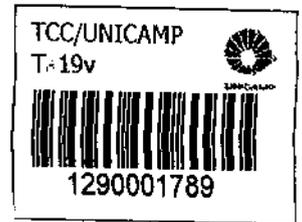


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

# **VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E A ESPECIFICIDADE ESPORTIVA**

TESSÁLIA SOUZA BAGDADI TAU

Campinas  
2004



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

# VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E A ESPECIFICIDADE ESPORTIVA

TESSÁLIA SOUZA BAGDADI TAU

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física-Treinamento em Esportes, pela Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, sob a orientação da Prof. Ms. Juliana Martuscelli da Silva Prado.

Campinas  
2004

## Termo de Aprovação

### VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E A ESPECIFICIDADE ESPORTIVA

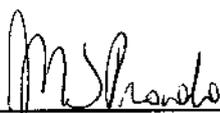
Tessália Souza Bagdadi Tau

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física-Treinamento em Esportes, pela Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, sob a orientação da Prof. Ms. Juliana Martuscelli da Silva Prado.

Data de Aprovação:  
Campinas, \_\_\_\_\_.

Banca Examinadora:

\_\_\_\_\_  
Prof. Ms. Luiz Fernando Paulino Ribeiro

Orientadora:   
\_\_\_\_\_  
Prof. Ms. Juliana Martuscelli da Silva Prado

Dedico essa monografia a minha família, meus amigos e todas as pessoas que de alguma forma fazem ou fizeram parte da minha vida.

## Agradecimentos

Aos meus pais João e Gelma, que sempre acreditaram em mim. Por não medirem esforços e fazerem todo o possível para a minha felicidade de meus irmãos. Apoiaram-me nas horas mais difíceis e sempre estavam lá para me dar colo quando precisava. Estas duas pessoas maravilhosas são os grandes responsáveis pelo o que sou.

À minha irmã Michelle, companheira de viagens, baladas e de toda a vida. Sempre disposta a ajudar quando foi preciso.

Ao meu irmão João, amigão desde sempre.

Aos meus tios, tias e primos. Pelas vindas a Campinas e por proporcionar momentos de festa e felicidade.

À minha orientadora por ceder os dados do seu trabalho, por ter me ajudado, por me entender e principalmente por ter sido paciente (até demais) comigo. Essa é a grande responsável pela conclusão dessa monografia. Pelo modo apaixonado, dedicado e sério como conduziu a pesquisa.

E a Bia (sua filha) pela ajuda para fazer o pôster.

À Giovana, pela compreensão, pelos conselhos e pelas risadas, pelos ensinamentos, e por ter me acolhido tão bem no laboratório.

À Dona Lair, pelos papos, risadas e pelos puxões de orelha.

Ao Luiz Ribeiro pelas primeiras aulas de fisiologia do exercício, as quais me fizeram adorar essa disciplina e procurar me aprofundar mais nesse assunto.

À Prof. Dr. Roseli Golfetti e ao Prof. Dr. Luiz Barreto que abriram as portas do laboratório.

Às minhas amigas Maitê, Maíra e Denise, por me ajudar nos momentos de saudade de casa, pelas boas risadas e aventuras que passamos juntas. E por muitas outras que virão.

A Mari e a Giu, que me deram força na última etapa da realização desse trabalho. Companheiras de baladas e de todas as horas.

Aos meus amigos de São José, pelas viagens e pela diversão nos finais de semana.

À minha classe 01 diurno, todos os amigos da FEF e da UNICAMP. Ao Danilo por providenciar fotos para a apresentação.

Aos professores da Faculdade de Educação Física e de outros institutos que contribuíram para a minha formação.

Agradeço a todos os funcionários da Faculdade de Educação Física.

## RESUMO

Este estudo tem por objetivo analisar a relação da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em atletas adolescentes com a especificidade do treinamento aeróbio (TA) e de potência anaeróbia (TP). Foram selecionados 20 voluntários saudáveis do sexo masculino com idades entre 14 a 19 anos praticantes há mais de 6 meses de treinamento de atletismo nas modalidades de pista e campo. Os voluntários foram divididos em dois grupos de acordo com as características das modalidades praticadas (TA e TP). As medidas antropométricas de massa corporal, altura e pregas cutâneas foram mensuradas com o objetivo de caracterizar os dois grupos e para avaliar o percentual de gordura corporal dos voluntários. A avaliação da capacidade funcional foi compreendida pela eletrocardiografia dinâmica de longa duração (ECG 24h). O registro da ECG foi empregado para a análise da variabilidade da frequência cardíaca no domínio temporal (MiRR e DPiRR) e espectral (BFun, AFun e BF/AF). Os índices estatísticos obtidos foram utilizados para quantificar a magnitude da função autonômica cardiovascular. O tratamento dos dados foi compreendido primeiramente por análise descritiva das variáveis antropométricas e das variáveis funcionais no período de sono. Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nas variáveis antropométricas de massa corporal, altura e IMC entre os grupos TA e TP, este último obteve maiores valores das variáveis mensuradas. Os parâmetros da VFC não foram significativos entre os grupos de atletas TA e TP respectivamente para a MiRR (1251,31 vs 1145,20ms) e o DPiRR (86,85 vs 60,59ms). Quando separados por modalidades, campistas e meio-fundistas e meio-fundistas e fundistas foram encontradas diferenças significativas. Na análise espectral, o índice de BFun do grupo TA foi de 67% e do grupo TP foi de 48%. Com relação ao índice de AFun, os valores para os grupos TA e TP foram 32% e 52%, respectivamente. Os valores da razão BF/AF foram 2,81 para o TA e 1,08 para o TP. De acordo com as variáveis antropométricas foram verificadas características distintas entre os grupos TA e TP, condizentes com a exigência das modalidades praticadas. No entanto, é necessário maior quantidade de estudos para verificar os efeitos do treinamento físico e da maturação do sistema nervoso autonômico nessa população específica.

## ABSTRACT

The aim of this study is to analyse the relation of the heart rate variability (HRV) in adolescent athletes with the specificity of aerobic training and power training. Twenty healthy male volunteers between 14 to 19 years old were selected. All of them practiced more than 6 months of track and field events. The volunteers were divided in two groups according to the characteristics of the practiced modality. Anthropometric measures, of body mass, height, skinfolds were analysed intending to characterize both groups and to evaluate the body fat percentage of the volunteers. The evaluation of the functional capacity consisted in the long term electrocardiography (ECG). The recording ECG was used for the HRV analysis in the time (MiRR and SDiRR) and frequency domain (LFun, HFun, LF/HF). The statistics rates obtained were used to quantify the magnitude of the cardiovascular function. The data evaluation consisted firstly in a descriptive analysis of the anthropometric and functional parameters during the sleeping period. There was a significant difference in the anthropometric indexes of body mass, height and BMI (body mass index) between endurance-trained (ET) and power-trained (PT) athletes, this last one obtained the highest values of the measured parameters. There were no statistically significant differences among ET and PT groups for any of the HRV measurements. However, there was a significant difference in the MiRR between trackers and middle-distance runners and middle-distance runners and long-distance runners. In the spectral analysis, the LFun indices of the ET group was of 67% and the PT group was of 48%. The HFun indices for ET and TP groups were 32% and 52%, respectively. The values of the BF/AF were 2,81 for ET and 1,08 for PT. According to the anthropometric parameters different characteristics were found, which correspond to the demands practiced modalities. However, to eventually verify the physical training and autonomic nervous system maturation in this specific population it is necessary a mayor ammount of studies in this area.

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Sistema Nervoso Autônomo e VFC.....	3
1.2. Análise da VFC.....	5
1.3. Efeitos do treinamento físico sobre a VFC.....	7
2- JUSTIFICATIVA.....	9
3- OBJETIVOS.....	10
3.1. Objetivo Geral.....	10
3.2. Objetivos Específicos.....	10
4- MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
4.1. Voluntários.....	11
4.2. Abordagem Experimental.....	11
4.3. Análise dos dados.....	13
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5.1. Características Antropométricas.....	14
5.2. VFC nos domínios de tempo (DT) e da frequência (DF).....	15
6- CONCLUSÕES.....	23
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
8- APÊNDICES.....	28
8.1. Ficha de registros de atividades do Holter.....	28
8.2. Tabelas contendo os valores (médias dos trechos consecutivos).....	29

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente programas de atividade física sejam com finalidade clínica, preventiva ou esportiva tem tido grande repercussão tanto na comunidade científica como na sociedade de modo geral. Além de serem grandemente aceitos como fatores que reduzem a morbidade e a mortalidade cardíaca, há também uma procura pela melhoria da reserva funcional dos diferentes sistemas orgânicos através do treinamento físico. Tem sido bem documentado desde a década de sessenta que o treinamento físico aeróbio produz adaptações cardiovasculares benéficas.

O sistema cardiovascular disponibiliza nutrientes e oxigênio aos músculos em atividade para que estes sejam capazes de suportar a carga de trabalho físico. Este sistema é regulado pelo sistema nervoso autônomo (SNA), reflexo do balanço entre a inervação simpática e parassimpática, que controla a frequência e o ritmo cardíaco. As mudanças da frequência cardíaca (FC) asseguram a adequação do débito cardíaco às necessidades impostas pelas atividades a que nos submetemos no nosso cotidiano (McARDLE et al., 1996; MALIK et al., 1998).

Durante o exercício, o aumento inicial da FC até 100 bpm aproximadamente deve-se à retirada do tônus parassimpático. Em cargas elevadas de trabalho, o sistema simpático é o responsável pela elevação da FC através da estimulação dos nodos sinoatrial e atrioventricular (POWERS & HOWLEY, 2000; CARTER et al., 2003). Em repouso, os dois sistemas atuam conjuntamente influenciados pelo centro de controle cardiovascular localizado no bulbo (POWERS & HOWLEY, 2000).

Os efeitos crônicos do exercício sobre o controle autônomo sobre a função cardiovascular têm sido extensamente documentados (FURLAN et al. 1993; MELANSON, 2000).

O treinamento físico crônico pode alterar o balanço autônomo cardíaco refletido pela mudança da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), entendida como as oscilações entre intervalos de batimentos cardíacos consecutivos. A análise da VFC é empregada para o estudo da eferência autônoma cardíaca com possibilidades de quantificação da atividade simpática e parassimpática do coração (TASK FORCE, 1996).

A VFC pode ser determinada nos registros eletrocardiográficos de curta ou longa duração (Holter 24 horas) e é considerada uma técnica não-invasiva que permite capturar e analisar os sinais elétricos do coração (STEIN et al., 1994). Nas últimas décadas o estudo da VFC ganhou força por se tratar de uma ferramenta reprodutível para se acessar o balanço autonômico cardíaco.

O treinamento desportivo é um processo sistematizado de aperfeiçoamento desportivo capaz de induzir modificações funcionais e morfológicas no organismo, influenciando sistematicamente na capacidade de rendimento de um atleta para o alcance de resultados. O treinamento específico estabelece uma relação ótima entre os determinantes do rendimento e uma modalidade esportiva. Com esse treinamento o processo de adaptação física e psíquica do desportista é acelerado de modo a cumprir as exigências das competições (BARBANTI, 1979).

O treinamento específico exige demanda energética adequada à modalidade praticada pelo atleta. São três os tipos de demandas energéticas utilizadas nas atividades físicas: o metabolismo anaeróbio alático e lático e metabolismo aeróbio.

No metabolismo anaeróbio alático, a fosfocreatina estocada na célula muscular é utilizada para fornecer energia necessária para a contração muscular. As demandas energéticas nesse metabolismo duram somente de 8 a 10 segundos e não há a produção de lactato. Em atividades rápidas e explosivas como a prova de 100m rasos e arremesso de peso essa é a fonte energética predominantemente utilizada (BOMPA, 2002).

Segundo este mesmo autor, de 10 até 40 segundos tem-se a substituição do metabolismo anaeróbio alático pelo lático no qual o glicogênio muscular e hepático é degradado para a produção de energia. Devido à ausência de oxigênio durante essa degradação o ácido lático é produzido. Esse metabolismo é predominante em provas de 200 e 400 metros rasos.

Quando a degradação do glicogênio ocorre com a presença de oxigênio não há a produção de ácido lático, o que possibilita a permanência de um indivíduo por mais tempo em atividades de baixa intensidade e longa duração, como em corridas acima de 800 metros no qual a via metabólica predominante é o metabolismo aeróbio (BOMPA, 2002).

O exercício com característica predominantemente aeróbia, também denominado de *endurance* é definido por Carter et al. (2003) como uma atividade de no mínimo 20 minutos de duração em que a FC é elevada entre 60-80% da máxima.

Sabe-se que o exercício regular de resistência aeróbia melhora significativamente o consumo máximo de oxigênio, volume de ejeção, diferença arteriovenosa de oxigênio e débito cardíaco (BLOMQVIST & SALTIN, 1983).

O atleta com características predominantemente aeróbias desenvolve mudanças na própria estrutura do coração como o aumento do tamanho da cavidade do ventrículo esquerdo, aumento proporcional do septo interventricular e da espessura da parte posterior da parede cardíaca. Tais mudanças se dão pelo volume de sobrecarga (FOSS & KETEYIAN, 1998).

O treinamento físico de característica predominantemente anaeróbia induz dentre outras formas de adaptações o aumento na massa ventricular esquerda com pequena ou nenhuma mudança na dimensão da cavidade do ventrículo esquerdo. Acredita-se que tais mudanças são causadas pela pressão de sobrecarga (FOSS & KETEYIAN, 1998).

Essas diferenças das adaptações estruturais do “coração do atleta” em resposta ao treinamento físico estão relacionadas ao tipo de atividade que ele pratica. Aqueles envolvidos em atividades predominantemente anaeróbias (corredores de velocidade, saltadores, arremessadores de peso) desenvolvem mudanças específicas à atividade, o mesmo acontecendo aos praticantes de atividades com predominância da resistência aeróbia (corredores de meio fundo e fundo).

Portanto a especificidade do treinamento induz adaptações fisiológicas, metabólicas, morfofuncionais, sendo um dos princípios fundamentais do treinamento desportivo.

### **1.1 SISTEMA NERVOSO AUTONÔMICO E VFC**

A VFC tem sido associada a três principais fatores fisiológicos: flutuações oscilatórias da pressão sangüínea, oscilações da frequência cardíaca devido à regulação térmica e à respiração (CARTER et al., 2003).

Parte da VFC é causada pela arritmia sinusal respiratória, esta é mediada principalmente pela atividade parassimpática do coração. Durante a inspiração o

intervalo RR diminui devido à inibição da via parassimpática, durante a expiração ocorre o oposto, há um aumento do intervalo RR e uma maior ativação parassimpática (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003).

O sistema nervoso parassimpático influencia a frequência cardíaca (FC) via acetilcolina pelo nervo vago (TASK FORCE, 1996). A resposta a esse estímulo na FC pode ser observada quase que instantaneamente, no primeiro ou no segundo batimento subsequente. Durante o exercício físico, nos primeiros 20 a 30 segundos de carga a elevação da FC é devido a uma retirada do tônus vagal, este é o componente rápido da elevação da FC (KISS, 2003).

A influência do sistema nervoso simpático na FC é via adrenalina e noradrenalina (TASK FORCE, 1996). Quando esse sistema excita o coração, há um período de latência de 5 segundos, depois ocorre o aumento progressivo da FC que chegará a um nível estável em 20 a 30 segundos. Este é o componente lento da elevação da FC, pois sua influência durante o exercício ocorre após 30s da carga de trabalho (KISS, 2003).

De acordo com Carter et al. (2003). As adaptações cardiovasculares ao exercício agudo envolvem a integração de fatores neurais e locais. Fazem parte dos fatores neurais: o comando central, a ação baroreflexa e o reflexo neural da contração muscular.

O comando central inicia a atividade na ramificação simpática do SNA, provocando o aumento da FC, aumento da força contrátil do miocárdio e a vasoconstrição periférica (CARTER et al., 2003).

O reflexo dos baroreceptores arteriais é responsável por manter a homeostase circulatória, pois responde rapidamente a qualquer mudança na pressão arterial sanguínea. O aumento da frequência da ação baroreceptora está relacionado com o aumento da pressão sanguínea, assim como, a sua diminuição é devida à diminuição da mesma. A estimulação baroreceptora resulta em um aumento da atividade cardíaca parassimpática eferente e uma diminuição da atividade simpática. Um aumento no impulso da frequência dos impulsos baroreceptores inibe a ação vasoconstritora o que resulta na vasodilatação dos vasos sanguíneos e uma subsequente redução na pressão sanguínea (CARTER et al., 2003).

O reflexo neural da contração muscular é ativado intramuscularmente pela estimulação mecanoreceptora (alongamento e tensão) e por quimiorreceptores

(produtos do metabolismo) em resposta à contração muscular. Os impulsos desses receptores partem do centro para as fibras aferentes. As conexões centrais desses reflexos não são bem claras ainda, mas as fibras eferentes são fibras do nervo simpático inervando o coração e os vasos sanguíneos periféricos (CARTER et al., 2003).

Os nervos parassimpáticos têm suas terminações no nodo sinoatrial, miocárdio atrial e no nodo atrioventricular, já as terminações nervosas do sistema simpático envolvem todo o miocárdio. Essas duas vias estão intimamente ligadas com o reflexo baroreceptor, pois as mudanças na pressão sanguínea aumentam ou diminuem a atividade de uma ou outra via (AUBERT et al., 2003).

Para Kiss (2003), as variações rítmicas da FC são atribuídas às oscilações da atividade vagal, pois a acetilcolina liberada nos terminais nervosos vagais é removida rapidamente. A noradrenalina, liberada pelos terminais simpáticos, não é capaz de causar essas oscilações devido à lentidão de sua remoção.

Quando o sistema parassimpático controla a FC de modo predominante verifica-se um aumento dos intervalos RR. Em situações em que o controle da FC é feito pelo sistema simpático, a variabilidade se reduz (KISS, 2003).

A VFC varia de acordo com fatores hereditários, idade, sexo, nível de aptidão física, tipo do exercício, habilidade motora (economia de exercício), posição corporal, variáveis climáticas (temperatura, umidade, altitude), estados emocionais, fatores hormonais, ingestão de drogas e/ou estimulantes e hábitos alimentares.

## 1.2 ANÁLISE DA VFC

A análise da VFC pode ser realizada pelo domínio de tempo, pelo domínio da frequência (ou análise espectral) ou por métodos geométricos.

A análise no domínio de tempo é assim denominada por expressar os resultados em milissegundos (ms), cada intervalo RR normal é medido em determinado intervalo de tempo (normalmente 24 horas). Os índices tradutores das flutuações na duração dos ciclos cardíacos são obtidos através de cálculos estatísticos ou geométricos, principalmente o cálculo de médias e de desvio padrão de todos os dados ou de pontos específicos (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003).

Os índices estatísticos utilizados podem ser baseados na medida dos intervalos RR individualmente, como a média dos intervalos RR normais (MI<sub>RR</sub>) e como o desvio-padrão da média de todos os intervalos RR normais (DPI<sub>RR</sub>). Este índice reflete todos os componentes cíclicos responsáveis pela variabilidade (TASK FORCE, 1996).

Na análise do domínio da frequência o sinal eletrocardiográfico é decomposto em componentes de frequência (em Hertz), ou seja, é decomposto o número de vezes que determinado evento ocorre em relação ao tempo e sua unidade é o milissegundo.

Através da análise da densidade da potência total é possível obter informações sobre a variância, ou seja, a quantidade de potência distribuída em função da frequência (TASK FORCE, 1996).

Os componentes espectrais da VFC são o componente de alta frequência (AF) que oscila a uma frequência de 0,15 a 0,40 Hz, de baixa frequência (BF) que oscila de 0,04 a 0,15 Hz e de muito baixa frequência (MBF) que oscila de 0,003 a 0,04 Hz.

O componente de AF corresponde às variações da FC relacionadas com o ciclo respiratório (arritmia sinusal respiratória) e é modulado pelo sistema parassimpático. O componente de BF reflete as ondulações do sistema baroreceptor e é modulado tanto pelo sistema simpático como pelo parassimpático, com predominância do primeiro em certas situações. O componente de MBF é regulado tanto pelo sistema parassimpático como pelo simpático, é dependente de mecanismos termorreguladores, do sistema renina-angiotensina, de outros fatores hormonais (MALIK et al., 1998).

As mensurações da potência dos componentes espectrais são feitas normalmente em valores absolutos ( $ms^2$ ). As bandas de AF e BF também podem ser mensuradas em unidades normalizadas (un), valor relativo de cada componente espectral em proporção à potência total menos o componente de MBF. Essa representação em unidades normalizadas enfatiza os dois ramos do SNA e tende a minimizar os efeitos das mudanças da potência total dos valores de AF e BF. Essas unidades devem ser sempre citadas com valores absolutos de AF e BF para que a descrição da potência espectral seja completa (TASK FORCE, 1996).

A razão BF/AF é considerada o reflexo do balanço simpato-vagal e altos valores desse índice sugerem uma predominância simpática (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003). Os índices da VFC estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Descrição das variáveis da VFC.

Variável	Descrição	Unidade
Domínio do tempo		
DPIRR	Desvio padrão de todos os intervalos R-R	ms
MIRR	Média de todos os intervalos R-R	ms
Domínio da freqüência		
MBF	Índice de muito baixa freqüência (0,004-0,04 Hz)	ms <sup>2</sup>
BF	Índice de baixa freqüência (0,04-0,15 Hz)	ms <sup>2</sup>
AF	Índice de alta freqüência (0,15-0,4 Hz)	ms <sup>2</sup>
BF/AF	Razão BF/AF	

### 1.3 EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO SOBRE A VFC

É extensamente documentado na literatura que atletas altamente treinados têm menor FC de repouso comparados com sedentários (POWERS & HOWLEY, 2000; AUBERT et al., 2003).

Uma das possíveis causas da bradicardia em repouso em atletas de *endurance* é devida à diminuição da FC intrínseca, isto é, a FC obtida com completa remoção da influência autonômica e estabilização das membranas das células condutoras. Outro fator que tem sido proposto para elucidar a bradicardia sinusal é o aumento da atividade do nodo sinusal parassimpático sobre o coração, no entanto a atuação nervosa simpática para a bradicardia de repouso é ainda controversa. (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003).

Um menor nível de condicionamento físico é associado a uma diminuição da função parassimpática cardíaca durante o exercício, enquanto um maior nível de condicionamento está associado ao aumento da função cardíaca simpática durante o exercício e pode estar relacionado com os efeitos de proteção no coração (TULPPO et al., 1996).

O treinamento de *endurance* em longo prazo influencia significativamente no modo que o SNA controla a função do coração. Neste tipo específico de treinamento,

há um aumento da atividade parassimpática e uma diminuição da atividade simpática do coração no repouso, além da promoção de adaptações como a redução da FC intrínseca e da FC de repouso, aumento da VFC em repouso, assim como uma recuperação mais rápida da FC pós-exercício. Em uma dada carga submáxima, indivíduos treinados em *endurance* comparados com grupos controle sedentários têm uma diminuição da FC de exercício devido à redução da atividade simpática (CARTER et al., 2003).

Muitos são os estudos que utilizam a análise espectral para investigar os efeitos do exercício crônico de *endurance* sobre a atividade nervosa autonômica, e a maioria suporta a teoria de que este tipo de treinamento aumenta a VFC (CARTER et al., 2003). No entanto, os resultados de estudos longitudinais são menos conclusivos. Os dados sugerem que a duração do programa de treinamento pode ser um importante fator quando se observam os efeitos do mesmo sobre a VFC (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003).

O fato de que indivíduos treinados em *endurance* têm consistentemente maior VFC do que indivíduos não treinados sugere que programas de treinamento intenso são necessários para induzir mudanças na VFC e que além da duração do exercício, a intensidade e o volume de treinamento também têm papel fundamental (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003).

São poucos os estudos sobre VFC em atletas de treinamento com características predominantemente anaeróbias principalmente com relação à população específica desse estudo, os atletas adolescentes.

## **2. JUSTIFICATIVA**

A variabilidade da frequência cardíaca como ferramenta de investigação do comportamento autonômico cardiovascular tem sido extensamente empregada em atletas de resistência aeróbia. O que não tem ocorrido na mesma magnitude com atletas de modalidades com predominância anaeróbia. Por conseguinte surgiu o interesse em realizar um estudo com esses dois tipos de modalidades esportivas.

A compreensão da especificidade do treinamento desportivo pode trazer informações relevantes sobre o conhecimento das adaptações autonômicas cardiovasculares decorrentes de exercícios físicos com demandas energéticas específicas.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo desse estudo é analisar a relação da VFC com a especificidade do treinamento aeróbio e anaeróbio em atletas de acordo com as características das modalidades praticadas.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Identificar o comportamento da função autonômica cardiovascular relacionada à especificidade esportiva.
- 2) Analisar o comportamento dos componentes espectrais e temporais da VFC durante o sono relacionado à especificidade esportiva.
- 3) Comparar os componentes espectrais e temporais da VFC entre atletas praticantes de treinamento aeróbio e potência anaeróbia, de acordo com a idade maturacional, tempo de treinamento e modalidade específica.
- 4) Analisar as características antropométricas relacionadas à especificidade das modalidades esportivas dos atletas

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 VOLUNTÁRIOS**

A população alvo deste estudo foi constituída por 20 atletas pós-pubescentes, do sexo masculino, entre as faixas etárias de 14 a 19 anos, praticantes há mais de 6 meses de treinamento em atletismo da equipe ORCAMPI/UNIMED nas modalidades de pista (velocistas, meio-fundistas e fundistas) e campo (lançadores, e arremessadores saltadores).

Os atletas foram divididos em dois grupos: um grupo de atletas treinados em modalidades predominantemente aeróbias (TA) e o outro de atletas treinados em modalidades com predominância da potência anaeróbia (TP).

Foram excluídos da amostra voluntários que apresentem qualquer tipo de patologia crônica, que sejam fumantes, que façam uso regular de medicamentos, hormônios e/ou recursos ergogênicos ilícitos, e também outras condições que possam alterar o funcionamento dos sistemas orgânicos.

Os dados dessa pesquisa fazem parte da tese de doutorado da Prof. Ms. Juliana Martuscelli da Silva Prado.

### **4.2 ABORDAGEM EXPERIMENTAL**

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UNICAMP no período da manhã, com a temperatura da sala de teste mantida entre 20 e 22°C, e com umidade relativa do ar entre 50 e 60%.

Antes do agendamento das avaliações os voluntários foram orientados a não realizarem exercício físico exaustivo, a não ingerirem bebidas alcoólicas e/ou substâncias estimulantes como café, chá e outros, num período de 24 horas que antecederiam a realização dos procedimentos laboratoriais e deveriam comparecer ao Laboratório uma hora e meia após desjejum leve.

### Avaliação Antropométrica

A avaliação antropométrica teve como objetivo avaliar a composição corporal dos voluntários de forma a caracterizar e distinguir os grupos. Foram mensuradas a massa corporal (kg) em balança antropométrica Filizola, a altura (m) em estadiômetro de madeira e as pregas cutâneas (mm) do tríceps e panturrilha utilizando-se o compasso de pregas cutâneas (Holtain, UK). Para a predição do percentual de gordura corporal foi utilizada a equação de Slaughter (1988).

### Eletrocardiografia Dinâmica

A eletrocardiografia dinâmica teve como objetivo a aquisição do sinal eletrocardiográfico para posterior análise da VFC. O registro coletado foi o de longa duração em que o indivíduo portava consigo um gravador de ECG durante as suas atividades diárias (Holter 24hs). Foi recomendado ao indivíduo realizar constantemente o preenchimento de um diário de anotações do Holter com relação aos horários de alimentação, da utilização do banheiro, de dormir e acordar, das atividades físicas diárias, possíveis sustos e estados de humor.

O registro de longa duração foi gravado em fita cassete (BASF - ferro extra 60, Brasil), por meio de um gravador portátil de 3 canais modelo RZ151 (Rozinn Electronics, EUA) conectado aos voluntários por meio de cabos e os respectivos eletrodos descartáveis (Red Dot Ag/AgCl - 3M Saint Paul, EUA) fixados na região pré-cordial.

O sinal eletrocardiográfico contido nas fitas cassete foi analisado através do sistema de leitura Holter for Windows versão 3.6-F (Rozinn Electronics, EUA) que fornecia um relatório completo dos valores referentes à análise da VFC nos domínios de tempo (DT) e da frequência (DF). Para todas as análises da VFC realizadas foram selecionadas apenas as seqüências de registros com sinais estacionários, sem ruídos ou batimentos ectópicos. Esta seleção foi realizada de forma visual, a partir do tacograma dos intervalos RR somente durante o período de sono a fim de se obter a estacionalidade do sinal. A escolha de análise dos períodos de sono foi para evitar variações que poderiam ser causadas pelas diferenças na atividade física ou ambientais conforme Pichot et al. (2000).

Os parâmetros da VCF no período do sono foram obtidos pelas médias contidas em janelas de 5 minutos que foram reportados pelo sistema, sendo que a quantidade de janelas utilizadas variou entre 4 e 5 de indivíduo para indivíduo.

A VFC foi analisada no domínio do tempo e da frequência, ou seja, a chamada análise espectral. Pelo domínio do tempo as variáveis analisadas foram a média dos intervalos RR (MiRR) e o desvio padrão dos intervalos RR (DPiRR) dados em milissegundos.

Pela análise espectral foram estudadas as bandas de BF e AF em unidades normalizadas a razão BF/AF.

As potências espectrais totais foram estudadas nas faixas de frequência tidas como representantes dos componentes simpático (0,04-0,15 Hz) e vagal (0,15-0,40 Hz). Para esta análise o sistema empregou o algoritmo Transformada Rápida de Fourier (FFT). A taxa de amostragem foi de 128 Hz de amostras por segundo, com uma frequência de resolução de 0,01 Hz. Foi realizado o espectro em blocos de 100 segundos e em seguida calculada a média de blocos sucessivos contidos nos intervalos de 5 minutos.

As recomendações da European Society of Cardiology e North American Society of Pacing and Electrophysiology (TASK FORCE, 1996) foram acatadas em toda a análise da VFC.

#### 4.3. ANÁLISE DOS DADOS

Para a realização da análise descritiva dos dados foram utilizados *boxplots* que contêm o sumário dos valores obtidos: valores mínimos e máximos, mediana, primeiro e terceiro quartis e *outliers*. Nas tabelas apresentadas foram incluídas as médias e os desvios-padrão.

Para que pudessem ser comparados os grupos estudados foram utilizados os intervalos de confiança da mediana com nível de significância  $p < 0,05$ . As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando os intervalos de confiança não se sobrepuseram. O tratamento estatístico foi realizado em ambiente *S-Plus for Windows 4.5*.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS

As características antropométricas dos grupos de treinamento com predominância aeróbia (TA) e treinamento com predominância em potência anaeróbia (TP) são apresentados na tabela 2 a seguir.

Tabela 2. Caracterização antropométrica dos atletas treinados aerobicamente (TA) e dos atletas de treinamento em potência (TP). Valores descritos em média  $\pm$  desvio padrão (amplitude).

	TA n=8	TP n=12
Idade (anos)	16,7 $\pm$ 0,9 (15,3-17,9)	17,1 $\pm$ 1,3 (14,6-19,0)
Massa Corporal (kg)	58,6 $\pm$ 6,1 (46,3-65,0)*	81,1 $\pm$ 22,2 (56,5-129,8)
Altura (m)	1,74 $\pm$ 0,1 (1,64-1,83)*	1,83 $\pm$ 0,1 (1,72-1,89)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	19,3 $\pm$ 1,1 (17,2-20,3)*	24,2 $\pm$ 5,9 (17,2-38,7)
% Gordura Corporal	9,7 $\pm$ 2,4 (6,9-13,0)	14,5 $\pm$ 8,3 (7,1-31,7)

\*p<0,05

As médias das variáveis antropométricas de massa corporal, altura e IMC apresentaram diferenças significativas (p<0,05) entre os grupos de atletas TA e TP.

Essas diferenças observadas têm grande relevância para a caracterização dos grupos TA e TP. O grupo TA apresentou menores valores em todas as variáveis antropométricas mensuradas retratando a exigência do treinamento realizado com relação às dimensões corporais dos atletas.

A mensuração das pregas cutâneas para a predição do percentual de gordura corporal é um método validado e extensamente utilizado em diversas populações. Não há uma equação específica para o grupo de atletas na faixa etária avaliada por esse estudo, no entanto, a mais adequada para o mesmo foi a de Slaughter (1988).

Embora não significativo, o percentual de gordura corporal encontrado do grupo TA foi menor que o grupo TP, verificando-se uma amplitude maior entre os valores mínimos e máximos do grupo TP, o que por sua vez poderia justificar o maior percentual de gordura corporal.

## 5.2 VFC NOS DOMÍNIOS DE TEMPO (DT) E DA FREQUÊNCIA (DF)

Na tabela 3 a seguir estão apresentados os valores das médias das variáveis MiRR, DPiRR, BFun e AFun e razão BF/AF entre os grupos de atletas TA e TP.

Tabela 3. Parâmetros de VFC nos domínios do tempo (DT) e da frequência (DF) obtidos dos atletas treinados aerobicamente (TA) e dos atletas em treinamento de potência (TP). Valores descritos em média  $\pm$  desvio padrão.

	DT		DF		
	MiRR (ms)	DPiRR (ms)	BFun (%)	AFun (%)	BF/AF
TA n=8	1251,31 $\pm$ 226,20	60,59 $\pm$ 37,09	67 $\pm$ 13,21	32 $\pm$ 13,99	2,81 $\pm$ 1,9
TP n=12	1145,20 $\pm$ 141,58	86,85 $\pm$ 86,44	48 $\pm$ 15,86	52 $\pm$ 15,50	1,08 $\pm$ 0,6

MiRR, média dos intervalos RR normais; DPiRR, desvio padrão dos intervalos RR normais; BFun, unidade normalizada de banda de baixa frequência; AFun unidade normalizada da banda de alta frequência; BF/AF, razão da banda de baixa frequência pela banda de alta frequência.

No presente estudo observou-se que o valor da mediana da MiRR (ms) para o grupo TA foi de 1191,5 e o valor observado no grupo TP foi de 1108,9, porém esta diferença não foi significativa estatisticamente (NS), conforme descrito na figura 1.

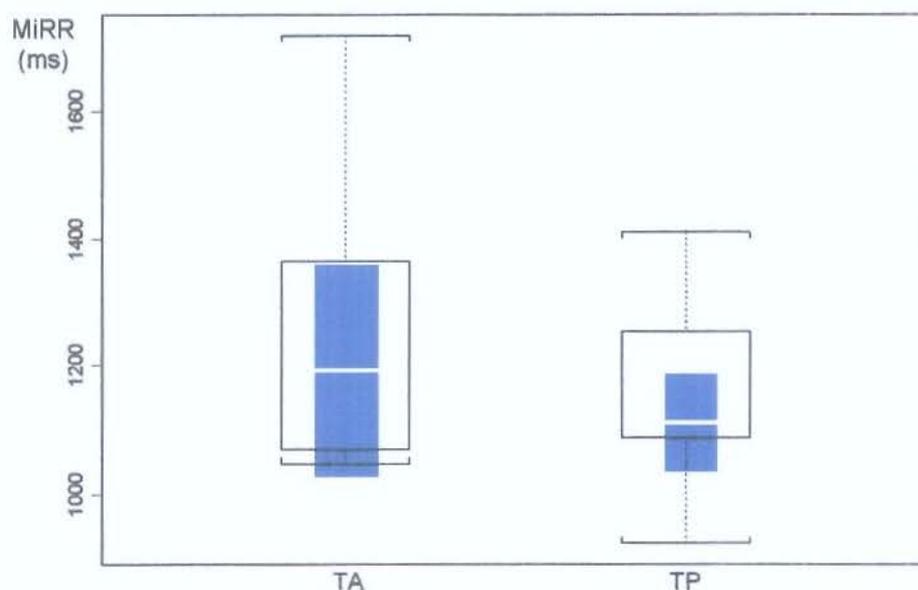


Figura 1. Valores das médias dos intervalos RR (ms) nos grupos de atletas treinados aerobicamente (TA, n=8) e dos treinados em potência anaeróbia (TP, n=12). Estão representados os valores mínimos, 1<sup>o</sup> quartil, medianas, 3<sup>o</sup> quartil, máximos e intervalo de confiança das medianas (em azul).

Quando separados por modalidades em grupos de velocistas, campistas (arremessadores, lançadores e saltadores), meio-fundistas e fundistas, encontrou-se maior valor da mediana ( $p < 0,05$ ) para a variável MiRR entre campistas e meio fundistas e entre meio fundistas e fundistas, conforme descrito na figura 2.

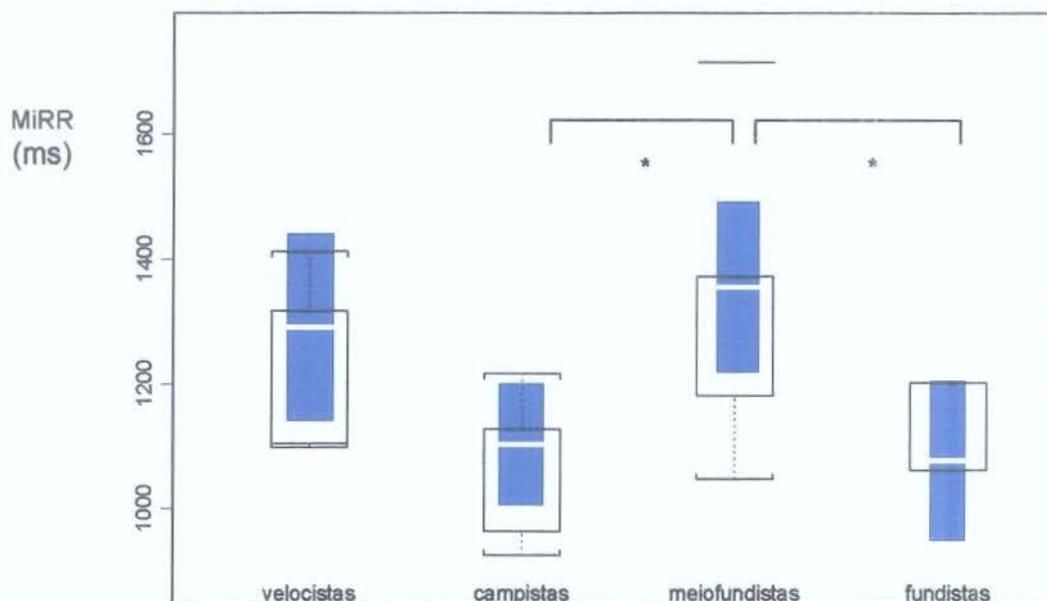


Figura 2. Valores das médias dos intervalos RR (ms) (MiRR) nos grupos de atletas velocistas ( $n=6$ ), campistas ( $n=6$ ), meio-fundistas ( $n=5$ ) e fundistas ( $n=6$ ). Estão representados os valores mínimos, 1º quartil, medianas, 3º quartil, máximos e intervalo de confiança das medianas (em azul).

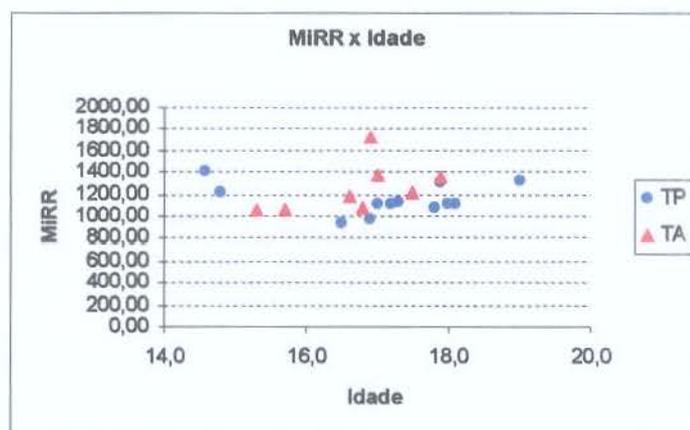


Figura 3. Comportamento das médias dos intervalos RR (MiRR) com relação à idade dos atletas treinados aerobicamente (TA,  $n=8$ ) e dos atletas treinados em potência anaeróbia (TP,  $n=12$ ).

O grupo TP apresentou maior mediana de DPiRR (65,5 vs 50,3ms) que o grupo TA, no entanto as diferenças não foram significativas estatisticamente (NS).

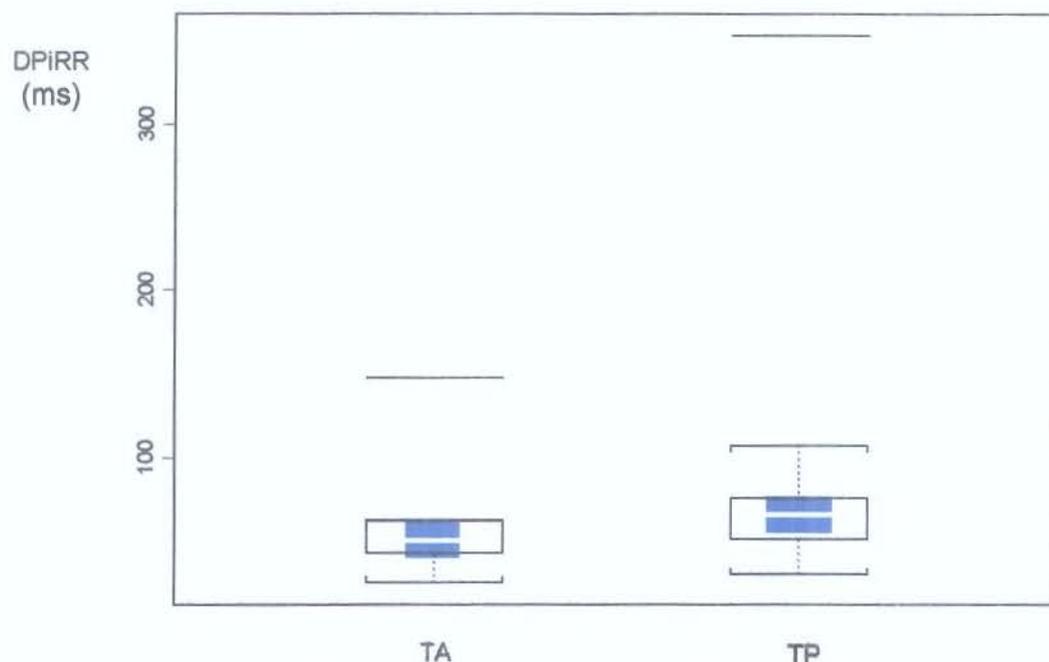


Figura 4. Valores dos desvios padrões dos intervalos RR (ms) (DPiRR) nos grupos de atletas treinados aerobicamente (TA, n=8) e dos atletas treinados em potência anaeróbia (TP, n=12). Estão representados os valores mínimos, 1<sup>o</sup>s quartis, medianas, 3<sup>o</sup>s quartis, máximos, *outliers* e intervalo de confiança das medianas (em azul).

O valor da mediana de AFun foi maior no grupo TP comparado ao grupo TA (figura 5). Um dos fatores que poderia estar afetando essa variável poderia ser a alta intensidade do treinamento. Iellamo et al. (2002) observaram em atletas de *endurance* de alto rendimento com 18 anos de idade que o treinamento intensivo promove uma mudança na modulação autonômica cardiovascular passando da predominância do controle parassimpático para o simpático. O componente BFun (%) no começo do treinamento foi de 51,5 e passou para 63,1 a 100% de carga de trabalho enquanto o componente de AFun (%) no começo do treinamento foi de 31,9 e passou para 25,9 ( $p < 0,01$ ), sugerindo uma adaptação neurovegetativa para aumento da performance. A redução das influências inibitórias do mecanismo vagal juntamente com um aumento da atividade simpática tem a função de preparar o sistema cardiovascular para rápidas e amplas, mesmo que antecipadamente, variações na FC, débito cardíaco,

redistribuição dos fluidos e perfusão do músculo exigidos nas competições de alto nível.

No presente estudo observou-se que o valor da mediana BFun para o grupo TA foi de 69,0 e o valor observado no grupo TP foi de 52,5 e o valor da mediana do componente AFun foi de 31,0 para o grupo TA e 47,5 para o grupo TP, conforme descrito na figura 5. A literatura tem sido controversa na definição dos efeitos do treinamento no componente de BF (IELLAMO et al., 2002).

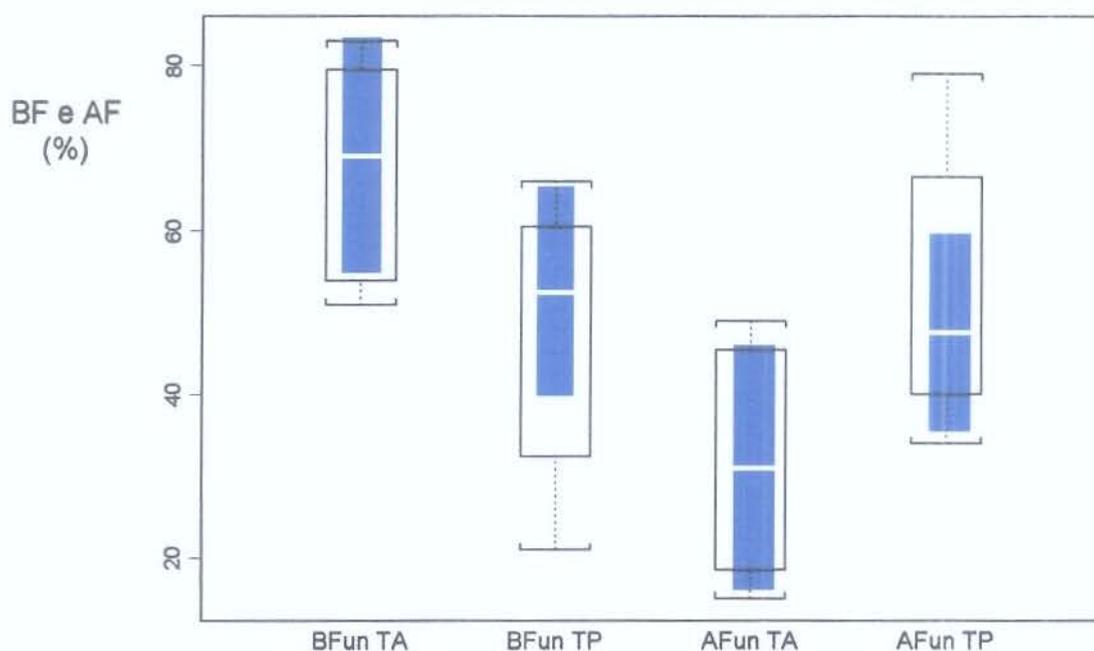


Figura 5. Valores de baixa frequência em unidades normalizadas (BFun) (%) e de alta frequência em unidades normalizadas (AFun) (%) nos grupos de atletas treinados aerobicamente (TA, n=8) e treinados em potência anaeróbia (TP, n=12). Estão representados os valores mínimos, 1º quartil, medianas, 3º quartil, máximos e intervalo de confiança das medianas (em azul).

A figura 6 apresenta os valores da razão BF/AF entre os grupos TA e TP. A mediana desse parâmetro foi maior (NS) no grupo TA em relação ao grupo TP (2,3 vs 1,1, respectivamente) e é representativa do balanço simpátovagal. Quando esse valor é alto tem-se a predominância da atuação do sistema simpático (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003).

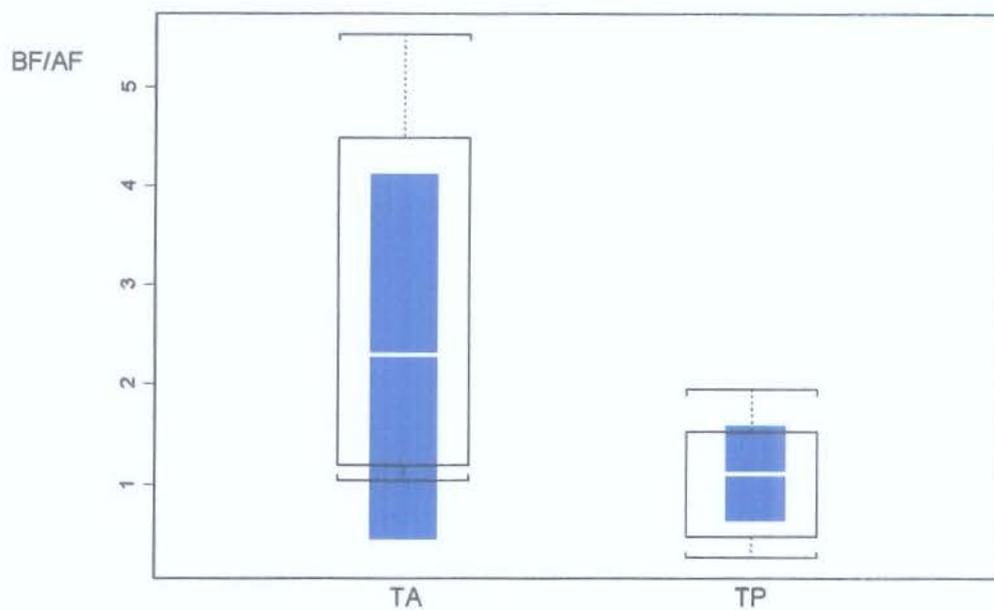


Figura 6. Valores da razão BF/AF nos grupos de atletas treinados aerobicamente (TA, n=8) e treinados em potência anaeróbia (TP, n=12). Estão representados os valores mínimos, 1<sup>o</sup> quartil, medianas, 3<sup>o</sup> quartil, máximos e intervalo de confiança das medianas (em azul).

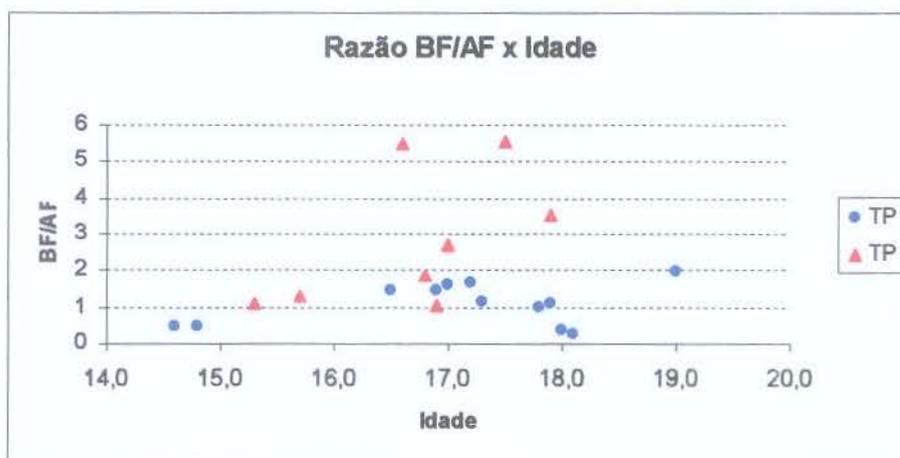


Figura 7. Comportamento da razão BF/AF em relação à idade do grupo de atletas treinados aerobicamente (TA, n=8) e do grupo de atletas treinados em potência (TP, n=12).

Com relação à Potência Total entre os grupos TA e TP as diferenças também não foram significativas estatisticamente. A mediana para o grupo TA foi de 0,0076 e para o grupo TP 0,01098.

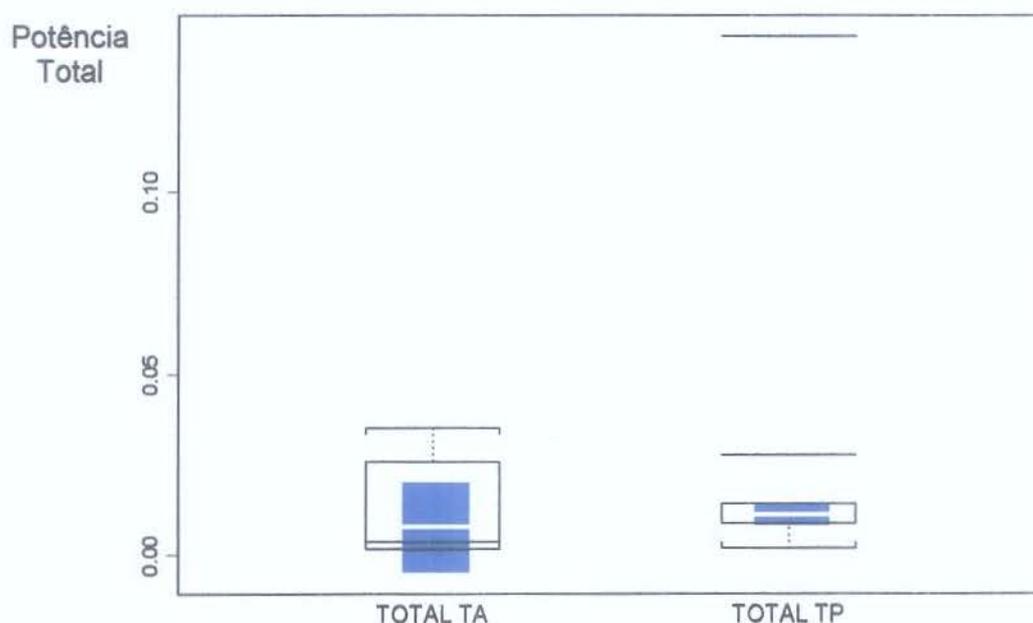


Figura 8. Valores da Potência Espectral Total nos grupos de atletas treinados aerobicamente (TA, n=8) e treinados em potência anaeróbia (TP, n=12). Estão representados os valores mínimos, 1º quartil, medianas, 3º quartil, máximos, *outliers* e intervalo de confiança das medianas (em azul).

Na tabela 4 estão apresentados os índices dos parâmetros da VFC com relação à idade e ao tempo de treinamento.

De acordo com a idade os grupos foram separados em até 15 anos (TA, n=2; TP, n=2) e em acima de 16 anos (TA, n=6; TP, n=10). E de acordo com o tempo de treinamento os grupos foram separados em até 2 anos (TA, n=4; TP, n=6) e acima de 2,5 anos (TA, n=4; TP, n=6).

Tabela 4. Parâmetros da VFC entre os grupos de atletas treinados aerobicamente (TA) e treinados em potência (TP) relacionados com a idade e com o tempo de treinamento. Valores descritos em mediana  $\pm$  desvio padrão.

idade	TA		TP	
	até 15 anos (n=2)	>que 16 anos (n=6)	até 15 anos (n=2)	> que 16 anos (n=10)
MiRR (ms)	1053,69 $\pm$ 9,80	1278,96 $\pm$ 225,36 *	1314,09 $\pm$ 137,91 †	1102,97 $\pm$ 121,57* †
DPIRR (ms)	50,03 $\pm$ 7,09	53,68 $\pm$ 43,06	90,47 $\pm$ 23,70	64,29 $\pm$ 95,22
BFun (%)	54 $\pm$ 2,83	75 $\pm$ 12,14*	33 $\pm$ 0,71 †	56 $\pm$ 15,65* †
AFun (%)	46 $\pm$ 2,12	25 $\pm$ 13,12*	67 $\pm$ 0,71 †	44 $\pm$ 15,37* †
BF/AF	1,19 $\pm$ 0,11	3,10 $\pm$ 1,86	0,49 $\pm$ 0,01	1,29 $\pm$ 0,55
tempo de treinamento	até 2anos (n=4)	> que 2,5 anos (n=4)	até 2anos (n=6)	> 2,5 anos (n=6)
MiRR (ms)	1120,70 $\pm$ 80,22	1364,29 $\pm$ 262,22	1159,02 $\pm$ 163,62	1108,92 $\pm$ 116,65
DPIRR (ms)	50,03 $\pm$ 9,58	53,88 $\pm$ 53,63	71,65 $\pm$ 24,13 †	57,74 $\pm$ 123,47
BFun (%)	69 $\pm$ 16,54	69 $\pm$ 11,47	46 $\pm$ 19,22	53 $\pm$ 13,15
AFun (%)	30 $\pm$ 17,65	31 $\pm$ 11,79	53,5 $\pm$ 18,61	48 $\pm$ 12,94
BF/AF	3,37 $\pm$ 2,49	2,28 $\pm$ 1,06	0,97 $\pm$ 0,71	1,11 $\pm$ 0,46

MiRR, média dos intervalos RR normais; DPIRR, desvio padrão dos intervalos RR normais; BFun, unidade normalizada

de banda de baixa frequência; AFun unidade normalizada da banda de alta frequência; BF/AF, razão da banda

razão da banda de baixa frequência pela banda de alta frequência. (\*  $p < 0,05$  intra grupos e †  $p < 0,05$  inter grupos)

Nesse estudo foram encontradas diferenças significativas em relação a todas as idades quando comparados intra e inter grupos no DF e no DT. Deve ser levado em consideração o pequeno número de indivíduos nos grupos até 15 anos de TA e TP (n= 2). Uma redução da VFC é observada em indivíduos mais velhos quando comparados com indivíduos mais novos, o envelhecimento do sistema nervoso autonômico, especificamente do ramo parassimpático pode explicar essa diminuição (MIGLIARO et al., 2001). Os valores do componente de AFun encontrados em nosso estudo foram menores para os indivíduos acima de 16 anos em ambos os grupos TA e TP, indicando uma menor ação do sistema parassimpático nesse grupo específico.

O tempo e a intensidade do exercício de *endurance* são fatores que afetam os valores dos parâmetros da VFC. Estudos que reportaram um treinamento de duração de 12 a 16 semanas mostraram um aumento do componente de AF, e programas de treinamento entre 26 e 39 semanas mostraram um aumento do DPIRR. Logo o treinamento de *endurance* em longo prazo induz maiores valores dos parâmetros da VFC que em programas de treinamento de curto prazo (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003).

No presente estudo não foram encontradas diferenças significativas nas comparações intra e inter grupos no DF e DT quando os grupos foram divididos pelo tempo de treinamento, com exceção do DPIRR em que o grupo de TP com menor

tempo de treinamento obteve maior valor da mediana que o grupo de TA (71,6 vs 50,0 respectivamente).

Os índices no domínio do tempo nos remetem valores globais da VFC e pelo domínio da frequência é possível a quantificação das atividades parassimpática e simpática sobre o coração. A banda de alta frequência reflete a atuação da via parassimpática sobre o coração, a banda de BF reflete a atividade parassimpática e simpática do coração e a razão BF/AF representa o balanço simpato-vagal (MALIK, 1998).

A maioria dos estudos realizados entre indivíduos treinados e sedentários mostrou maiores valores de MiRR, DPiRR e do componente espectral AFun para o grupo de treinados, ou seja, a VFC é maior em indivíduos treinados que em sedentários. Os resultados a respeito do componente de BF são menos consistentes na literatura (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003).

Na análise no domínio de tempo Aubert et al. (2001) encontraram diferenças quando compararam um grupo de atletas com características predominantemente aeróbios com o grupo controle, mas não encontraram diferenças quando compararam o grupo controle com atletas de características predominantemente anaeróbias e jogadores de rúgbi (esporte que combina os dois sistemas metabólicos). Os atletas aeróbios obtiveram maiores valores do componente de AF que o grupo controle. É importante ressaltar que ainda são poucos os estudos que relacionam a atividade predominantemente anaeróbia com a VFC.

Nesse presente estudo os valores da média das MiRR em TA foram maiores que em TP (1251,3 vs 1145,2 ms), porém não foram significativos. O contrário ocorre com a média do DPiRR com menores valores para o grupo TA e maiores para os TP (60,6 vs 86,8 ms).

Shin et al. (1997) estudaram um grupo de 15 corredores de longa distância, com média de idade de 22,13 anos, que treinavam há pelo menos 3 anos e participavam de competições internacionais e 15 não atletas com média de 21,53 anos que não participavam de programas de atividade física há pelo menos 3 anos. O estudo encontrou maiores valores significativos de AFun (%) no grupo de atletas quando comparados com o grupo de não atletas (67,4 vs 42,3).

Furlan et al. (1993) estudaram dois grupos de treinamento de *endurance*. Um grupo em período de descanso e um grupo durante o pico da competição. O segundo

grupo obteve uma atividade simpática e parassimpática mais elevada. Tais resultados os levaram a afirmar que o aumento da performance atlética resultado do treinamento em longo prazo depende do aumento das modulações simpáticas e parassimpáticas.

Goldsmith et al. (1992) que compararam oito atletas de *endurance* com indivíduos sedentários de mesma idade, utilizando o Holter 24h, chegaram a conclusão que o treinamento aeróbio pode ser uma alternativa ao tratamento com drogas diminuindo os danos do balanço autonômico em muitas doenças cardiovasculares.

Valem ser ressaltadas algumas limitações do nosso estudo como não termos acompanhado os ciclos do treinamento destes atletas assim como de controlarmos em que fase do ciclo eles estavam (pré-competitivo ou competitivo). Isso, em parte, pode ter sido responsável pela heterogeneidade dos grupos. Outro fator importante é que o processo maturacional destes atletas, apesar de serem todos pós-púberes (estágio 4-5 de Tanner), pode ter sido divergente quando da separação dos grupos.

## 6. CONCLUSÕES

O estudo da VFC é um método eficaz para a compreensão da regulação e controle do sistema cardiovascular.

Não foram encontradas diferenças significativas dos parâmetros da VFC no DT e DF entre os grupos TA e TP, porém quando separados por modalidades houve uma diferença significativa ( $p < 0,05$ ) no parâmetro da MiRR entre campistas e meio fundistas e entre meio fundistas e fundistas elucidando uma diferenciação na regulação do SNA sobre o sistema cardiovascular em modalidades esportivas com predominância de metabolismos energéticos distintos.

Com relação à idade foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na comparação intra e inter grupos.

Embora não encontramos diferenças significativas entre o tempo de treinamento e os parâmetros da VFC, com exceção do DPiRR entre os atletas do grupo TA e TP com tempo de treinamento de até 2 anos, percebeu-se uma tendência de maiores valores de MiRR para atletas com maior tempo de treinamento, uma das adaptações bem estabelecidas pela literatura.

Uma das limitações do estudo foi não ter analisado de forma quantitativa os ciclos de treinamento dos atletas, como também não foi possível detectar em que fase do sono os atletas se encontravam. Essas limitações podem influenciar os parâmetros da VFC, bem como sua interpretação.

É necessário maior quantidade de estudos para a determinação de forma fidedigna dos efeitos do treinamento físico e da maturação do sistema nervoso autonômico sobre os parâmetros de VFC nessa população.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHTEN, J.; JEUKENDRUP A.E. Heart rate monitoring-Applications and limitations. **Sports Medicine**, v.33, p. 33-46, 2003.
- AUBERT A.E.; BECKERS F.; RAMAEKERS D. Short- term heart rate variability in young athletes. **J. Cardiol**, v.37, p.85-88, 2001.
- AUBERT ,A.E.; SEPS,B.; BECKERS F. Heart Rate Variability in Athletes. **Sports Medicine**, v.33, p.889-919, 2003.
- BLOMQVIST,C.G. & B. SALTIN. Cardiovascular adaptations to physical training. **Ann. Ver. Physiol.** 45:169-189,1983.
- BARBANTI, V.J. **Teoria e prática do treinamento desportivo**. São Paulo: Ed. Edgar Blücher Ltda. 2ª ed, 1983.
- BOMPA, T.O. **Periodização - Teoria e metodologia do treinamento**. São Paulo. Phorte Editora Ltda. 4ª ed. 2002.
- CARTER, J.B.; BANISTER E. W.; BLABER A.P. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. **Sports Medicine**, v.33, p.33-46, 2003.
- CARTER, J.B., BANISTER, E. BLABER, A.P. The effect of age and gender on heart rate variability after endurance training. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.35, p. 1333-1340, 2003.
- FOSS, M.L. & KETEVIAN. S.J. **Fox's physiological basis for exercise and sport..** WCB McGraw-Hill 6ª ed. 1998.
- FURLAN R.; PIAZZA S.; DELL'ORTO et al. Early and late effects of exercise and athletic training on neural mechanisms controlling heart rate. **Cardiovasc. Res.**, v. 27, p.482-488,1993.
- GOLDSMITH, R.L.; BIGGER, J.T.; STEINMAIN R.C. Comparison of 24-hour parasympathetic activity in endurance trained and untrained young men. **J. Am. Coll. Cardiol**, v.20, p.552-558, 1992.
- IELLAMO F.M.D.; LEGRAMANTE, J. M.; PIGOZZI, F. M. D. et al. Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high- performance world class athletes. **Circulation**,v.105, p. 2719-2724, 2002.

- KISS, M.A. **Esporte e exercício- Avaliação e Prescrição**. São Paulo: Roca, 2003.
- MALIK, M. **Clinical Guide to Cardiac Autonomic Tests**. The Netherlands: Kluwer: Academic Publishers, 1998.
- McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício- Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 4ª ed.1996.
- MELANSON, E.L. Resting heart rate variability in men varying in habitual physical activity. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.32, p.1894-1901, 2000.
- MAGLIARO, E.R.; BECH, P.C.S.; CASTRO, A.E.M.; RICCA, R.; VICENTE K. Relative influence of age, resting heart rate and sedentary life style in short-term analysis of heart rate variability. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**,v.34, p. 493-500, 2001.
- PICHOT, V.; ROCHE, F.;GASPOZ,J. ENJORLAS, F. et al. Relation between heart rate variability and training load in middle- distance runners. **Medicine Sci. Sports Exerc.**, v.32,p. 1729-1736,2000.
- POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício- Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho**. São Paulo: Editora Manole Ltda.1ª ed. 2000.
- SHIN, K.; MINAMITANI, H.; ONISH S.; YAMAZAKI, H.; LEE M. Autonomic differences between athletes and nonathletes: spectral analysis approach. **Med. Sci. Sports Exerc.**, vol.29, p.1482-1490,1997.
- SLAUGHTER,M.H.; LOHMAN T.G.; BOILEAU, R.A.; HORSWILL, C. A.;STILLMAN,M.D.;VAN LOAN, M.D.; BEMBEN,D.A. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology**, v60, p.709-723,1998.
- STEIN, K.S.; BOSNER, M.D.; KLEIGER, R.E. et al. Heart rate variability: a measure of cardiac autonomic tone. **American Heart Journal**, v.127, p.1376-81, 1994.
- 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. **Circulation**, v. 93, p.1043 – 1065, 1996.

TULPPO, M. P.; MAKIKALLIO, T.H.; TAKALA, T. E., et al. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. **American Journal Physiol.**,v.271, p. H244-252,1996.



## 8.2 TABELAS CONTENDO OS VALORES (MÉDIAS DOS TRECHOS CONSECUTIVOS) INDIVIDUAIS E A ANÁLISE DESCRITIVA DOS GRUPOS PARA AS VARIÁVEIS ESTUDADAS NO DT E DF DURANTE O SONO.

Tabela 5. Valores das variáveis obtidas no DT e DF durante o sono no grupo TA (n=8).

	MiRR (ms)	DPiRR (ms)	BFun (%)	AFun (%)	BF/AF
TAM	1180,78	62,28	82	15	5,47
FMT	1060,61	44,44	56	44	1,27
ESVS	1046,76	55,61	52	47	1,11
RSVS	1202,15	41,85	83	15	5,53
VCS	1075,56	25,51	65	35	1,86
LFLB	1716,08	147,29	51	49	1,04
FLS	1355,78	62,68	77	22	3,50
ACM	1372,79	45,08	73	27	2,70
Média	1251,3	60,6	67,4	31,8	2,8
DP	226,2	37,1	13,2	14,0	1,9
Mínimo	1046,8	25,5	51,0	15,0	1,0
1º quartil	1071,8	43,8	55,0	20,3	1,2
Mediana	1191,5	50,3	69,0	31,0	2,3
3º quartil	1360,0	62,4	78,3	44,8	4,0
Máximo	1716,1	147,3	83,0	49,0	5,5

MiRR:média dos intervalos RR; DPiRR: desvio padrão dos intervalos RR normais; BF:componente de baixa frequência; AF: componente de alta frequência; un:unidades normalizadas; BF/AF: razão entre os componentes de baixa e alta frequência em unidades normalizadas.

Tabela 6. Valores das variáveis obtidas no DT e DF durante o sono no grupo TP (n=12).

	MiRR (ms)	DPiRR (ms)	BFun (%)	AFun (%)	BF/AF
FSB	1216,58	73,71	32	66	0,48
MESL	962,62	32,13	59	41	1,44
URR	1097,98	69,58	63	39	1,62
BLR	1101,45	65,06	21	79	0,27
GLB	1411,61	107,23	33	67	0,49
AZO	1317,27	77,60	66	34	1,94
ASE	924,90	63,51	59	41	1,44
PRFC	1074,99	51,96	49	49	1,00
ELR	1113,35	65,90	25	74	0,34
LACA	1127,47	51,35	53	47	1,13
PCG	1289,74	353,54	52	48	1,08
DLSR	1104,48	30,61	62	37	1,68
Média	1145,2	86,8	47,8	51,8	1,1
DP	141,6	86,4	15,9	15,5	0,6
Mínimo	924,9	30,6	21,0	34,0	0,3
1º quartil	1092,2	51,8	32,8	40,5	0,5
Mediana	1108,9	65,5	52,5	47,5	1,1
3º quartil	1234,9	74,7	59,8	66,3	1,5
Máximo	1411,6	353,5	66,0	79,0	1,9

MiRR:média dos intervalos RR; DPiRR: desvio padrão dos intervalos RR normais; BF:componente de baixa frequência; AF: componente de alta frequência; un:unidades normalizadas; BF/AF: razão entre os componentes de baixa e alta frequência em unidades normalizadas.