

Universidade do Vale do Paraíba
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento

LEANDRO YUKIO ALVES KAWAGUCHI

**ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA
INDUZIDA PELA MANOBRA DE VALSALVA EM SEDENTÁRIOS E
ATLETAS DO SEXO MASCULINO**

São José dos Campos - SP

2006

LEANDRO YUKIO ALVES KAWAGUCHI

**ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA
INDUZIDA PELA MANOBRA DE VALSALVA EM SEDENTÁRIOS E
ATLETAS DO SEXO MASCULINO**

Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade do Vale do Paraíba, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Álvaro Brandão Lopes Martins

São José dos Campos - SP

2006

A padronização deste trabalho segue a normalização de Dissertações e Teses da
UniVap.

<http://www.univap.br/institutos/ipd/normas-2004.pdf>

K 32a

Kawaguchi ,Leandro Yukio Alves

Análise da variabilidade da frequência cardíaca induzida pela manobra de valsalva em sedentários e atletas do sexo masculino/ Leandro Yukio Alves Kawaguchi. São José dos Campos: UniVap, 2006.
80f.: il.; 30cm

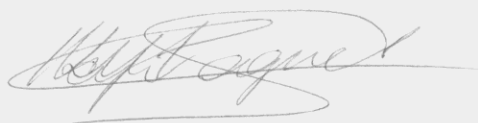
Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba, 2006.

1. Frequência cardíaca 2. Manobra de Valsalva 3. Atletas 4. Fisioterapia I. Martins, Rodrigo Álvaro Brandão Lopes , Orient..II. Título

CDU: 615.8

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta Dissertação, por processos fotocopiadores ou transmissão eletrônica.

Aluno:



Data:

31/03/2006

**“ANÁLISE DA VARIABILIDADE CARDÍACA INDUZIDA PELA MANOBRA DE VALSAVA
EM SEDENTÁRIOS E ATLETAS DO SEXO MASCULINO”**

Leandro Yukio Alves Kawaguchi

Banca Examinadora:

Prof. Dr. **RODRIGO A LASO OSÓRIO** (UNIVAP) _____

Prof. Dr. **RODRIGO ÁLVARO B. L. MARTINS** (UNIVAP) _____

Prof. Dr. **ALDERICO R. DE PAULA JR** (UNIVAP) _____

Prof. Dr. **LUCIO FRIGO** (UNICSUL) _____

Prof. Dr. Marcos Tadeu Tavares Pacheco
Diretor do IP&D - UniVap

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a minha família pela paciência, compreensão e por terem me dado forças nos momentos mais difíceis na realização deste trabalho.

Ao meu orientador prof. Dr. Rodrigo Álvaro Brandão Lopes Martins, por me guiar na pesquisa através dos seus ensinamentos com paciência e compreensão, e pela confiança em mim depositada.

Aos meus voluntários e queridos amigos que se dispuseram a participar do estudo.

A todos os professores que transmitiram seus conhecimentos e sabedoria necessária ao desenvolvimento desta pesquisa, em especial aos professores: Dr. Carlos Júlio Tierra Criollo e Dr. Alderico R. de P. Júnior pela dedicação e paciência no processamento dos sinais biológicos e a Aline C. P. Nascimento que colaborou e muito, no tratamento dos sinais biológicos do estudo.

A maior colaboradora para a concretização deste estudo, minha querida família em especial a minha esposa Renata Tiago Rios Kawaguchi e a meus filhos Bruno Yuki Rios Kawaguchi e Jéssica Kimi Rios Kawaguchi.

Aos amigos e amigas que de forma singela e carinhosa sempre se colocaram à disposição para ajudar no que fosse necessário.

A todos aqueles que de alguma forma, seja por gestos, por palavras ou por pensamentos, deram incentivo para a conclusão do trabalho.

MUITO OBRIGADO A TODOS !!!!!!!!!!!

RESUMO

Introdução. A capacidade de variar a frequência cardíaca representa importante papel fisiológico na vida diária. As variações dos intervalos RR estão na dependência de moduladores biológicos como o Sistema Nervoso Autônomo. Essas variações constituem a variabilidade da frequência cardíaca (VFC). **Métodos.** 10 indivíduos atletas (Atl) e 10 sedentários (Sed) (20 - 35 anos), foram submetidos a Eletrocardiografia Digital, em repouso, antes, durante e após a manobra de valsalva. Os valores de RR foram tratados (software Matlab 6.1), no domínio do tempo. **Resultados.** Os grupos Sed e Atl apresentaram frequência cardíaca média igual a 73,59 bpm \pm 2,5 e 51,01 bpm \pm 2,4, respectivamente. Quanto aos intervalos RR, o grupo de Sed apresentou média de 826,58 ms \pm 5,3 e o grupo Atl 1189,18 \pm 6,9. O tempo de retorno simpático após a manobra 72 \pm 12 s (Sed) 37 \pm 6 s (Atl). O tempo de retorno parassimpático foi de 80 \pm 11 s (Sed) 40 \pm 8 s (Atl). O pNN50 foi de 10 \pm 3,3 (Sed) e 42,10 \pm 6,9 (Atl). O valor da variação dos RR acima da média de todo o sinal foi de 343 \pm 40 ms (Sed) 175 \pm 39 ms (Atl). A variação abaixo da média de todo o sinal. foi de 281 \pm 27 ms (Sed) e 425 \pm 26 ms (Atl). **Conclusões.** A análise da VFC associada à manobra de Valsalva pode representar uma ferramenta simples, mas importante para possíveis inferências sobre o condicionamento físico.

Palavras-chave: Variabilidade, Manobra de Valsalva, Sedentários e Atletas.

ABSTRACT

Introduction. The capacity to vary the heart rate represents important physiologic role in the daily life. The variations of the RR intervals is dependent of biological modulators as the Autonomic Nervous System. Those variations constitute of the heart rate variability (HRV). **Methods.** 10 athletes (Atl) and 10 sedentary (Sed) male individuals (20 - 35 age), were submitted to Digital Electrocardiography, in rest, before, during and after the valsalva maneuver. The values of RR were analyzed (software Matlab 6.1), in the time domain. **Results.** Both Sed and Atl presented mean heart rate of $73.5 \text{ bpm} \pm 2,5$ and $51 \text{ bpm} \pm 2,4$, respectively. Related to the RR intervals, the group of Sed presented average of $826,58 \text{ ms} \pm 5,3$ and the group Atl $1189,18 \pm 6,9$. The return time of sympathetic system after the maneuver were $72 \pm 12 \text{ s}$ (Sed) $37 \pm 6 \text{ s}$ (Atl). The return time of parasympathetic system were $80 \pm 11 \text{ s}$ (Sed) and $40 \pm 8 \text{ s}$ (Atl). The pNN50 were of $10 \pm 3,3$ (Sed) and $42,10 \pm 6,9$ (Atl). The value of RR variation above the average of the whole sign were 343 ± 40 (Sed) 175 ± 39 (Atl). The RR variation below the average of the whole sign were 281 ± 27 (Sed) and 425 ± 26 (Atl). **Conclusions.** The analysis of HRV associated to the Valsalva maneuver can represent a simple but important tool, for possible inferences on physical aptitude.

Keywords: heart rate variability, valsalva maneuver, sedentary , athletes

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organização das divisões simpática e parassimpática do Sistema Nervoso autônomo.....	5
Figura 2 - Ineruações cardíacas	8
Figura 3 - Sistema de condução elétrica cardíaca.	10
Figura 4 - Eventos no eletrocardiograma.	15
Figura 5 - Representa a identificação de intervalos RR	15
Figura 6 - SDNN = desvio-padrão de todos os intervalos R-R.....	19
Figura 7 - SDANN desvio-padrão das médias dos intervalos R-R, calculados em intervalos de cinco minutos	19
Figura 8 - SDNNi = média dos desvios-padrão dos intervalos R-R calculados em intervalos R-R de cinco minutos.....	19
Figura 9 - PNN50 = percentagem dos ciclos sucessivos que apresentam diferenças de duração acima de 50 ms	20
Figura 10 - Criação de intervalos na escala de tempo t (s) com n = 12 segundos e m = 15 segundos, tendo uma sobreposição de 3 segundos.	27
Figura 11 - Representa a análise da energia a cada 5 segundos para avaliar o tempo de retorno simpático e parassimpático após a manobra de valsalva	32
Figura 12 - Representa a variação dos intervalos RR (ms) em função do tempo no indivíduo sedentário	42
Figura 13 - Representa a variação dos intervalos RR (ms) em função do tempo no indivíduo treinado (atleta).....	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1A – Representa a média da frequência cardíaca, em batimentos por minuto do grupo de sedentários e do grupo de atletas.	30
Gráfico 1B – Representa a média dos intervalos RR, em milisegundos, do grupo de indivíduos sedentários e do grupo de atletas.	31
Gráfico 2A – Representa o tempo de retorno simpático, ou seja, o tempo que o sistema simpático levou para estabilizar-se após a manobra de valsalva	33
Gráfico 2B - Representa o tempo de retorno parassimpático, ou seja, o tempo que o sistema parassimpático levou para estabilizar-se após a manobra de valsalva.....	34
Gráfico 3A - Representa a porcentagem dos ciclos sucessivos que apresentam diferenças de duração acima de 50 ms - PNN50	36
Gráfico 3B - Representa a média dos valores da RMSSD (raiz quadrada média das diferenças sucessivas entre os intervalos RR normais adjacentes, expresso em milissegundos)	37
Gráfico 3C – Representa a média dos valores do SDNN (desvio-padrão de todos os intervalos RR).....	38
Gráfico 4A – Representa o valor médio da variação dos intervalos R-R acima da média de todos os intervalos RR obtidos em 15 minutos de coleta no grupo de sedentários e no grupo de atletas	40
Gráfico 4B - Representa o valor médio da variação dos intervalos R-R abaixo da média de todos os intervalos RR obtidos em 15 minutos de coleta no grupo de sedentários e no grupo de atletas	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

UNIVAP	Universidade do Vale do Paraíba
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
FC	Frequência Cardíaca
SA	Sino atrial
AV	Atrio ventricular
SNC	Sistema Nervoso Central
ECG	Eletrocardiograma
Na ⁺	Sódio
K ⁺	Potássio
HRV	“Heart Rate Variability”
TFD	“Time-frequency distribution”
SDNN	desvio-padrão de todos os intervalos R-R, expresso em milissegundos (ms).
%	percentual
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
PNN50	percentagem dos ciclos sucessivos que apresentam diferenças de duração acima de 50 ms
RMSSD	raiz quadrada média das diferenças sucessivas entre os intervalos R-R normais adjacentes

D I	derivação que une o braço direito e o braço esquerdo no eletrocardiograma
D II	derivação que une o braço direito e a perna esquerda no eletrocardiograma
DIII	derivação que une o braço esquerdo e a perna esquerda no eletrocardiograma
aVR	derivação que une o braço direito ao centro elétrico do coração no eletrocardiograma
aVL	derivação que une o braço esquerdo ao centro elétrico do coração no eletrocardiograma
aVF	derivação que une a perna esquerda ao centro elétrico do coração no eletrocardiograma
t	tempo
DP	desvio padrão
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
Cm	centímetros
et al.	mais autores
FADENP	Fundo de Apoio ao Desporto Não Profissional
H ₂ O	molécula de água
Kg	kilograma
m	metro
p	índice de significância

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO	4
2.2 CONTROLE EXTRÍNSECO	9
2.3 CONTROLE INTRÍNSECO	9
2.4 FUNÇÃO DOS MODULADORES FISIOLÓGICOS DO SISTEMA NERVOSO AUTONÔMICO.....	11
2.5 O ELETROCARDIOGRAMA	13
2.6 VARIABILIDADE DE FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC).....	16
2.6.1 MÉTODOS DE ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	17
2.6.2 ANÁLISE NO DOMÍNIO DO TEMPO	18
2.6.3 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM ATLETAS.....	21
3. OBJETIVOS	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 AMOSTRA.....	24
4.2 MATERIAL	25
4.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	25
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	28
5. RESULTADOS	29
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS GRUPOS DE ATLETAS E SEDENTÁRIOS	29
5.2 TEMPO DE RETORNO SIMPÁTICO E PARASSIMPÁTICO APÓS MANOBRA DE VALSALVA.....	32
5.3 ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NO DOMÍNIO DO TEMPO ATRAVÉS DOS ÍNDICES PNN50; RMSSD E SDNN.....	35
5.4 VARIAÇÃO DO INTERVALO RR ACIMA E ABAIXO DA MÉDIA DOS RR DE TODOS OS INTERVALOS OBTIDOS NOS 15 MINUTOS DE COLETA.	39
6. DISCUSSÃO	44
7. CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXO A QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA.....	58
ANEXO B TERMO DE CONSENTIMENTO EM PESQUISA.....	64
ANEXO C ANAMNESE	68

1. INTRODUÇÃO

A divisão do sistema nervoso que controla as funções viscerais do corpo é chamada de sistema nervoso autonômico ou autônomo (SNA). O termo autônomo neste caso, significa regular a si próprio. Os ajustes autonômicos não são acessíveis a consciência, por essa razão, este sistema é freqüentemente chamado de sistema motor involuntário ou neurovegetativo. O SNA influencia tônica e reflexamente o sistema cardiovascular (KANDEL et al., 2000; JOHNSON et al., 2000 ; GUYTON ; HALL, 2002).

O coração é um órgão central na manutenção da homeostasia, neste sentido, uma de suas principais características consiste na constante modificação da freqüência de seus batimentos (LONGO; FERREIRA; CORREIA, 1995 ; RIBEIRO et al., 2000). As variações dos intervalos RR, ou seja da freqüência cardíaca, estão na dependência de moduladores biológicos como o SNA, através das atividades dos sistemas simpático e parassimpático. Essas variações constituem a variabilidade da freqüência cardíaca (VFC), onde o objetivo é medir a variação entre cada batimento sinusal sucessivo. Tal técnica tem sido utilizada como meio não-invasivo de avaliação do controle neural sobre o coração. Na verdade, a capacidade de variar a freqüência dos batimentos cardíacos tem o significado fisiológico de adaptar o sistema cardiovascular as mais diversas situações cotidianas, desde o sono até uma atividade física vigorosa (LONGO; FERREIRA; CORREIA, 1995; ALONSO et al., 1998; PUMPRLA et al., 2002).

O estudo da VFC tem permitido reconhecer e caracterizar algumas situações em que as doenças afetam o controle autonômico. Alguns autores têm demonstrado que a diminuição da VFC está relacionada a um maior índice de morbidade e

mortalidade cardiovascular implicando na presença de disfunção fisiológica do indivíduo (CAMPELO et al., 1992; LONGO; FERREIRA;CORREIA,1995; ALONSO et al, 1998; PUMPRLA et al., 2002).

O processamento de sinais biológico tem permitido inúmeras possibilidades de procedimentos diagnósticos não invasivos, especialmente na área cardiovascular (RIBEIRO;BRUM;FERRARIO, 1992).

O tônus autonômico pode ser avaliado através da VFC durante curtos períodos de monitorização eletrocardiográfica, entre 60 segundos e 30 minutos, ou por períodos prolongados, geralmente através de eletrocardiograma de longa duração, 24 horas (sistema Holter) (GRUPI et al., 1994).

A análise pode ser realizada de duas formas: no domínio do tempo ou no domínio da frequência (ou o poder espectral da frequência cardíaca). A análise no domínio do tempo reflete a atividade autonômica de maneira global, ou seja, se ela apresenta alguma alteração ou não. A análise no poder espectral permite a caracterização quantitativa e qualitativa, individualizada e simultânea, em termos absolutos e relativos das atividades simpática e parassimpática cardíacas (GRUPI et al., 1994; LONGO;FERREIRA;CORREIA, 1995 ; TASK FORCE, 1996).

A análise da atividade autonômica é baseada na avaliação de mudanças na frequência cardíaca evocadas pela estimulação de reflexos cardiovasculares. Uma das maneiras para investigação dos reflexos cardiovasculares é a Manobra de Valsalva (PUMPRLA et al., 2002). Essa manobra consiste no ato de fazer um esforço expiratório com a glote fechada (FOX;KETEYIAN., 2000).

Segundo Guo et. al. (1999), a seleção de testes autonômicos não invasivos como: respiração controlada, mudança postural ativa e manobra de valsalva, foram

sensíveis o suficiente para retratar a melhora na aptidão cardiovascular dos indivíduos que participaram do estudo.

Neste trabalho, procuramos realizar a caracterização da variabilidade da frequência cardíaca, através de ferramentas de processamento de sinais biológicos no domínio do tempo, em voluntários saudáveis, atletas e sedentários, com a manobra de valsalva, normalmente utilizado para aferição da sensibilidade do baroreflexo.

Os objetivos da pesquisa utilizando tais ferramentas foram: analisar a variabilidade da frequência cardíaca de indivíduos sedentários e treinados em repouso e na vigência da manobra de valsalva e desenvolver uma nova metodologia capaz de através do teste clássico da manobra de valsalva e da análise da variabilidade de frequência cardíaca, avaliar a condição física do indivíduo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO

Segundo Kandel et al (2000) e Guyton e Hall (2002), a parte do sistema nervoso que controla as funções viscerais do corpo é chamada de sistema nervoso autonômico ou autônomo (SNA). O termo autônomo significa regular a si próprio, além disso, os ajustes autonômicos não são normalmente acessíveis à consciência, por essa razão, é freqüentemente chamado de sistema motor involuntário ou neurovegetativo, em contraste com o sistema motor voluntário ou sistema nervoso somático, que inervam as fibras musculares estriadas dos músculos esqueléticos, nos quais, as contrações de muitos desses músculos são conscientemente controladas.

O SNA é ativado principalmente por centros localizados na medula espinhal, no tronco cerebral e no hipotálamo, mas também porções do córtex cerebral podem transmitir impulsos para os centros inferiores influenciando seu controle. O sistema autônomo tem duas divisões principais: o sistema nervoso simpático e o sistema nervoso parassimpático (**Figura - 1**).

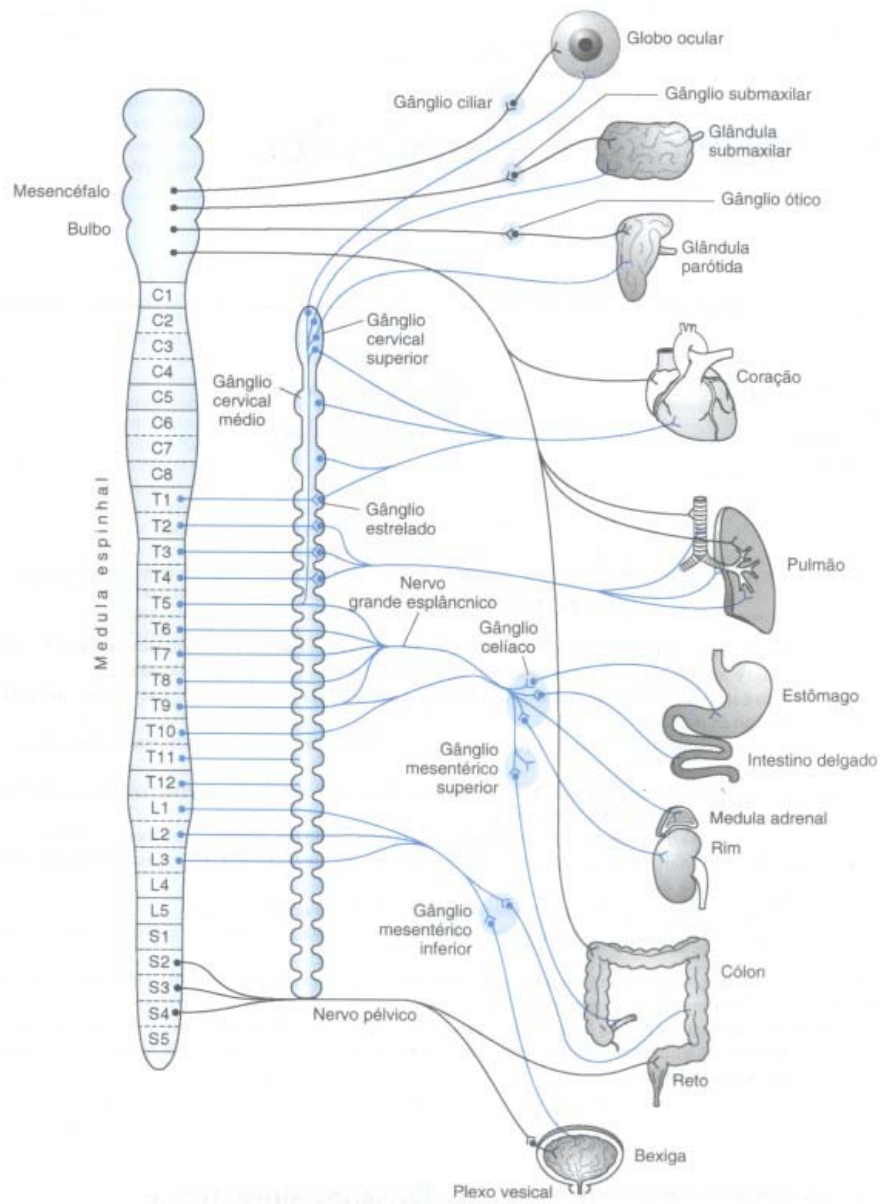


Figura – 1: Organização das divisões simpática e parassimpática do Sistema Nervoso autônomo. As vias parassimpáticas são representadas por linhas pretas, enquanto as vias simpáticas são representadas por linhas azuis. (JOHNSON et al, 2000)

Os componentes periféricos eferentes da divisão simpática e parassimpática do SNA são complexas, constituídas de axônios pré-ganglionares (envolvido pela bainha de mielina e bainha de neurilema), gânglios autonômicos e neurônios pós-ganglionares (com axônio envolvido apenas pela bainha de neurilema). Os axônios pré-ganglionares simpáticos, saem da medula espinhal e fazem contatos sinápticos com os neurônios pós-sinápticos situados nos gânglios para-vertebrais, os axônios desses neurônios pós-ganglionares inervam, por meio de sinapses, os diferentes órgãos a serem controlados. Os axônios pré-ganglionares da divisão parassimpática surgem dos nervos cranianos e na parte sacral da medula espinhal, esses axônios fazem contatos sinápticos com neurônios pós-ganglionares situados nos gânglios parassimpáticos, os quais, estão localizados próximo ou no interior de cada órgão inervado. Para realizar suas funções as fibras simpáticas e parassimpáticas secretam principalmente uma das duas substâncias neurotransmissoras a acetilcolina ou a noradrenalina. Todos os neurônios pré-ganglionares são colinérgicos (secretam acetilcolina), nas duas divisões do SNA. Quanto aos neurônios pós-ganglionares sabemos que quase todos os neurônios do sistema parassimpático são colinérgicos e que inversamente a maioria dos neurônios simpáticos são adrenérgicos (secretam noradrenalina), exeto as fibras nervosas simpáticas pós-ganglionares para as glândulas sudoríparas, para os músculos piloerectores dos pêlos e para alguns dos vasos sanguíneos, que são colinérgicas. (KANDEL et al., 2000; JOHNSON et al., 2000 ; GUYTON ; HALL, 2002)

O sistema nervoso autonômico influencia tônica e reflexamente a pressão arterial, resistência periférica e débito cardíaco. A liberação tanto de noradrenalina como de acetilcolina no coração modifica o débito cardíaco por alterar a força de contração das fibras miocárdicas e a frequência cardíaca, enquanto a liberação de

noradrenalina na parede dos vasos de resistência da circulação sistêmica modifica o estado contrátil do músculo liso vascular e, assim, a resistência vascular periférica. (FRANCHINI, 1998)

O sistema simpático participa da resposta do corpo ao estresse, enquanto o sistema parassimpático atua para conservar os recursos do corpo e restaurar o equilíbrio do estado de repouso, ou seja, como um verdadeiro sistema capaz de modular as respostas simpáticas. Uma das características mais notáveis do sistema nervoso autônomo é a rapidez e a intensidade com que pode alterar as funções viscerais. (KANDEL et al, 2000 ; GUYTON ; HALL, 2002)

O coração é um órgão central na manutenção da homeostasia e para alcançá-la recebe influências autonômicas (**Figura - 2**) nesse sentido, uma de suas principais características consiste na constante modificação da frequência de seus batimentos (LONGO; FERREIRA; CORREIA, 1995 ; RIBEIRO et al, 2000). Através de vias aferentes medulares e vagais, a informação atinge o sistema nervoso central (núcleo trato solitário), é modulada e volta ao coração através de fibras eferentes vagais rápidas (podendo se manifestar no primeiro batimento subsequente) e eferentes simpáticas lentas (podendo ocorrer intervalo de até 20 segundos). Tais diferenças decorrem do processo de metabolização da noradrenalina e acetilcolina liberadas nas terminações simpáticas e vagais respectivamente. Além disso, o parassimpático é um sistema de alta velocidade de condução, possuindo fibras pré-ganglionares longas (mielinizadas) e fibras pós-ganglionares curtas (amielínicas) e múltiplas sinapses ganglionares, e o simpático sistema de baixa velocidade, com fibras pré-ganglionares curtas (mielinizadas) e fibras pós-ganglionares longas (amielinizadas) e menor número de sinapses. Dessa desigualdade entre as velocidades de transmissão nas vias colinérgicas e adrenérgicas resultarão

diferenças na frequência de modulação desses dois sistemas no nó sinoatrial. O efeito resultante dessas influências autonômicas é a variabilidade batimento a batimento da frequência cardíaca instantânea. (CAMPELO et al., 1992; RIBEIRO;BRUM;FERRARIO., 1992; LONGO;FERREIRA;CORREIA., 1995; TASK FORCE, 1996 ; PUMPRLA et al., 2002)

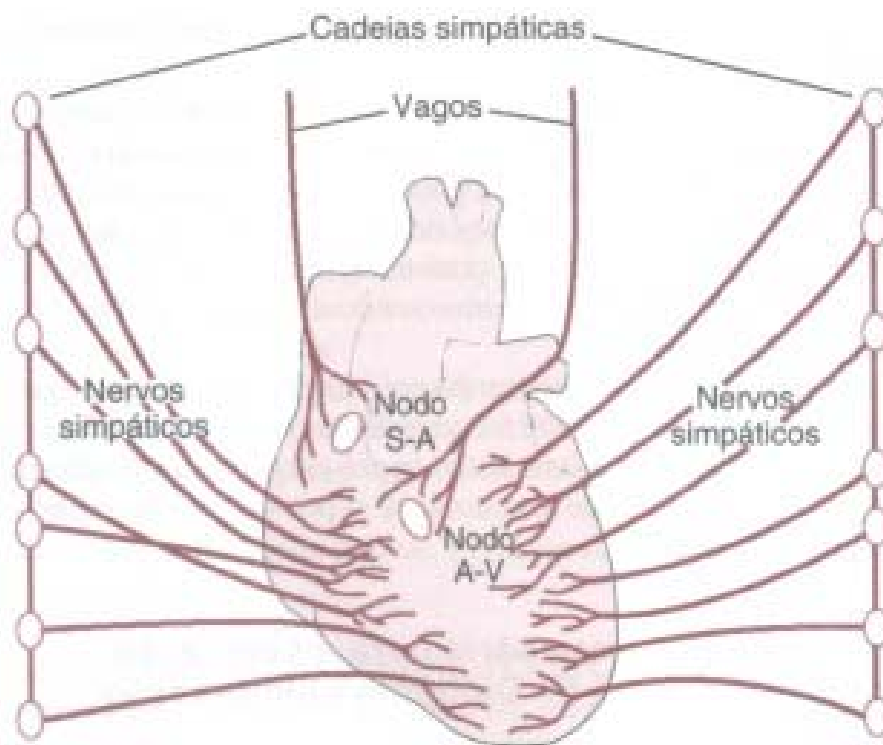


Figura – 2: Inerções cardíacas (Os nervos vagos do coração são nervos parassimpáticos).
(GUYTON ; HALL, 2002)

2.2 CONTROLE EXTRÍNSECO

O sistema nervoso autônomo provê inervação para o coração. Embora o músculo cardíaco tenha um mecanismo intrínseco para o controle da Frequência Cardíaca (FC), influências neurais se sobrepõem ao ritmo inerente ao miocárdio (TASK FORCE, 1996). Estas influências são originadas no centro cardiovascular do bulbo e fluem através do sistema nervoso simpático e componente parassimpático (vagal).

A *influência parassimpática* na FC é mediada pela liberação de acetilcolina pelo nervo vago. Receptores muscarínicos de acetilcolina respondem a estas liberações, principalmente por um aumento na condutância da membrana da célula ao potássio (OSTERRIEDER et al., 1980).

A *influência simpática* na FC é mediada pela liberação de noradrenalina e epinefrina (OPIE., 1998). As fibras pós-ganglionares simpáticas inervam todo o coração, inclusive os nodos sinoatrial (SA) e átrio ventricular (AV).

2.3 CONTROLE INTRÍNSECO

As contrações rítmicas do coração dependem do seu sistema elétrico que tem a função de gerar e distribuir a corrente elétrica e garantir o seu funcionamento mecânico. O sistema gerador é o nó sinoatrial (SA), local onde inicia o ciclo cardíaco. O nó SA é um aglomerado de células, excitáveis especializadas, localizado na porção ântero-superior do átrio direito (**Figura – 3**); e funciona como um marcapasso natural do coração, determinando o ritmo e a frequência dos batimentos.

Para chegar aos ventrículos o impulso elétrico deve passar por uma estrutura chamada, **nó atrioventricular (AV)** que também se constitui num aglomerado celular excitável especializado, localizado na junção entre os átrios e os ventrículos. O nó AV funciona como uma estação retransmissora de energia, havendo uma pequena pausa durante a passagem da corrente para o próximo sistema. Os átrios são conectados aos ventrículos por intermédio de um par de vias condutores denominadas ramos direto e esquerdo do fáscculo átrio ventricular (**feixe de Hiss**). Ao atingir os ventrículos, essas vias condutoras se ramificam em fibras cada vez menores, denominadas ramos subendocárdios (**fibras de Purkinje**), que representam uma rede terminal de condução do impulso elétrico (cerca de cinco vezes mais rápido que o músculo cardíaco normal) para o sincício ventricular estimulando-o, e provocando a sua contração (JUNQUEIRA, 1998; GUYTON ; HALL, 2002).

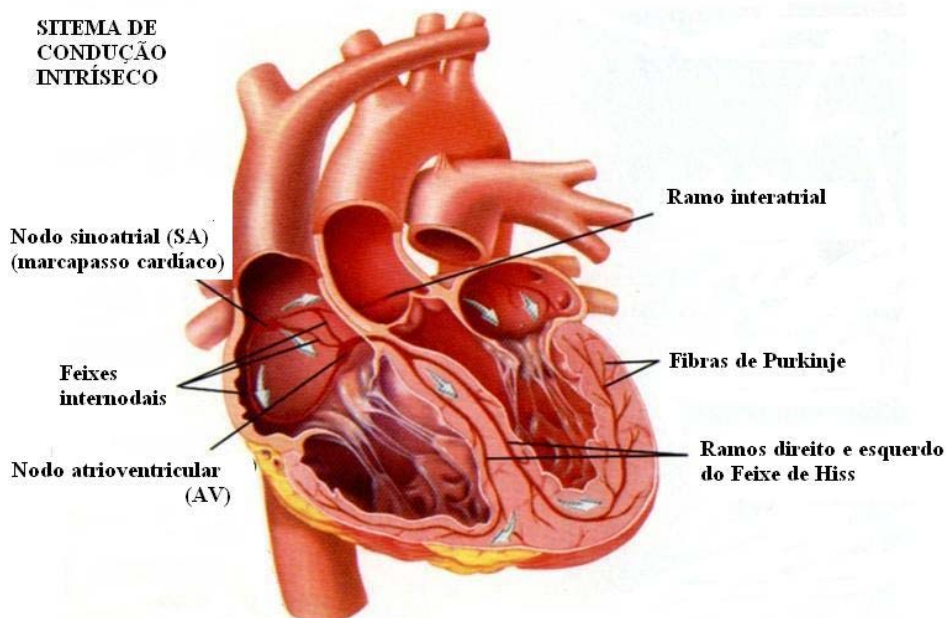


Figura - 3 - Sistema de condução elétrica cardíaca, através do nodo sinusal (SA) e sistema de Purkinje, mostrando também o nodo atrioventricular, as vias atriais internodais e os ramos ventriculares do Fascículo Átrio Ventricular (GUYTON ; HALL 2002).

2.4 FUNÇÃO DOS MODULADORES FISIOLÓGICOS DO SISTEMA NERVOSO AUTONÔMICO

As influências neurais sobre os componentes cardiovasculares se fazem de duas maneiras:

- a) **diretamente (tônica)**, a partir de estruturas situadas em todos os níveis do sistema nervoso central (SNC), por meio das terminações nervosas autonômicas: eferente simpático e parassimpático que fazem conexões com o coração e com o sistema vascular;
- b) **reflexamente** por meio dos arcos reflexos de complexidade variada, que envolvem diferentes partes do sistema nervoso, como a medula espinhal, o tronco cerebral, o hipotálamo, o cerebelo e o córtex cerebral, as quais recebem informações aferentes procedentes de diversos receptores espalhados pelo aparelho cardiovascular e retornam respostas modificadas pelo SNA (JUNQUEIRA, 1998).

Dentre os mecanismos reguladores reflexos destacam-se em importância, o **reflexo barorreceptor**, responsável pela estabilização e normalização da pressão arterial em respostas à modificações agudas de pressão (NEGRÃO et al., 2001). O reflexo barorreceptor foi proposto como principal mediador vagal entre a FC e a pressão arterial, no qual o intervalo RR é alterado em resposta às mudanças na pressão arterial (ECKBERG, 1980).

Mediadores endógenos também são capazes de influenciar a resposta cardiovascular a estímulos externos, como o sistema renina-angiotensina, e as catecolaminas (epinefrina e noradrenalina) liberadas pelas glândulas supra-renais

em resposta a ativação simpática generalizada. Já as terminações nervosas das fibras parassimpáticas se concentram nos nó sinoatrial e atrioventricular e nos músculos atriais. Sua estimulação libera acetilcolina, que retarda o ritmo de descarga sinusal, diminuindo a frequência cardíaca (MCARDLE; KATCH; KATCH.,1998; GUYTON ; HALL, 2002).

A análise da atividade autonômica é baseada na avaliação de mudanças na frequência cardíaca evocadas pela estimulação de reflexos cardiovasculares. Uma das maneiras para investigação dos reflexos cardiovasculares é a Manobra de Valsalva (PUMPRLA et al, 2002).

Essa manobra consiste no ato de fazer um esforço expiratório com a glote fechada (FOX; KETEYIAN., 2000). Esse procedimento foi descrito em 1704 como método para expelir pus do ouvido médio pelo esforço com boca e nariz fechados. A exalação forçada contra uma glote fechada ocorre comumente nos levantamentos de pesos e em outras atividades que exigem uma aplicação rápida e máxima de força por um curto período. A pressão intratorácica, durante a manobra, pode chegar a mais de 150 mm Hg acima da pressão atmosférica. Tal pressão é transmitida através das finas paredes das veias que atravessam a região torácica. Como o sangue venoso está submetido a uma pressão relativamente baixa, essas veias são comprimidas e o fluxo sanguíneo que retorna ao coração sofre uma redução significativa (MCARDLE; KATCH; KATCH., 1998).

Segundo Braunwald et al, 1999 a resposta normal à manobra de Valsalva consiste de 4 fases:

- Fase I; está associada a um aumento transitório na pressão sanguínea sistêmica à medida que o esforço inicia.
- Fase II; é acompanhada por um decréscimo perceptível no retorno venoso sistêmico, pressão sanguínea, pressão de pulso e taquicardia reflexa prontamente detectável.
- Fase III; inicia com a cessação do esforço e está associada a um decréscimo transitório e súbito na pressão sanguínea e no retorno venoso sistêmico.
- Fase IV; é caracterizada por uma superação da pressão arterial sistêmica e bradicardia reflexa relativamente evidente.

2.5 O ELETROCARDIOGRAMA

Os potenciais bioelétricos associados à atividade dos músculos cardíacos podem ser registrados através de eletrodos de superfície, constituindo assim, o chamado eletrocardiograma (ECG). 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), (**Figura 4**).

Os sinais elétricos cardíacos são transmitidos por meio de *potenciais de ação*, em três fases: **a) fase de repouso**: a membrana está polarizada negativamente (-55 mV) nesta fase canais rápidos de sódio (Na^+) estão inativados e tornam-se

carregado, quando positivamente; **b) fase de despolarização**: a permeabilidade ao Na^+ aumenta muito, ou seja, vários canais de sódio (geralmente receptores) se abrem. Quando o potencial alcança um valor limiar, canais de Na^+ terminam de despolarizar a célula; **c) fase de repolarização**: quando os canais de Na^+ se fecham, as bombas de sódio-potássio iniciam a repolarização da célula, seguida pelo fechamento dos canais lentos de cálcio-sódio, a permeabilidade da membrana para os íons de potássio (K^+) aumenta rapidamente e o potencial de ação volta para seu valor de repouso (GUYTON ; HALL, 2002).

O estímulo elétrico origina-se no nó SA e prossegue para longe do nodo, de forma concêntrica, em todas as direções, se difunde nas aurículas e produz o primeiro sinal denominado “onda P” no ECG (BURTON, 1977).

O complexo QRS representa o início da contração ventricular (despolarização) cujo impulso elétrico caminha do nódulo A-V para o Feixe A-V e daí para os ramos direito e esquerdo do fascículo átrio ventricular (Feixe de Hiss), terminando nos ramos subendocárdicos (fibras de Purkinje) e nas células miocárdicas. A ação física da contração ventricular dura (0,16 segundos aproximadamente), mais tempo que o complexo QRS (0,09 segundos), mas consideremos o complexo QRS como representante da contração ventricular. A onda Q é a primeira deflexão, negativa; a seguir, vem uma deflexão positiva, que é a onda R e, muitas vezes, não existe a onda Q. Em seguida, a onda S negativa completa o complexo QRS que representa a atividade da contração ventricular. Finalmente, a onda T representa a repolarização dos ventrículos que podem ser novamente estimulados, dando origem a um novo ciclo cardíaco (BURTON, 1977).

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.

A **Figura - 4**, apresenta um sinal do ECG típico, destacando as ondas P, Q, R, S, T, e U, e a **figura - 5** representa o intervalo RR.

Assim, o sinal de VFC pode ser obtido diretamente do sinal de ECG, e é baseado nesta informação sobre os instantes das contrações cardíacas que se constrói o sinal RR, que é o sinal da VFC que descreve os batimentos consecutivos ao longo do tempo.

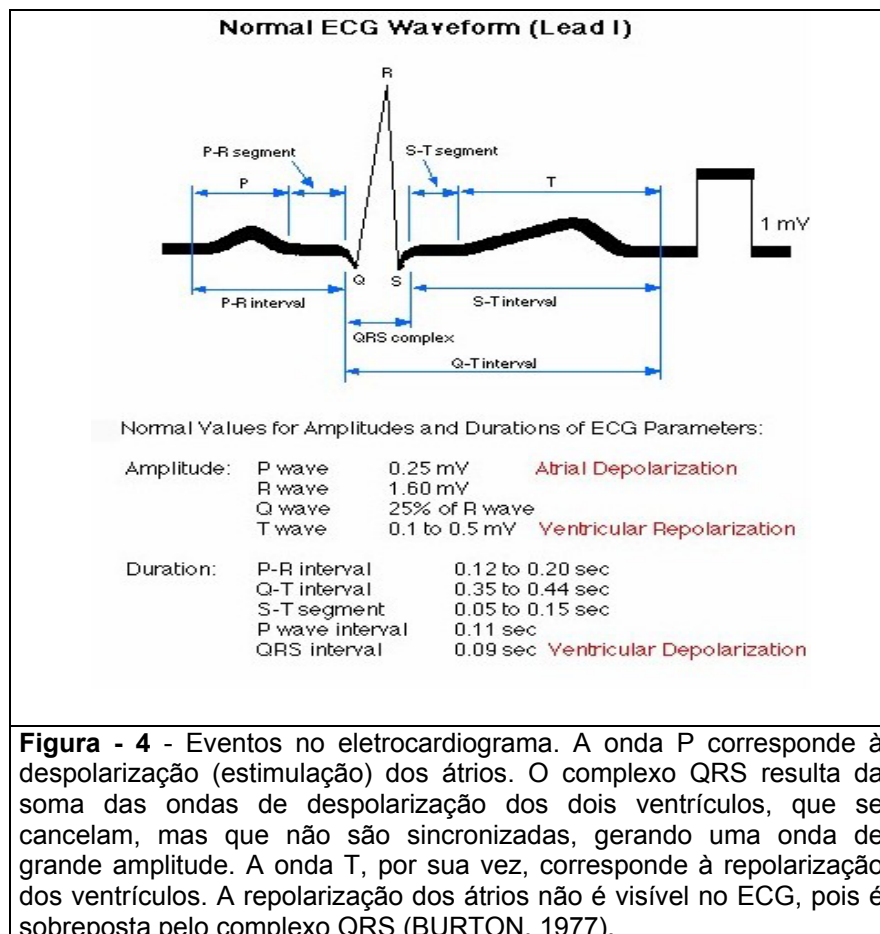


Figura 5 – Representa a identificação de intervalos RR. (AUBERT, A.E., 2003)

2.6 VARIABILIDADE DE FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC)

As variações dos intervalos RR estão na dependência de moduladores biológicos como o SNA, através da atividade dos sistemas simpático e parassimpático. Essas variações constituem a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), termo em inglês conhecido mundialmente como “heart rate variability” (HRV), onde o objetivo é medir a variação entre cada batimento sinusal sucessivo. Tal técnica tem sido utilizada como meio não-invasivo de avaliação do controle neural sobre o coração, a relevância clínica da VFC foi pela primeira vez apreciada por Hon e Lee (1965) na área de monitorização fetal. Wolf et al (1978) ,foi o primeiro a demonstrar associação entre aumento do risco de mortalidade pós infarto com redução da VFC. O estudo da VFC tem permitido reconhecer e caracterizar algumas situações em que as doenças afetam o controle autonômico. Pesquisas têm demonstrado que a diminuição da VFC está relacionada a um maior índice de morbidade e mortalidade cardiovascular implicando na presença de disfunção fisiológica do indivíduo e uma alta variabilidade da frequência cardíaca é um bom sinal de adaptabilidade, envolvendo indivíduos saudáveis com boa função do mecanismo de controle autonômico. Uma VFC diminuída é sem dúvida, um forte preditor de eventos cardiovasculares fatais (CAMPELO et al,1992; LONGO;FERREIRA;CORREIA,1995; ALONSO et al, 1998; PUMPRLA et al, 2002).

A capacidade de variar a frequência cardíaca em função de estímulos externos parece representar um importante papel fisiológico na vida diária, mesmo em situações simples de mudanças posturais, mas principalmente em situações de esforço físico mais intenso, como a atividade esportiva (Alonso et al, 1998; Iellamo et al 2002). Além disso, eventos cardiovasculares ou mesmo a evolução natural da

idade, parecem corroborar para a perda ou redução da capacidade de variar a frequência cardíaca (BARBOSA; BARBOSA E SÁ, 1996).

2.6.1 MÉTODOS DE ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Os estudos da VFC analisam a variação entre os batimentos sinusiais sucessivos. Todavia, como a onda P é de baixa amplitude e apresenta dificuldade técnica na sua identificação, utiliza-se o pico da onda R como referência, justificando a sinonímia da variabilidade do intervalo RR. O estudo da VFC permite analisar as oscilações que ocorrem durante gravações eletrocardiográficas de curta duração (2, 5, 15 minutos) (SAYERS, 1973; PAGANI et al., 1986; MALLIANI et al., 1991) ou de longa duração (Holter 24 horas) (MALIK;CAMM, 1995). Entretanto vários aspectos metodológicos ainda carecem de padronização.

Nos últimos anos, observa-se um interesse crescente no desenvolvimento de métodos que possam descrever o comportamento das oscilações cardiovasculares, e são classificados como não-lineares e lineares.

Métodos não lineares são: a Dimensão Fractal, a Entropia, Exponentes de Lyapunov e Mapa de Retorno Tridimensional que se baseiam na Teoria do Caos, (fenômeno altamente irregular e complexo, mas não ao acaso). Nos últimos anos, o crescente interesse pelo comportamento dos sistemas dinâmicos não-lineares, em áreas da ciência, começou a influenciar também estudo da regulação cardiovascular. A não-linearidade está presente em todos os sistemas vivos, produzindo comportamentos irregulares, que não são identificados corretamente pelas técnicas estatísticas convencionais e encontra-se ainda em investigação (MORAES et al., 1999; GOMES et al., 2002; AUBERT et al., 2003).

Os métodos lineares utilizam a construção de uma série temporal, cujos dados são analisados no domínio do tempo (métodos estatísticos ou geométricos) e domínio da frequência (análise espectral), sendo atualmente, as duas formas mais utilizadas na prática clínica, e requerem como regra que o sinal seja estacionário devido à limitação do algoritmo utilizado (MARPLE, 1987).

Uma outra classe de métodos de estimação espectral diz respeito aos métodos com base nas distribuições Tempo-frequência “Time-Frequency Distribution” (TFD). Esses métodos são particularmente adaptados à análise de sinais não estacionários, uma vez que descrevem as modificações do conteúdo de frequências do sinal com o tempo, mapeando uma função unidimensional do tempo, noutra função bidimensional do tempo e frequência. Normalmente a maior parte desses sinais estão disponíveis num curto espaço de tempo. São exemplos os sinais do ECG obtidos num teste de esforço físico máximo, ou no caso de sinais de fluxo sanguíneo (sinal Doppler), em que a velocidade do sangue varia com o tempo o que provoca não-estacionaridade do sinal (MALPLAS, 1987).

2.6.2 ANÁLISE NO DOMÍNIO DO TEMPO

Uma forma de avaliar o comportamento das oscilações cardiovasculares é calcular a dispersão em torno da média da frequência cardíaca por um período prolongado. Por levarem em consideração o fator tempo e não o fator frequência, como na análise espectral, os índices derivados desse tipo de abordagem são conhecidos como índices no domínio do tempo. Apesar de traduzirem de forma muito simplificada o complexo comportamento do sistema cardiovascular, estes índices fornecem informações relevantes.

Os índices utilizados até o momento, com as suas abreviações conhecidas internacionalmente (TASK FORCE, 1996), estão representados nas figuras abaixo:

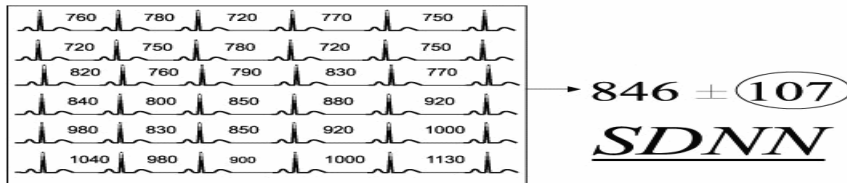


Figura 6 - SDNN = desvio-padrão de todos os intervalos R-R, expresso em milissegundos (ms).

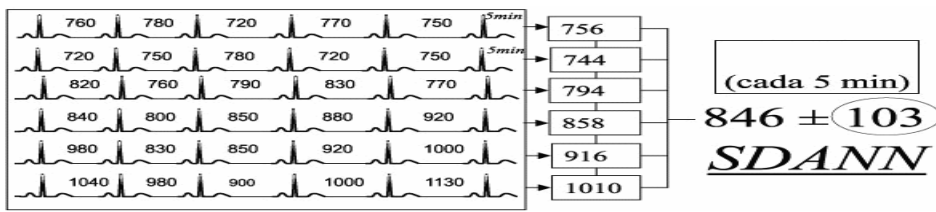


Figura 7 - SDANN desvio-padrão das médias dos intervalos R-R, calculados em intervalos de cinco minutos, expressa em ms.

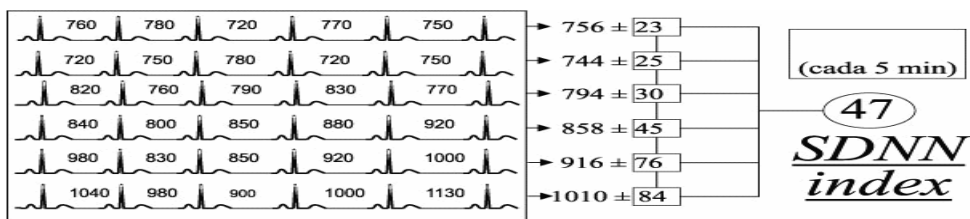


Figura 8 - SDNNi = média dos desvios-padrão dos intervalos R-R calculados em intervalos R-R de cinco minutos, expressa em milissegundos.

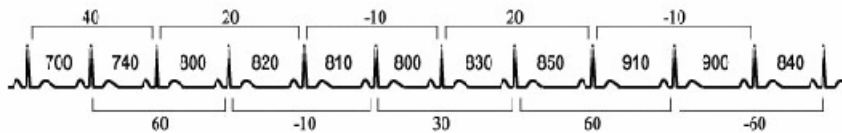


Figura 9 - PNN50 = percentagem dos ciclos sucessivos que apresentam diferenças de duração acima de 50 ms. Neste exemplo equivale a 20 %, ou seja dos 10 intervalos RR adjacentes, apenas dois (o 2º e o 8º) apresentam diferenças de duração superior a (+)50 ms.

$$\sqrt{\frac{(40^2) + (60^2) + (20^2) + (-10^2) + (-10^2) + (30^2) + (20^2) + (60^2) + (-10^2) + (-50^2)}{10}} = \sqrt{1440} = 37,94$$

Equação 1 – RMSSD = raiz quadrada média das diferenças sucessivas entre os intervalos R-R normais adjacentes, expressa em ms. Neste exemplo simplificado é calculado por meio da equação acima.

O índice no domínio do tempo mais amplamente usado é a FC comum. É fácil calcular em cima de uma duração satisfatória de tempo. Outro parâmetro comumente usado é o SDNN (normalmente usado em holter 24-horas) (Figura 06). É considerado que estas variáveis refletem as influências parassimpáticas e simpáticas em VFC (KLEIGER et al., 1992; MACOR et al., 1996). Em um estudo de Kleiger e colaboradores (1987) associou –se os valores de SDNN < 50 ms como preditor de mortalidade quando comparados aos pacientes com VFC preservada (SDNN > 100 ms).

O significado fisiológico desses índices, quando calculados por períodos longos de tempo, tem sido estudado basicamente através da correlação com os achados da análise espectral (MYERS et al., 1986). De uma forma geral, todos eles

correlacionam-se com os componentes de alta frequência, mas não permitem distinguir quando as alterações da variabilidade da frequência cardíaca são devidas a um aumento do tono simpático ou à uma retirada do tono vagal. Entre eles, RMSSD (equação 1) e PNN50 (Figura 09) são os que apresentam melhor correlação com os componentes, entre 0,15 e 0,4 Hz do espectro de frequência, traduzindo melhor a modulação vagal (EWING et al., 1984; VIBYRAL et al., 1990).

2.6.3 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM ATLETAS

A análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), revelou-se um método simples e rigoroso para a avaliação do controle do sistema nervoso autônomo (SNA) sobre o sistema cardiovascular, sendo este um método não invasivo oferece a possibilidade de avaliar o SNA em diversas condições fisiológicas e fisiopatológicas.

Durante a atividade física há uma interação e combinação dos fatores químicos musculares e neurais, que levam a vários ajustamentos cardiovasculares, esses ajustes são dependentes do tipo e da intensidade do exercício físico. No exercício físico de resistência aeróbia há autores como Costa, (1991) que avaliaram a VFC em atletas e sedentários, neste estudo participaram 8 atletas com elevado nível de treinamento e 8 indivíduos sedentários semelhantes em relação à idade e sexo, os resultados os levaram a concluir que a maior variabilidade do R-R nos atletas leva ao franco predomínio da banda espectral de alta frequência na composição da potência espectral, traduzindo no predomínio do componente parassimpático da regulação da frequência cardíaca, sem diminuição do componente simpático.

Guo, et al (1999) avaliando o efeito do exercício físico moderado através de testes autonômicos cardíacos não invasivos em voluntários saudáveis, sendo 20

indivíduos divididos em dois grupos (submetidos a treinamento predominantemente aeróbio e sedentários controles), concluíram que o conjunto de testes autonômicos, não invasivos, selecionados foi sensível o suficiente para retratar a moderada melhora na aptidão cardiovascular dos indivíduos avaliados.

Martineli et al,(2005) investigando a modulação autonômica cardíaca de ciclistas e sedentários, do sexo masculino, através da VFC concluíram que as adaptações do treinamento físico, aeróbio, observados em ciclistas não estão associadas com modificações na resposta autonômicas cardiovascular no repouso e durante a elevação da cabeça. Sugerindo que a bradicardia está relacionada a uma adaptação intrínseca do nó-sinual.

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 et al., 2003; PERINI ; VEICSTEINAS, 2003).

3. OBJETIVOS

- Analisar a variabilidade da frequência cardíaca de indivíduos sedentários e treinados em repouso e na vigência da manobra de valsalva.

- Desenvolver uma nova metodologia capaz de através do teste clássico da manobra de valsalva e da análise da variabilidade de frequência cardíaca, avaliar a condição física do indivíduo.

4 . MATERIAL E MÉTODOS

As coletas dos dados foram realizadas no laboratório de Reabilitação Cardiopulmonar, localizado no 1º piso do bloco 07, e para tratamento do sinal foi utilizado o laboratório de Análise de Sinais Biológicos do IP&D ambos no campus – Urbanova, Universidade do Vale do Paraíba – São José dos Campos- SP. O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética da instituição sob n.º L065/2004/CEP.

4.1 AMOSTRA

Participaram do estudo 20 indivíduos, com idade entre 20 e 35 anos, dividida em dois grupos: o grupo I constituído de 10 indivíduos atletas (Equipes Esportivas de Corrida de São José dos Campos, participantes dos Jogos Regionais e Estaduais em provas de longa distância – 10.000 m - FADENP), com média de idade igual a 29.3 ± 4.7 anos, peso médio igual a 65 ± 6.9 Kg e altura média igual a $170.9 \pm 5,3$ cm e IMC médio igual a 22.23 ± 2 Kg/m². O grupo II, constituído de 10 indivíduos sedentários segundo IPAQ (Pardini et al., 2001) (anexo I) apresentando média de idade igual a 27.5 ± 4.5 anos, peso médio igual a 77.5 ± 9.2 Kg e altura média igual a $175.9 \pm 7,2$ cm e IMC médio igual a 25.26 ± 3 Kg/m².

Os critérios de inclusão foram: indivíduos saudáveis, sem história de patologia cardiovascular, renal e/ou cerebral; fatores de risco como hipertensão, tabagismo, diabetes, obesidade e eletrocardiograma de 12 derivações dentro dos limites da normalidade.

Foram excluídos os indivíduos que apresentavam fibrilação atrial, disfunção do nó sinusal, distúrbios de condução atrioventricular, marcapasso artificial e batimentos ectópicos.

4.2 MATERIAL

- Microcomputador, pentium 4 da marca Dell.
- Software Elite 13WPC (Micromed)
- ECG Digital (Micromed)
- Manovacuômetro (GER-AR) com escala de 0 a 300 cmH₂O.
- Esfignomanômetro coluna de mercúrio (Missouri)
- Estetoscópio (Dyasist)
- Cadeira fixa (Giroflex)
- Matlab 6.1
- Thermo-Hygro – Measure temperature and humidity

4.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Todos os voluntários foram informados sobre o protocolo da pesquisa, e após consentimento livre e esclarecido (anexo II) devidamente assinado, foram submetidos aos seguintes procedimentos:

a) anamnese (anexo III)

b) Inicialmente foram fixados os eletrodos no tórax (tomando-se todos os cuidados com a preparação da pele; assepsia com álcool 70% e lixa 360), nas seguintes regiões: raiz dos membros superiores (direito e esquerdo) e na região supra-ílica (direita e esquerda), para a captação da despolarização cardíaca nas derivações DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVF, sendo utilizada para obtenção dos intervalos R-R a derivação DII.

No início do protocolo o indivíduo permaneceu por 5 minutos sentado em cadeira fixa com membros superiores relaxados; membros inferiores a 90 graus de flexão no quadril e joelho; respiração natural; a uma temperatura ambiente entre

22°C a 25°C com umidade relativa do ar entre 50 a 60% (Singer et al, 2001). A partir deste tempo teve início o registro dos intervalos RR por 15 minutos contínuos. No 7º minuto foi solicitado o início da manobra de Valsalva; após inspiração máxima (capacidade inspiratória máxima) o avaliado manteve uma pressão expiratória de 50 cmH₂O por 15 segundos, estando o manovacuômetro à frente de seus olhos, sendo sustentado pelo autor da pesquisa.

c) Obtido os valores dos intervalos RR, esses dados foram tratados com o auxílio do software Matlab 6.1, no domínio do tempo. Para o processamento do sinal utilizou-se a associação de filtros digitais com o cálculo de energia espectral. O programa desenvolvido para processar os sinais da VFC foi implementado através das etapas: sinal → correção temporal → retirada do nível DC → interpolação → reamostragem → filtro passabanda → cálculo de energia → sinal de saída processado.

Primeiramente, realizou-se a correção da escala de tempo e a retirada do nível DC do sinal, devido ao interesse na análise da VFC. A reconstrução do sinal com a mesma taxa da amostragem foi realizada utilizando a função de interpolação *spline* cúbica. Em seguida o sinal foi reamostrado a 4 Hz. Para separar as freqüências relativas a atividade simpática foi utilizado um filtro passabanda Butterworth de ordem 2 com as freqüências de corte de 0.04 Hz e 0.15 Hz, e para a atividade parassimpática foi utilizado também um filtro passabanda Butterworth de ordem 2 com freqüências de corte de 0.15 Hz e 0.4 Hz, gerando os sinais x_a e x_b respectivamente. Para se ter uma fase linear, ambos os sinais foram filtrados direta e reversamente.

Para o cálculo da energia o período de aquisição de dados dos sinais x_a e x_b foi dividido em intervalos definidos pelo usuário (no trabalho utilizamos $n=4$ e $m=5$),

podendo este optar em utilizar janelas com sobreposição (*overlaps*) ou não, como representado na **Figura 10**.

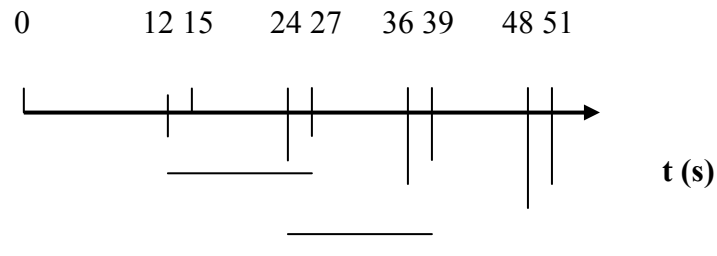


Figura 10 - Criação de intervalos na escala de tempo t (s) com $n = 12$ segundos e $m = 15$ segundos, tendo uma sobreposição de 3 segundos.

Para cada intervalo de tempo foi calculada a energia para os dois sinais x_a e x_b , utilizando-se a equação 1, gerando as matrizes E_{n_a} e E_{n_b} .

$$E_n = \frac{1}{n} \sum_{i=n}^{n+m} x(i)^2$$

Equação 1 - onde, E_n é a energia do sinal $x(i)$ no intervalo de n até $n+m$.

Após o cálculo da energia dos sinais x_a e x_b o programa apresenta graficamente estes resultados em função do tempo permitindo o operador definir o início da Manobra da Valsalva. O programa calcula também a razão entre E_{n_a} e E_{n_b} em função do tempo.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística de significância foi realizada a partir de testes paramétricos (t Student), quando os dados apresentavam a existência de normalidade em sua distribuição, foram considerados níveis de significância $p \leq 0,05$.

5. RESULTADOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS GRUPOS DE ATLETAS E SEDENTÁRIOS

Após a análise do grupo de atletas e sedentários, observando a frequência cardíaca e os intervalos R-R, em tempo real, podemos observar que o grupo de sedentários apresenta uma frequência cardíaca maior que o grupo de atletas, sendo a frequência cardíaca média igual a 73.59 ± 2.5 bpm para os sedentários e 51.01 ± 2.4 bpm para os atletas, como observado no **gráfico 1A**. Quando comparamos os dois grupos obtemos diferenças estatisticamente significativas com $p = 0.0001$.

Os intervalos R-R estão representados no **gráfico 1B**, onde observamos que, o grupo de sedentários apresenta média dos intervalos R-R igual a $826,58 \pm 5,3$ ms e o grupo de atletas apresenta média de $1189,18 \pm 6,9$ ms. Quando comparamos os dois grupos obtemos, também, diferenças significativas com $p = 0.0001$.

Tais valores confirmam a baixa frequência cardíaca dos atletas, e demonstra a diferença entre o grupo de atletas e sedentários, caracterizando os grupos.

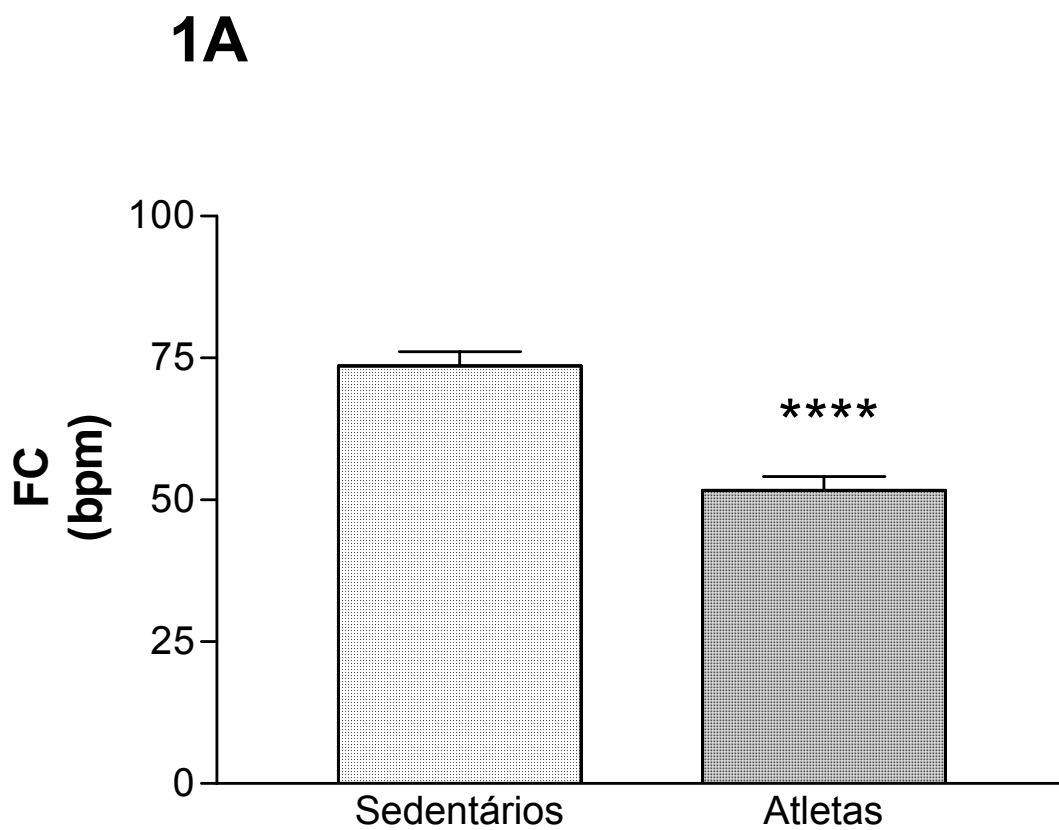


Gráfico 1A – Representa a média da frequência cardíaca, em batimentos por minuto. O gráfico representa a média \pm o erro padrão dos grupos experimentais. Foram considerados significativos os valores de $p \leq 0,05$ ($n = 10/\text{grupo}$).

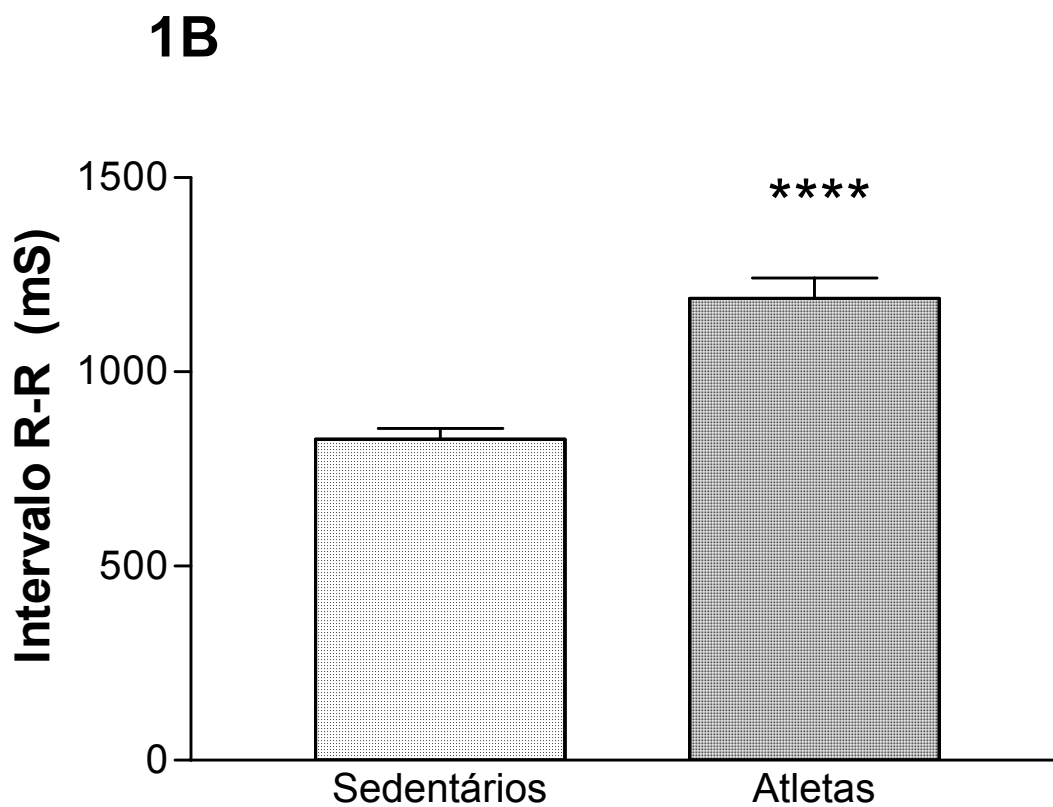


Gráfico 1B – Representa a média dos intervalos RR, em milisegundos, do grupo de indivíduos sedentários e atletas. O gráfico representa a média \pm o erro padrão dos grupos experimentais. Foram considerados significativos os valores de $p \leq 0,05$ ($n = 10/\text{grupo}$).

5.2 TEMPO DE RETORNO SIMPÁTICO E PARASSIMPÁTICO APÓS MANOBRA DE VALSALVA.

Através do tratamento do sinal foi possível avaliar o tempo que o sistema nervoso autônomo leva para estabilizar o sistema cardiovascular, após estresse através da manobra de valsalva. Foi considerado estabilizado quando os intervalos RR permanecessem por 60 segundos, no mínimo, dentro de uma faixa estabelecida pela média dos RR mais duas vezes o Desvio Padrão (DP) para cima e para baixo da média. A média e o DP foram estabelecidos utilizando os RR antes da manobra de Valsalva.

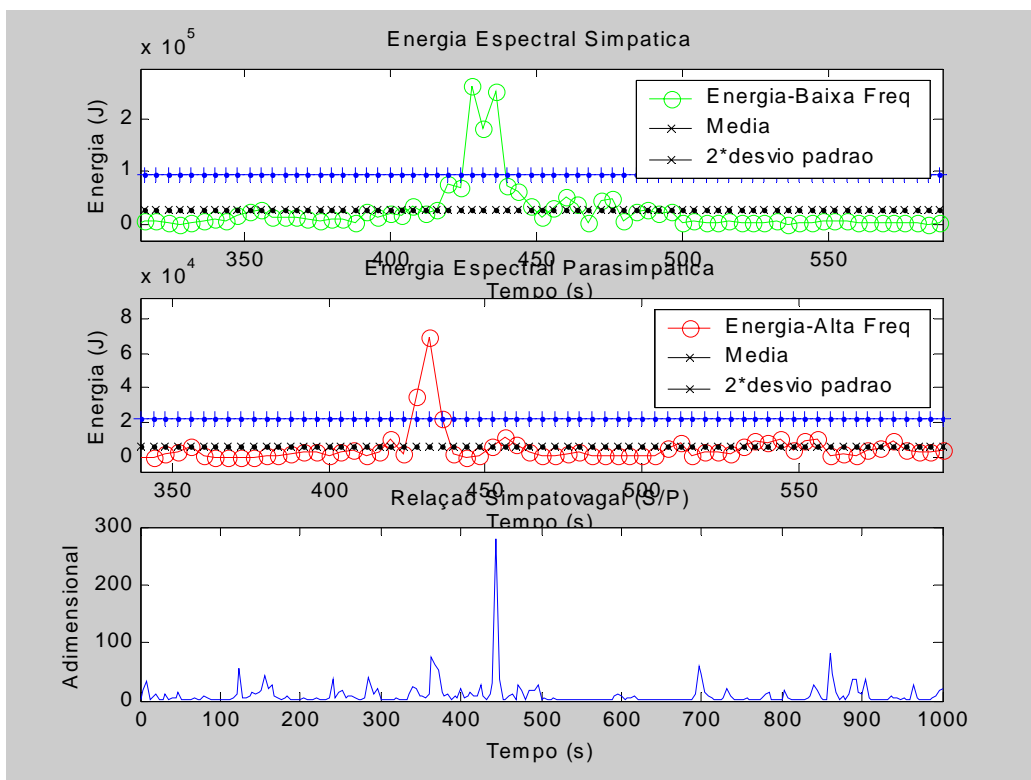


Figura 11 – Representa a análise da energia a cada 5 segundos para avaliar o tempo de retorno simpático e parassimpático após a manobra de valsalva.

No **gráfico 2A** podemos observar o tempo de retorno do sistema simpático, após a manobra de valsalva. O grupo de sedentários apresenta tempo médio de 72 ± 12 s e para o grupo de atletas tempo médio de 37 ± 6 s. Quando comparamos os dois grupos obtemos diferenças significativas com $p = 0.02$. No **gráfico 2B** está representado o tempo de retorno do sistema parassimpático após a manobra de valsalva. Observamos que o grupo de sedentários apresenta tempo médio de retorno igual a 80 ± 11 s e o grupo de atletas igual a 40 ± 8 s, apresentando diferenças estatística com $p = 0.01$.

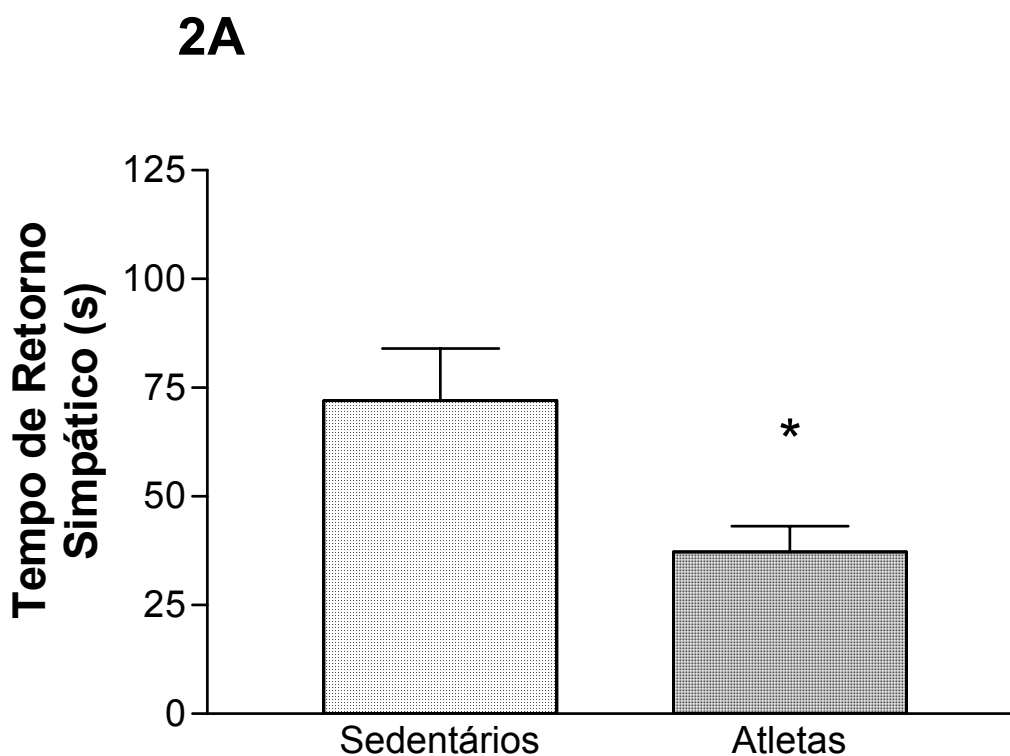


Gráfico 2A – Representa o tempo de retorno simpático, ou seja, o tempo que o sistema simpático levou para estabilizar-se após a manobra de valsalva. O gráfico representa a média \pm o erro padrão dos grupos experimentais. Foram considerados significativos os valores de $p \leq 0,05$ ($n = 10/\text{grupo}$).

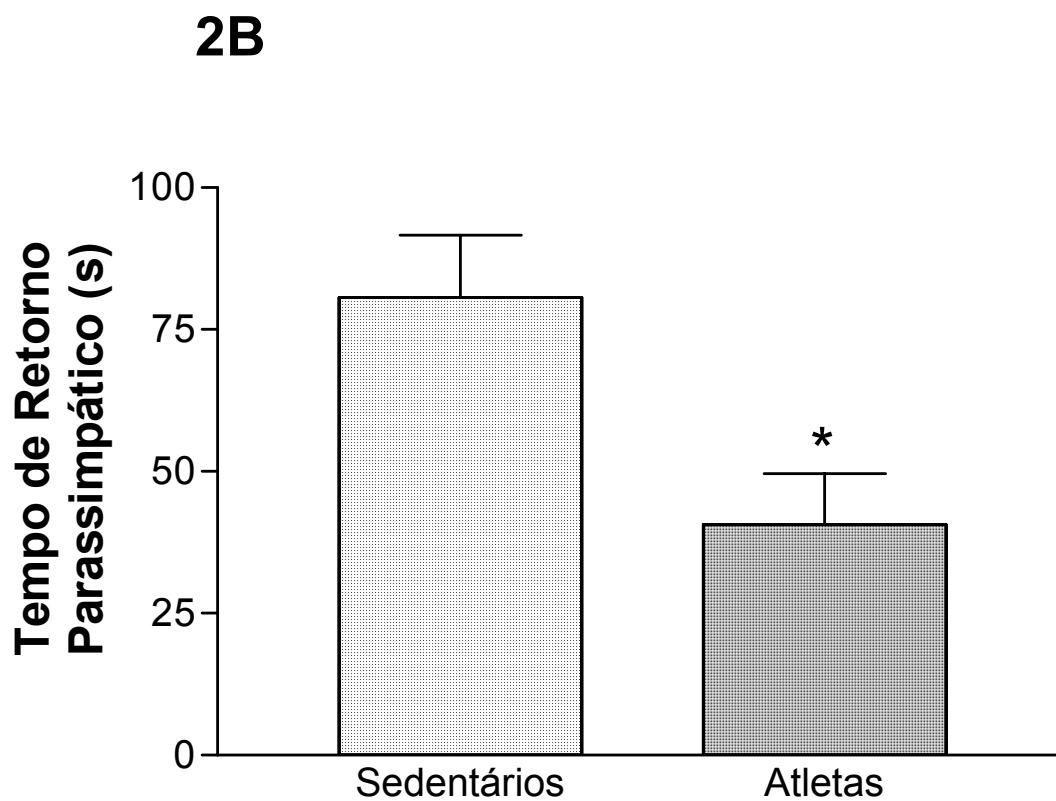


Gráfico 2B - Representa o tempo de retorno parassimpático, ou seja, o tempo que o sistema parassimpático levou para estabilizar-se após a manobra de valsalva. O gráfico representa a média \pm o erro padrão dos grupos experimentais. Foram considerados significativos os valores de $p \leq 0,05$ ($n = 10/\text{grupo}$).

5.3 ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NO DOMÍNIO DO TEMPO ATRAVÉS DOS ÍNDICES PNN50; RMSSD E SDNN.

Através dos intervalos RR é possível calcular a variabilidade da frequência cardíaca. No **gráfico 3A** podemos observar um dos índices utilizados para avaliar a variabilidade no domínio do tempo, o PNN50 (percentagem dos ciclos sucessivos que apresentam diferenças de duração acima de 50 ms). Onde observamos que a média dos valores encontrados para o grupo de sedentários foi igual a $10 \pm 3,3 \%$ e para o grupo de atletas foi igual a $42,10 \pm 6,9 \%$. Quando comparamos os grupos, observamos diferenças estatísticas com $p= 0.0007$. No **gráfico 3B** observamos outro índice também utilizado para avaliar a variabilidade no domínio do tempo, o RMSSD (raiz quadrada média das diferenças sucessivas entre os intervalos R-R normais adjacentes, expresso em milissegundos (ms)). Observamos que a média dos valores encontrados para o grupo de sedentários foi igual a 29.23 ± 3.5 e para o grupo de atletas foi igual a 76.04 ± 11.5 . Quando comparamos os grupos, observamos diferenças importantes com $p=0.0011$. Também avaliamos o SDNN (desvio-padrão de todos os intervalos R-R, em ms), encontramos para os sedentários, valor médio igual a 42.81 ± 3.6 e para os atletas 80.07 ± 8.2 . Comparando os valores encontrados obtivemos $p=0.0007$.

3A

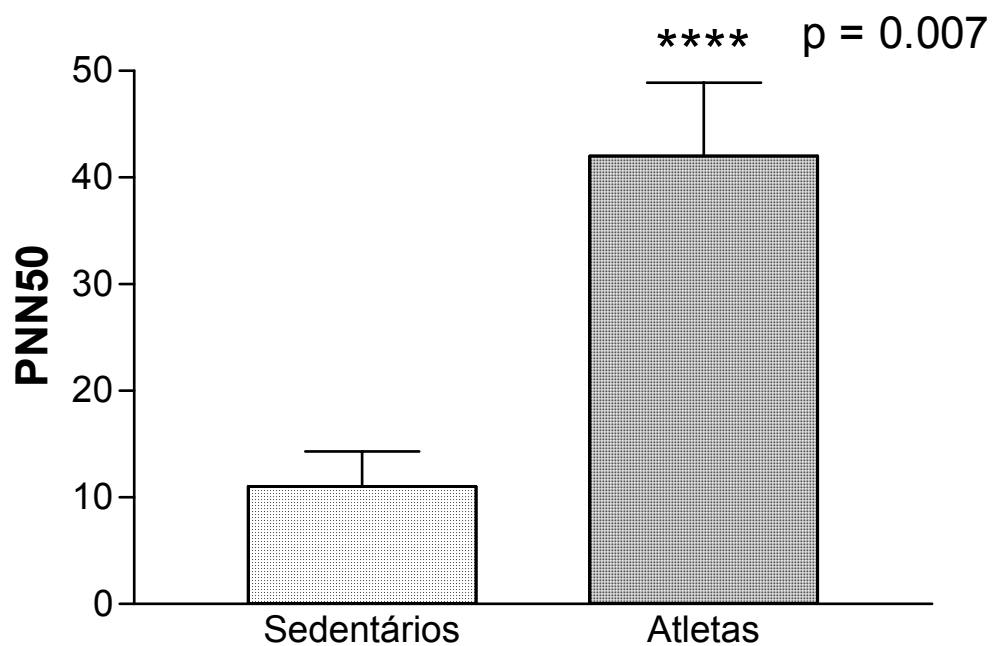


Gráfico 3A - Representa a porcentagem dos ciclos sucessivos que apresentam diferenças de duração acima de 50 ms - PNN50. O gráfico representa a média \pm o erro padrão dos grupos experimentais. Foram considerados significativos os valores de $p \leq 0,05$ ($n = 10/\text{grupo}$).

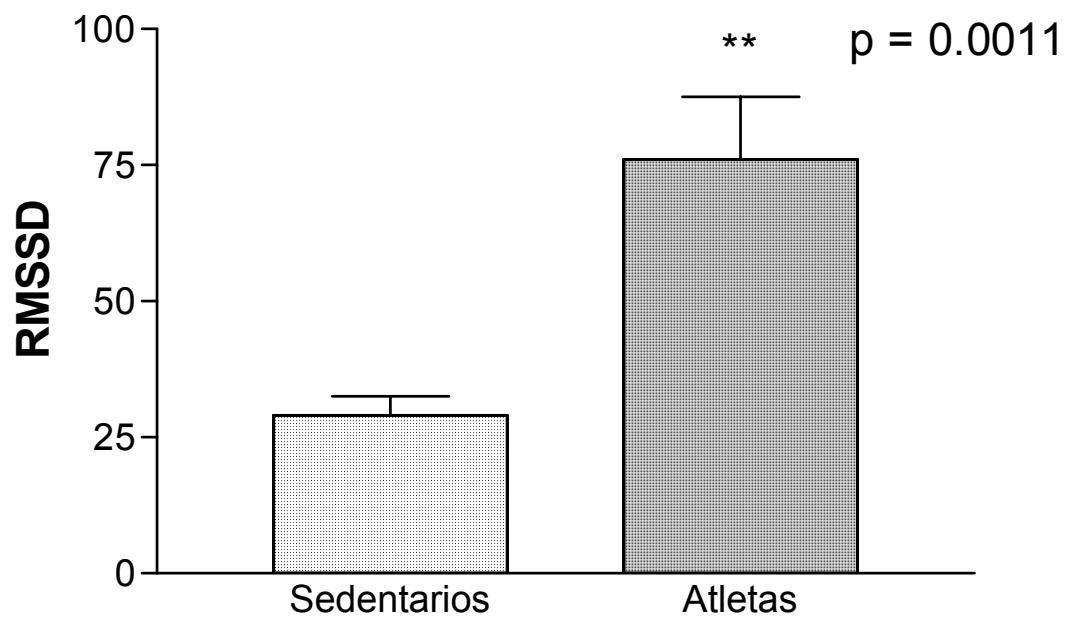
3B

Gráfico 3B - Representa a média dos valores da RMSSD (raiz quadrada média das diferenças sucessivas entre os intervalos RR normais adjacentes, expresso em milissegundos). O gráfico representa a média \pm o erro padrão dos grupos experimentais. Foram considerados significativos os valores de $p \leq 0,05$ ($n = 10/\text{grupo}$).

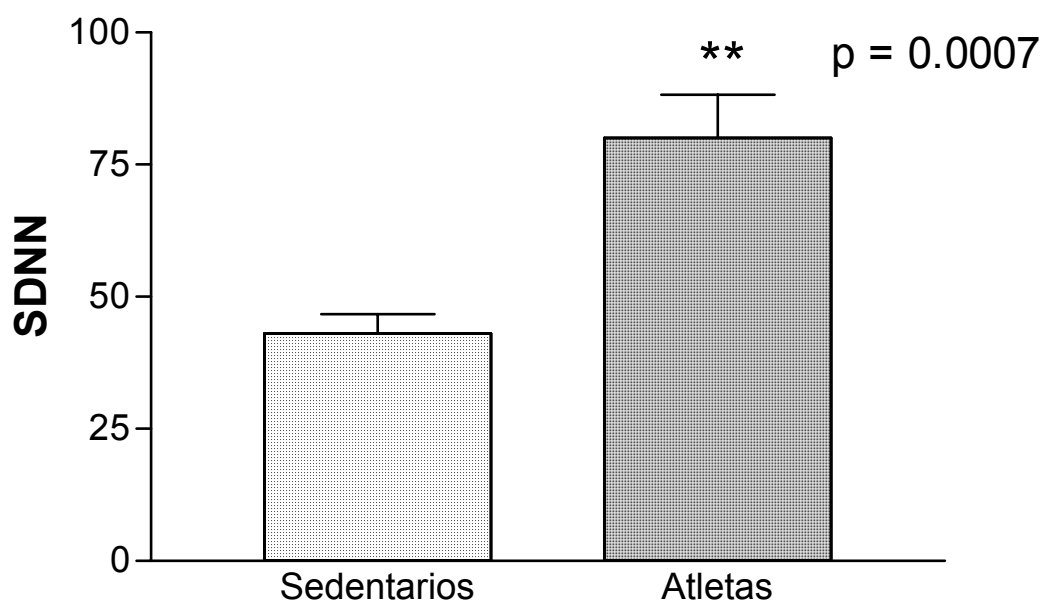
3C

Gráfico 3C – Representa a média dos valores do SDNN (desvio-padrão de todos os intervalos RR). O gráfico representa a média \pm o erro padrão dos grupos experimentais. Foram considerados significativos os valores de $p \leq 0,05$ ($n = 10/\text{grupo}$).

5.4 VARIAÇÃO DO INTERVALO RR ACIMA E ABAIXO DA MÉDIA DOS RR DE TODOS OS INTERVALOS OBTIDOS NOS 15 MINUTOS DE COLETA.

No **gráfico 4A** podemos observar o valor médio da variação dos intervalos R-R acima da média de todo o sinal. No grupo de sedentários esse valor foi igual a 343 ± 40 ms e no grupo de atletas foi igual a 175 ± 39 ms. Esses valores quando submetidos a tratamento estatístico apresentou $p = 0,0084$. A variação dos intervalos acima da média do sinal expressa a bradicardia gerada no sistema cardiovascular induzida pela manobra de valsalva. O **gráfico 4B** demonstra o valor médio da variação dos intervalos R-R abaixo da média de todo o sinal. No grupo de sedentários encontramos valor médio de 281 ± 27 ms. No grupo de atletas encontramos valor médio de 425 ± 26 ms. quando comparamos os grupos encontramos $p = 0,0012$. A variação dos intervalos abaixo da média do sinal expressa a taquicardia gerada no sistema cardiovascular induzida pela manobra de valsalva.

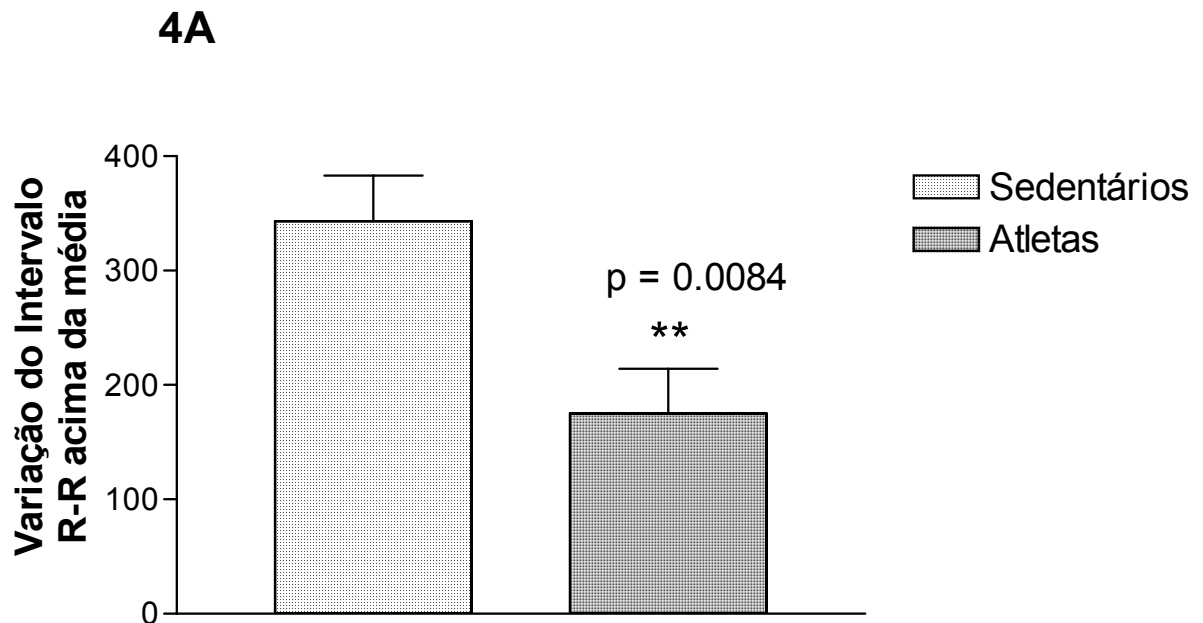


Gráfico 4A – Representa o valor médio da variação dos intervalos R-R acima da média de todos os intervalos RR obtidos em 15 minutos de coleta no grupo de sedentários. O gráfico representa a média \pm o erro padrão dos grupos experimentais. Foram considerados significativos os valores de $p \leq 0,05$ ($n = 10/\text{grupo}$).

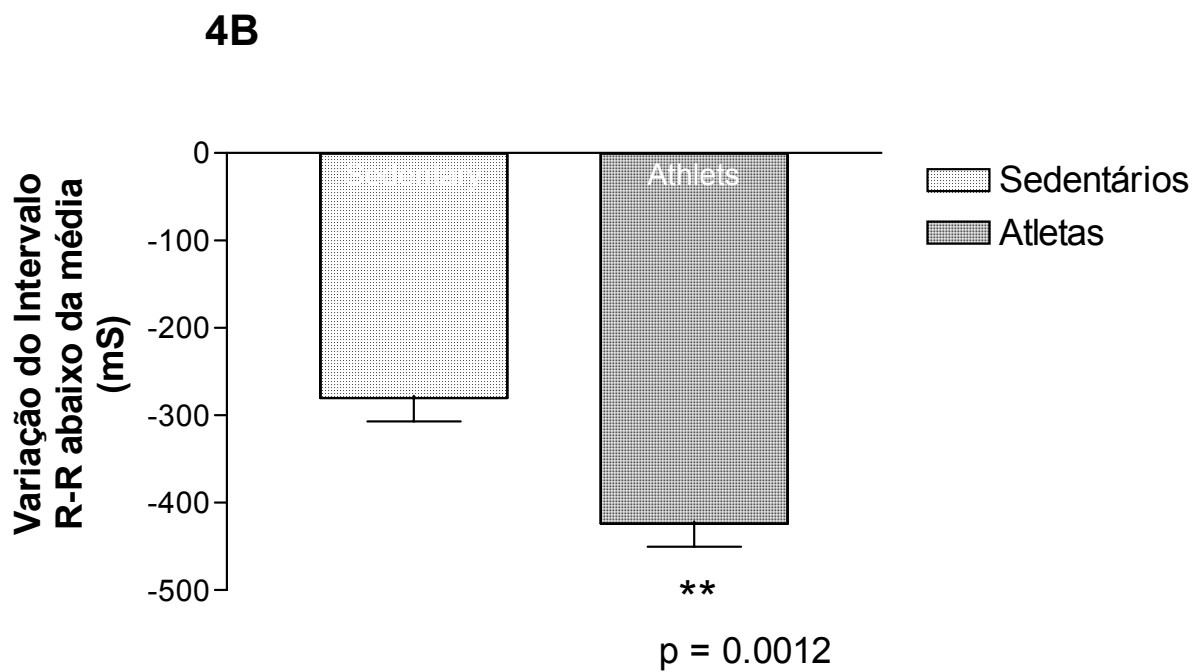


Gráfico 4B - Representa o valor médio da variação dos intervalos R-R abaixo da média de todos os intervalos RR obtidos em 15 minutos de coleta. O gráfico representa a média \pm o erro padrão dos grupos experimentais. Foram considerados significativos os valores de $p \leq 0,05$ (n = 10/grupo).

As figuras 12 e 13 são traçados representativos da variabilidade da frequência cardíaca durante todo o experimento para indivíduos sedentários e atletas respectivamente, auxiliando no entendimento dos dados obtidos supra citados nos gráficos 4A e 4B.

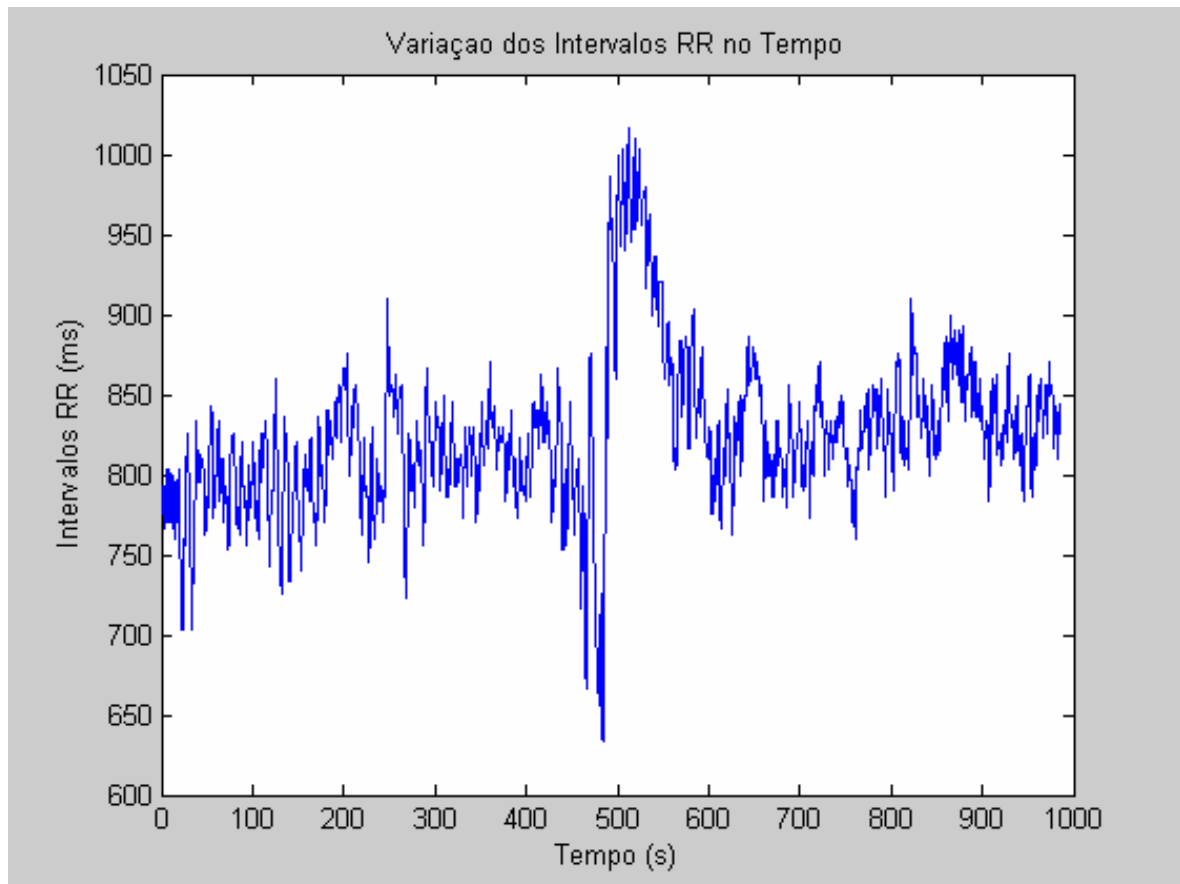


Figura 12 – Representa a variação dos intervalos RR (ms) em função do tempo no indivíduo sedentário, onde temos aos 480 segundos a resposta da manobra de valsalva.

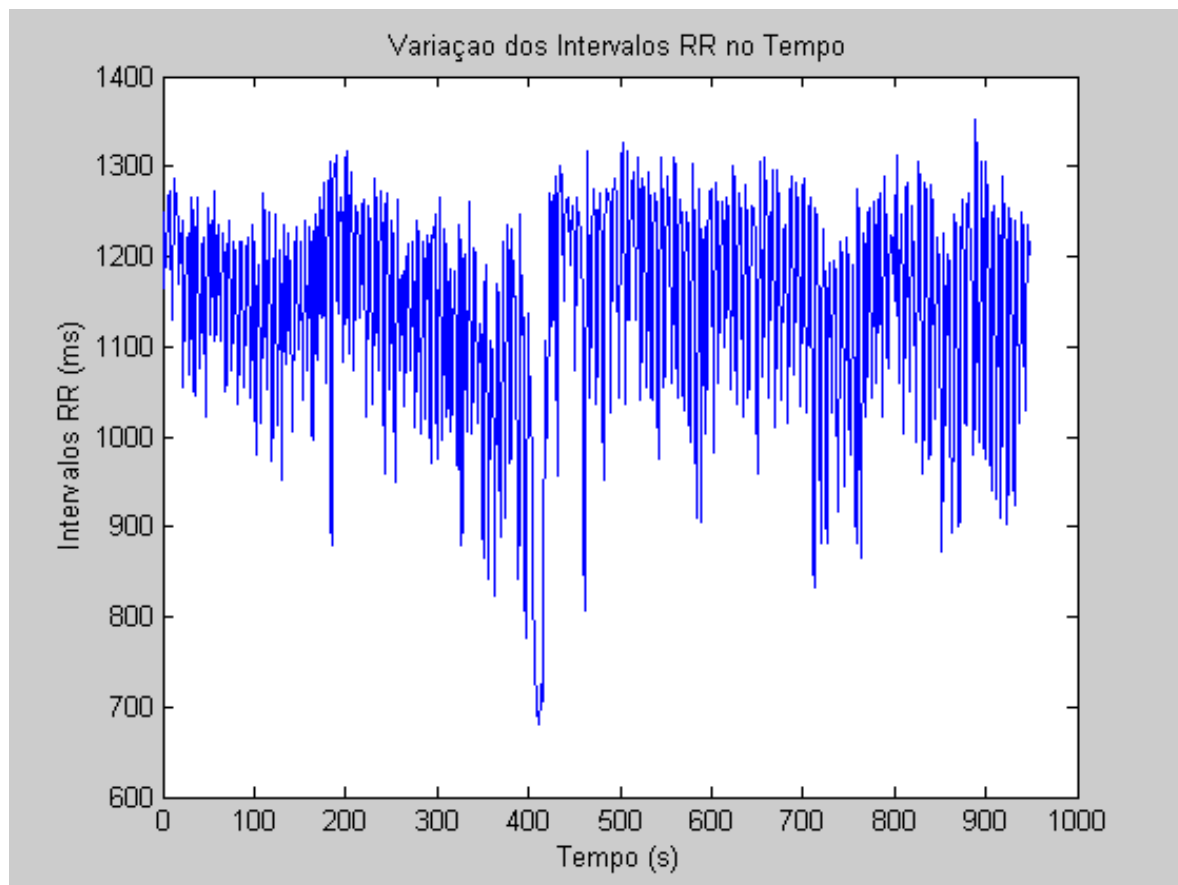


Figura 13 – Representa a variação dos intervalos RR (ms) em função do tempo no indivíduo treinado (atleta), onde temos aos 420 segundos a resposta da manobra de Valsalva.

6. DISCUSSÃO

Como mencionado anteriormente, as variações dos intervalos RR, batimento a batimento, dependem da modulação do Sistema Nervoso Autônomo e receberam a denominação de “variabilidade da frequência cardíaca” (VFC), representando a medida da variação entre cada batimento sinusal sucessivo (Task Force). A capacidade de variar a frequência cardíaca em função de estímulos externos parece representar um importante papel fisiológico na vida diária, mesmo em situações simples de mudanças posturais, mas principalmente em situações de esforço físico mais intenso, como a atividade esportiva. Além disso, eventos cardiovasculares ou mesmo a evolução natural da idade, parecem corroborar para a perda ou redução da capacidade de variar a frequência cardíaca. Wolf et al (1978) foram os primeiros a demonstrar associação entre aumento do risco de mortalidade pós-infarto com redução da VFC. Neste trabalho, os autores constataram que 73 de 176 pacientes admitidos na Unidade Coronariana com infarto agudo do miocárdio apresentavam arritmia sinusal, e conseqüentemente, maior variabilidade do intervalo R-R. Estes pacientes tiveram menor taxa de mortalidade. Mais recentemente, outros autores confirmaram esta hipótese inicial demonstrando que a diminuição da VFC está relacionada a um maior índice de morbidade e mortalidade cardiovascular (CAMPELO et al,1992; LONGO;FERREIRA;CORREIA,1995; ALONSO et al.1998; PUMPRLA et al,2002).

Neste trabalho nós investigamos a variabilidade de frequência cardíaca associada à manobra de valsalva, com o objetivo de caracterizar a resposta a manobra em indivíduos sedentários e atletas. Neste sentido, pretendemos identificar

parâmetros que possam auxiliar a realização de inferências a respeito da condição do Sistema Cardiovascular, de maneira rápida e simplificada.

Como citado anteriormente na introdução, o exercício moderado de endurance pode influenciar significativamente a atividade do Sistema Nervoso Autônomo, assim como da sensibilidade do baroreflexo (LEVY ET AL., 1998; PICHOT ET AL., 2000; IELLAMO ET AL., 2002; MIDDLETON ; DE VITO, 2005).

Nossos resultados confirmam aqueles já demonstrados na literatura, demonstrando que atletas apresentam frequência cardíaca mais baixa, em repouso, do que indivíduos sedentários da mesma faixa etária. Os valores médios observados para frequência cardíaca em repouso (Gráfico 1A) foram significativamente inferiores (FC) em atletas, quando comparados aos indivíduos sedentários. Com relação aos valores de RR, indivíduos atletas apresentaram valores de RR significativamente superiores em relação aos sedentários, representando um maior intervalo entre cada batimento cardíaco. Segundo alguns autores, o treinamento físico induz a uma maior atividade parasimpática em repouso, explicando os resultados obtidos neste estudo (AUBERT et al., 2003).

Outra variável analisada neste trabalho foi o tempo de recuperação do Sistema Cardiovascular, após estimulação Simpática e Parassimpática da manobra de valsalva, a condições basais de VFC. O objetivo desta análise foi o de verificar, através da análise de VFC, se a melhor condição física dos indivíduos poderia alterar o tempo de recuperação do Sistema Cardiovascular ou a sensibilidade do baroreflexo.

Como podemos observar nos gráficos 2A e 2B, indivíduos atletas, apresentaram em ambos os casos, tempos de recuperação da VFC após manobra de valsalva, significativamente menores do que indivíduos sedentários. Estes

resultados sugerem que a sensibilidade do baroreflexo é uma variável que efetivamente sofre influências do treinamento físico, sendo capaz de diferenciar, de maneira apurada, duas condições de aptidão física.

Como medida mais específica da VFC, as variáveis pNN50, RMSSD e SDNN foram calculadas também com o objetivo de caracterizar os dois grupos estudados. Como esperado, a VFC de indivíduos atletas foi significativamente mais elevada do que em indivíduos sedentários (gráficos: 3-A, 3-B e 3-C respectivamente), também confirmando achados prévios de literatura, e indicando que o treinamento físico é capaz de aumentar a capacidade fisiológica do sistema cardiovascular em variar frequência cardíaca, e conseqüentemente, melhor se adaptar a alterações ou estímulos do ambiente externo. Os resultados aqui obtidos corroboram aqueles previamente observados por Levy et al., (1998), que observou aumento do tônus parassimpático em repouso após 6 meses de treinamento aeróbio.

Com o objetivo de melhor caracterizar e diferenciar os grupos estudados quanto a VFC e a sensibilidade do baroreflexo, calculamos a variação dos intervalos RR durante a manobra de valsalva acima e abaixo da média estabelecida para todos os RR obtidos. Como podemos observar no gráfico 4A, a variação dos intervalos RR acima da média, ou seja, aumento dos intervalos RR, foi significativamente menor para indivíduos atletas, quando comparados aos sedentários. Este achado se deveu provavelmente, ao fato de que os atletas já apresentavam valores de intervalos RR significativamente maiores do que os sedentários, no período que antecedeu a manobra, conforme demonstrado anteriormente (Gráfico 1 B). Nossos resultados corroboram aqueles encontrados por Middleton e De Vito (2005) que encontraram efeito parassimpático relacionado à sensibilidade do baroreflexo, inferior para indivíduos treinados, quando comparados a sedentários.

Por outro lado, a variação dos intervalos RR abaixo da média, ou seja, redução dos intervalos RR, foi significativamente maior para indivíduos atletas, quando comparados aos sedentários. Este achado indica, que o treinamento físico pode conferir uma maior reserva do sistema simpático em induzir aumentos de frequência cardíaca alcançando valores superiores, durante a manobra de valsalva, quando comparados a indivíduos sedentários, em um mesmo período de tempo e sob estímulos de mesma intensidade. Estes resultados estão de acordo com aqueles observados por Iellamo et al (2002), que observaram que o treinamento físico aumenta a modulação da resposta simpática, principalmente em picos de treinamento.

Neste contexto, podemos sugerir que os resultados obtidos neste estudo utilizando manobra de valsalva parecem se correlacionar com aqueles relatados na literatura onde foi analisada a VFC em situações de esforço.

7 . CONCLUSÕES

Os resultados encontrados, analisando a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) induzida pela Manobra de Valsalva em indivíduos treinados e sedentários do sexo masculino, nos permite concluir que a VFC dos indivíduos treinados em repouso é maior que a dos indivíduos sedentários e que a manobra de valsalva associada à análise da VFC mostrou-se uma técnica capaz de diferenciar as respostas dos indivíduos treinados e sedentários. Sendo assim, o presente trabalho pode ser considerado o primeiro a sugerir que o teste clássico da manobra de valsalva pode vir a ser utilizado como indicador de condição física em diferentes grupos de indivíduos. Estudos futuros ainda se fazem necessários para melhor caracterizar e confirmar esta hipótese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA. M.B.; ARAÚJO. C.G.S. effects of aerobic training on heart rate. **Rev Bras Med esporte.** v 9,n.2, p.113 – 120, 2003.

ALONSO, D.O. et al. Comportamento da Frequência Cardíaca e da Sua Variabilidade Durante as Diferentes Fases do Exercício Físico Progressivo Máximo. **Arq Bras Cardiol.** v.71, n.6, p.787 – 792, 1998.

AUBERT, A.E. et al. Heart Rate Variability in Athletes. **Sports Med.** v.33,n.12, p.889 – 919, 2003.

BARBOSA, P.R.; BARBOSA, A.J.; SÁ, C.A.M. Influência da idade, sexo e doença coronariana sobre a modulação autonômica do coração. **An Acad Nac Med.** v.156, n.2, p.61 – 67, 1996.

BRAUNWALD, E. et al. **Tratado de Medicina Cardiovascular.** São Paulo: Roca, 1999. 2v, 2139p.

BURTON, A.C. et al. **Fisiologia e biofísica da circulação.** 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977. 360p.

CAMMANN, H.; MICHEL, J. How to avoid misinterpretation of heart rate variability power spectra?. **Computer Methods and Programs in Biomedicine.** v.68, p.15 – 23, 2002.

CAMPELO, M. et al. O nosso ponto de vista - Variabilidade da Frequência cardíaca: Uma perspectiva. **Rev. Port. Cardiol.** v.11,n.9, p.723 – 732, 1992.

CASTRO, C.L.B.; NÓBREGA, A.C.L.; ARAÚJO, C.G.S. Testes Autonômicos Cardiovasculares. Uma Revisão Crítica. Parte I. **Arq Bras Cardiol.** v.59, n.1, p.75 – 85, 1992.

CATAI, A.M. et al. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. **Brazilian journal of Medical and Biological Research.** v.35, p.741 – 752, 2002.

COHEN, L. Time-frequency distributions. A review. **Proc. IEEE,** v. 77, p.941-981, 1989.

COSTA, O. et al. Análise espectral da variabilidade da frequência cardíaca em atletas. **Rev. Port. Cardiol.** v.10,n.1, p.23 – 28, 1991.

ECKBERG D.L. Parasympathetic cardiovascular control in human disease: a critical review of methods and results. **Am J Physiol.** v. 239, n.5, p. 581-593, 1980.

EWING, D. J.; NEILSON J. M. M.; TRAVIS, P. New method for assessing cardiac parasympathetic activity using 24 hour electrocardiograms. **Br Heart J.** v.52 p.396-402, 1984.

FOX, M.L.; KETEYIAN, S.J. **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 439p.

FRANCHINI, K.G. Função e disfunção autonômica na doença cardiovascular. **Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo**. v.8, n.2, p.285 – 297, 1998.

FREDERICI, A. et al. Systolic and diastolic changes in human coronary blood flow during Valsalva manoeuvre. **Clinical Physiology**. v.20,n.1,p.19 – 29, 2000.

GOMES, M.E.D. et al. Does preprocessing change nonlinear measures of heart rate variability?. **Computers in Biology and Medicine**. v.32,p.481 – 494, 2002.

GRUPI, C.J. et al. Variabilidade da frequência cardíaca: significado e aplicação clínica. **Ver Ass Méd Brasil**. v.40, n.2, p. 129 – 136, 1994.

GUO, X.H. et al. Effect of moderate physical exercise on noninvasive cardiac autonomic tests in healthy volunteers. . **International Journal of Cardiology**. v.69, p.155 – 168, 1999.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 973p.

HON, E.H.; LEE, S.T. Electronic evaluations of the fetal heart rate patterns preceding fetal death, further observation. **Am J Obstet Gynec**. v.87,p.814 – 826, 1965.

IELLAMO, F. et al. Conversión From Vagal to Sympathetic Predominance With Strenuous Training in High-Performance World Class Athletes. **Circulation**. v.105, p.2719 – 2724, 2002.

JAVORKA, M. et al. Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**. v.35, p.991 – 1000, 2002.

JOHNSON, L.R. et al. **Fundamentos de fisiologia medica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,2000. 725p.

JUNQUEIRA Jr, L.F. **Doenças do coração – tratamento e reabilitação**. Rio de Janeiro: Guanabara – Koogan, 1998. 360p.

KANDEL, ERIC. R. et al. **Fundamentos da neurociência e do comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara koogan/prentice-hall do Brasil, 2000. 591P.

KLEIGER, R.E. et al. Stability over time of variables measuring heart rate variability in normal subjects. **Am J Cardiol**, v.68, p.626-663, 1992.

LEVY, W.C. et al. Effect of endurance exercise training on Herat rate variability at rest in heakthy young and older men. **Am J Cardiol**. v.82, p.1236 – 1241, 1998.

LONGO, A.; FERREIRA, D.; CORREIA, M.J. Variabilidade da Freqüência cardíaca. **Rev. Port. Cardiol**. v.14,n.3, p.241 – 262, 1995.

LOOGA, R. The bradycardic response to the Valsalva manoeuvre in normal man. **Respiration Physiology**. v.124,p.205 – 215, 2001.

MACOR, F.; FAGARD, R.; AMERY, A. Power spectral analysis of RR interval and blood pressure short-term variability at rest and during dynamic exercise: comparison between cyclists and controls. **Int. J. Sports Med**. v. 17, p.175–181, 1996.

MALIK, M.; CAMM, A. J. **Heart Rate Variability**. Armonk, New York: Futura Publishing Company, 1995.

MALLIANI, A. et al. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. **Circulation**, v.84, n.2, p.482-492, 1991.

MALPAS, S.C.; PURDIE, G.L. Circadian variation of heart rate variability. **Cardiovascular Research**. v.24, p.210 – 213, 1990.

MARPLE Jr L, **Digital Spectral Analysis with Applications**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1987.

MARTINELLI, F.S. et al. Heart rate variability in athletes and nonathletes at rest and during head-up tilt. **Brazilian journal of Medical and Biological Research**. v.38, p.639 – 647, 2005.

MCARDLE, W.D.; KATCH F.I.; KATCH, V.L.; **Fisiologia do Exercício, Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1998. 695p.

MIDDLETON, N.; DE VITO, G. Cardiovascular autonomic control in endurance-trained and sedentary young women. **Clin Physiol Funct Imaging**. v.25, p.83 – 89, 2005.

MIGLIARO, E.R. et al. 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.

MORAES, R.S. et al. Three dimensional return map: a method for quantification of heart rate variability. **J. Am. Cardiol**. v.21, p.156 - 162, 1999.

MYERS, G.A.; MARTIN, G.J.; MAGGID, N.M. Power spectral analysis of heart rate variability in sudden cardiac death: Comparison to other methods. **IEEE Trans Bio Eng.**, v.65, p.1149-1156, 1986.

NEGRÃO, C. E., KRIEGER, E M, SILVA, G J J
Effects of exercise training on barorreflex control of the cardiovascular system. **Ann. N. Y. Academy Scien. Nova York**. v.940, p.338 - 347, 2001.

O'SULLIVAN. S.E.; BELL C., The effects of exercise and training on human cardiovascular reflex control. **Journal of the Autonomic Nervous System**. v.81, p.16 – 24, 2000.

O'SULLIVAN. S.E.; BELL C., Training reduces autonomic cardiovascular responses to both exercise-dependent and –independent stimuli in humans. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical**. v.91, p.76 – 84, 2001.

OLIVEIRA, E. et al. The Valsalva maneuver in Chagas disease patients without cardiopathy. **International Journal of Cardiology**. v.82,p.49 – 54, 2002.

OPIE, L.H. **The Heart. Physiology, from Cell to Circulation**. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1998.

OSTERRIEDER, W.; NOMA, A.;TRAUTWEIN, W. On the kinetics of the potassium channel activated by acetylcholine in the S-A node of the rabbit heart. **Pflugers Arch**. v.386, n.2, p.101-119, 1980.

PAGANI, M. et al. Power spectral analysis of heart rate arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. **Circulation. Res**. v.59, n.2, p.178-193, 1986.

PARDINI, R. et al. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ - versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. **Rev. Bras. Ciên. e Mov**. v. 9,n. 3, p. 45 – 51, 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 - 325, 2003.

PICHOT. V., et al. Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. **Medicine & Science in sports & Exercise.** p. 1729 – 1736, 2000.

PIERPONT, G.L.; STOLPMAN, D.R; GORNIK, C.C. Heart rate recovery post-exercise as an index of parasympathetic activity. **Journal of the Autonomic Nervous System.** v.80, p. 169 – 174, 2000.

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

REBELO, A.N. et al. O controlo autonômico da frequência cardíaca em repouso é alterado pelo destreino. **Rev. Port. Cardiol.** v.16,n.6, p.535 – 541, 1997.

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 – 149, 1992.

RIBEIRO, T.F. et al. Estudo da variabilidade da Frequência Cardíaca em dois voluntários de meia-idade, um cardiopata e outro saudável – relato de caso. **Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo**. v.10, n.1(supl A), p.1 – 10, 2000.

SAYERS, D B. M. Analysis of heart rate variability. **Ergonomics**. v. 16, p 17-32, 1973.

SINGER, W. et al. Influence of posture on the Valsalva manoeuvre. **Clinical Science**. v.100,p.433 – 440, 2001.

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 – 381, 1996.

VYBIRAL, T.; BRYG, R.J.; MADDENS, M.E. effects of transdermal scopolamine on heart rate variability in normal subjects. **Am J Cardiol**, v.65, p.604-608, 1990.

WOLF, M.M. et al. Sinus arrhythmia in acute myocardial infarction. **Med J Austrália**. v.2,p.52 – 53, 1978.

ANEXO A

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA

Nome: _____

Data: ___/___/___

Idade : ____

Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física em uma semana **NORMAL**, **USUAL** ou **HABITUAL**. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

1a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que faça você suar **BASTANTE** ou aumentem **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

1b. Nos dias em que você faz essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gasta fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

2a Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como ,por exemplo, pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que faça você suar leve ou aumentem **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b Nos dias em que você faz essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gasta fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gasta caminhando **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

3c A que passo você usualmente caminha? Você caminha a:

() passo **VIGOROSO** que faz você respirar muito mais forte que o normal

() passo **MODERADO** que faz você respirar um pouco mais forte que o normal,

() passo **LENTO** em que não há alteração da sua respiração

4a Estas últimas perguntas são em relação ao tempo que você gasta sentado ao todo no trabalho, em casa, na escola ou faculdade e durante o tempo livre. Isto inclui o tempo que você gasta sentado no escritório ou estudando, fazendo lição de casa, visitando amigos, lendo e sentado ou deitado assistindo televisão.

Quanto tempo **por dia** você fica sentado em um dia da semana?

horas: _____ Minutos: _____

4b Quanto tempo **por dia** você fica sentado no final de semana?

horas: _____ Minutos: _____



CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ

SEDENTÁRIO:

Não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

INSUFICIENTEMENTE ATIVO:

Realiza atividade física por pelo menos 10 minutos por semana, porém insuficiente para ser classificado como ativo. Pode ser dividido em dois grupos:

A) Atinge pelo menos um dos critérios da recomendação

a) Freqüência: 5 dias /semana OU

b) Duração: 150 min / semana

B) Não atingiu nenhum dos critérios da recomendação

Obs. Para realizar essa classificação soma-se a freqüência e a duração dos diferentes tipos de atividade (CAMINHADA + MODERADA + VIGOROSA)

ATIVO:

Cumpriu as recomendações

a) VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão

b) MODERADA OU CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão

c) Qualquer atividade somada: ≥ 5 dias/sem e ≥ 150 minutos/sem

(CAMINHADA + MODERADA + VIGOROSA)

MUITO ATIVO:

Cumpriu as recomendações e:

a) VIGOROSA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão OU

b) VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão + MODERADA e/ou

CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão

Exemplos:

Indivíduos	Caminhada		Moderada		Vigorosa		Classificação
	F	D	F	D	F	D	
1	-	-	-	-	-	-	Sedentário
2	4	20	1	30	-	-	Insuficientemente Ativo A
3	3	30	-	-	-	-	Insuficientemente Ativo B
4	3	20	3	20	1	30	Ativo
5	5	45	-	-	-	-	Ativo
6	3	30	3	30	3	20	Muito Ativo
7	-	-	-	-	5	30	Muito Ativo

F = Frequência – D = Duração

ANEXO B

TERMO DE CONSENTIMENTO EM PESQUISA

Nome do Voluntário: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____

Cidade: _____

As informações contidas neste prontuário foram fornecidas pelo Prof. Leandro Yukio A. Kawaguchi e Prof. Dr. Rodrigo Álvaro B. Lopes Martins, 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: “Variabilidade da Freqüência Cardíaca induzida pela manobra de Valsalva em atletas e sedentários do sexo masculino” .

2-Objetivo: Avaliar o comportamento do sistema nervoso autônomo, quanto à variabilidade da freqüência cardíaca nos indivíduos atletas e sedentários e desenvolver uma nova metodologia capaz de avaliar a aptidão física do indivíduo.

3-Justificativa: Esse trabalho visa analisar a resposta do sistema autônomo frente ao treinamento estabelecer um índice de treinamento de fácil aplicação que possa ser utilizado no dia-a-dia desportivo e clínico.

4- Procedimento em Fase Experimental: Serão avaliados 20 indivíduos com idade entre 20 a 35 anos, sedentários e treinados, não portadores de fatores de risco para cardiopatia, sem Infarto do Miocárdio e sem antecedentes pulmonares. Todos realizarão uma manobra de Valsalva, mantendo a pressão em 50 cm de água por 15 segundos.

5- Desconforto ou Riscos Esperados: Uma possível hipotensão devido à manobra de valsalva.

6- Informações: Os voluntários têm 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 assumem 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 têm 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 asseguram 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 duas etapas.

1º ETAPA: Serão coletados os intervalos R-R dos atletas pertencentes a uma equipe profissional composta por corredores de provas de fundo.

2º ETAPA: Coleta dos intervalos R-R dos indivíduos sedentários e tratamento dos sinais.

12- Telefone dos pesquisadores para Dúvidas ou Emergências:

Prof. Dr. Rodrigo A B Lopes Martins – (012) 3947-1000 ramal 1106 ou Prof^o Leandro Yukio Alves Kawaguchi - (012) 3947 – 1000 ramal 1087 ou 9144-3780.

13. Consentimento do Voluntário

Nome do Voluntário: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____

Cidade: _____

Declaro ser voluntário da pesquisa, intitulada como “Variabilidade da Frequência Cardíaca induzida pela manobra de Valsalva em atletas e sedentários do sexo masculino”, a ser realizada no Laboratório de Reabilitação Cardiovascular, 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 C

(Anamnese)

Nome:.....data nasc:.....

Idade:.....sexo:.....condicionamento: () atleta () sedentário

Peso:..... altura:..... IMC:.....

1 - Antecedentes cardíacos:

Revascularização do miocárdio () Sim () Não

Infarto do Miocárdio () Sim () Não

Valvopatia () Sim () Não

Precordialgia () Sim () Não

2 - Fatores de Risco Pessoais:

Diabetes () Sim () Não

Hipertensão () Sim () Não

Obesidade () Sim () Não

Tabagismo () Sim () Não

3 – Laudo do eletrocardiograma padrão (12 derivações)

.....

.....

.....

.....