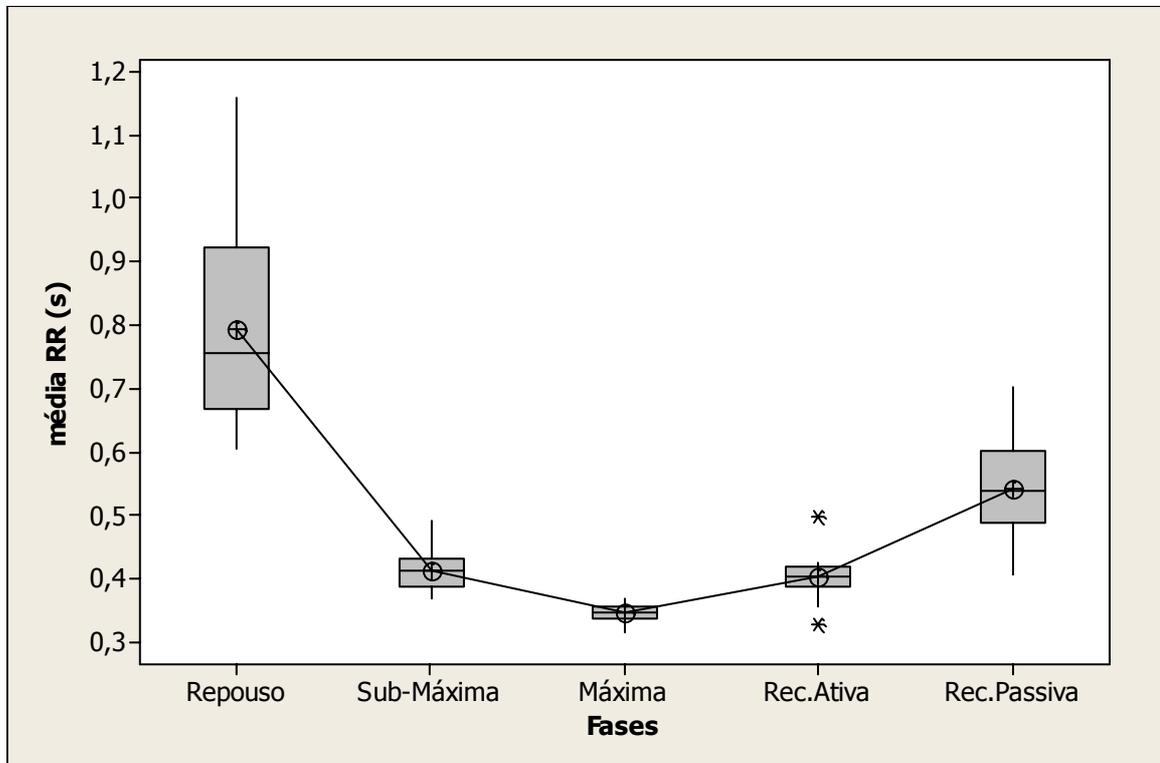


Gráfico 1 - Comportamento dos valores de RR médio durante as diferentes fases do teste.

Os dados da Tabela 2 mostram valores de RR médio altos na fase de repouso entre os atletas, evidenciando uma baixa frequência cardíaca. Após o repouso há uma diminuição estatisticamente significativa nos intervalos RR. É possível ainda notar que no teste máximo de Wingate há uma aproximação dos intervalos RR, fato

este que é traduzido por um aumento da FC, logo após esta fase há um aumento nos intervalos, porém sem a obtenção dos valores da fase de repouso.

De acordo com Kleiger et al (1987) é possível comparar e identificar na amostra e também classificar os atletas em relação ao risco cardíaco como alto, médio e baixo. Nesta classificação considera-se valores de SDNN acima de 100ms como de baixo risco cardíaco, entre 50 e 100ms como médio risco e menores que 50ms como de alto risco.

Em nossos achados (Tabela 2), identificamos que a maior parte dos atletas apresenta alto risco cardíaco, com exceção do 14º atleta (médio risco) durante a fase de repouso.

Tabela 2 - Valores de RR médio e SDNN de cada atleta e do grupo e Desvios Padrão durante as fases do protocolo da VFC

Atleta	Repouso	Submáximo	Máximo	R. Ativa	R. Pasiva
	Duração de cada fase (ms)				
	(180)	(30)	(30)	(120)	(180)
1	793±31	412±7,2	343±8,5	400±6,7	545±8,1
2	686±15	390±7,4	355±5,6	416±7,6	612±11,3
3	714±18	379±14	346,9±22	355±11	441±8,6
4	606±20	412±7,9	334±8	416±6,8	530±7
5	1160±26	490±7	351±6,8	424±6,8	600±14
6	604±15	426±8,4	354±9,8	394±9,1	478±9,2
7	960±22	444±6,9	362±15	422±12	547±8,9
8	921±39	409±7,8	335±5,3	383±7,8	533±7,6
9	929±25	441±9,5	367±8,8	402±7,5	495±8
10	720±12	399±5,4	346±13,4	388±8	490±6
11	826±18	417±7	346±8,6	498±9	628±9,2
12	675±9,8	372±8	330±8,1	414±6,1	564±7
13	649±28	367±7,3	314±9,6	328±9,9	406±8,3
14	864±51	416±21,7	344±8,4	402±10,6	702±16,2
0±DP	793±23,5	418±8,9	345±9,8	403±8,4	541±9,2

5.1.2 pNN50

Com relação aos dados de pNN50 houve variação estatisticamente significativa apenas entre a fase de repouso e as demais. Após a fase sub-máxima não ocorreu mudança estatisticamente significativa no padrão (Quadro 3). É possível

perceber outliers durante as fases de recuperação ativa (1) e passiva (2) (Gráfico 2).

Todos os dados passaram pelo teste de normalidade de Kolmogorov e Smirnov.

Quadro 2 - Resultados relativos à variável pNN50 por fase.

Fases	Média	DP	Mínima	Q1	Median	Q3	Máxima	Amplitude
Repouso	23,81	15,83	2,29	11,68	17,92	36,02	52,82	50,53
Sub-máxima	0,639	2,006	0	0	0	0	7,471	7,471
Máxima	0	0	0	0	0	0	0	0
Rec. Ativa	0,228	0,520	0	0	0	0,348	1,913	1,913
Rec. Passiva	2,52	5,72	0	0	0,253	1,28	19,35	19,35

Quadro 3 - ANOVA entre as diferentes fases em relação à variável pNN50.

Comparação	Diferença	Q	Valor P
Repouso vs Sub-máxima	23.168	11.431	*** P<0.001
Repouso vs Máxima	23.807	11.747	*** P<0.001
Repouso vs Rec. Ativa	23.579	11.634	*** P<0.001
Repouso vs Rec. Passiva	21.291	10.505	*** P<0.001
Sub-máxima vs Máxima	0.6395	0.3155	ns P>0.05
Sub-máxima vs Rec. Ativa	0.4114	0.2030	ns P>0.05
Sub-máxima vs Rec. Passiva	-1.877	0.9263	ns P>0.05
Máxima vs Rec. Ativa	-0.2281	0.1125	ns P>0.05
Máxima vs Rec. Passiva	-2.517	1.242	ns P>0.05
Rec. Ativa vs Rec. Passiva	-2.289	1.129	ns P>0.05

As fases submáxima de exercício, teste máximo de Wingate e recuperação ativa e passiva são as que menos apresentaram variação em termos absolutos, indicando por sua vez, que nessas fases os voluntários tendem a apresentar uma porcentagem pequena de PNN50, pois eles encontravam-se, nestas fases, com depressão da atividade vagal. No entanto, em termos relativos, esses voluntários apresentaram nestas fases uma grande variação, como pode ser observado na gráfico 2.

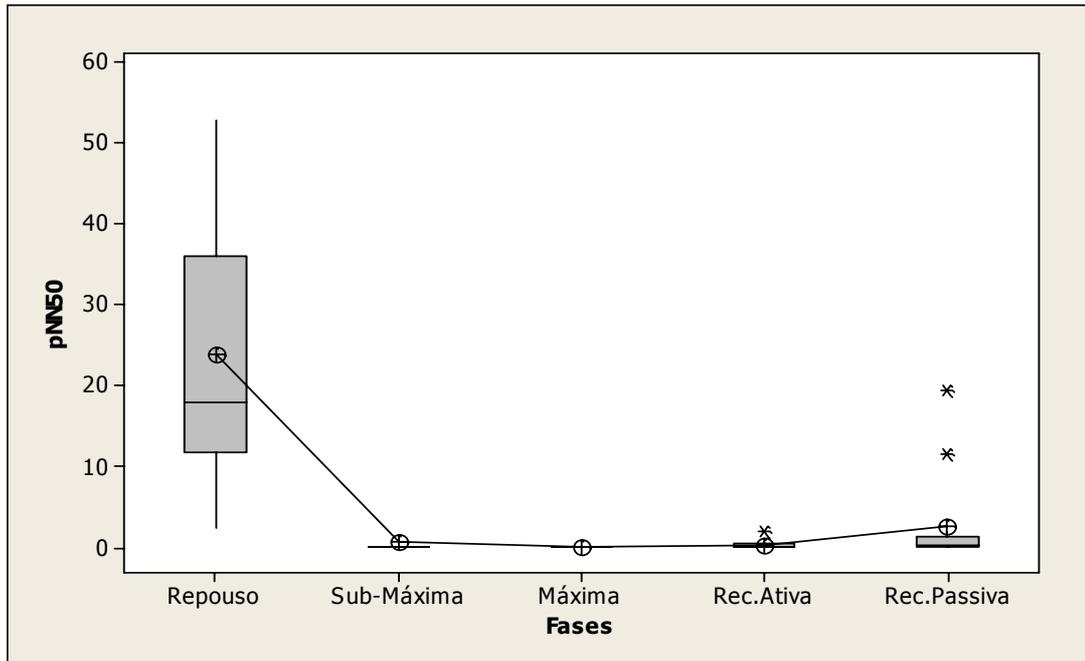


Gráfico 2 - Comportamento dos valores de pNN50 durante as diferentes fases do teste.

De acordo com a tabela 3, nota-se que apenas 6 atletas (1,5,7,8,9 e 14) apresentam na fase de repouso presença de atividade vagal, pois o índice foi superior à 24%. Nas demais fases do exercício observa-se uma depressão da atividade vagal na maior parte dos atletas, com exceção do 3º atleta na fase sub-máxima e do 5º e 14º atleta na fase de recuperação passiva.

Tabela 3 - Valores de PNN50 de cada atleta durante as fases do protocolo da VFC

Atleta	Repouso	Submáximo	Máximo	R. Ativa	R. Pasiva
	PNN50%				
	(180)	(30)	(30)	(120)	(180)
1	33,9	0	0	0	0
2	12,5	0	0	0	2
3	17,2	7,4	0	0	1
4	12,6	0	0	0	0
5	29,4	0	0	0	11,6
6	8,9	0	0	0	0,2
7	35,3	1,4	0	0	0
8	52,8	0	0	0	0,3
9	37,9	0	0	0	0
10	7,1	0	0	0	0
11	15,9	0	0	0,3	0,4
12	2,2	0	0	0	0
13	18,6	0	0	0,5	0,2
14	48,3	0	0	1,9	19,3

Índices >24% indicam a presença de atividade vagal; Índices <4% indicam depressão da atividade vagal e Índices entre 4 e 24% indicam presença vagal média. Fonte: TASK FORCE, 1996

5.1.3 RMSSD

Com relação aos dados de RMSSD houve variação estatisticamente significativa apenas entre a fase de repouso e as demais. Após a fase sub-máxima não ocorreu mudança no padrão (Quadro 5). É possível perceber ainda outliers durante a fase sub-máxima (2), máxima (1) e de recuperação passiva (2) (Gráfico 3). Todos os dados passaram pelo teste de normalidade de Kolmogorov e Smirnov.

Quadro 4 - Resultados relativos à variável pNN50 por fase.

Fase	Média	DP	Mínima	Q1	Median	Q3	Máxima	Amplitude
Repouso	0,7938	0,1599	0,6044	0,6687	0,7569	0,9234	1,1608	0,5564
Sub-máxima	0,4189	0,0393	0,3670	0,3875	0,4145	0,4422	0,4969	0,1299
Máxima	0,34525	0,01353	0,31480	0,33528	0,3464	0,3548	0,3673	0,0525
Rec. Ativa	0,4034	0,0382	0,3285	0,3871	0,4023	0,4181	0,4983	0,1698
Rec. Passiva	0,5412	0,0782	0,4064	0,4875	0,5395	0,6031	0,7023	0,2959

Quadro 5 - ANOVA entre as diferentes fases em relação à variável RMSSD.

Comparação	Diferença	Q	Valor P
Repouso vs Sub-máxima	0.02795	10.290	*** P<0.001
Repouso vs Máxima	0.02681	9.870	*** P<0.001
Repouso vs Rec. Ativa	0.02869	10.562	*** P<0.001
Repouso vs Rec. Passiva	0.02644	9.733	*** P<0.001
Sub-máxima vs Máxima	-0.001141	0.4202	Ns P>0.05
Sub-máxima vs Rec. Ativa	0.0007389	0.2720	Ns P>0.05
Sub-máxima vs Rec. Passiva	-0.001512	0.5566	Ns P>0.05
Máxima vs Rec. Ativa	0.001880	0.6922	Ns P>0.05
Máxima vs Rec. Passiva	-0.0003706	0.1364	Ns P>0.05
Rec. Ativa vs Rec. Passiva	-0.002251	0.8286	Ns P>0.05

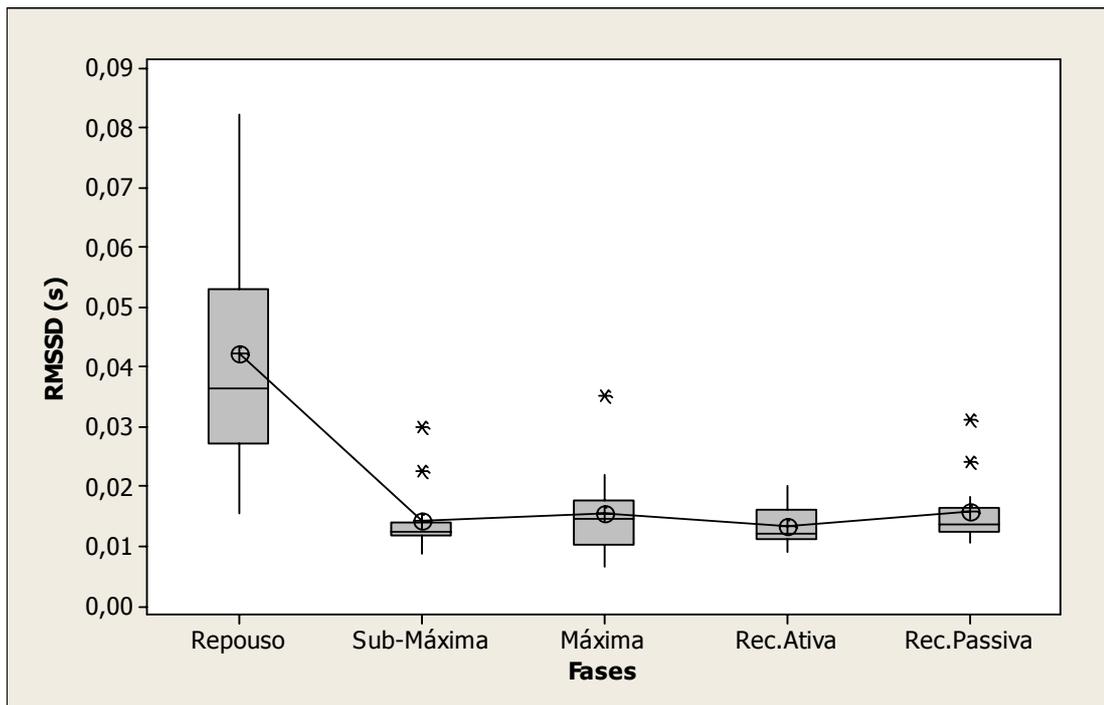


Gráfico 3 - Comportamento dos valores de RMSSD durante as diferentes fases do teste.

De acordo com os dados da tabela 4 pode-se perceber uma grande variabilidade em relação à atividade vagal na fase de repouso. Nota-se, entretanto, uma depressão desta atividade em todos os atletas na fase submáxima. Parece haver entre os atletas de nº 3 (máxima) e 14 (recuperação passiva) um aparecimento da atividade vagal.

Tabela 4 – Valores de RMSSD de cada atleta durante as fases do protocolo da VFC, bem como a média e desvio padrão do grupo

Atleta	Repouso	Submáximo	Máximo	R. Ativa	R. Pasiva
	RMSSD = ms				
	(180)	(30)	(30)	(120)	(180)
1	52,2	11,9	13,7	11,9	12,5
2	27,9	11,7	6,5	11,9	18
3	31,6	22,3	34,9	19,9	13,3
4	33,1	12	10	11,1	12,4
5	55,7	14,7	10,2	9,7	24,2
6	25	13,7	16,6	14	15,1
7	47,8	13,6	21,9	19,9	15,9
8	75,9	10,2	7,3	11,8	12,5
9	50,2	12,4	13,2	11,1	11,8
10	21,2	8,7	19,5	12,1	10,5
11	30,8	12,6	12	12,8	13,8
12	15,5	11,6	16,7	8,9	13
13	39,9	12,1	15,2	16,4	14,3
14	82,1	29,9	15,8	15,8	31,2
0±DP	42,1±19,7	14,1±5,4	15,2±7,1	13,4±3,4	15,6±5,6

Índices <30ms indicam depressão da atividade vagal, Índices >30ms indicam presença vagal.
Fonte: TASK FORCE, 1996

5.1.4 Análise comparativa das variáveis no domínio do tempo

O esquema apresentado no quadro 6 compara o nível de atividade vagal a partir das informações obtidas pelas variáveis pNN50 e RMSSD. Nota-se que dentre os 70 pares apenas 7 apresentam divergências. A maior variação deu-se na fase de repouso não havendo nenhuma discordância nas fases sub-máximas e de recuperação ativa.

Quadro 6 – Análise comparativa entre as variáveis que registram a atividade vagal no domínio do tempo

Atleta	Repouso		Submáximo		Máximo		R. Ativa		R. Pasiva	
	Atividade vagal no domínio do tempo									
	pNN50	RMSSD	pNN50	RMSSD	pNN50	RMSSD	pNN50	RMSSD	pNN50	RMSSD
1	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
3	↓	↑	↓*(Média)	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓
4	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
5	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓*(Média)
6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
7	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
8	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
9	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
11	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
12	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
13	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
14	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑*(Média)

↓ indica redução da atividade vagal e ↑ presença de atividade vagal

5.2 Parâmetros no domínio da frequência

Houve variação dos dados da potência espectral simpática apenas entre a fase de repouso e as demais ($p < 0.005$, ANOVA) (Quadro 8). Comparado à fase de repouso, a PSD LF diminuiu significativamente durante a fase sub-máxima e assim se manteve até o final da coleta (Quadro 8). A PSD HF demonstrou comportamento similar à da LF com variação estatisticamente significativa somente entre a 1ª e 2ª fase. Não houve retorno dos valores aos níveis pré-exercício (Quadro 9). Em relação à razão simpático/parassimpático houve variação estatisticamente significativa entre o repouso e a fase sub-máxima como também entre a recuperação ativa e a passiva. (Quadro 10)

Quadro 7 - Valores referentes à PSD LF e HF e a razão LF/HF

Fase		Média	DP	Mínima	Q1	Mediana	Q3	Máxima	Amplitude
Repouso	LF	0,002987	0,002084	0,000762	0,001122	0,002474	0,003973	0,007370	0,006608
	HF	0,000967	0,000970	0,0000840	0,000301	0,000515	0,001480	0,003088	0,003004
	LF/HF	4,531	2,728	1,520	2,575	3,705	5,699	11,025	9,505
Sub-máxima	LF	0,0000399	0,0000489	0,0000069	0,0000113	0,000022	0,0000387	0,000165	0,000158
	HF	0,0000715	0,000167	0,0000108	0,0000116	0,0000162	0,0000314	0,000642	0,000631
	LF/HF	1,165	0,724	0,257	0,717	0,953	1,608	2,620	2,363
Máxima (Wingate)	LF	0,0000700	0,000152	0,00000590	0,0000139	0,0000262	0,0000413	0,000589	0,000583
	HF	0,0000777	0,000146	0,0000125	0,0000156	0,0000239	0,0000578	0,000559	0,000547
	LF/HF	0,982	0,591	0,125	0,535	1,014	1,185	2,231	2,105
Rec. Ativa	LF	0,0000305	0,0000199	0,0000119	0,0000161	0,0000207	0,0000523	0,0000655	0,0000536
	HF	0,0000418	0,0000409	0,0000149	0,0000186	0,0000247	0,0000438	0,000166	0,000152
	LF/HF	0,880	0,393	0,394	0,635	0,759	1,271	1,620	1,227
Rec. Passiva	LF	0,000177	0,000376	0,00000940	0,0000291	0,0000466	0,000145	0,001459	0,001450
	HF	0,0000618	0,0000607	0,0000175	0,0000290	0,0000371	0,0000616	0,000226	0,000209
	LF/HF	2,197	2,090	0,492	0,619	1,352	3,933	6,456	5,964

Quadro 8 – ANOVA entre as diferentes fases em relação à variável de PSD LF.

Comparação	Diferença	q	Valor P
Repouso vs Sub-máxima	0.002947	11.610	*** P<0.001
Repouso vs Máxima	0.002917	11.491	*** P<0.001
Repouso vs Rec. Ativa	0.002956	11.647	*** P<0.001
Repouso vs Rec. Passiva	0.002809	11.068	*** P<0.001
Sub-máxima vs Máxima	-3.016E-05	0.1188	Ns P>0.05
Sub-máxima vs Rec. Ativa	9.410E-06	0.03707	Ns P>0.05
Sub-máxima vs Rec. Passiva	-0.0001375	0.5417	Ns P>0.05
Máxima vs Rec. Ativa	3.957E-05	0.1559	Ns P>0.05
Máxima vs Rec. Passiva	-0.0001073	0.4229	Ns P>0.05
Rec. Ativa vs Rec. Passiva	-0.0001469	0.5788	Ns P>0.05

Quadro 9 – ANOVA entre as diferentes fases em relação à variável de PSD HF.

Comparação	Diferença	q	Valor P
Repouso vs Sub-máxima	0.0008954	7.509	*** P<0.001
Repouso vs Máxima	0.0008892	7.457	*** P<0.001
Repouso vs Rec. Ativa	0.0009250	7.758	*** P<0.001
Repouso vs Rec. Passiva	0.0009050	7.590	*** P<0.001
Sub-máxima vs Máxima	-6.180E-06	0.05183	Ns P>0.05
Sub-máxima vs Rec. Ativa	2.968E-05	0.2489	Ns P>0.05
Sub-máxima vs Rec. Passiva	9.661E-06	0.08102	Ns P>0.05
Máxima vs Rec. Ativa	3.586E-05	0.3007	Ns P>0.05
Máxima vs Rec. Passiva	1.584E-05	0.1328	Ns P>0.05
Rec. Ativa vs Rec. Passiva	-2.002E-05	0.1679	Ns P>0.05

Quadro 10 – ANOVA entre as diferentes fases em relação à variável LF/HF.

Comparação	Diferença	q	Valor P
Repouso vs Sub-máxima	3.366	7.859	*** P<0.001
Repouso vs Máxima	3.549	8.286	*** P<0.001
Repouso vs Rec. Ativa	3.651	8.525	*** P<0.001
Repouso vs Rec. Passiva	2.334	5.450	** P<0.001
Sub-máxima vs Máxima	0.1829	0.4270	ns P>0.05
Sub-máxima vs Rec. Ativa	0.2855	0.6665	ns P>0.05
Sub-máxima vs Rec. Passiva	-1.032	2.409	ns P>0.05
Máxima vs Rec. Ativa	0.1026	0.2395	ns P>0.05
Máxima vs Rec. Passiva	-1.215	2.836	ns P>0.05
Rec. Ativa vs Rec. Passiva	-1.317	3.075	ns P>0.05

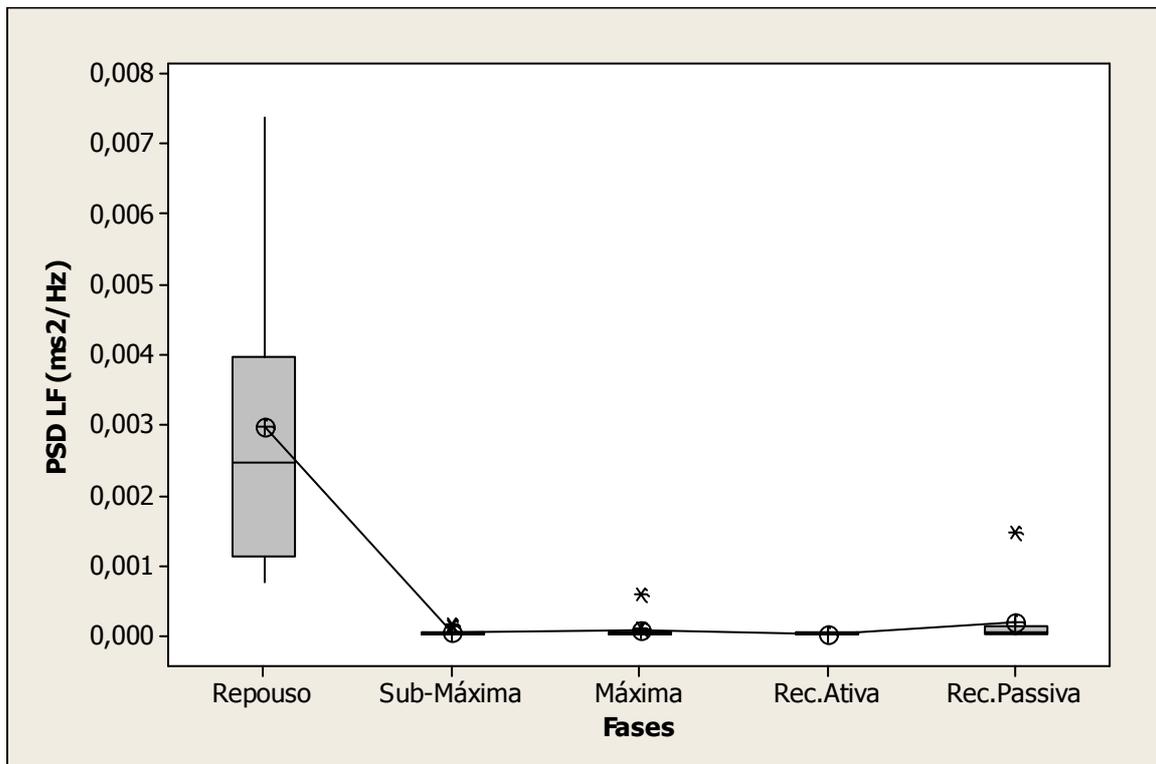


Gráfico 4 - Comportamento dos valores de PSD LF durante as diferentes fases do teste.

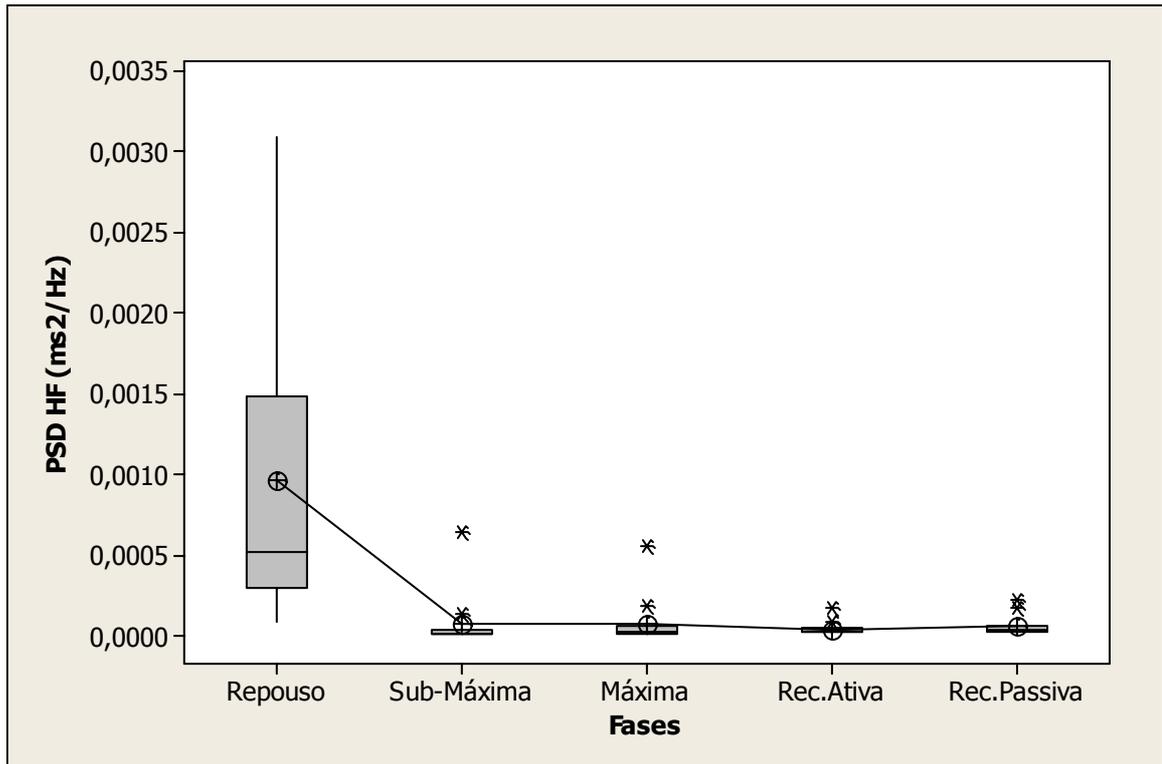


Gráfico 4 - Comportamento dos valores de PSD HF durante as diferentes fases do teste.

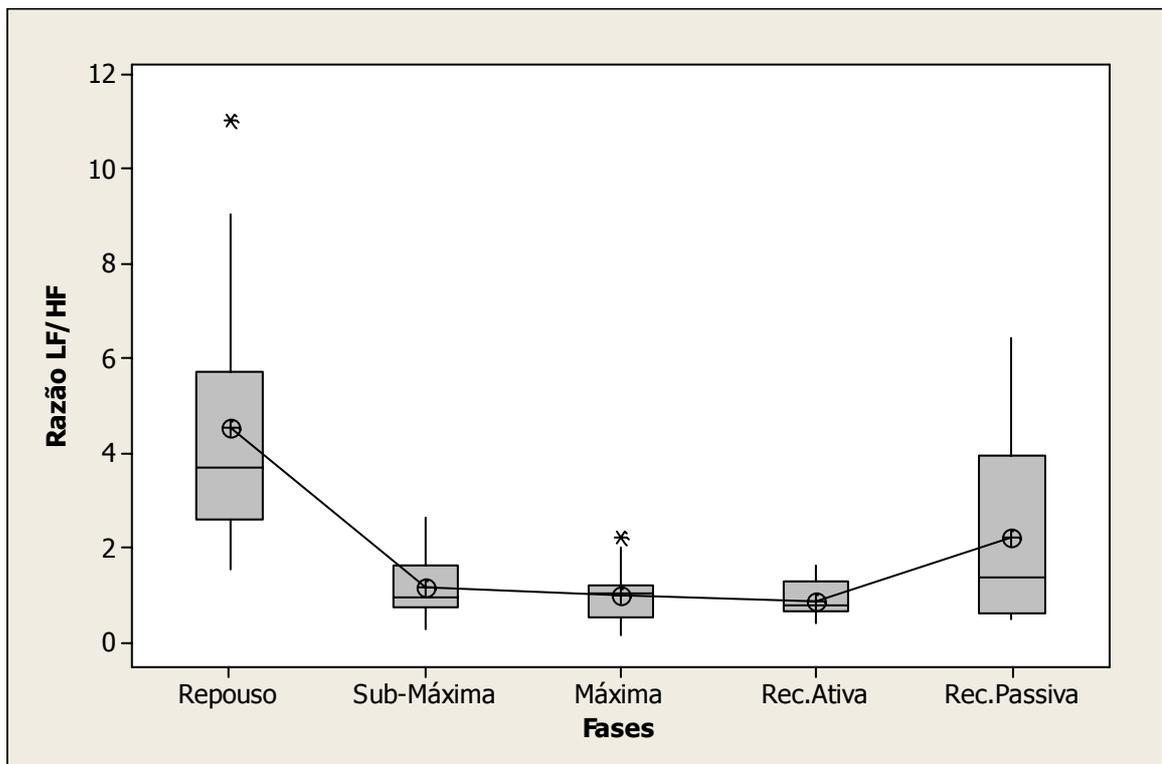


Gráfico 5 - Comportamento dos valores da razão LF/HF durante as diferentes fases do teste.

5.3 Correlações entre os valores dos índices temporais e espectrais antes, durante e após o teste de Wingate

As correlações entre as variáveis no DT e DF mostram resultados estatísticos variáveis. Para as variáveis de RR Médio *versus* LF, ocorreu correlação moderadamente significativa apenas com a fase de recuperação passiva. Tal resultado vai de encontro à análise espectral já discutida.

Não ocorreu o esperado no momento em que houve diminuição do RR Médio nas fases sub-máxima e máxima (correlação negativa), ou seja, deveria haver elevação proporcional do componente simpático.

Para a análise do RR Médio *versus* HF houve correlação negativa na fase de recuperação ativa. Observa-se uma leve correlação entre estes dois componentes.

Para a análise da RMSSD *versus* LF observa-se correlação estatisticamente significativa e regressiva até a fase máxima. Posteriormente não observa-se resultados significativos.

Na análise da RMSSD *versus* HF é possível observar a correlação positiva em quase todas as fases, com exceção da fase sub-máxima.

Tabela 5 - Valores dos Coeficientes de Relações entre as Variáveis, obtidas dos Índices Temporais e Espectrais (Aquecimento).

	Repouso		Sub-Máxima		Máxima		Recuperação Ativa		Recuperação Passiva	
	rs	p-valor	Rs	p-valor	Rs	p-valor	Rs	p-valor	Rs	p-valor
RR Médio vs LF	0.3407	0.2333 NS	-0.02418	0.9346 NS	-0.08132	0.7823 NS	0.3319	0.2464 NS	0.7363	0.0027 **
RR Médio vs HF	0.4681	0.0914 NS	0.08132	0.7823 NS	0.1297	0.6586 NS	-0.07692	0.7938 NS	0.6352	0.0147 *
RMSSD vs LF	0.8066	0.0005 ***	0.7538	0.0018 **	0.6176	0.0186 *	0.3011	0.2955 NS	0.3231	0.2599 NS
RMSSD vs HF	0.9297	0.0001 ***	0.4769	0.0846 NS	0.8022	0.0006 ***	0.7978	0.0006 ***	0.8813	0.0001 ***

rs = Coeficiente de Correlação de Spearman; * = $p < 0,05$ (levemente significativos); ** = $p < 0,01$ (moderadamente significativos); *** = $p < 0,001$ (extremamente significativos); NS = não significativo.

6 DISCUSSÃO

A VFC foi utilizada, neste estudo, com o objetivo de determinar o comportamento autonômico cardíaco em jogadores de futebol profissional durante a realização do teste de Wingate. Conforme já descrito fora utilizada a análise no domínio do tempo e da frequência que receberão maiores análises à seguir.

6.1 Análise pelo domínio do tempo

Sabe-se que através da flutuação da FC, é possível observar a interação entre o SNA por meio da atividade simpática e parassimpática, estudo este denominado de VFC (RIBEIRO et al., 2005).

Os dados referentes ao RR médio mostram um decréscimo importante nos seus valores a partir da fase sub-máxima. Tal evento reflete um aumento na frequência cardíaca em todos os atletas analisados.

O exercício físico caracteriza-se por uma situação que retira o organismo de sua homeostase, pois implica no aumento instantâneo da demanda energética da musculatura exercitada e, conseqüentemente, do organismo como um todo. Assim, para suprir a nova demanda metabólica, várias adaptações fisiológicas são necessárias e, dentre elas, as referentes à função cardiovascular durante o exercício (BRUM et al., 2004).

O coração, conforme já dito, possui uma dupla inervação (simpático e parassimpático) que possui regulação de forma contínua e constante. A estimulação do simpático libera catecolaminas, aumentando a frequência de despolarização e desta forma a FC. Por outro lado, a estimulação parassimpática, ao liberar acetilcolina, terá ação oposta (CAMPELO et al., 1992).

Rosenblueth e Simeone (1934) apud Longo, Ferreira e Correia (1995) mostraram que à modulação da atividade eferente vagal correspondiam respostas muito rápidas da FC, que se podiam manifestar logo no primeiro batimento subsequente. As influências da estimulação simpática fazem-se de forma muito mais lenta, ocorrendo até 20 segundos.

Conclui-se desta forma que o tempo de resposta do parassimpático é menor que o simpático, por isso o parassimpático atuaria de forma suficientemente rápida para mediar flutuações na FC (CAMPELO et al., 1992).

Portanto, os resultados obtidos em nosso estudo sugerem a elevação da frequência cardíaca com diminuição do RR médio devido à retirada vagal na passagem das fases de repouso para sub-máxima.

Os valores de RR médio e SDNN podem indicar e traduzir a VFC. Encontramos na maior parte dos atletas, como já dito, valores maiores de RR no repouso que indicariam uma baixa frequência cardíaca e que tendem a diminuir durante o exercício, indicado através de RR baixos. Após a fase máxima (Wingate), pode-se perceber um retorno progressivo, a partir da fase de recuperação ativa, dos valores de RR e conseqüentemente a diminuição da FC. Tal fenômeno poderia estar associado à estimulação das fibras eferentes parassimpáticas.

Através dos valores de SDNN podemos também avaliar os atletas de acordo com o risco cardíaco. Nota-se entre os atletas que todos, com exceção do 14º atleta, apresentam valores abaixo de 50ms.

Pichot et al. (2002) propõe que o treinamento físico regular induz um aumento à longo prazo da VFC resultando em mudanças na atividade basal do SNA e equilíbrio. Esclarece ainda, que programas de treinamento de atletas de elite são,

geralmente, construídos com uma repetição de ciclos de treinamento com altas cargas de trabalho, seguida por breves períodos de repouso. Tal situação poderia levar o organismo à um estado de fadiga, seguido de um aumento da capacidade física após o período de recuperação. Salienta, entretanto, que a ausência de um período de repouso adequado ou acúmulo dos períodos de treinamento poderiam resultar em uma síndrome de *overtraining*, caracterizada por um estado de fadiga aumentado o que poderia comprometer a temporada competitiva do atleta. Tal mudança levaria ao desequilíbrio do SNA com predominância de atividade parassimpática ou simpática.

Tal fenômeno poderia estar associado à um excesso de treinamento pelo qual os atletas foram submetidos ou até mesmo um descondicionamento cárdio-vascular.

Os nossos dados em relação à PNN50 mostraram uma grande variabilidade em torno da presença da atividade vagal na fase de repouso entre os atletas, 6 em 14 demonstraram a presença desta atividade.

Os dados ainda confirmam que imediatamente após o exercício há uma retirada da atividade vagal (com exceção do 3º atleta). Observa-se um retorno da predominância vagal apenas na fase de recuperação ativa entre o 5º e 14º atleta.

Através destas observações é possível sugerir que os participantes deste estudo não apresentavam um bom condicionamento aeróbio em razão da não participação do sistema parassimpático nas fases de recuperação.

Tulppo et al. (1998) sugerem em seu estudo que indivíduos que possuam melhor capacidade física apresentam modulações autonômicas mais elevadas da FC durante o exercício do que aqueles indivíduos destreinados. É sugerido ainda no mesmo estudo que o nível de intensidade no exercício pelo qual a modulação vagal

desaparece é também significativamente mais alto, confirmando a idéia de que a função cardíaca vagal está relacionada ao condicionamento aeróbico.

Nossos achados, aumentam a discussão do assunto referente à condicionamento físico e modulação da atividade vagal entre atletas treinados. Não pudemos observar a partir dos dados de PNN50 comportamento semelhante ao estudo de Tulppo et al. (1998), já citado anteriormente.

Meersman (1993) aponta que possa haver um aumento da VFC em grupos ativos fisicamente, sendo tais alterações propiciadas por uma dominância parassimpática.

A última análise pelo domínio do tempo foi a da raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos RR subseqüentes. Nota-se em nosso estudo, igualmente à análise pela variável PNN50, uma grande variedade de comportamentos entre os atletas em relação à fase de repouso. Observa-se uma retirada vagal a partir da fase sub-máxima em todos os atletas, que perdura até a fase de recuperação ativa (com exceção do 3º atleta na fase máxima (Wingate) e no 14º atleta na fase de recuperação passiva).

Pudemos ainda demonstrar de acordo com a tabela 10 que houve uma certa similaridade em quase todos os atletas, através da análise no domínio do tempo pelas variáveis de pNN50 e RMSSD.

6.2 Análise pelo domínio da freqüência

Segundo a TASK FORCE (1996) durante o repouso existe um predomínio da atividade simpática e com 70% de uma carga máxima ocorrerá uma atividade

simpática. Visto isto, a coleta de dados deu-se início no período de repouso até a fase de recuperação passiva.

Durante o início da atividade física o SNA irá controlar o sistema cardiovascular de forma a propiciar condições necessárias à síntese e oferta energética aos tecidos alvos. Uma das primeiras alterações relaciona-se ao aumento da FC. Este fenômeno em um primeiro momento é creditado à uma baixa da atividade parassimpática para em seguida um aumento simpático em decorrência de um também aumento da carga física. Concluindo que a taquicardia do exercício é vago-dependente nos primeiros instantes e simpático-dependente nos períodos mais tardios (ALONSO et al.,1998).

Nossos resultados mostram a queda acentuada da atividade parassimpática e simpática durante o início da fase sub-máxima até a fase de recuperação ativa. Durante o exercício, o componente de HF mostrou-se como um índice válido da atividade nervosa cardíaca parassimpática por causa de sua diminuição frente ao aumento da intensidade do exercício.

O componente LF é mais controverso em sua interpretação, podendo ser considerado por muitos como um marcador da atividade simpática e por outros como um parâmetro que inclui influência simpática, vagal e baroreflexa (JAVORKA et al., 2002).

Um aumento de carga de treinamento em excesso causa desequilíbrio hormonal em atletas. Devido a estas mudanças hormonais, o *overtraining* levará a um desequilíbrio autônomo. Estas mudanças ainda são controversas. As razões se devem em parte à um desequilíbrio entre períodos de treino e repouso. Podemos ter um sobre-treinamento do tipo simpático que pode ser consequência de demasiado

estresse psico-emocional, tal como competições demais e fatores de estresse não decorrentes do treinamento (por exemplo, social, educacional, nutricional) (AUBERT et al. 2003).

Na fase de recuperação ativa nota-se um aumento na razão LF/HF embora não estatisticamente significativo. Sugere-se que o aumento da atividade simpática seja um mecanismo tardio de adaptação frente à carga aumentada durante o exercício, ou sinais provenientes de um excesso de treinamento.

JAVORKA et al. (2002) cita através de seu estudo um declínio na FC exponencial logo após o exercício. Este achado segundo o mesmo independia do SNA. Mostra também que esta redução é rápida durante os 1-2min após a interrupção da atividade. Tais achados poderiam induzir uma redução da atividade simpática ou elevação da atividade vagal. Tal fato não é visto em nosso estudo.

Nossos resultados sugerem um curto tempo dado para o possível reaparecimento da atividade vagal durante o período de recuperação de forma significativa após uma carga máxima.

7 CONCLUSÃO

Os principais achados do nosso estudo foram: os índices no domínio do tempo e da frequência reduziram-se significativamente na passagem do repouso para a atividade sub-máxima permanecendo em níveis mais baixos do que no período pré-exercício.

A diminuição dos valores de RR-médio, PNN50 e RMSSD após a fase de repouso, sugere que a primeira resposta adaptativa frente ao exercício seja vago-dependente inicialmente.

É igualmente percebido pelos mesmos índices que não ocorreu retorno da atividade vagal durante a fase de recuperação passiva. Sugerimos desta forma que o tempo dado para a recuperação no período pós teste fora curto para um possível retorno da atividade parassimpática.

Embora o trabalho ter sido desenvolvido com atletas profissionais, identificamos uma alta taxa de risco cardíaco durante a fase de repouso. Sugerimos desta forma não haver relação direta entre nível de profissionalismo e diminuição do risco cardíaco. Provavelmente existem outros fatores tais como nível de treinamento físico, esportes praticados dentre outros que devam ser analisados concomitantemente.

De acordo com a análise no domínio da frequência, pudemos observar uma resposta atípica, quando comparado à literatura disponível relacionado à fisiologia do esforço, frente à atuação e predominância do sistema nervoso simpático e parassimpático.

Sugere-se através do nosso estudo uma queda simultânea das atividades simpática e parassimpática durante o exercício, bem como também, uma elevação da atividade simpática durante o período de recuperação ativa evidenciando uma provável adaptação tardia.

Maiores estudos seriam necessários à respeito da sobrecarga de treinamento e os seus efeitos na variabilidade da frequência cardíaca.

REFERENCIAS

ALONSO, D. O., FORJAZ, C. L. M., REZENDE, L. O., BRAGA, A. M. F. W., BARRETTO A. C. P., NEGRÃO C. E., RONDON M. U. P. B. Comportamento da Freqüência Cardíaca e da Sua Variabilidade Durante as Diferentes Fases do Exercício Físico Progressivo Máximo. **Arq Bras Cardiol.**, v. 71, n.6, p.787-92, 1998.

AUBERT, A.E., SEPS, B., BECKERS, F. Heart Rate Variability in Athletes. **Sports Med.**, v.33, n.12, p.889– 919, 2003.

BRUM, P.C., FORJAZ, C.L.M., TINUCCI, T., NEGRÃO, C.E. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. **Rev Paul Educ Fís.**, v. 18, p.21-31, 2004.

CATAI, A.M.; CHACON-MIKAHIL, M.P.T.; MARTINELLI, F.S.; FORTI, V.A.M.; SILVA, E.; GOLFETTI, R.; MARTINS, L.E.B.; SZRAJER, J.S.; WANDERLEY, J.S.; LIMA-FILHO, E.C.; MILAN, L.A.; MARIN-NETO, J.A.; MACIEL, B.C.; GALLO Jr.; L. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. **Braz J Med Biol Res.**, v. 35, n. 6, p. 741-752, 2002.

CAMPELO, M., COUTINHO, J., FERNANDES, P., MACIEL, M.J., GONÇALVES, F.R., GOMES, M.C. O nosso ponto de vista - Variabilidade da Freqüência cardíaca: Uma perspectiva. **Rev. Port. Cardiol.**, v.11, n.9, p.723-32, 1992.

COHEN, L. Time-frequency distributions. A review. **Proc. IEEE**, v.77, p.941-81, 1989.

COSTA, O., LAGO, P., ROCHA, A.P., FREITAS, J., PUIG, J., CARVALHO, M.J., FREITAS, A.F. Análise espectral da variabilidade da freqüência cardíaca. Estudo comparativo entre a análise espectral não paramétrica e paramétrica em séries curtas. **Rev Port Cardiol.**, v.14, n.9, p.621-6, 1995.

DOUGLAS, C.R. **Tratado de Fisiologia aplicada à Fisioterapia**. São Paulo: Robe Editorial, 2002.

FOSS, M.L., KETAYIAN, S.J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

FRANCHINI E. Teste Anaeróbio de Wingate: Conceitos e Aplicação. **Rev Mack Ed Fis Esp.**, v.1, n.1, p.11-27, 2002.

FRANCHINI, K. G. Controle neural da função cardíaca. In: MACHADO, César Luiz Antônio. **Manual de Cardiologia**. São Paulo: Ateneu, 2000.

- FREEMAN, R. Assessment of cardiovascular autonomic function. **Clinical Neurophysiology**, v.117, p.716–730, 2006.
- GALLO Jr, L.; MACIEL, B.C.; MARIN-NETO, J.A.; MARTINS, L.E.B.; LIMA-FILHO, E.C.; GOLFETTI, R.; CHACON, M.P.T.; FORTI, V.A.M. Control of heart rate during exercise in health and disease. **Braz J Med Biol Res**, v. 28, n. 11-12, p. 1179-1184, 1995.
- GALLO Jr, L.; MACIEL, B.C.; MARTINS, L.E.B.; LIMA FILHO, E.C.; GOLFETTI, R. Quando o coração bate mais forte. **Ciência Hoje**, v. 21, p. 40-47, 1996.
- GRAAF, V. **Human anatomy**. 6. ed. Columbus: McGraw–Hill, 2001.
- GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 973p.
- HILL, D.W., SMITH, J.C. Calculation of Aerobic Contribution During High Intensity Exercise. **Res Q Exerc Sports**, v.63, n.1, p.85-8,1992.
- INBAR, O.; BAR-OR, O. Anaerobic characteristics in male children and adolescents. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, v.18, n.3, p.264-269, 1986.
- INBAR, O.; BAR-OR, O.; SKINNER, J.S. **The Wingate Anaerobic Test**. Champaign, IL.: Human Kinetics, 1996
- JAVORKA M., ZILA I., BALHÁREK T., JAVORKA K. Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. **Braz J Med Biol Res.**, v.35, n.8, p.991-1000, 2002.
- KLEIGER, R.E., MILLER, J.P., BIGGER, J.T., MOIS A.J. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. Multicenter post-infarction research group. **Am J Cardiol.**, v.59, p.256-62, 1987.
- LONGO, A., FERREIRA, D., CORREIA, M.J. Variabilidade da frequência cardíaca. **Rev Port Cardiol.**, v.14, n.3, p.241-62, 1995.
- MEERSMAN, R.R. Heart rate variability and aerobic fitness. **Am Heart J.**, v.125, n.3, p.726-31, 1993
- OKANO, A. H. et al. Efeito da aplicação de diferentes cargas sobre o desempenho motor no teste de wingate. **Rev. Bras. de Ciência e Movimento**, v.9, n.4, p.7-11, out., 2001.

PERINI, R.; VEICSTEINAS, A. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. **Eur J Appl Physiol.**, v.90, p.317-25, 2003.

PICHOT, V., BUSSO T., ROCHE F., GARET M., COSTES F., DUVERNEY D., LACOUR J. R., BARTHELEMY J. C.. Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: a laboratory study. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 34, n.10, p.1660-6, 2002.

PUMPRLA, J. et al. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. **International Journal of Cardiology**, v.84, p.1-14, 2002.

RIBEIRO, J.P., FILHO, R.S.M. Variabilidade da frequência cardíaca como instrumento de investigação do sistema nervoso autônomo. **Rev Bras Hipertens**, v.12, n.1, p.14-20, 2005.

RIBEIRO, M.P.; BRUM, J.M.; FERRARIO, C.M. Análise Espectral da Frequência Cardíaca. Conceitos Básicos e Aplicação Clínica. **Arq Bras Cardiol.**, v.59, n.3, p.141-9, 1992.

SILVA P.R.S., ROMANO A., VISCONTI A.M., et al: Avaliação funcional multivariada em jogadores de futebol profissional: uma metanálise. **Rev Bras Med Esporte**, v.4, p.182-96, 1998.

SMITH, J.C.; HILL, D.W. Contribution of Energy Systems During a Wingate Power Test. **British Journal of Sports Medicine**, v. 25, n.4, p. 196-199, 1991.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **European Heart Journal**, v.17, p.354-81, 1996.

TULPPO, M.P., MAKIKALLIO, T.H., SEPPANEN, T., LAUKKANEN, R.T., HUIKURI, H. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. **Am J Physiol.**, v.274, n.43, p.424-9, 1998.

VANDEWALLE H., PERES G., MONOD H. Standard Anaerobic Exercise Tests. **Sports Méd.**, v.4, n.4, p.268-89, 1987.

WILLMORE, J.H; COSTILL,D.L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. 2ed. São Paulo: Manole, 2001. 1-4p, p.120-123

ZHANGYONG, L., BIAO, L., ZHENGXIANG, X. Extracting and analyzing sub-signals in heart rate variability. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 42, p.131–5, 2005.

ANEXO A - Termo de consentimento em pesquisa

TERMO DE CONSENTIMENTO EM PESQUISA

Nome do Voluntário: _____

Endereço: _____

Cidade: _____

Telefone para contato: _____

As informações contidas neste prontuário serão fornecidas pelo aluno Leonardo Fernandes Machado e Prof. Dr. Rodrigo Alexis Lazo Osorio, objetivando firmar acordo escrito mediante o qual, o voluntário da pesquisa autoriza a participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

1- Título: Análise da Potência Anaeróbia em jogadores de futebol de campo profissional através do Teste Anaeróbio de Wingate.

2- Objetivo: O objetivo desse trabalho é comparar dados específicos sobre a potência anaeróbia em atletas profissionais de futsal e futebol de campo através do teste de Wingate correlacionando o índice de percepção do esforço.

3- Justificativa: Esse trabalho visa fazer uma análise comparativa da potência anaeróbia em jogadores de futsal e futebol de campo através do teste anaeróbio de Wingate em um ciclo ergômetro, uma vez que esta modalidade esportiva caracteriza-se pela realização, instantaneamente ou em poucos segundos, de movimentos com grande potência, predominantemente de membros inferiores.

4- Procedimento Experimental: Serão avaliados 30 atletas com idade entre 18 e 24 anos, não portadores de qualquer distúrbio neurológico, metabólico e cardiovascular. Após anamnese, será feita a aplicação dos eletrodos (com a devida higienização local com tricotomia, para aqueles com presença de pêlos na região a ser fixada o eletrodo e, algodão embebido em álcool para evitar interferências nos sinais) para

coleta do eletrocardiograma através da derivação (MC5). Será feita primeiramente uma adaptação do indivíduo ao teste através de uma simulação e, posteriormente, dar-se-á início às coletas. O teste de Wingate será realizado em uma bicicleta ergométrica onde o indivíduo terá que realizar o maior número possível de pedalagem contra uma resistência fixa (7,5% do peso corporal do indivíduo), com duração de 30 segundos. Os dados eletrocardiográficos serão coletados durante 2 minutos em repouso antes do teste com o indivíduo já posicionado na bicicleta, logo após será realizado uma aprendizagem do teste (o indivíduo pedala durante 30 segundos contados regressivamente sendo que aos 10 segundos, o equipamento aplica 50% da carga, 5 segundos após, 75% e aos 0 (zero) segundos a carga já encontra-se em 100% para realização do teste e coleta dos dados) em seguida será iniciado o teste durante 1 minuto seguido de 30 segundos de esforço supramáximo, 1 a 2 minutos de recuperação ativa no qual o indivíduo continua pedalando seguido de uma recuperação passiva no ciclo ergômetro.

5- Desconforto ou Riscos Esperados: Um possível cansaço físico devido à atividade envolver esforço de alta intensidade.

6- Informações: Os voluntários terão a garantia que receberão respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa em questão. Também os pesquisadores supracitados assumirão o compromisso de proporcionar informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que esta possa afetar a vontade do indivíduo em continuar participando.

7- Retirada do Consentimento: Os voluntários terão a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo.

8- Aspectos Legais: Elaborados de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução no 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde – Brasília – DF.

9- Garantia de Sigilo: Os pesquisadores assegurarão a privacidade dos voluntários quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

10- Formas de Ressarcimento das Despesas Decorrentes da Participação na Pesquisa: Não serão ressarcidas despesas com eventuais deslocamentos.

11- Local da pesquisa e tempo de pesquisa: A coleta de dados será a campo, no Laboratório de Reabilitação Cardiopulmonar da UNIVAP em uma única etapa, onde serão coletados os dados referentes ao teste anaeróbio Wingate dos atletas pertencentes a uma equipe de futsal masculino FADENP e outra equipe de futebol de campo masculino profissional.

12- Telefone dos pesquisadores para Dúvidas ou Emergências:

Prof. Dr. Rodrigo A. Lazo Osório – (12) 3947-1000 ramal 1087 ou (11) 9911-8547

Leonardo Fernandes Machado – (32) 3214-6798 ou (32) 8829-0424

Consentimento do Voluntário

Nome do Voluntário: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____

Cidade: _____

Declaro ser voluntário da pesquisa, intitulada como “Análise da Capacidade Anaeróbia em atletas de Futebol de campo”, a ser realizada no Laboratório de Reabilitação Cardiovascular, da Faculdade de Ciências da Saúde, Bloco 07, na Universidade do Vale do Paraíba - S.J.C; e ter pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que me submeterei, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

Assinatura do voluntário ou responsável

Documento de Identificação

ANEXO B – Protocolo de projeto de pesquisa para avaliação do CEP



UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVAP

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo n.º L068/2005/CEP, sobre “*Análise comparativa do potencial anaeróbio através do teste Wingate nos diferentes esportes*”, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Rodrigo Alexis L. Osório, está de acordo com os Princípios Éticos, seguindo as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos, conforme Resolução n.º 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi **aprovado** por esta Comissão de Ética em Pesquisa.

Informamos que o pesquisador responsável por este Protocolo de Pesquisa deverá apresentar a este Comitê de Ética um relatório das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação.

São José dos Campos, 11 de novembro de 2005

PROF. DR. LANDULFO SILVEIRA JUNIOR

Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa da Univap

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)