

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

**UTILIZAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA
NA MONITORIZAÇÃO DO TREINO DE REMADORES DE
ELEVADO RENDIMENTO DURANTE UMA ÉPOCA DESPORTIVA**



José Baptista

Coimbra 2008

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

Monografia apresentada com vista à obtenção do grau de licenciado em Ciências do Desporto e Educação Física pela Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, sob coordenação da Prof. Doutora Ana Teixeira e orientação do Mestre Luís Rama.

José Baptista

Coimbra, 2008

AGRADECIMENTOS

Depois de concluído a realização deste estudo e completando assim mais uma etapa da minha vida, este longo percurso académico, que tanto me ensinou para a minha vida futura, sinto a necessidade de prestar os mais sinceros agradecimentos, a todos aqueles que me acompanharam neste período, que me ajudaram e apoiaram em todos os bons e maus momentos. A todos esses que tornaram possível este percurso.

Aos meus pais que tornaram possível, com o seu esforço e dedicação a possibilidade de eu continuar a estudar durante tanto tempo, podendo agora dá-lhes a satisfação de dever cumprido.

Aos meus colegas de estágio, Bruno Viana, Jorge Miguel e João Teles por todas as noites não dormidas pela força prestada e a confiança que tudo se ia fazer.

Aos meus colegas de Seminário Vitor Santos e Carina Coutinho por toda a ajuda e disponibilidade prestada ao longo deste trabalho, por toda a paciência e colaboração no auxílio dos momentos mais difíceis do estudo.

Ao Mestre Luís Rama por toda a compreensão, orientação, ajuda e permanente disponibilidade na realização deste trabalho. E também na motivação dada para me manter confiante que conseguia acabar o trabalho a tempo.

E claro à minha mais que tudo, à minha companheira da vida, à minha namorada, obrigado Ana Lúcia, por toda a pachorra demonstrada nos meus momentos mais stressantes, por toda a motivação e confiança demonstrada nos meus momentos mais difíceis, por todos os conselhos que tão importantes foram para ajudar ultrapassar os grandes obstáculos, e claro todo o Amor que me deu, fazendo-me sempre sentir o homem mais feliz do mundo.

Por tudo, UM SINCERO MUITO OBRIGADO!

RESUMO

A Variabilidade da Frequência Cardíaca (HRV) tem vindo a crescer de interesse enquanto parâmetro caracterizador da eventual adaptação dos indivíduos à carga de treino.

Neste estudo pretendeu-se analisar a HRV em Remadores de Elevado Rendimento Desportivo na época de 2006/2007.

A amostra deste estudo foi constituída por 12 atletas praticantes de Remo, sendo que, 9 atletas eram do género masculino e 3 atletas do género feminino, com uma média de idades compreendidas entre os 18 e os 27 anos ($M=22,2$; $Dp=2,6$).

A análise da HRV foi realizada em quatro momentos durante a época. Em cada momento da recolha de dados, esta era realizada antes do primeiro treino da semana, em momento controlado.

Diversos estudos realizados nesta área apontam para que a HRV diminua com o aumento da magnitude da carga de treino e que aumente quando à uma redução do volume e da intensidade da carga de treino, podendo constituir um bom indicador da condição física do atleta, ao nível do cansaço físico, para a competição.

As principais conclusões deste estudo, dizem que as variáveis da HRV do domínio tempo demonstram que os atletas estavam bem preparados fisicamente para a competição, devido ao facto de haver uma tendência geral de descida de todas os parâmetros antes da competição, podemos dizer que houve uma elevação da HRV, podendo afirmar que corresponde a um domínio do Sistema Nervoso Parassimpático. Contudo as variáveis do domínio frequência apresentam o contrário, estando os valores das altas frequências mais baixos do que no período basal, assim como a razão entre as baixas e as altas frequências corroboram com isto, pois apresentam valores superiores aquando o primeiro momento, o que demonstra que as baixas frequências são superiores às altas, existindo assim um maior domínio do Sistema Simpático sobre o Parassimpático.

ÍNDICE

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA	2
1. CARACTERIZAÇÃO DO REMO	2
1.1. Caracterização Fisiológica do Remo	3
1.2. Zonas de Intensidade do Treino de Remo	4
1.3. Princípios de Treino	7
1.4. Planeamento e Periodização do Treino de Remo	9
2. A UTILIZAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA ENQUANTO DE MECANISMO DE CONTROLO DE TREINO	11
2.1. Frequência Cardíaca de Repouso	12
2.2. Frequência Cardíaca Máxima	13
2.3. Frequência Cardíaca de SubMáxima	13
2.4. Frequência Cardíaca de Recuperação	15
3. A VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	17
3.1. Características do Electrocardiograma	17
3.2. O Funcionamento e Forma do Sistema Nervoso Autónomo	18
3.3. Sistema Nervoso Simpático e Parassimpático	19
3.4. A influência do Sistema Nervoso Autónomo no Sistema Cardiovascular	20
3.5. Definição da Variabilidade da Frequência Cardíaca	21
3.6. Parâmetros a Analisar na Análise dos Dados da Variabilidade da Frequência Cardíaca	22
3.6.1. Domínio Tempo	22
3.6.2. Domínio Frequência	23
3.7. A Variabilidade da Frequência Cardíaca e o Exercício	24
3.8. A Variabilidade da Frequência Cardíaca em Atletas Praticantes em Modalidades de Resistência	27
4. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	28
CAPÍTULO III – METODOLOGIA	29
1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	29
2. CRONOGRAMA	30

3. PROCEDIMENTOS	32
3.1. Procedimentos no Terreno	32
3.2. Procedimentos no Laboratório	32
3.3. Procedimentos Estatísticos	33
4. CATEGORIZAÇÃO DA CARGA DE TREINO	34
CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	36
1. APRESENTAÇÃO DA CARGA DE TREINO	36
1.1. Valores do Volume Real e de Intensidade da Carga de Treino Durante a Época Desportiva 2006/2007	36
1.2. Valores do Volume Real e de Intensidade da Carga de Treino nos quatro momentos de recolha dos dados da HRV	37
1.3. Relação entre o Volume e Intensidade Total por Microciclo no Momento_2	38
1.4. Relação entre o Volume e Intensidade Total por Microciclo no Momento_3	39
1.5. Relação entre o Volume e Intensidade Total por Microciclo no Momento_4	41
1.6. Tarefas Distribuídas por zonas de Intensidade nas quatro semanas anteriores aos momentos (2, 3 e 4)	43
1.7. Volume Total por zona de Intensidade nos vários momentos (2, 3 e 4)	44
2. ANÁLISE COMPARATIVA DAS VARIÁVEIS DA HRV	46
2.1. Domínio Tempo	46
2.1.1. Média dos Intervalos R-R (MRR)	46
2.1.2. Média da FC (MFC)	47
2.1.3. Desvio Padrão dos Intervalos R_R	48
2.1.4. Desvio Padrão da FC	48
2.1.5. Raiz Quadrada das Diferenças entre a Média dos Intervalos R-R (RMSSD), Número Sucessivo de Intervalos que diferem mais do 50 ms (NN50) e Percentagem do Número Sucessivo de Intervalos que Diferem mais do que 50 ms (pNN50)	49
2.2. Domínio Frequência	51
2.2.1. Baixas Frequências em Valor por Segundo (LF Hz)	51

2.2.2. Altas Frequências em Valores por segundo (HF Hz)	51
2.2.3. Baixas Frequências em Valores Absolutos (LFms ²)	52
2.2.4. Altas Frequências em Valores Absolutos (HF ms ²)	52
2.2.5. Razão entre as Baixas Frequências e as Altas Frequências (LF/HF)	53
2.2.6. Baixas Frequências em Valores Normalizados (LFnu)	53
2.2.7. Altas Frequências em Valores Normalizados (HFnu)	54
3. ANÁLISE GLOBAL DOS PARÂMETROS DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	55
3.1. Domínio Tempo	55
3.2. Domínio Frequência	56
CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E SUGESTÕES	57
1- CONCLUSÕES	57
2- SUGESTÕES	58
CAPÍTULO VI – BIBLIOGRAFIA	59
ANEXOS	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Electrocardiograma	18
Figura III.1. Cronograma do Estudo	30
Figura IV.1. Variação do Volume e Intensidade Total durante os quatro microciclos anteriores ao Momento_2	39
Figura IV.2. Variação do Volume e Intensidade Total durante os quatro microciclos anteriores ao Momento_3	40
Figura IV.3. Variação do Volume e Intensidade Total durante os quatro microciclos anteriores ao Momento_4	42
Figura IV.4. Volume Médio, em minutos, por zonas de Intensidade nos Momentos (2, 3 e 4)	45

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela II.1. Tabela de Zonas de Intensidade do Treino de Remo Segundo a Fisa	5
Tabela II.2. Tabela de Zonas de Intensidade do Treino de Remo síntese elaborada a partir de referências de treinadores nacionais	6
Tabela II.3 Tabela de Zonas de Intensidade do Treino de Remo e Feedbacks	6
Tabela II.4. Tabela de Zonas de Intensidade do Treino de Remo	7
Tabela II.5 Tabela de Prescrição da Intensidade de Treino através da Divisão da Frequência Cardíaca por diferentes Escalas	14
Tabela II.6 Tabela de Prescrição da Intensidade de Treino através da Percentagem da Frequência Cardíaca Máxima	15
Tabela II.7. Tabela da Fórmula Karvonen	15
Tabela II.8. Tabela de Comparação dos Sistemas Simpáticos e Parassimpáticos	19
Tabela II.9. Tabela de Fórmula de Cálculo das Altas Frequências em Valores Absolutos	24
Tabela III.1. Tabela de Caracterização da Amostra	29
Tabela IV.1. Valores do Volume Real e da Intensidade da Carga de Treino durante a Época Desportiva de 2006/2007	36
Tabela IV.2. Valores do Volume Real e da Intensidade da Carga de Treino das	37

Semanas Antecedentes a Cada Momento

Tabela IV.3. Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada Microciclo do Volume Total do Momento_2	38
Tabela IV.4. Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada Microciclo da Intensidade Total do Momento_2	38
Tabela IV.5. Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada Microciclo do Volume Total do Momento_3	39
Tabela IV.6. Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada Microciclo do Intensidade Total do Momento_3	40
Tabela IV.7. Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada Microciclo do Volume Total do Momento_4	41
Tabela IV.8. Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada Microciclo do Intensidade Total do Momento_4	41
Tabela IV.9. Tarefas Realizadas em cada Momento por zonas de Intensidade do Treino	43
Tabela IV.10. Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada Zona de Intensidade do Momento_2	44
Tabela IV.11. Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada Zona de Intensidade do Momento_3	45
Tabela IV.12. Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada Zona de Intensidade do Momento_4	45
Tabela IV.13. Estatística Descritiva da Média dos Intervalos R-R nos quatro momentos Analisados	46
Tabela IV.14. Estatística Descritiva da Média da FC nos quatro momentos Analisados	47
Tabela IV.15. Estatística Descritiva do desvio padrão dos Intervalos R-R nos quatro momentos Analisados	48
Tabela IV.16. Estatística Descritiva do desvio padrão dos valores da FC nos quatro momentos Analisados	48
Tabela IV.17. Estatística Descritiva do RRMSSD nos quatro momentos analisados	49
Tabela IV.18. Estatística Descritiva do NN50 nos quatro momentos analisados	49
Tabela IV.19. Estatística Descritiva do pNN50 nos quatro momentos	49

analisados

Tabela IV.20. Estatística Descritiva das Baixas Frequências por Segundo nos quatro momentos analisados	51
Tabela IV.21. Estatística Descritiva das Atas Frequências por Segundo nos quatro momentos analisados	51
Tabela IV.22. Estatística Descritiva das Baixas Frequências em Valores Absolutos nos quatro momentos analisados	52
Tabela IV.23. Estatística Descritiva das Altas Frequências em Valores Absolutos nos quatro momentos analisados	52
Tabela IV.24. Estatística Descritiva da Razão (LF/HF) nos quatro momentos analisados	53
Tabela IV.25. Estatística Descritiva das Baixas Frequências em Valores Normalizados nos quatro momentos analisados	53
Tabela IV.26. Estatística Descritiva das Altas Frequências em Valores Normalizados nos quatro momentos analisados	54
Tabela IV.27. Tabela das oscilações das Variáveis do Domínio Tempo durante os quatro momentos	55
Tabela IV.28. Tabela das oscilações das Variáveis do Domínio Frequência durante os quatro momentos	56

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1** – Estatística Descritiva das Variáveis do Domínio Tempo
- ANEXO 2** – Estatística Descritiva das Variáveis do Domínio Frequência
- ANEXO 3** – Teste de Wilcoxon das Variáveis do Domínio Tempo
- ANEXO 4** – Teste de Wilcoxon das Variáveis do Domínio Frequência
- ANEXO 5** – Teste de Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca

LISTA DE ABREVIATURAS

- FC** – Frequência Cardíaca
- HRV** – Variabilidade da Frequência Cardíaca
- SNA** – Sistema Nervoso Autônomo

Capítulo I – Introdução

O presente estudo surge no âmbito da disciplina de Seminário, integrada no 4º ano da Licenciatura em Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, no ano lectivo de 2007/2008.

Atletas praticantes de modalidades de elevado rendimento desportivo como o Remo, são normalmente submetidos a processos de exposição a estímulos de treino de magnitude elevada, visando a elevação da sua capacidade de desempenho competitivo.

O controlo da adaptação à carga de treino será sempre multifactorial dada a multiplicidade de factores treináveis com implicação determinante no rendimento desportivo.

O uso de metodologias não invasivas no controlo do processo de adaptação à carga será sempre um objectivo pertinente na condução do treino...

O presente estudo pretende analisar a variabilidade da frequência cardíaca em remadores de alto rendimento competitivo numa época desportiva enquanto estratégia não invasiva relevante para o controlo e monitorização do treino. Sendo este um tema entre a literatura algo controverso, ou seja, não há uma opinião generalizada entre todos os investigadores, pretendemos com este estudo contribuir um pouco mais para o esclarecimento deste tema.

A principal dúvida entre a literatura prende-se com o facto de saber de que forma o treino da resistência tem efeito sobre o Sistema Nervoso Autónomo, e de que forma o controlo da variabilidade cardíaca enquanto método não invasivo, demonstra sensibilidade em transmitir essa alteração com rigor, ou seja, distinguindo a influência da carga de treino regular e sistemática sobre o Sistema Nervoso Simpático e Parassimpático.

Este trabalho incluirá numa primeira parte uma breve revisão da literatura sobre treino do remo e sobre os princípios e monitorização do mesmo, tendo especial atenção à variabilidade da frequência cardíaca, de modo a termos uma base teórica.

De seguida será apresentado a metodologia do estudo, mostrando a forma como o estudo se desenrola ao longo do tempo. Após a recolha dos dados ao longo dos 4 momentos, estes serão apresentados e discutidos.

No último ponto serão referidas as principais conclusões, bem como as sugestões e recomendações para futuros estudos nesta área.

Capítulo II – Revisão da Literatura

1. CARACTERIZAÇÃO DO REMO

Um desporto será, pois, tanto mais completo, quanto maior for o seu contributo para o desenvolvimento equilibrado do Homem nas suas várias dimensões: a física, a moral, a intelectual, a social ou a artística, facultando-lhe paralelamente, um racional desenvolvimento da imaginação e da vontade, da inteligência e do músculo, do espírito prático e do espírito de sacrifício, do individualismo e do colectivismo (Marques J., 1974).

Seguindo o mesmo autor, remar é, por excelência, um exercício a todos os títulos completo. Os remadores são, em geral, excelentes atletas, bem musculados, dotados de largos ombros, com uma caixa torácica profunda e um coração bem desenvolvido, que lhes permita suportar os duríssimos e prolongados esforços das competições de Remo. Por outro lado, o remador é, normalmente, dotado de um elevado espírito de companheirismo, de uma vontade de ferro e de um espírito de sacrifício a toda a prova. Companheirismo, porque numa tripulação não pode haver vedetas, os méritos individuais são humildemente, postos ao serviço da equipa. Vontade de ferro, porque para suportar a dureza de um sério plano de treinos, ou o esforço prolongado de uma regata, é necessário o atleta ser dotado de um verdadeiro querer. Espírito de sacrifício, por tudo isto, pela dureza, pela dedicação e pelo brio com que o remador tem de encarar a sua actividade.

O remador em competição respira a um ritmo de 40 vezes por minuto, a sua ventilação pulmonar atinge os 45 a 60 litros, enquanto o seu coração bate a um ritmo que oscila entre os 140 e as 190 pulsações.

A prática regular do remo, para além de solicitar uma permanente e vasta actividade muscular, com conseqüente hipertrofia dos músculos solicitados, dá ao aparelho circulatório um trabalho fácil mas de máximo rendimento, pela dilatação das artérias e desobstrução de milhares de capilares, que, se não fora o exercício intenso, continuavam inactivos.

Para além das indispensáveis condições de resistência, velocidade e força, o treino do remador deve visar permanentemente um completo domínio da

sensibilidade do equilíbrio e da flexibilidade, só assim o barco sairá controlado, remada após remada.

Do ponto de vista da mecânica, o remo é caracterizado por um movimento cíclico no qual os membros superiores e inferiores trabalham sincronizados. A força aplicada em cada remada pode variar de acordo com as características mecânicas do barco e a capacidade fisiológica do remador, tais como o diâmetro muscular, o tipo de fibra predominante, a eficiência do trabalho e a capacidade metabólica.

A intensidade utilizada nos treinos, varia de acordo com a fase de preparação. São utilizados treinos de baixa intensidade e longa duração bem como treinos de maior intensidade e de curta duração. Nas competições olímpicas de remo, que compreende a distância de 2000 metros, com duração aproximada de 6 a 7 minutos para atletas de elite, as provas podem durar entre 5'20'' e 7'5'', dependendo do tipo de barco. Estas competições disputam-se a alta intensidade de esforço, nas quais a capacidade anaeróbia aláctica e láctica, assim como as capacidades aeróbias, são utilizadas no seu limite.

Os remadores de elite são sujeitos a cargas de preparação muito exigentes. Antes dos campeonatos mundiais, o volume de treino pode atingir 190 minutos diários, dos quais aproximadamente 55% a 65% são realizados no barco, e o restante é composto de exercícios não específicos, tais como musculação e alongamentos. No entanto, o remo é um desporto em que genericamente o treino é de baixa e/ou moderada intensidade, despendendo apenas 4% a 10% do tempo total no treino em altas intensidades, isto pode explicar porque os músculos dos remadores de elite apresentam 70% a 85% de fibras de contração lenta, evidenciando globalmente um efeito notório de estimulação (Santinoni 2006).

1.1. Caracterização Fisiológica do Remo

Alguns estudos descrevem que hormonas de stress, com por exemplo, o cortisol, estão elevados após o treino de remo, uma consequência que é atribuída à grande quantidade de massa muscular utilizada. Pelo facto de o cortisol ser conhecido por influenciar as respostas imunes e de citocinas pró e anti-inflamatórias, provavelmente remadores de elite possam sofrer alterações cíclicas e de stress nos processos inflamatórios e imunitários. Os atletas estão também sujeitos a alterações plasmáticas de alguns metabólicos, como a ureia e a creatinina (Santinoni 2006).

A competição em remo divide-se em várias categorias em função da faixa etária: júnior (atletas até aos 17 anos), sénior B (atletas de 18 a 22 anos), sénior A (atletas acima de 22 anos) e master (acima de 27 anos). Para os atletas seniores A e B existem duas categorias de peso para ambos os sexos, a ligeira e a pesada ou aberta. Os remadores de categoria ligeira têm como limite a sua massa corporal, no dia da competição, os homens não podem apresentar mais de 70kg e as mulheres 57kg. A média da massa corporal aberta (peso pesado) em campeonatos internacionais é de 92kg e 79kg para homens e mulheres respectivamente. Esta divisão por massa corporal pode ocasionar características dietéticas divergentes entre elas, e também distúrbios da imagem corporal e distúrbios alimentares, principalmente na categoria de pesos leves (Santinoni 2006).

O remo é descrito como um dos desportos de maior desgaste fisiológico, promovendo um elevado gasto energético. Estima-se que numa regata de 2000 metros, com duração de 6 a 8 minutos, sejam gastas aproximadamente 200 a 250Kcal, e numa a duas horas de treino diário são requeridas de 1.000 a 2.000 Kcal (Santinoni 2006).

1.2.Zonas de Intensidade do Treino de Remo

O treino que um remador realiza é delineado para melhorar as duas principais capacidades fisiológicas: a capacidade aeróbia e a capacidade anaeróbia (McArthur 1997). Sendo assim, para garantir o sucesso desportivo, os treinadores organizam o planeamento e a periodização do treino com base em diversos factores; delimitando em cada fase a quantidade do treino dedicada a cada Zona de Intensidade.

Não existe um padrão único das Zonas de Intensidade do Treino a utilizar. No entanto existe conceitos e normas que devem ser postas em prática de modo a que haja o tal devido sucesso desportivo esperado. Alguns autores definem para o Remo 6 Zonas de Treino: Utilização de Oxigénio 1 (UT1), Utilização de Oxigénio 2 (UT2), Limiar Anaeróbio (AT), Transporte de Oxigénio (TR), Treino Láctico (L) e Treino Aláctico (AL) (McArthur 1997).

O objectivo principal da Zona de Treino “UT” 1 e 2 é melhorar a capacidade do corpo utilizar o oxigénio quando chega à musculatura através da circulação sanguínea, aumentando o número de vasos capilares e mitocôndrias. A Zona de Treino “AT” tem por objectivo de melhorar o Limiar Anaeróbio do remador, cuja

importância no treino reside em aumentar a capacidade de trabalhar a acumulação de ácido láctico. O objectivo da Zona de Treino “TR” ou mais conhecida como Zona de VO₂máx visa utilizar ao máximo a possibilidade de captar, transportar e utilizar o oxigénio (O₂) perante um trabalho com efeitos hipertróficos no miocárdio. Já na Zona de Treino “L”, os autores afirmam existir dois tipos de Treino Láctico, eles são o Trabalho da Tolerância Láctica e a Produção Láctica. Por fim, a Zona de Treino “AL” desenvolve a capacidade do corpo produzir prontamente a energia necessária no início de uma regata. A produção deste tipo de energia não exige uma elevada produção de ácido láctico.

A seguinte tabela 1 da FISA demonstra os valores e as percentagens recomendadas e uma exemplificação comum de treino (McArthur 1997).

Tabela II.1 –: Tabela de Zonas de Intensidade do Treino de Remo segundo a FISA.

Tipo	Indicação	% F.C._{máx.}	Duração	Cadência	Repouso	Pulso*
UT2	Treino Aeróbio para Resistência Muscular	65% a 75%	60' a 90'	18-22	Não	130-150
UT1	Treino Aeróbio para Resistência Muscular	75% a 85%	45' a 60'	20-24	Não	150-170
AT	Aumenta o Limiar Aeróbio	85% a 90%	2 x 20'	24-28	8' a 10'	170-180
TR	Aumenta a Capacidade do Coração	90% a 95%	6 x 5'	26-30	6' a 8'	180-190
L	Aumenta a Tolerância ao Ácido Láctico	95% a 100%	6 x 500m	32-42	2' a 3'	190-máx
AL	Aumenta a capacidade de Produzir Energia rapidamente	Máximo	10 x 15 remadas	Máxima	30 remadas	-

* O Pulso assume um batimento cardíaco máximo de 200 bpm. F.C._{máx.} = 220-idade

A tabela 2 apresenta uma proposta de metodologia de treinadores nacionais de remo, baseando-se somente em quatro zonas de intensidade de treino.

TabelaII.2 – Tabela de Zonas de Intensidade do Treino de Remo síntese elaborada a partir de referências de treinadores nacionais.






Zona	Dinâmica da Carga	Métodos de Treino
Aeróbio Básico	18 a 22 remadas/min. 70% a 80% F.C.máx. 30' a 45' parcial 60' a 90' Total Tempo Treino	Sobre-Resistência e Resistência Básica
Limiar Aeróbio:	26 a 30 remadas/min. 85% a 90% F.C.máx. 10' a 20' parcial 30' a 60' Total Tempo Treino	Intervalo Longo: Tipo I Intervalo Longo: Tipo II
Acima do Limiar Aeróbio:	32 a 34 remadas/min. 90% a 97% F.C.máx. 4' a 12' parcial 15' a 30' Total Tempo Treino	Intervalo Longo: Tipo II Intervalo Curto: Tipo I
Máximo:	34 remadas/min. e superior 100% Máximo 45'' a 3' parcial 5' a 15' Total Tempo Treino	Intervalo Curto: Tipo II

Outra metodologia utilizada por treinadores é a seguinte tabela 3, esta além de apresentar os valores de cada zona, apresenta uma componente teórica, onde demonstra o Feedback esperado após a realização da tarefa de acordo com a Zona de Treino.

TabelaII.3 – Tabela de Zonas de Intensidade do Treino de Remo e Feedback.

ZONA	Tipo/Tempo Total de Treino	Séries	% F.C.	mmol/l
1	Limiar Aeróbio 60' a 90'	30'-45'	70-80	2
2	Aeróbio 50' a 60'	20'-30'	80-85	3
3	Limiar Anaeróbio 30' a 50'	10'-20'	82-90	4
4	Acima do Limiar Anaeróbio 15' a 30'	4'-12'	90-95	4-6
5	Máximo 5' a 15'	45'' -3'	95-100	6-8
ZONA	FEEDBACK DO TREINO (Sensação Associada)			
1	Parece muito fácil e os meus músculos estão a começar a ser treinados. Parece que estou a trabalhar os meus músculos mas não os meus pulmões.			
2	O meu organismo está a funcionar mas ainda não estou a queimar os músculos.			
3	Já estou a trabalhar os pulmões mas as minhas pernas ainda não ficam tipo “borracha” quando acabo.			
4	Estou a forçar o meu organismo a adaptar-se rapidamente. As minhas pernas estão a começar a ficar fatigadas e os meus pulmões estão a trabalhar arduamente. Estou perto do máximo mas não totalmente exausto. Vou precisar de uma semana para recuperar.			
5	Estou muito focado nos objectivos e nos números dos parciais tenho que manter a cabeça a trabalhar junto com as pernas e os pulmões.			

Após a realização da revisão bibliográfica e analisando a prática dos treinadores da modalidade, definiu-se que neste estudo, quantificar-se-ia a Carga de Treino através de tarefas categorizadas em cinco Zonas de Intensidade de Treino do Remo.

-  **Zona 1** – Zona do Limiar Aeróbio;
-  **Zona 2** – Zona Aeróbia;
-  **Zona 3** – Zona do Limiar Anaeróbio;
-  **Zona 4** – Zona Acima do Limiar Anaeróbio;
-  **Zona 5** – Zona Máxima.

Esta categorização permite delimitar as Zonas de Treino com características e objectivos distintos cujos aspectos essenciais estão representados na tabela 4.

Tabela II.4 –: Tabela de Zonas de Intensidade do Treino de Remo.

Zona	% F.C. máx.	F.C.	Total Tempo Treino	Séries	Índice de Lactato (mmol/L)
1	75%	150	60' a 90'	30' – 45'	2
2	82,5%	165	50' a 60'	20' - 30'	3
3	87,5%	175	30' a 50'	10' – 20'	4
4	92,5%	185	15' a 30'	4' – 12'	4 - 6
5	97,5%	195	5' a 15'	45'' – 3'	6 - 8

- O Pulso assume um batimento cardíaco máximo de 200 bpm. F.C. = 220-idade

1.3. Princípios de Treino

A área da metodologia de treino é muito vasta, baseando-se num conjunto diverso de ciências que suportam e enriquecem o seu campo de conhecimentos, dos quais podemos salientar a anatomia, a fisiologia, a biomecânica, a estatística, a medicina desportiva, a psicologia, os teste e as medidas, o controlo motor, a pedagogia, a nutrição, a história e a sociologia (Bompa, 1994). Contudo, esta ampla área de ciências onde o treino desportivo se baseia, transporta a dificuldade de encontrar uma definição que englobe as diferentes áreas nele envolvidas. A capacidade de relacionar todas estas ciências e potenciar ao máximo a performance do atleta é, segundo (Dick 1993), a arte de treinar.

Pode afirmar-se que o treino desportivo constitui a forma principal (o processo de realização) da preparação do atleta. Compreende, em maior ou menor grau, todos os aspectos da preparação, mas não os esgota; no treino figura a parte fundamental da

preparação, que é realizada através da execução dos exercícios físicos. No treino desportivo tomam parte, da forma mais complexa, a preparação física e também os elementos práticos da preparação técnica, tática, moral e volitiva no desportista (Matvéiev 1991).

Segundo Castelo (in Castelo, J. B., H.; Alves, F.; Santos, P. M.-H; Carvalho, J.; Vieira, J., 1996), o treino é um processo complexo de adaptação do organismo a cargas funcionais progressivas, a maiores exigências de manifestações de forças, da velocidade, da resistência, da flexibilidade, da coordenação e da habilidade, a esforços volitivos e tensões psíquicas mais elevadas e muitas outras exigências da actividade desportiva. Todavia este complexo processo de adaptação (o treino) somente obterá resultados ambicionados se as diferentes componentes estruturais do treino (duração, volume, intensidade, densidade e complexidade) forem devidamente cuidadas e preparadas, tendo em conta as individuais de cada atleta.

Treino é, o processo que através de exercícios, visa atingir um nível mais elevado na área do objectivo específico (Castelo 1996).

O treino tem como propósito a elevação da capacidade de rendimento dos atletas, com maior economia e resistência à fadiga, de acordo com um resultado previsto (Castelo 1996).

A metodologia do treino é guiada por princípios, baseados no conhecimento científico (Nilsen 2002).

No treino de qualquer modalidade desportiva, é importante perceber que a aplicação dos estímulos associados à realização das tarefas de treino obedecem a um conjunto de princípios biológicos, metodológicos e pedagógicos, que têm como objectivo fundamental direccionar, orientar e controlar a actividade prática, de forma a conferir uma maior eficácia na sua aplicação. Cinco são os princípios de treino a salientar: - Adaptação; - Sobrecarga; - Progressão; - Especificidade; - Multilateralidade (Rama and Alves 2006).

1.4- Planeamento Periodização do Treino de Remo

A primeira consideração que devemos fazer quando abordar o planeamento de treino é fixar o objectivo principal.

Planear requer o conhecimento claro dos objectivos e metas de um programa de desenvolvimento de um atleta e um procedimento organizado para atingir estes objectivos (Nilsen 2002).

O planeamento do treino para uma época de sucesso envolve um trabalho árduo, visto que, tem que se ter em conta todos os factores que directamente ou indirectamente afectam os remadores, bem como, as características de cada um.

O planeamento de uma época desportiva requer a divisão da mesma em unidades de treino específicas, como os Macro ciclos, os Mesociclos e os Microciclos, de modo a que o treino seja mais específico e potencialize o desenvolvimento das características pretendidas, de modo a que o atleta esteja no máximo da sua forma aquando as competições mais importantes (Maglischo 1993).

Os Macro ciclos correspondem ao período de treino de maior duração. No fim de um Macro ciclo, o remador deve encontrar-se com capacidade elevada de desempenho podendo mantê-la cerca de duas a três semanas.

Os Mesociclos são sub-fases do Macro ciclo, logo tem uma duração menor que os Macro ciclos. A duração de um Mesociclo varia entre as duas e as seis semanas, onde se processa a organização e sucessão óptimas de microciclos (entre 2 e 8) de características diferenciadas, definindo as etapas próprias de cada período da época de treino. Os Mesociclos representam etapas relativamente acabadas no processo global de treino, tendo como finalidade o desenvolvimento de uma determinada qualidade ou objectivo parcial do processo de treino (Maglischo 1993 Navarro 2001).

O Micro ciclo é uma estrutura que organiza e assegura alguma coerência das cargas ao longo de uma sequência determinada de sessões de treino, sendo que o mais normal é a duração de uma semana.

Segundo (Maglischo 1993), uma época de treino divide-se em várias fases, fases essas que permitem observar as alterações do volume, da intensidade e da forma de trabalho realizado ao longo da época de treino. As fases da época de treino são as seguintes: período preparatório geral, período preparatório específico, período competitivo e período de Taper.

O período preparatório geral tem normalmente uma duração que varia entre as seis e as dez semanas. Neste período dá-se especial atenção à melhoria da capacidade aeróbia, da força geral, da técnica e da resistência psicológica ao stress. O trabalho realizado é feito a baixas velocidades mas com grandes volumes, de forma a melhorar a resistência geral.

No período preparatório específico, o trabalho realizado tem como principais objectivos o desenvolvimento da resistência específica, bem como permite a conclusão da capacidade aeróbia juntamente com o período preparatório geral. Este período tem a duração de oito a doze semanas. Neste período há um incremento das intensidades de treino e os exercícios são de desenvolvimento geral com componentes de elevada semelhança à actividade competitiva principal, ou seja, dá-se uma “especialização” da forma geral.

O período competitivo, corresponde ao terceiro período, em que os objectivos passam pelo desenvolvimento contínuo das capacidades motoras e psicológicas determinantes do sucesso em competição, pelo aperfeiçoamento e consolidação da técnica, pelo aperfeiçoamento da condução da prova e ganho de experiência competitiva, pela manutenção das adaptações orgânicas básicas e pelo controlo da ansiedade pré-competitiva e competitiva. A duração deste período varia entre as quatro e as oito semanas, e as alterações relativamente ao período anterior caracterizam-se pelo aumento do treino anaeróbio e a redução do volume de treino em cerca de 25%, quando comparado com o período anterior.

Dentro deste último período podemos considerar um momento especial, o de “Taper”, que corresponde a uma preparação terminal ou uma preparação directa para a competição, que tem uma duração de cerca de duas a cinco semanas. Neste período dá-se como que uma “afinação” de todas as componentes da forma desportiva do atleta para um momento determinado, bem como uma redução acentuada da carga de treino para que o atleta possa mobilizar todos os recursos para a competição permitindo deste modo o aumento da velocidade em competição, uma vez que os atletas vão recuperar de todos os esforços despendidos nas outras fases da época de treino.

2. A UTILIZAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA ENQUANTO MECANISMO DE CONTROLO DE TREINO

A frequência cardíaca (FC) é um dos mecanismos de controlo de treino de entre os vários, tais como, as escalas de percepção de esforço, a lactatemia, o VO_2 máx e a análise de parâmetros sanguíneos. Estes mecanismos têm como principal objectivo aceder á resposta fisiológica do indivíduo à carga de treino, sendo que, os resultados poderão ser mais fiáveis de acordo com o mecanismo utilizado.

Os mecanismos referidos podem-se dividir em métodos invasivos e não invasivos. Os não invasivos são os mais utilizados, pois são os de mais fácil acesso e os que não se tornam dispendiosos. É dentro destes métodos não invasivos que se encontra a FC, pois é um método de fácil acesso e de baixo custo, muito utilizado no controlo da intensidade do exercício.

Na maioria dos desportos, a FC é o principal método que os treinadores utilizam para monitorizar o treino. O valor da FC pode ser utilizado quer na monitorização da resposta do atleta à carga de treino e avaliar as alterações na condição física, quer na prescrição das intensidades de treino (Maglischo, 2003).

Segundo Juul Achten e Asker E. Jeukendrup (2003), a monitorização da FC tem também algumas limitações. A relação entre a FC e outros parâmetros fisiológicos (ex: VO_2 máx ou a concentração de lactato no sangue) é frequentemente determinada em laboratório através de protocolos normalmente de intensidade progressiva.

A FC é um mecanismo simples, mas muito informativo sobre os parâmetros cardiovasculares. Uma das suas vantagens é o seu fácil acesso, através de uma simples contagem dos batimentos cardíacos pela palpação da artéria radial ou da carótida, no entanto, a FC pode ser influenciada por diversos factores que levam a que se cometam erros na sua medição (Wilmore e Costill, 1994)

Há várias décadas a quantificação FC baseava-se na auscultação. No entanto não era possível criar uma imagem do comportamento da FC que ocorria no decorrer do exercício.

No início do séc. XX um fisiologista alemão Willem Einthoven criou o primeiro electrocardiografo, a partir de um electrocardiografo é possível registar em gráfico a actividade eléctrica do coração.

O electrocardiograma (ECG) é composto por três ondas, a onda P, o complexo QRS e a onda T. Estas ondas representam a despolarização das aurículas, a despolarização dos ventrículos e a repolarização dos ventrículos respectivamente.

Pouco tempo após a invenção do electrocardiografo portátil e capaz de fazer uma gravação durante todo o dia, do ECG do individuo. No entanto o seu tamanho e a quantidade de fios necessários para a gravação dos campos eléctricos do coração tornou o monitor Holter pouco aconselhado para gravar a FC durante a prática do exercício físico.

Na década de 80 foi criado o primeiro monitor da FC por wireless que consistia em transmitir e receber. O transmissor pode ser colocado no peito, através de vários eléctrodos ou através de um cinto elástico. O receptor é uma espécie de relógio que se põe no pulso.

O aparecimento destes monitores por wireless fez aumentar a utilização dos monitores da FC pelos atletas, logo a FC passou a ser um factor de controlo da intensidade do treino mais utilizado.

Nos vinte anos que se seguiram houve um desenvolvimento da capacidade de memória dos monitores da FC, o que permitiu armazenar os dados da FC de várias sessões de treino. Estes dados podem ser gravados ou passados para o computador, que faz a análise do treino. Mais recentemente os monitores da FC estão equipados com contadores de calorias e fazem também uma estimativa do VO_2 máx., outros ainda fazem uma medição da Variabilidade da Frequência Cardíaca.

Vários autores como Maglischo (2003) e Wilmore e Costil (1994) fazem referência a quatro categorias da FC que são utilizadas para a monitorização do treino, sendo elas a Frequência Cardíaca de Repouso, Frequência Cardíaca Máxima, Frequência Cardíaca Submáxima e Frequência Cardíaca de Recuperação.

2.1-Frequência Cardíaca de Repouso

A frequência cardíaca de repouso para atletas situa-se entre os 28 e os 40 batimentos por minuto (bpm), no caso dos indivíduos não treinados esta situa-se normalmente entre os 60 e os 80 bpm (Wilmore e Costil, 1994)

O treino causa a redução da frequência cardíaca de repouso, sendo mais evidente nas primeiras semanas de treino, em que se pode reduzir um batimento por

semana. Esta redução de esforços sub máximos significa uma melhoria do volume sistólico (Rama, 1997).

Como o coração passa a bombear um maior volume de sangue por batimento, isto leva a que a frequência cardíaca diminua, pois são necessários menos batimentos para levar a quantidade de sangue necessária para o organismo (Uusitalo e Rusko, 1998).

Como existem diversos factores que podem influenciar a FC, uma das formas de conseguirmos manter sempre a informação desta fiável é através da sua medição em situações semelhantes todos os dias, ou seja, os atletas devem medir a sua frequência cardíaca de repouso todos os dias sempre na mesma situação, de preferência de manhã ao levantar, evitando assim que a frequência cardíaca de repouso seja alterada por factores relativos ao dia a dia (Maglischo, 2003 e Wilmore e Costil, 1994).

2.2-Frequência Cardíaca Máxima

A frequência cardíaca máxima para a maioria dos atletas varia entre os 175 e os 220 bpm (Maglischo, 2003). Esta categoria da FC não varia consideravelmente com o treino, no entanto existem autores que defendem que esta tem uma ligeira descida após um período intensivo de treino aeróbio (Wilmore e Costil, 1994).

Em remadores experimentados, a frequência cardíaca máxima frequentemente está abaixo dos 190 bpm (Marques J., 1974).

Um dos métodos mais tradicionais para determinar a frequência cardíaca máxima é através da seguinte fórmula ($FC = 220 - \text{Idade}$). No entanto Wilmore e Costil (1994) referem que esta fórmula tem um forte potencial de erro, uma vez que em muitos casos o valor obtido pela fórmula não vai de encontro com o constatado na realidade.

2.3-Frequência Cardíaca Submáxima

A frequência cardíaca retirada após um esforço submáximo é um bom método para determinar a intensidade de treino (Maglischo, 2003).

Através de um estudo realizado por Peyrebrune e Hardy (1992) e citado por Maglischo (2003), os autores concluíram que quando os atletas realizam exercícios

com baixa intensidade, não conseguem estabilizar a frequência cardíaca, ao contrário do que acontece quando realizam exercícios com grande intensidade, com a frequência cardíaca perto da máxima, aí é mais fácil atingir mais estabilidade no valor de frequência cardíaca na realização dos exercícios.

Tabela II.5 – Tabela de prescrição da intensidade de treino através da divisão da frequência cardíaca por diferentes escalas (Maglischo, 2003)

Patamares da Frequência Cardíaca	Prescrição do Treino
120 – 140 bpm	Baixa intensidade, abaixo do limiar anaeróbio.
140 – 160 bpm	Intensidade Moderada, abaixo do limiar anaeróbio
160 – 180 bpm	Alta intensidade, situando-se no limiar anaeróbio
180 – Máximo bpm	Muito alta intensidade, acima do limiar anaeróbio

Uma das limitações desta proposta reside no facto de cada patamar ter um intervalo de 20 bpm, e os efeitos que o treino provoca nos atletas não serem idênticos quando se trabalha a 140 ou 160 bpm, ou seja, os resultados obtidos do treino não são as mesmas. Outra limitação deste método está no facto de que a frequência cardíaca máxima que não é igual para todos os atletas, mas os patamares serem sempre iguais, quer para um atleta com uma frequência cardíaca máxima de 190 bpm, quer para um atleta com uma frequência cardíaca de 210 bpm.

O segundo método da prescrição da intensidade de treino através da frequência cardíaca, baseia-se na utilização da frequência cardíaca máxima como base para se estabelecer as diferentes intensidades de treino. Neste método, a frequência cardíaca submáxima para cada intensidade de treino é calculada através da percentagem da frequência cardíaca máxima atribuída a cada “patamar” de intensidade.

Tabela II.6 – Tabela de prescrição da intensidade de treino através da percentagem da frequência cardíaca máxima (Maglischo, 2003 adaptado de McArdle, Katch and Katch, 1996).

Frequência Cardíaca Máxima (%)	Intensidade de Treino
65% – 80%	Intensidade de treino baixa ou moderada, abaixo do limiar anaeróbio.
85% – 95%	Alta intensidade, localizando-se no limiar anaeróbio.
100%	Muito alta intensidade, acima do limiar anaeróbio.

O terceiro método de determinação da intensidade de treino recorrendo à frequência cardíaca, é feito através do cálculo da frequência cardíaca de reserva, como Karvonen, M.J., E. Kentals, e O. Mutala (1975) citado por ACSM'S (2006) sugere. Este método baseia-se no cálculo da frequência cardíaca de reserva através da análise da frequência cardíaca máxima, da frequência cardíaca de repouso e da intensidade de treino.

Tabela II.7 – Tabela da fórmula de Karvonen (ACSM'S, 2006)





$FC \text{ Reserva} = FC \text{ Máxima} - FC \text{ Repouso}$

Esta fórmula torna a prescrição do treino mais individualizada no que diz respeito à utilização da frequência cardíaca, pois tem em conta dois factores pessoais de cada atleta que são a sua frequência cardíaca máxima e a sua frequência cardíaca de repouso.

2.4-Frequência Cardíaca de Recuperação

O tempo que a frequência cardíaca dos atletas demora a regressar a valores de repouso, após o exercício é um excelente método de medida da adaptação dos indivíduos ao treino, pois, um rápido tempo de recuperação e estabilização da frequência cardíaca após o exercício indica um bom incremento da condição física, nomeadamente da sua capacidade aeróbia. Caso contrário, num elevado tempo de recuperação e estabilização da frequência cardíaca de repouso pode supor que existam falhas na adaptação ao treino ou a existência de doenças (Maglischo, 2003).

Segundo Maglischo (2003), quando se usa a frequência cardíaca de recuperação para a monitorização dos efeitos do treino, há que ter em conta alguns aspectos importantes, tais como:

-  Garantir que a carga de treino é suficiente para que se produz uma quantidade razoável de fadiga;
-  Garantir que a carga de treino é sempre a mesma em cada teste de análise da frequência cardíaca de recuperação;
-  Garantir que a análise da frequência cardíaca de recuperação é feita sempre no mesmo intervalo de tempo após cada exercício;
-  Garantir que o período de recuperação seja passivo.

Após o exercício, nos primeiros dois minutos, a frequência cardíaca reduz cerca de 40 a 60 bpm, depois dos dois minutos o decréscimo é muito menor, levando muito tempo até se atingir a frequência cardíaca de repouso (Maglischo 2003).

No que diz respeito à recuperação passiva, esta provoca uma diminuição rápida da frequência cardíaca, mas no entanto provoca a acumulação do ácido láctico, uma vez que este é removido muito lentamente.

Segundo Maglischo (2003), a investigação ainda não estabeleceu um porquê do treino causar uma rápida recuperação da frequência cardíaca para valores desta em repouso após os exercícios, somente são apresentadas algumas razões não inteiramente comprovadas.

3.A VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

O termo variabilidade da frequência cardíaca (HRV) significa a representação das modificações no intervalo do batimento cardíaco, estando assim associado à frequência cardíaca (Mika P. Tarvainen e Juha – Pekka Niskanen, 2005).

O ponto de partida para o estudo da HRV foi através da análise dos electrocardiogramas, no entanto com o aparecimento dos cardio-frequencímetros nos anos 80 e devido à sua grande procura por parte dos atletas, levou a que estes tivessem um grande evolução tecnológica ao longo do tempo, conseguindo actualmente estes aparelhos registarem a HRV, substituindo desta forma a utilização dos electrocardiogramas (Achten e Jeukendrup, 2003).

A HRV foi estudada extensivamente durante as últimas décadas, levando à publicação de numerosos artigos que reportam investigação realizada. Com a publicação destes estudos, foi possível concluir que a HRV, varia de acordo com o sexo, varia com a duração do treino, indivíduos mais treinados têm valores da HRV mais elevados (Achten e Jeukendrup, 2003) e segundo Huikuri H., Makikallio T., Raatikainen P., Perkiomakis J., Castellanos A., & Myebug R., (2003) a HRV pode ser usada para prever o risco de enfarte do miocárdio e a detecção de diabetes (Braune H., & Geisernofer U., 1995).

3.1- Características do Electrocardiograma

A condução dos potenciais de acção, através do miocárdio durante o ciclo cardíaco produz correntes eléctricas que podem ser medidas á superfície do corpo.

O registo dos potenciais de acção referidos anteriormente corresponde ao electrocardiograma. Este registo é efectuado através da colocação eléctrodos no corpo que detectam os potenciais de acção do músculo cardíaco e transferem essa informação para um equipamento apropriado onde é registada a informação. Essa informação representa-se por intermédio de ondas P e T e pelo complexo QRS (Fig.1). A onda P corresponde à despolarização das aurículas e ao início da contracção auricular. O complexo QRS é composto por três ondas correspondentes à despolarização dos ventrículos ocorrendo no início da contracção ventricular (Rod Seeley, Trent Stephens e Philip Tate, 1997). No entanto cada onda do complexo QRS tem características específicas a onda Q representa a primeira deflexão negativa a

seguir à onda P, e reflecte a activação do septo ventricular, a onda R corresponde à primeira deflexão positiva e representa a despolarização da maioria do ventrículo, a onda S apresenta novamente uma deflexão negativa e corresponde à despolarização da última parte do ventrículo (Foss M., & Keteyian S., 1998).

Por último, a onda T representa a repolarização dos ventrículos e precede o relaxamento ventricular.

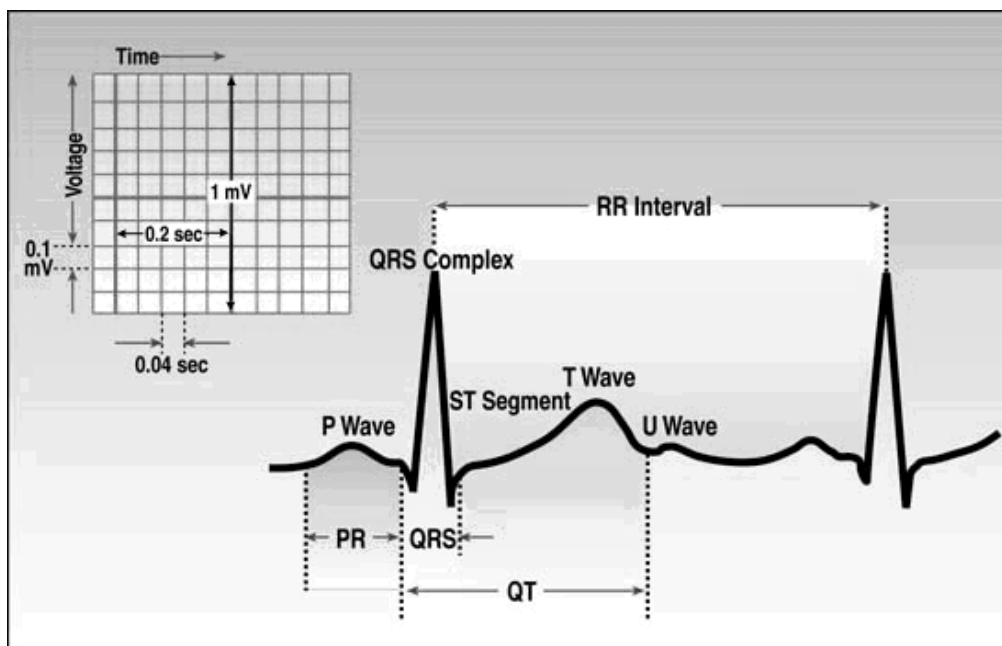


Fig. II.1 – Electrocardiograma

3.2- O Funcionamento e Forma do Sistema Nervoso Autónomo

Tanto o Sistema Nervoso Autónomo (SNA), como o Sistema Nervoso Somatomotor são constituídos por neurónios aferentes e eferentes.

Os neurónios aferentes transportam a informação do Sistema Nervoso Periférico para o Sistema Nervoso Central, ou seja, propagam potenciais de acção dos receptores sensoriais para o Sistema Nervoso Central e transmitem a informação dos reflexos mediados pelo Sistema Nervoso Somatomotor e pelo SNA (Rod Seeley, Trent Stephens e Philip Tate, 1997).

Os neurónios eferentes, que transportam a informação do Sistema Nervoso Central para a periferia, diferem estruturalmente e funcionalmente entre o Sistema Nervoso Somatomotor e o Autónomo.

No SNA existem duas séries de neurónios que se estendem entre o Sistema Nervoso Central e os órgãos enervados. Os primeiros neurónios de cada série designam-se por neurónios pré – ganglionares enquanto que os segundos de cada série se designam por neurónios pós – ganglionares. Os pré – ganglionares localizam-se no tronco cerebral ou na medula espinhal, enquanto que os pós – ganglionares localizam-se entre os gânglios autonómicos, onde se efectua a sinapse entre os pré – ganglionares e os pós – ganglionares, e estendem-se para os órgãos alvo, onde sinapsam com estes (Rod Seeley, Trent Stephens e Philip Tate, 1997).

No SNA os neurónios eferentes enervam o músculo liso, o cardíaco e as glândulas, sendo as funções deste sistema controladas de forma inconsciente. O efeito do SNA nos órgãos pode ser excitatório ou inibitório (Rod Seeley, Trent Stephens e Philip Tate, 1997).

No que diz respeito às bainhas axonais do SNA, os axónios pré – ganglionares são mielinizados, enquanto que os pós – ganglionares não são mielinizados.

3.3- Sistema Nervoso Simpático e Parassimpático

O SNA é constituído por duas partes: o Sistema Nervoso Simpático e o Sistema Nervoso Parassimpático, tendo cada um destes, características estruturais e funcionais próprias e complementares. Com a actividade dos nervos simpáticos, há excitação cardíaca (aumento da FC), há constrição dos vasos sanguíneos, há diminuição do trânsito gastrointestinal e contração dos esfíncteres já os nervos parassimpáticos provocam a resposta oposta (André E. Aubert, Bert Seps & Franck Beckers, 2003).

Tabela II.8 – Tabela de comparação dos Sistemas Simpáticos e Parassimpáticos (Rod Seeley, Trent Stephens e Philip Tate, 1997).

Característica	Simpático	Parassimpático
Localização do corpo celular pré – ganglionar	Cornos laterais da substância cinzenta da medula espinhal (T1 – L2)	Tronco cerebral e cornos laterais da substância cinzenta da medula espinhal (S2 – S4)
Percurso a partir do Sistema Nervoso Central	Nervos Raquidianos Nervos Simpáticos Nervos Esplâncnicos	Nervos Cranianos Nervos Pélvicos
Gânglios	Gânglios da cadeia simpática latero –	Gânglios terminais perto do órgão efector

	vertebral (ao longo da coluna vertebral), para os nervos raquidianos e simpáticos. Gânglios pré – viscerais para os nervos esplâncnicos.	
Número de neurónios pós – ganglionares para cada neurónio pré – ganglionar	Muitos	Poucos
Comprimento relativos dos neurónios	Pré – ganglionares curtos Pós – ganglionares longos	Pré – ganglionares longos Pós – ganglionares curtos

3.4- A influência do Sistema Nervoso Autónomo no Sistema Cardiovascular

O sistema cardiovascular (o coração e o sistema circulatório) é controlado maioritariamente por nervos que se encontram no cérebro (comando central) e as áreas de controlo do sistema cardiovascular no cérebro pela actividade dos nervos simpáticos e parassimpáticos (Hainsworth R., 1998).

Este controlo é também efectuado pelos barorreceptores, quimiorreceptores, músculos aferentes, pelo metabolismo e circulação hormonal. (Levy M., Martin P., 1979).

O estudo da HRV permite principalmente o acesso à actividade nervosa e à actividade dos barorreceptores. A estimulação nervosa parassimpática do coração faz com que se liberte acetilcolina nas terminações vagais, tendo esta hormona como principais efeitos sobre o coração, o de diminuir a velocidade do ritmo do nódulo sino-auricular e em segundo diminuir a excitabilidade das fibras da união aurículo-ventricular, levando a uma diminuição da transmissão do impulso cardíaco (André E. Aubert, Bert Seps & Franck Beckers, 2003).

Por outro lado, a estimulação nervosa simpática, tem o efeito completamente oposto, uma vez que, esta provoca o aumento da intensidade da descarga do nódulo sino-auricular, aumentando a excitabilidade de todos os processos do coração e aumenta consideravelmente a força de contracção de toda a musculatura cardíaca (Jerez, 1992).

No caso dos barorreceptores, como estes se localizam nas paredes das grandes artérias, próximo do coração, detectam alterações na tensão arterial, levando a que os reflexos autonómicos alterem a FC, provocando um retorno da tensão arterial a

valores normais. Consoante a alteração da tensão arterial, alta ou baixa assim actua o sistema simpático e parassimpático, sendo que, quando a tensão arterial sobe há um reflexo parassimpático, que leva à diminuição da frequência cardíaca, enquanto que quando há uma descida acentuada da tensão arterial, dá-se um reflexo simpático, para que a frequência cardíaca suba para valores normais (Rod Seeley, Trent Stephens & Philip Tate, 1997).

3.5- Definição da Variabilidade da Frequência Cardíaca

A HRV é reconhecida como um instrumento poderoso na estimação da modulação cardíaca autónoma (Saul JP, 1990).

A HRV descreve a variação entre consecutivos batimentos cardíacos (Mika P. Tarvainen e Juha – Pekka Niskanen, 2005). Embora a FC seja relativamente estável o tempo entre dois batimentos (R-R) pode ser substancialmente diferente. A variação do tempo entre os batimentos cardíacos tem sido definido como a HRV (Juul Achten & Asker E. Jeunkendrup, 2003).

O ritmo cardíaco é controlado pelo nódulo sino-auricular, que é modulado pelo sistema simpático e parassimpático, pertencentes ao SNA (Mika P. Tarvainen e Juha – Pekka Niskanen, 2005).

A HRV é medida através dos batimentos entre os intervalos R-R. O desvio padrão dos intervalos R-R, consegue mostrar quer a curto prazo como a longo prazo as variações dos intervalos R-R. As diferenças entre os sucessivos intervalos R-R fornece um índice para o controlo cardíaco vagal. Este controlo pode ser quantificado calculando a raiz quadrada das sucessivas diferenças de todos os intervalos R-R e do número de intervalos R-R adjacentes que diferem mais de cinquenta milissegundos (50ms) sobre o intervalo de tempo. (Juul Achten & Asker E. Jeunkendrup, 2003).

A HRV pode ser calculada através da equação matemática no ECG. Outra forma de calcular a HRV é, tendo em conta o traçado das frequências em que o comprimento dos intervalos R-R altera. Os picos com frequências diferentes reflectem as diferentes diferenças do Sistema Nervoso Simpático e do Sistema Nervoso Parassimpático. (Juul Achten & Asker E. Jeunkendrup, 2003).

Durante a inspiração os intervalos R-R diminuem, enquanto durante a expiração os intervalos R-R aumentam. (Juul Achten & Asker E. Jeunkendrup, 2003).

A actividade do Sistema Nervoso Parassimpático faz com que a HRV mude durante a respiração. (Juul Achten & Asker E. Jeunkendrup, 2003).

A actividade do Sistema Nervoso Simpático tende a aumentar a FC, e a sua resposta é lenta, enquanto que a actividade do Sistema Parassimpático tende a diminuir a FC e a sua actuação é rápida (Berntson G., Bigger J., Eckberg D., Grossman P., Kaufmann P., Malik M., Nagaraja H., Porges S., Saul J., Stone P., e Van Der Molen M., 1997).

No que diz respeito a HRV, a idade e o género são importantes características para determinar a HRV em indivíduos saudáveis (Juul Achten & Asker E. Jeunkendrup, 2003).

Num estudo de Jensen – Urstad K., Storck N., Bouvier F. (1997), concluíram que à uma tendência para a diminuição da HRV com o aumento da idade. Ainda no mesmo estudo, os autores concluíram que as mulheres têm uma HRV mais baixa do que os homens.

3.6- Parâmetros a Utilizar na Análise dos Dados da Variabilidade da Frequência Cardíaca

Em relação aos dados a analisar para a análise da HRV, estes vão dividir-se em dois domínios, domínio tempo e domínio frequência.

3.6.1 – Domínio Tempo

Os parâmetros pertencentes ao domínio tempo facilmente calculados, através do uso de métodos estatísticos. A sua maior limitação é a falta de discriminação entre a actividade de cada um dos sistemas simpático e parassimpático dentro do SNA (André E. Aubert, Bert Seps e Frank Beckers, 2003).

Os parâmetros pertencentes ao domínio tempo são: a média dos intervalos RR (RR), o desvio padrão dos intervalos RR (STDNN), a média da frequência cardíaca (HR), o desvio padrão dos valores instantâneos da frequência cardíaca (STDHR), a raiz quadrada das diferenças entre a média dos intervalos RR (RMSSD), o número sucessivo de intervalos RR que diferem mais de 50 ms (NN50) e a sua respectiva percentagem (pNN50).

3.6.2 – Domínio Frequência

Pela definição, análises espectrais decompõem qualquer sinal dependente do tempo, seja ele constante, estacionário ou flutuante em componentes sinusoidais. Estas componentes concedem um traçado do poder de cada componente com a função da sua frequência e a computação do poder em regiões de frequência definida (André E. Aubert, Bert Seps e Frank Beckers, 2003). As análises do poder espectral podem ser executadas pela rápida transformação de Fourier (Aksciorod S., 1988, citado por André E. Aubert, Bert Seps e Frank Beckers, 2003) e pelo modelo auto regressivo (Bartoli F., Baselli G., Cerutti S., 1985).

O método de rápida transformação de Fourier é um método objectivo porque nenhuma informação é perdida. As unidades das componentes espectrais são a **ms²** e **Hz**. A vantagem deste método consiste no seu cálculo eficiente e na sua simples implementação. No entanto este método tem algumas limitações, que estão relacionadas com o limite da resolução da frequência, que está relacionado com o tempo de gravação da frequência cardíaca (André E. Aubert, Bert Seps e Frank Beckers, 2003).

O modelo auto regressivo considera as séries de tempo como uma equação diferente, já que todos os sinais são expressos como uma função linear (André E. Aubert, Bert Seps e Frank Beckers, 2003). Visualmente o espectro auto regressivo apresenta iguais componentes espectrais que podem ser distinguidas independentemente das bandas de frequência pré seleccionadas (Bartoli F., Baselli G., Cerutti S., 1985).

Os principais parâmetros utilizados no domínio da frequência são: o poder das baixas frequências (LF), o poder das altas-frequências (HF) e a razão entre os poderes das baixas e altas frequências (LF/HF) (Juul Achten & Asker E. Jeunkendrup, 2003).

A medida das diferentes frequências é geralmente expressa em valores absolutos (**ms²**) ou em unidades normalizadas (**nu**) (Juul Achten & Asker E. Jeunkendrup, 2003), sendo esta última unidade calculada com base nos valores absolutos, como podemos observar na tabela II.9.

Tabela II.9 – Tabela de fórmula de cálculo das altas frequências em valores absolutos

$$\text{LF ou HF (nu)} = \frac{\text{LF ou HF (ms}^2\text{)}}{\text{LF+HF (ms}^2\text{)}}$$

O poder espectral do sinal da HVR, obtido pela análise espectral, tem o objectivo de poder ser usado como uma prova quantitativa do acesso ao controlo do mecanismo cardiovascular (Akselrod S., Gordon D., Ubel F., 1981).

Ao contrário do domínio tempo, no domínio frequência, alguns autores propõem que os picos das diferentes frequências reflectam as diferentes influências do Sistema Simpático e Parassimpático (Pomeranz B., Macaulay R., & Caudill M., 1985).

Análises espectrais, utilização de bloqueadores farmacológicos e estimulações neurais, indicam que as oscilações da FC estão concentradas em pelo menos duas regiões espectrais distintas. O resultado destes estudos concluem que a região de potências das altas frequências é entre 0,15Hz e 0,5Hz e é mediada lentamente pelo Sistema Parassimpático. A região de potência das baixas frequências cardíacas localiza-se entre 0,04Hz e 0,15Hz e é mediada pelo Sistema Simpático e Parassimpático (Arai Y., Saul J., & Albrecht P., 2000).

Esta partilha de medição de potência das baixas frequências por parte do Sistema Simpático e Parassimpático gera controvérsia entre alguns autores, uma vez que, uns defendem que a potência das baixas frequências é modulado pela actividade do Sistema Simpático (Kamath M., & Fallen E., 1993) e outros que é modulado pelo Sistema Parassimpático (Hayano J., Sakakibara Y., Yamada A., 1991). É difícil a estimação da actividade do Sistema Simpático e Parassimpático através da potência das baixas frequências, uma vez que, este está relacionado com a actividade dos barorreceptores, com a regulação da temperatura e com o stress cardiovascular (Arai Y., Saul J., & Albrecht P., 2000).

3.7- A Variabilidade da Frequência Cardíaca e o Exercício

O exercício é acompanhado por alterações cardiovasculares, como por exemplo: a taquicardia (aumento da FC), aumento do volume expulso (sístole), aumento da TA ou diminuição da resistência periférica (André E. Aubert, Bert Seps e Frank Beckers, 2003).

Vários estudos que utilizaram as análises espectrais para investigar o efeito do exercício físico na actividade do SNA não têm tido resultados conclusivos (Dixon E., Kamath M., McCartney N., 1992).

No entanto muitos estudos sobre análises espectrais, suportam a teoria que o treino de resistência aumenta a HRV, a actividade do Sistema Parassimpático, contribui para grandes bradicardias (Gregoire J., Tuck S., Yamamoto Y., 1996) e provoca mudanças no controlo da resposta cardiovascular (Butler G., Yamamoto Y., Hughson R., 1994).

Tem-se mostrado ao longo do tempo que durante o exercício físico a FC aumenta devido à retirada parcial do Sistema Parassimpático e ao aumento da actividade do Sistema Simpático (Iellamo F., 2001).

Como forma de relacionar o aumento da FC durante o exercício com a alteração ou não dos parâmetros da HRV, foram realizados vários estudos, onde se chegaram a diversas conclusões.

Algumas conclusões, reportam que na transição de repouso para o exercício, há decréscimo no desvio padrão dos intervalos RR (STDNN) (Casadei B., Cochrane S., Johnston J., 1995), o poder das altas frequências decresce (Gregoire J., Tuck S., Yamamoto Y., 1996), enquanto que o das baixas frequências não se altera (Dixon E., Kamath M., McCartney N., 1992) e não há modificações na razão entre as baixas e as altas frequências (LF/HF) (Yamamoto Y., Hughson R., Peterson J., 1991).

Estudos realizados por Melason E. (2000), Bonaduce D., Petretta M., Cavallaro V., (1998) e Sacknoff D., Gleim G., Stachenfeld N. (1994) verificaram que atletas treinados apresentam valores significativamente maiores para as variáveis do domínio tempo, nomeadamente na média dos intervalos RR, na percentagem de intervalos que diferem mais do que 50ms (pNN50) e na raiz quadrada das diferenças entre a média dos intervalos RR (RMSSD).

No entanto, Pichot V., Roche F., Gaspoz J-M, Enjolras F., Antoniadis A., Minini R., Costes F., Busso T., Lacour J-R., Barthélémy, C. (2000) acompanharam um grupo de atletas de meio-fundo em que analisou a HRV ao longo de 3 semanas de treino intensivo e depois de uma semana de recuperação. Este constatou que no domínio tempo, a raiz quadrada das diferenças entre a média dos intervalos RR e a percentagem de intervalos que diferem mais de 50ms, diminuem com o treino, mas após um tempo de recuperação estes valores voltam a subir, ultrapassando os valores iniciais.

Juul Achten & Asker E. Jeunkendrup (2003), referem que são necessários mais estudos para investigar o efeito directo do treino nos índices da HRV, uma vez que os estudos realizados até ao momento são inconclusivos, levantando ainda muitas questões.

Essas questões são devidas, à utilização das unidades do domínio da frequência, uma vez que, há autores que reportam os dados em termos absolutos (ms^2) e outros em termos de unidades normalizadas (nu). O facto de se utilizar diferentes unidades leva a obtenção de resultados diferentes, já que, nos estudos em que foram utilizados os dados em termos de poder absoluto, o poder das altas frequências são idênticos (Melanson E., 2000), ou significativamente altos (Davy K., Miniçlier N., Taylor J., 1996) quando comparados com indivíduos sedentários (Sacknoff D., Gleim G., Stachenfeld N., 1994). Isto pressupõe que a HRV é mais elevada nos indivíduos treinados (Juul Achten & Asker E. Jeunkendrup, 2003).

Outro aspecto que levanta questões é a duração dos programas de treinos nos estudos, ainda não há resultados 100% conclusivos, no entanto parece que para programas de treino maiores (de longa duração) têm resultados mais favoráveis do que os programas de curta duração (Juul Achten & Asker E. Jeunkendrup, 2003).

Segundo, Amano M., Kanda T., EU H., (2001), fez 1 estudo para avaliar a influência da duração do programa de treino na variabilidade da frequência cardíaca e conclui que:

1. No estudo em que o programa de treino era de 5 semanas, não havia HRV.
2. No estudo em que o programa de treino era de 12 semanas, já havia aumento da HRV.
3. Para estudos com programas de treino até 6 semanas não há alterações da HRV.
4. Para estudos com programas de treino entre 12-16 semanas há indícios de aumento da HRV.
5. Para estudos com programas de treino entre 26-39 semanas há evidências do aumento da HRV. Contudo houve 1 estudo com um programa de treino de 20 semanas que não mostrou alteração da HRV.

Por último, Warren J., Jaffe R., Wraa C., (1997) e Cottin F., Papelica Y., Escomon P., (1999) concluíram que a análise da HRV tem provado ser uma técnica simples e não invasiva que avalia a modulação autónoma da FC, através de medições

do batimento cardíaco instantâneo e das variações entre intervalos R-R. Concluíram ainda que é uma técnica não invasiva válida de medida da actividade parassimpática durante o exercício, mas no caso da actividade do simpático já levanta algumas questões.

3.8- A Variabilidade da Frequência Cardíaca em atletas praticantes de modalidades de resistência

A maioria dos estudos que relacionam a HRV com a carga de treino, ou com a performance dos resultados obtidos pelos atletas praticantes modalidades de resistência, concluíram que a variação da actividade do SNA em relação à carga de treino é altamente individualizada (Garet M., Tournaire N., Roche F., Laurent R., Lacour J., Barthelemy J., Pichot V., 2004; Hedelin R., Wiklund U., Bjerle P., Henriksson-Larsen K., 2000; Hedelin R., Bjerle P., Henriksson-Larsen K., 2001; Uusitalo A., Rusko H., 1998).

No entanto há estudos que demonstram o contrário, ou seja, que há relações entre a HRV com a carga de treino e com o resultado desportivo dos atletas, nomeadamente remadores.

Um desses estudos que demonstra que há relação entre a variabilidade da frequência cardíaca com a carga de treino e com o resultado desportivo dos atletas, foi realizado por Atlaoui D., Pichot V., Lacoste L., Barale F., Lacour J-R., Chatard J-C., (2006), em que analisaram 13 nadadores franceses de nível nacional e internacional durante 34 semanas. Estes autores verificaram que os nadadores obtiveram resultados desportivos elevados quando a actividade autónoma e parassimpática era elevada, e em contra partida, os resultados desportivos pioravam, quando a actividade autónoma e parassimpática diminuía, levando à conclusão que uma elevada actividade parassimpática durante o período de “Taper”, pode ser um factor determinante na performance dos nadadores. Neste estudo, os autores não encontraram diferenças significativamente estatísticas na comparação das variáveis do domínio da frequência em termos absolutos (**ms²**), mas quando comparados os valores em valores normalizados (**nu**), os autores encontraram diferenças significativamente estatísticas nas variáveis do domínio da frequência.

4.- APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Uma questão central deste estudo consiste, em saber de que forma o treino em modalidades de resistência como o remo, dadas as suas particularidades, influência a actividade do SNA, nomeadamente do Sistema Nervoso Simpático e Parassimpático, através do recurso à análise da HRV e de que forma esta varia ao longo da época desportiva. No fundo procuramos esclarecer de que forma oscilará o controlo do SNA, mais precisamente o Sistema Nervoso Simpático e Parassimpático, ao longo do processo de treino de uma época desportiva em remo

Como forma de responder ao problema referido, traçamos como hipóteses para este estudo a seguinte:

-Em períodos de alteração significativa da carga de treino, observam-se modificações detectáveis pela Variabilidade da Frequência Cardíaca.

Capítulo III – Metodologia

Neste capítulo será apresentado o desenho experimental, bem como, todos os procedimentos que foram utilizados na realização deste estudo, nomeadamente a caracterização da amostra, o cronograma, os procedimentos do estudo e os instrumentos utilizados para a análise dos resultados.

1-CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Este estudo contou com a participação de 12 atletas remadores de elevado rendimento, 9 atletas, 75% pertenciam ao género masculino e 3 atletas, 25% ao género feminino.

Os remadores pertencentes a esta amostra possuíam idades compreendidas entre os 18 e os 27 anos (M=22,2; Dp=2,6).

Referindo apenas os 9 remadores masculinos, apresentam idades compreendidas entre os 19 e os 25 anos (M=21,8; Dp=7,1). Já as 3 remadoras femininas, as suas idades variam entre os 18 e os 27 anos (M=23,3; Dp=4,7).

De modo a realizar a caracterização da amostra foram recolhidas e registadas algumas medidas antropométricas: massa, estatura, altura sentada, envergadura e pregas subcutâneas a todos os atletas.

O somatório das 6 pregas subcutâneas pretendem caracterizar a composição corporal como o proposto por Carter e Akeland (Carter 1994).

Os procedimentos adoptados para a recolha das variáveis morfológicas estão em conformidade com o proposto por Sobral e Silva (Sobral 2003).

Tabela III.1 – Tabela de caracterização da Amostra, N, Mínimo, Máximo, Média e Desvio Padrão (Estatura, Envergadura, Massa Corporal e Somatório das Pregas de Gordura).

Variáveis	Género	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Estatura (cm)	Masc.	9	172,5	189,3	181,2	7,2
	Fem.	3	159,9	177,1	167,7	8,7
Envergadura (cm)	Masc.	9	177,5	198,0	186,9	8,0
	Fem.	3	160,6	182,5	170,1	11,2
Massa Corporal (Kg)	Masc.	9	70,0	91,3	77,9	8,1
	Fem.	3	57,2	71,4	64,9	7,2
S (6) SK	Masc.	9	43	74	60,111	11,6
	Fem.	3	82	122	98,667	20,8

2-CRONOGRAMA

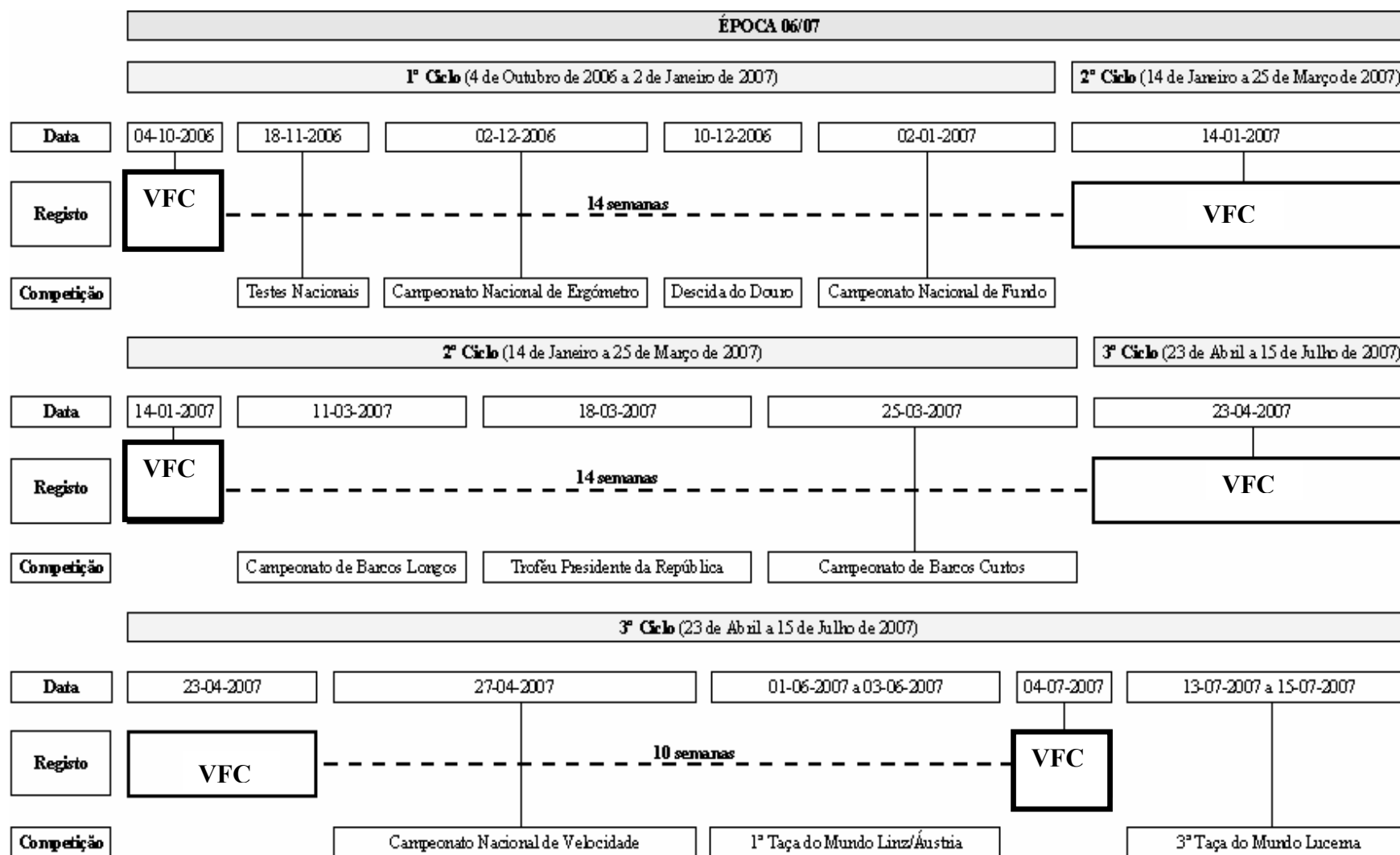


Fig.III.1 – Cronograma do Estudo

O estudo teve a duração, como se pode observar no cronograma do estudo representado na **Fig.III.1**, 38 semanas, correspondentes à Época de 2006/2007. O estudo dividiu a época em três macrociclos, ficando o critério dessa divisão o momento de recolha dos dados da HRV, isto é, um ciclo estava compreendido entre dois registos dos valores da HRV.

O primeiro registo da HRV (M_1) foi aplicado antes do arranque oficial da época desportiva, sendo que iremos considerar que o registo dessa aplicação será o momento basal dos atletas. O segundo momento de aplicação do teste da HRV (M_2) ocorre sensivelmente duas semanas após o Campeonato Nacional de Fundo e, como se observa no cronograma, a distância entre a recolha dos dois primeiros registos dos valores da HRV é de 14 semanas. A mesma distância ocorre entre o segundo e terceiro da HRV (M_3), sendo que este foi aplicado quatro dias antes do Campeonato Nacional de Velocidade. Por fim, a quarta recolha dos dados da HRV (M_4) foi nove dias antes da 3ª Taça do Mundo Lucerna e, foi aplicado 10 semanas após o M_3.

Durante toda a época desportiva foram realizadas várias competições como demonstra o cronograma.

3-PROCEDIMENTOS

3.1- Procedimentos no Terreno

A realização do teste da HRV, aquando a sua aplicação no terreno, foram seguidos os procedimentos que passamos a apresentar.

Antes do teste, a memória dos monitores de frequência cardíaca (Polar S810) era limpa, estes eram colocados na função R-R, que permite a gravação por parte do monitor de frequência cardíaca de todos os batimentos cardíacos. Em seguida era colocado um monitor de frequência cardíaca a cada atleta, e após a colocação destes, os atletas deitavam-se sobre uns colchões e era accionado um ficheiro de áudio, que permitia a regulação dos ciclos respiratórios, sendo a frequência de 15 ciclos por minuto. O controlo da frequência respiratória é muito importante, pois como já vimos anteriormente na revisão da literatura, a frequência respiratória é um dos factores que influencia o ritmo cardíaco. Após silêncio absoluto na sala, o teste era iniciado sendo a frequência cardíaca gravada durante um período de 10 minutos, sendo divididos em 8 primeiros minutos onde os atletas se encontravam deitados numa posição de decúbito dorsal, e depois de se atingir o oitavo minuto era pedido aos atletas para se levantarem calmamente e num acto único e contínuo, mantendo-se de pé mais 2 minutos. Após o fim dos 10 minutos os polares eram desligados e retirados dos atletas.

3.2- Procedimentos no Laboratório

Após recolha dos dados no terreno, os receptores eram descarregados, e os ficheiros passados para suporte informático, para posteriormente serem analisados.

Os ficheiros eram descarregados com recurso ao programa informático *Polar Precision Performance*, onde os ficheiros eram sujeitos a um correcção moderada, de forma a eliminar as interferências, sendo os ficheiros posteriormente guardados em ficheiro de texto (txt). Depois estes ficheiros foram analisados recorrendo ao programa *Kubios HRV Analysis* versão 2.0, desenvolvido pelo Departamento of Applied Physics, da Universidade de Kuopio, Finlândia (Mika P., Tarvainen e Juha – Pekka Niskanen), tendo autorização por parte dos seus autores para o seu uso. Os

dados fornecidos por este programa, foram divididos em, dois domínios, o domínio tempo e o domínio frequência.

Para o domínio tempo, as variáveis em análise foram a média dos intervalos RR (MRR), o desvio padrão dos intervalos RR (SDRR) a média da FC (MFC), o desvio padrão dos intervalos da FC (SDHR) a raiz quadrada das diferenças entre a média dos intervalos RR (RMSSD), o número sucessivo de intervalos RR que diferem mais do que 50 ms (NN50) e a sua respectiva percentagem (pNN50). No que diz respeito ao domínio frequência as variáveis em estudo foram as baixas frequências em valores máximos (LFHz), em valores absolutos (LFms²) e em valores normalizados (LFnu), as altas frequências em valores máximos (HFHz), em valores absolutos (HFms²) e em valores normalizados (HFnu) e a relação entre as baixas frequências e as altas frequências (LF/HF). Todas estas variáveis já foram utilizadas em estudos anteriores como o de Vicent Pichot e colaboradores em 2000 (MRR, MFC, RMSSD, NN50, pNN50, LFms², HFm², LF/HF, LHnu e HFnu). Este conjunto de variáveis é proposto por vários estudos referenciados.

Apesar de o teste no terreno ter a duração de 10 minutos, a análise das variáveis referidas anteriormente centrou-se no intervalo de tempo entre os 180 segundos e os 480 segundos. A opção por esta amostra de tempo reduzida justifica-se por neste estudo só nos interessar o valor da HRV obtido em decúbito dorsal. A selecção do terceiro ao oitavo minuto pretendeu obter um período temporal que exclua possíveis alterações da FC associadas ao início do teste e á mudança da posição a operar no oitavo minuto.

3.3- Procedimentos Estatísticos

Para a análise e tratamento estatístico dos dados, serão apresentados para todas as variáveis, de medida de tendência central (média aritmética) e para as medidas de dispersão (desvio padrão, mínimo e máximo). Será utilizada a análise comparativa para todas as variáveis emparelhadas através do teste Wilcoxon dada a reduzida dimensão da amostra e a não normalidade de distribuição, tendo sido assumido um nível de significância estatística de $p \leq 0,05$.

O software utilizado foi o *Microsoft Excel 2003* e o *Statistical Package for Social Sciences* – SPSS versão 16.0, para o *Windows*.

4. CATEGORIZAÇÃO DA CARGA DE TREINO

Durante o decorrer do estudo foi analisado o trabalho realizado pelos remadores durante as suas unidades de treino. Esta análise decorreu da seguinte forma:

- **Primeira Fase** – Criou-se numa folha de cálculo do Microsoft Excel 2003 uma tabela onde se colocava toda a informação fornecida em relação às unidades de treino, tais como, a data, o horário, a tarefa, o meio, o tempo, o pulso e a cadência,
- **Segunda Fase** – Após a verificação dos dados fornecidos, realizou-se a categorização do treino de acordo com a Zona de Intensidade de cada tarefa e, em simultâneo, efectuou-se o cálculo do volume também de cada tarefa.
- **Terceira Fase** – Nesta fase foram calculados os volumes Ponderado e Real como a respectiva Intensidade das tarefas de cada dia.
- **Quarta Fase** – Por fim, nesta última fase, após se saber todos os valores do Volume Real (min) e da Intensidade (UAC), construiu-se os microciclos de toda a época desportiva, podendo assim caracterizar a Carga de Treino desta época desportiva de 2006/2007.

A categorização das zonas de intensidade para cada tarefa, seguiu determinados critérios, de modo a que a análise da carga de treino fosse realizada com rigor e sem discrepâncias nos seus resultados. Num breve resumo explicamos como se realizou a diferenciação de cada zona de intensidade para cada tarefa.

- **Zona 1** – sempre que a tarefa fosse realizada com um pulso a 155/160 bpm ou inferior e que o seu tempo fosse igual ou superior a 60 minutos.
- **Zona 2** – sempre que a tarefa fosse realizada com um pulso 155/160 bpm e 175/180 bpm e que o seu tempo fosse inferior a 60 minutos.
- **Zona 3** – sempre que a tarefa fosse realizada com um pulso igual ou superior a 175/180 bpm e que o seu tempo fosse inferior a 20 minutos.
- **Zona 4** – sempre que a tarefa fosse realizada com um pulso igual a 185/190 e que as suas séries de tempo fossem de 4 a 12 minutos.

- **Zona 5** – sempre que a tarefa fosse realizada com pulso igual ou superior a 190 bpm (máximo) e que as suas séries de tempo fossem de 45 segundos a 3 minutos.

Para melhor percepção e compreensão destas zonas de intensidade, observar a

Capítulo IV – Apresentação e Discussão dos Resultados

Neste capítulo serão apresentados os dados da carga de treino e a sua intensidade adjacentes aos momentos analisados, bem como, as variáveis do domínio tempo (média RR, desvio padrão dos intervalos RR, média da FC, desvio padrão dos valores da FC, RMSSD, NN50 e pNN50) e frequência (LFHz, LFms², LFnu, HFHz, HFms², HFnu LF/HF) nos momentos referidos na **Tabela IV.1** e no cronograma presente na metodologia. Numa primeira fase serão apresentados os dados e resultados de cada uma das variáveis de cada domínio comparando com os momentos do volume e intensidade da carga de treino.

1-APRESENTAÇÃO DA CARGA DE TREINO

Em primeiro lugar irei apresentar os valores do volume real e de intensidade da carga de treino durante a época, seguidamente irei analisar as 4 últimas semanas de treino antes dos momentos da recolha dos dados da HRV.

1.1- Valores do Volume Real e de Intensidade da carga de treino durante a época desportiva 2006/2007

Tabela IV.1 – Valores do volume real e de intensidade da carga de treino durante a época desportiva de 2006/2007.

Ciclo	Volume Real (min)	Intensidade (UAC)
1º Ciclo 04/10/06 a 14/01/07 (14 semanas)	8275,7	172,0
2º Ciclo 15/01/07 a 22/04/07 (14 semanas)	9263,5	214,1
3º Ciclo 23/04/07 a 30/06/07 (10 semanas)	7543	146,7

Analisando a **Tabela IV.1**, e observando os valores referentes ao volume e a intensidade da carga de treino de cada ciclo, podemos concluir uma diferença entre os primeiros dois ciclos, apesar de apresentarem o mesmo número de semanas (14 semanas), o 2ºciclo apresenta valores do volume real e da intensidade da carga de treino muito superiores ao 1º ciclo.

É também de referir que no 3º ciclo os valores relativos ao volume real e à intensidade são substancialmente inferiores aos restantes dois ciclos, esta diferença tão grande dos valores deve-se também ao facto de o número de semanas deste ciclo ser inferior (10semanas), logo os atletas realizaram quase um mês a menos de treinos deste ciclo.

1.2- Valores do Volume Real e de Intensidade da carga de treino nos quatro momentos de recolha dos dados da HRV

A **Tabela IV.2** mostra os valores da carga de treino nos quatro momentos onde ocorreu a recolha dos dados da HRV. Os valores dos quatro momentos são calculados através de um valor médio e respectivo desvio padrão e também do somatório da carga de treino durante um período de quatro semanas antecedentes à recolha dos dados da HRV e, não de todo o período da época desportiva, pois o tempo entre cada momento não era igual, sendo assim, para os resultados serem mais fiáveis, decidimos manter o critério de quatro semanas antes do momento da recolha dos dados da HRV.

Tabela IV.2 – Valores do volume real e de intensidade da carga de treino das semanas antecedentes a cada momento (Média – M, Desvio Padrão – DP e somatório da carga de treino - Σ)

Momentos	Parâmetros da Carga de Treino					
	Volume (min)			Intensidade (UAC)		
	M	Dp	Σ	M	Dp	Σ
Momento_1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Momento_2	686,97	137,76	2747,88	14,36	1,62	57,45
Momento_3	693,63	162,47	2774,50	14,18	0,81	56,73
Momento_4	715,00	92,70	2860,00	15,42	2,54	61,69

Antes de analisar a tabela é importante referir que no Momento_1 (M_1) de recolha dos dados não existem valores pois os dados foram recolhidos antes da época começar, logo os atletas estavam num período basal pós-competição.

Analisando a **Tabela IV.2**, conclui-se que tanto a média do volume real como a média da intensidade como os somatórios respectivos do volume e da intensidade da carga de treino nos quatro momentos houve um ligeiro aumento, isto é, nas quatro semanas antecedentes a cada um dos momentos, houve aumento do volume e da intensidade da carga de treino.

1.3. Relação entre o Volume e Intensidade total por microciclo no Momento_2

Tabela IV.3 – Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada microciclo do Volume total do Momento_2.

	Mínimo (Mn)	Máximo (Mx)	Σ	M	Dp
1º Microciclo	70,00	201,00	820,25	136,71	53,95
2º Microciclo	52,00	257,30	774,63	129,11	83,02
3º Microciclo	20,00	195,00	517,00	103,40	64,91
4º Microciclo	70,00	165,00	636,00	106,00	35,48

Analisando a **Tabela IV.3**, pode-se verificar que o volume médio total mais elevado está presente no primeiro microciclo ($136,71 \pm 53,95$) e, o mais baixo no terceiro microciclo ($103,40 \pm 64,91$). Em contrapartida o valor máximo de volume está presente no segundo microciclo e o valor mínimo de volume está presente no terceiro microciclo. Em relação ao somatório do volume das tarefas o primeiro microciclo foi o que apresentou o valor mais elevado.

Tabela IV.4 – Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada microciclo da Intensidade total do Momento_2.

	Mn	Mx	Σ	M	Dp
1º Microciclo	2,00	4,59	15,80	2,63	1,00
2º Microciclo	2,00	2,50	12,97	2,16	0,25
3º Microciclo	2,00	4,46	12,95	2,59	1,07
4º Microciclo	2,00	3,47	15,73	2,62	0,67

Observando a **Tabela IV.4**, o primeiro microciclo registou o valor médio mais elevado de intensidade ($2,63 \pm 1,00$), enquanto que o microciclo dois registou o valor médio mais baixo ($2,16 \pm 0,25$), no entanto, verifica-se um valor mínimo de intensidade igual a 2,00 UAC em todos os microciclos e um valor máximo de intensidade no terceiro microciclo igual a 4,46 UAC.

No gráfico seguinte (**Fig. IV.1**), pode ser observada a variação do volume e intensidade total de cada microciclo no Momento_2.

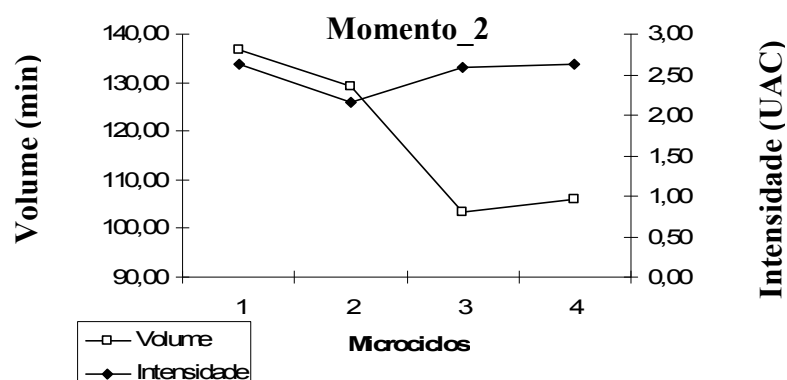


Fig. IV.1 – Variação do Volume e Intensidade total durante os quatro microciclos anteriores ao Momento_2.

Como se pode observar no gráfico anterior (**Fig. IV.1**) os valores mais elevados do volume médio do treino verificam-se nos dois primeiros microciclos, apresentando valores superiores a 120 minutos. Os valor mais baixo do volume médio de treino verifica-se no microciclo três apresentando valor abaixo dos 110 minutos.

É de referir também que há um notório decréscimo dos valores desde o primeiro microciclo até ao terceiro, no entanto, verifica-se um ligeiro aumento do volume do terceiro microciclo para o quarto.

Em relação à intensidade os valores médios não variam muito entre cada microciclo, contudo o segundo microciclo é o que apresenta o valor médio de intensidade mais baixo enquanto os restantes microciclos têm valores muito semelhantes.

1.4. Relação entre o Volume e Intensidade total por microciclo no Momento_3

Tabela IV.5 – Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada microciclo do Volume Total do Momento_3.

	Mn	Mx	Σ	M	Dp
1º Microciclo	50,00	157,00	534,00	89,00	38,53
2º Microciclo	56,50	210,00	876,50	146,08	69,71
3º Microciclo	60,00	145,00	582,00	97,00	34,26
4º Microciclo	65,00	180,00	782,00	130,33	43,87

Analisando a **Tabela IV.5** pode-se verificar que o volume médio total mais elevado está presente no segundo microciclo ($146,08 \pm 69,71$) e, o mais baixo no primeiro microciclo ($89,00 \pm 38,53$). Em contrapartida o valor máximo de volume está presente no segundo microciclo e o valor mínimo de volume está presente no primeiro microciclo. Em relação ao somatório do volume das tarefas o segundo microciclo foi o que apresentou o valor mais elevado.

Tabela IV.6 – Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada microciclo da Intensidade Total do Momento_3.

	Mn	Mx	Σ	M	Dp
1º Microciclo	2,00	2,75	13,21	2,20	0,33
2º Microciclo	2,00	2,97	13,88	2,31	0,45
3º Microciclo	2,00	3,44	15,03	2,51	0,61
4º Microciclo	2,00	3,16	14,61	2,44	0,52

Observando a **Tabela IV.6**, o terceiro microciclo registou o valor médio mais elevado de intensidade ($2,51 \pm 0,61$), enquanto que o microciclo um registou o valor médio mais baixo ($2,20 \pm 0,33$), no entanto, verifica-se um valor mínimo de intensidade igual a 2,00 UAC em todos os microciclos e um valor máximo de intensidade no terceiro microciclo igual a 3,44 UAC.

No gráfico seguinte (fig. 6), pode ser observada a variação do volume e intensidade total de cada microciclo no Momento_3.

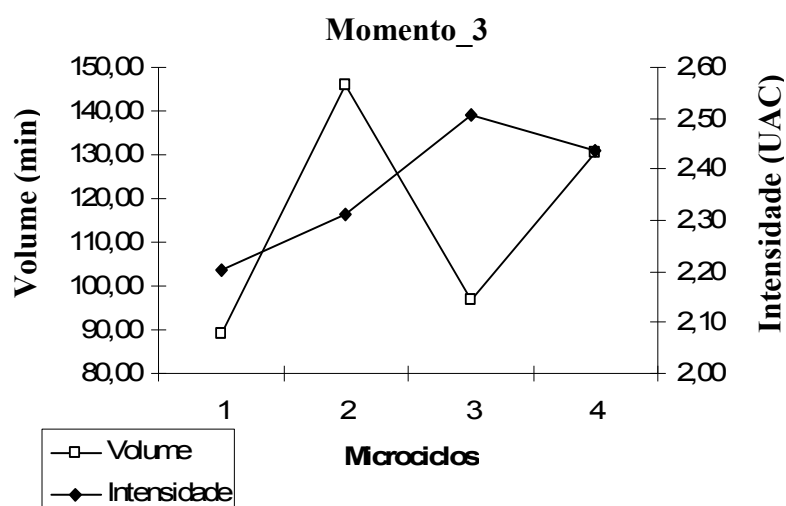


Fig. IV. 2 – Variação do Volume e Intensidade total durante os quatro microciclos anteriores ao Momento_3.

Como se pode observar no gráfico anterior (**Fig. IV. 2**) o valor mais elevado do volume médio do treino verificou-se no primeiro microciclo, apresentando um valor superior a 140 minutos. O primeiro e no terceiro microciclo apresentando valores abaixo dos 100 minutos.

É de referir também a grande variação dos valores médios do volume de treino do primeiro ao quarto microciclo.

Em relação à intensidade os valores médios vão aumentando do primeiro ao terceiro microciclo, diminuindo um pouco no último microciclo.

1.5. Relação entre o Volume e Intensidade total por microciclo no Momento_4

Tabela IV.7 – Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada microciclo do Volume Total do Momento_4.

	Mn	Mx	Σ	M	Dp
1º Microciclo	85,00	160,00	645,00	129,00	34,17
2º Microciclo	60,00	125,00	652,00	93,14	22,30
3º Microciclo	50,00	165,00	718,00	102,57	42,49
4º Microciclo	59,00	180,00	845,00	140,83	43,65

Analisando a **Tabela IV.7**, pode-se verificar que o volume médio total mais elevado e o valor máximo de volume estão presentes no microciclo quarto, enquanto que o valor médio total mais baixo e o valor mínimo de volume estão presentes no segundo microciclo.

Em relação ao somatório do volume das tarefas o quarto microciclo foi o que apresentou o valor mais elevado.

Tabela IV.8 – Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada microciclo da Intensidade Total do Momento_4.

	Mn	Mx	Σ	M	Dp
1º Microciclo	2,00	3,65	11,65	2,33	0,74
2º Microciclo	2,00	3,21	16,62	2,37	0,54
3º Microciclo	2,00	3,14	17,12	2,45	0,49
4º Microciclo	2,00	3,93	16,29	2,72	0,78

Neste ultimo momento (Momento_4), observa-se que no quarto microciclo o valor médio de intensidade é o mais elevado ($2,72 \pm 0,78$) e, o mais baixo no primeiro microciclo ($2,33 \pm 0,74$). É possível verificar o aumento crescente desde o

primeiro ao último microciclo dos valores médios da intensidade, sendo o único mesociclo dos três anteriores a cada momento de recolha dos dados com estas características.

O valor mínimo de intensidade é igual aos anteriores mesociclos 2,00 (UAC), no entanto o valor máximo de intensidade do quarto microciclo de 3,93 (UAC) é o valor mais elevado de todos os mesociclos.

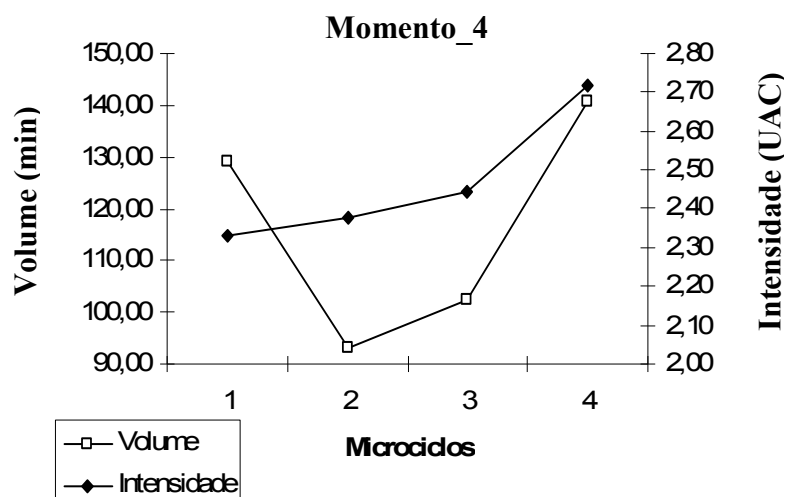


Fig. IV. 3 – Variação do Volume e Intensidade total durante os quatro microciclos anteriores ao Momento_4.

Como se pode observar no gráfico anterior (Fig. IV. 3) o valor médio mais elevado do volume médio do treino verificou-se no quarto microciclo assim como o valor médio mais elevado da intensidade, apresentando valores superiores a 130 minutos e 2,70 UAC respectivamente.

É de referir também a grande variação dos valores médios do volume de treino no primeiro para o segundo microciclo.

Em relação à intensidade os valores médios vão aumentando do primeiro ao quarto microciclo, no entanto observa-se um aumento mais significativo do terceiro para o quarto microciclo.

Num balanço final, observam-se em todos os momentos que não existe uma relação muito directa entre as oscilações do volume e as oscilações da intensidade.

Verifica-se que no M₂ e M₃ no segundo microciclo para o terceiro e, no M₄ do primeiro microciclo para o segundo, que quando o volume da carga de treino diminui, a intensidade da carga de treino aumenta.

Outro dado observado são as oscilações relacionadas do volume e da intensidade, no M₃ do primeiro para o segundo microciclo e no M₄ no terceiro para o quarto microciclo, verifica-se que quando o volume da carga de treino aumenta a intensidade também aumenta.

1.6. Tarefas distribuídas por Zonas de Intensidade nas quatro semanas anteriores aos Momentos (2, 3 e 4)

Tabela IV.9 – Tarefas realizadas em cada momento por Zonas de Intensidade do Treino.

Zonas de Intensidade	Tarefas realizadas					
	Momento_2		Momento_3		Momento_4	
	N	%	N	%	N	%
Zona 1	14	22,22	20	26,32	15	16,13
Zona 2	33	52,38	38	50,00	51	54,84
Zona 3	9	14,29	0	0,00	7	7,53
Zona 4	6	9,52	12	15,79	17	18,28
Zona 5	1	1,59	6	7,89	3	3,23
TOTAL	63	100	76	100	93	100

N – Número de tarefas realizadas em cada momento.

Ao observarmos esta Tabela IV.9, podemos comprovar, através de uma análise mais rigorosa, os valores de cada Zona de Intensidade durante um período de quatro semanas até à recolha dos dados da HRV em cada momento.

O M₁ não se apresenta demonstrado na tabela quatro devido à sua aplicação ser realizada antes da época desportiva.

Nesta tabela é notório observar as conclusões referidas anteriormente na Tabela IV.2, pois do M₂ a o M₄ verifica-se um aumento do número de tarefas realizadas, sendo assim, o volume da carga de treino também aumentou devido a essa consequência.

Em relação ao aumento da intensidade desde o M₂ ao M₄, é possível constatar que no M₃ à mais tarefas de carga de treino dentro das zonas 4 e zona 5 do que o M₂, logo aumentou a intensidade da carga de treino. O mesmo acontece

no M_4 que tem valores percentuais mais elevados nas tarefas da carga de treino nas zonas 2, 3 e 4.

Somando as percentagens das três últimas zonas de intensidade dos momentos M_2 = 25,40%, M_3 = 23,68% e M_4 = 29,04%, sendo estas as zonas onde se trabalha com maior intensidade nos treinos (87,5% a 97,5% da percentagem da frequência cardíaca máxima) podemos confirmar o observado na **Tabela IV.2** que o valor médio da Intensidade da carga de treino mais elevado foi no M_4 (15,42 UAC).

Ao analisarmos as percentagens das zonas 1 e 2 dos três momentos aplicados, sendo estas muito semelhantes nas suas categorias e responsáveis pela maior parte do tempo de treino, os seus resultados são quase iguais 74,60%, 76,32% e 70,97%, no M_2, M_3 e M_4 respectivamente.

Com estes dados, constatamos que cerca de 75% do treino dos remadores da nossa amostra é realizado na duas primeiras zonas de intensidade, com objectivo predominante de exercitar a capacidade aeróbia e os restantes 25% do treino é realizado nas últimas três zonas de intensidade, com finalidade de melhorar a capacidade anaeróbia.

McArthur (1997) afirma que o treino que um remador realiza é delineado para melhorar as duas principais capacidades fisiológicas: a capacidade aeróbia e a capacidade anaeróbio.

1.7. Volume total por Zona de Intensidade nos vários Momentos (2, 3 e 4)

Tabela IV. 10 – Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada Zona de Intensidade no Momento_2.

	Mn	Mx	Σ	M	Dp
Zona 1	150,00	560,00	1170,00	292,50	188,75
Zona 2	170,00	385,00	1087,00	271,75	96,69
Zona 3	30,00	143,00	321,00	80,25	52,73
Zona 4	0,60	120,00	157,85	39,46	55,98
Zona 5	12,00	12,00	12	12	-

Pela observação da **Tabela IV. 10**, no M_2, a zona de intensidade que regista um maior volume de carga de treino é a Zona 1 (292,50 ± 188,75). Por outro lado, a Zona 5 de intensidade é a que apresenta o valor médio de intensidade mais baixo, com apenas doze minutos.

Tabela IV. 11 – Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada Zona de Intensidade no Momento_3.

	Mn	Mx	Σ	M	Dp
Zona 1	155,00	610,00	1510,00	377,50	213,01
Zona 2	205,00	370,00	1057,00	264,25	73,68
Zona 3	-	-	-	-	-
Zona 4	15,00	81,50	81,50	20,38	7,78
Zona 5	12,00	126,00	126,00	31,50	14,18

Os valores apresentados na **Tabela IV. 11**, no M_3 revelam que, o valor médio mais elevado está presente na Zona 1 ($377,50 \pm 213,01$) e, o mais baixo na Zona 4 ($20,38 \pm 7,78$).

A Zona 3 não apresenta nenhum valor pois não se realizou nenhuma tarefa nesta zona de intensidade neste momento.

Tabela IV. 12 – Mínimo, Máximo, Somatório, Média e Desvio Padrão de cada Zona de Intensidade no Momento_4.

	Mn	Mx	Σ	M	Dp
Zona 1	90,00	590,00	1200,00	300,00	234,66
Zona 2	160,00	485,00	1337,00	334,25	168,44
Zona 3	48,00	50,00	98,00	49,00	1,41
Zona 4	35,00	42,00	157,00	39,25	3,40
Zona 5	15,00	53,00	68,00	34,00	26,87

Observando a **Tabela IV. 12**, no M_4, a zona de intensidade que registra um maior volume de carga de treino é a Zona 2 ($334,25 \pm 168,44$). Por outro lado, a Zona 5 de intensidade é a que apresenta o valor mais baixo ($34,00 \pm 26,87$), no entanto este valor médio de intensidade é o mais alto nos três momentos.

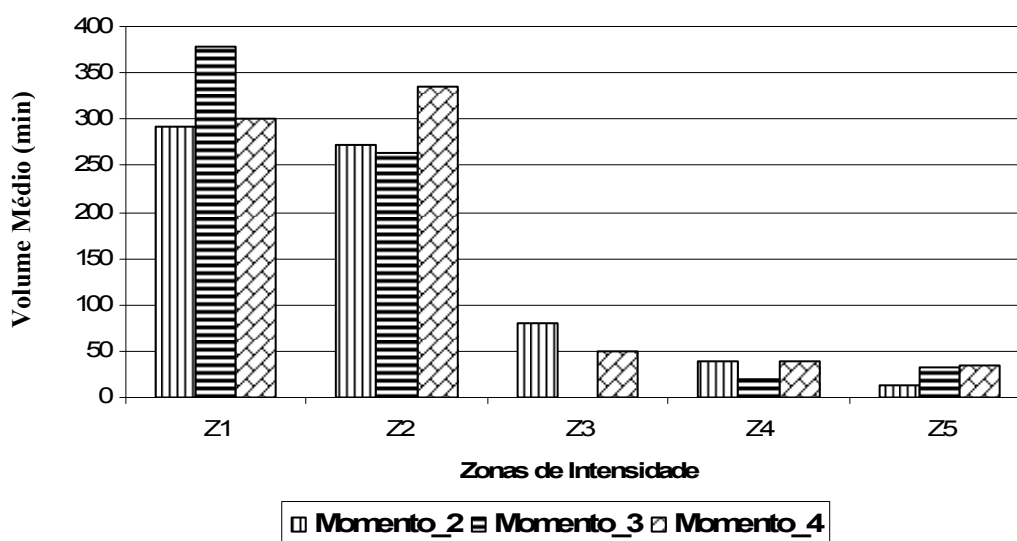


Fig. IV. 4 – Volume médio, em minutos, por zonas de intensidade nos momentos (2, 3 e 4).

Como se pode observar no gráfico anterior (**Fig. IV. 4**), como já concluído anteriormente são as duas primeiras zonas de intensidade as grandes responsáveis pela maior parte da carga de treino dos remadores. Estas zonas são caracterizadas por serem de longo período de actividade física e de baixa intensidade, e onde se trabalha essencialmente a resistência física com predomínio metabólico aeróbio.

Estes resultados concordam com Santinoni (2006) quando afirma que o remo é um desporto em que genericamente o treino é de baixa e/ou moderada intensidade, dispendendo apenas 4% a 10% do tempo total no treino em tarefas de alta intensidade.

2-ANÁLISE COMPARATIVA DAS VARIÁVEIS DA HRV

Na análise da HRV fizemos a comparação dos valores médios das diferentes variáveis (Mann – Whitney, $p \leq 0,05$), não se verificando diferenças significativas em nenhuma das variáveis em função do género. Assim neste estudo a amostra será analisada na totalidade.

2.1- Domínio Tempo

2.1.1-Média dos intervalos R-R (MRR)

Tabela IV. 13 – Estatística descritiva da média dos intervalos R-R nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
MeanRR_1	0,787	1,121	0,959	0,128
MeanRR_2	0,096	1,246	0,957	0,295
MeanRR_3	0,777	1,298	1,045	0,150
MeanRR_4	0,87	1,463	1,103	0,159

Analisando a **Tabela IV. 13**, verifica-se o aumento crescente dos valores máximos dos intervalos R-R nos vários momentos. Em relação aos valores médios dos intervalos de tempo constata-se que o valor mais baixo é o M_2 ($0,957 \pm 0,295$) e o valor médio mais alto é obtido no M_4 ($1,103 \pm 0,159$).

Ao compararmos as variáveis deste parâmetro (MRR) verifica-se que o valor mais elevado regista-se no M_4 diferindo significativamente dos valores estatísticos observados no M_1 ($Z = -2,490$, $p \leq 0,05$) e M_2 ($Z = -2,197$, $p \leq 0,028$).

Constata-se ainda que o valor representado em M_3 é significativamente superior ao M_1 ($Z = -1,956$, $p \leq 0,05$).

Assim, podemos concluir que o aumento do volume e da intensidade da carga de treino durante a época observada, poderá ter influenciado no aumento dos intervalos R-R, isto porque no M_4 é o que apresenta valores médios mais elevados e que difere significativamente de todos os momentos à exceção do terceiro.

2.1.2-Média da FC (FC)

Tabela IV. 14 – Estatística descritiva da média da FC nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
MeanHR_1	53,85	76,49	64,04	8,655
MeanHR_2	48,21	68,17	59,613	6,655
MeanHR_3	46,48	77,46	58,928	8,711
MeanHR_4	41,08	69,25	55,605	7,481

Observando a **Tabela IV. 14**, constata-se o decréscimo dos valores médios da FC diminui ao longo da época, sendo o valor médio mais baixo obtido no último momento ($55,605 \pm 7,481$).

Examinando o comportamento deste parâmetro (MFC) verifica-se que o valor médio mais baixo regista-se no M_4 diferindo significativamente dos valores estatísticos observados no M_1 ($Z = -2,578$, $p \leq 0,01$) e M_2 ($Z = -1,961$, $p \leq 0,05$).

Também se constata que o valor representado em M_2 é significativamente inferior ao M_1 ($Z = -1,956$, $p \leq 0,05$).

Concluimos assim que o aumento do volume e da intensidade da carga de treino durante a época observada, poderá ter influenciado a diminuição dos valores médios da FC, isto porque no M_4 é o que apresenta valores médios mais baixos que os restantes momentos e este difere significativamente de todos os momentos à exceção do terceiro. Também se pode referir que a carga de treino no início da época provocou uma redução dos valores médios da FC nos atletas, isto constatado no resultado estatístico obtido no M_2, que difere significativamente do M_1.

2.1.3-Desvio Padrão dos Intervalos R-R

Tabela IV. 15 – Estatística descritiva do desvio padrão dos intervalos R-R nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
SDRR_1	0,035	0,102	0,068	0,022
SDRR_2	0,053	0,116	0,082	0,020
SDRR_3	0,038	0,139	0,069	0,033
SDRR_4	0,013	0,087	0,056	0,020

Observando a **Tabela IV. 15**, constata-se à um aumento dos valores médios da variação dos intervalos R-R do M_1 para o M_2. Verifica-se ainda que a partir do M_2 até ao M_4 o desvio padrão dos intervalos R-R vai diminuindo, ou seja, como o avançar da época a variação entre o intervalos R-R maior e o intervalos R-R menor, vai diminuindo, havendo assim uma menor variabilidade.

Ao comparar-mos o comportamento deste parâmetro (SDRR) nos vários momentos verificamos que o valor médio mais baixo regista se no M_4 diferindo significativamente do valor estatístico observado no M_2 ($Z = -2,688$, $p \leq 0,008$).

2.1.4-Desvio Padrão dos valores da FC

Tabela IV. 16 – Estatística descritiva do desvio padrão dos valores da FC nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
SDHR_1	3,59	5,79	4,564	0,745
SDHR_2	2,51	7,42	5,396	1,359
SDHR_3	2,18	8,32	4,224	1,736
SDHR_4	0,59	4,64	3,308	1,292

Em relação à **Tabela IV. 16**, verifica-se o aumento dos valores médios do desvio padrão dos valores da FC do M_1 para o M_2. Constata-se também que a partir do M_2 até ao M_4 o desvio padrão dos valores médios da FC vai diminuindo, ou seja, como o avançar da época a variação entre os valores máximos e mínimos da FC, vai diminuindo, havendo assim uma menor variabilidade.

Ao comparar-mos o comportamento deste parâmetro (SDFC) nos vários momentos verificamos que o valor médio mais baixo regista se no M_4 diferindo

significativamente dos valores estatísticos observados no M_1 ($Z = -2,134$, $p \leq 0,03$) e M_2 ($Z = -3,059$, $p \leq 0,002$).

Também o valor representado em M_3 é significativamente inferior ao M_2 ($Z = -2,197$, $p \leq 0,028$).

Constatamos que o aumento do volume e da intensidade da carga de treino durante a época 2006/2007, poderá ter influenciado a diminuição do desvio padrão dos valores da FC, isto porque no M_4 é o que apresenta valores médios mais baixos que difere significativamente de todos os momentos à excepção do terceiro.

2.1.5- Raiz Quadrada das Diferenças entre a Média dos Intervalos R-R (RMSSD), Número Sucessivo de Intervalos R-R que diferem mais de 50 ms (NN50) e Percentagem do Número Sucessivo de Intervalos R-R que diferem mais de 50 ms (pNN50)

Devido ao facto dos valores estatísticos destes três parâmetros serem muito idênticos, não sendo correcto analisados um a um.

Tabela IV. 17 – Estatística descritiva da RMSSD nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
RMSSD_1	30,5	113,5	69,045	28,261
RMSSD_2	41,3	135,5	83,992	27,083
RMSSD_3	25,9	139,3	63,808	35,968
RMSSD_4	15,8	92,1	55,142	23,578

Tabela IV. 18 – Estatística descritiva da NN50 nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
NN50_1	41	175	117,909	57,365
NN50_2	38	213	134,250	54,465
NN50_3	25	189	89,167	57,233
NN50_4	0	157	82,750	47,057

Tabela IV. 19 – Estatística descritiva da pNN50 nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
pNN50_1	10,8	62,5	39,945	22,628
pNN50_2	19	71,7	47,625	16,173
pNN50_3	6,8	74,1	32,558	23,168
pNN50_4	0	55,5	30,317	17,569

Relativamente às **Tabela IV. 17, 18 e 19**, verifica-se o mesmo que nos parâmetros anteriores, à aumento dos valores médios entre o M_1 e o M_2 e depois uma decrescente diminuição dos valores desde o M_2 até ao último momento.

É de salientar a grande diferença dos valores médios dos três parâmetros RMSSD, NN50 e pNN50 entre o M_2 e o M_3, o quer dizer que o aumento do volume real e da intensidade da carga de treino fez com que os parâmetros analisados diminuíssem muito, depois de ter aumentado do M_1 para o M_2.

Ao comparar-mos o comportamento destes parâmetros RMSSD, NN50 e pNN50 nos vários momentos constata-se que o valor médio mais baixo regista se no M_4 e este difere significativamente dos valores estatísticos observados M_2: RMSSD ($Z = -2,667$, $p \leq 0,008$); NN50 ($Z = -2,315$, $p \leq 0,021$) e pNN50 ($Z = -2,51$, $p \leq 0,012$).

Ainda se constata que o valor representado em M_3 é significativamente inferior ao M_2: NN50 ($Z = -2,223$, $p \leq 0,026$) e pNN50 ($Z = -2,276$, $p \leq 0,023$) e encontra-se na marginalidade da significância no RMSSD ($Z = -1,883$, $p \leq 0,06$).

Concluimos assim que o aumento do volume e da intensidade da carga de treino durante a época observada, poderá ter influenciado a diminuição dos valores médios dos três parâmetros porque o M_4 é o que apresenta valores médios mais baixos contudo só diferindo significativamente com o M_2, também o valor do M_3 difere significativamente com o M_2.

Segundo Juul Achten & Asker E. Jeunkendrup, (2003) as diferenças entre os sucessivos intervalos R-R fornecem um índice para o controlo cardíaco vagal. Este controlo pode ser quantificado calculando a raiz quadrada das sucessivas diferenças de todos os intervalos R-R e do número de intervalos R-R adjacentes que diferem mais de cinquenta milissegundos sobre o intervalo de tempo. Verificamos assim que o controlo cardíaco vagal foi maior a partir do M_2 até ao M_4, isto porque os valores médios destes parâmetros baixaram.

2.2- Domínio Frequência

2.2.1. – Baixas Frequências em valores por segundo (LF Hz)

Tabela IV. 20 – Estatística descritiva das baixas frequências por segundo nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
LF Hz _1	0,043	0,625	0,127	0,168
LF Hz _2	0,041	0,147	0,086	0,036
LF Hz _3	0,041	0,127	0,078	0,024
LF Hz _4	0,041	0,129	0,077	0,030

Observando a **Tabela IV. 20**, verifica-se que os valores médios das baixas frequências vão diminuindo desde o M_1 até ao último momento, assim como o valor máximo das mesmas.

É de salientar que o valor mínimo das frequências só mais elevado no M_1 mantendo-se igual nos restantes momentos.

Ao compararmos os vários momentos, pelo teste de Wilcoxon, não se encontram diferenças estatisticamente significativas nos valores desta variável.

2.2.2. – Altas Frequências em valores por segundo (HF Hz)

Tabela IV. 21 – Estatística descritiva das altas frequências por segundo nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
HF Hz _1	0,191	0,205	0,199	0,004
HF Hz _2	0,160	2,012	0,349	0,524
HF Hz _3	0,158	0,291	0,203	0,031
HF Hz _4	0,197	0,219	0,202	0,006

Analisando a **Tabela IV. 21**, constata-se que os valores médios das altas frequências têm o valor mais baixo no M_1, após o período basal. O M_2 apresenta o valor médio mais elevado, a variação dos resultados maiores e ainda o valor máximo mais elevado dos quatro momentos.

Ao compararmos os vários momentos, pelo teste de Wilcoxon, não se encontram diferenças estatisticamente significativas nos vários momentos.

2.2.3. – Baixas Frequências em valores absolutos (LF ms²)

Tabela IV. 22 – Estatística descritiva das baixas frequências em valores absolutos nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
LFms ² ₁	163	1203	629,727	358,927
LFms ² ₂	13	3472	799,667	900,025
LFms ² ₃	168	5148	902,583	1385,523
LFms ² ₄	11	1170	479,833	356,515

Em relação à **Tabela IV. 22**, verifica-se que os valores médios das baixas frequências absolutas vão aumentando, desde o M₁ até ao M₃, apresentando depois no M₄ o valor médio mais baixo.

Ao compararmos os vários momentos, não se encontram diferenças estatisticamente significativas, facto que vai de encontro ao concluído por Djamila Atlaoui e colaboradores (2006), que constataram que apesar de as baixas frequências em termos absolutos aumentarem do período basal para o período de intensidade e depois diminuir para o período “Taper”, esta variável não apresenta diferenças estatísticas significativas.

2.2.4. – Altas Frequências em valores absolutos (HF ms²)

Tabela IV. 23 – Estatística descritiva das altas frequências em valores absolutos nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
HFms ² ₁	152	1702	955,636	581,997
HFms ² ₂	11	3775	1234,583	1009,964
HFms ² ₃	68	2974	641,667	792,016
HFms ² ₄	31	2259	544,917	600,109

Observando a **Tabela IV. 23**, constata-se que os valores médios das altas frequências absolutas aumentam do M₁ para o M₂, para depois baixarem drasticamente para o M₃ e continuarem a descer até ao último momento.

Ao comparar-mos o comportamento da variável (HFms²) nos vários momentos verificamos que o valor de M₃ apresenta diferenças estatisticamente significativos do M₂ (Z=-2,353,p≤0,019). E ainda o valor de M₄ também difere significativamente de M₂ (Z=-2,353,p≤0,019).

Os resultados obtidos vão ao encontro ao referido no estudo de Vicent Piocht e colaboradores que constataram, que aquando o aumento do volume e da intensidade da carga de treino, o valor da frequência em valores absolutos diminui significativamente.

2.2.5. – Razão entre as Baixas Frequências e as Altas Frequências (LF/HF)

Tabela IV. 24 – Estatística descritiva da razão (LF/HF) nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
LF/HF_1	0,297	1,546	0,805	0,383
LF/HF_2	0,109	4,349	1,012	1,173
LF/HF_3	0,163	6,535	2,071	1,938
LF/HF_4	0,35	3,357	1,162	0,939

Analisando a **Tabela IV. 24**, verifica-se que os valores médios da LF/HF varia em todos os momentos sendo o valor médio mais baixo no M_1 (0,805±0,383) e o valor mais elevado no M_3 (2,071±1,938).

Ao comparar-mos o comportamento da variável (LF/HF) nos vários momentos verificamos que o valor de M_3 apresenta diferenças estatisticamente significativos do M_2 (Z=-2,197,p≤0,028).

No estudo de Djamil Atlatoui e colaboradores (2006), os resultados são idênticos aos do meu estudo na parte do aumento da carga de treino, há também um aumento do valor da relação das baixas e altas frequências, mas depois com a redução da carga os resultados são contraditórios, uma vez que, no meu estudo a relação entre as frequências baixa, ao contrário do estudo realizado pelos autores que a relação continua a subir.

2.2.6. –Baixas Frequências em valores normalizados (LFnu)

Tabela IV. 25 – Estatística descritiva das baixas frequências em valores normalizados nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
LFnu_1	22,9	60,7	42,409	11,655
LFnu_2	9,8	81,3	40,392	20,823
LFnu_3	14	86,7	57,142	20,475
LFnu_4	25,9	77	47,925	15,432

Observando a **Tabela IV. 25**, verifica-se que os valores médios das baixas frequências varia em todos os momentos sendo o valor médio mais baixo no M_2 (40,392±20,823) e o valor mais elevado no M_3 (57,1421±20,475).

Ao comparar-mos o comportamento da variável (LFnu) nos vários momentos verificamos que o valor de M_3 apresenta diferenças estatisticamente significativos do M_2 ($Z=-2,550, p\leq 0,011$).

No estudo de Djamil Atlatoui e colaboradores (2006), os resultados são idênticos aos do meu estudo na parte do aumento da carga de treino, há também um aumento do valor das baixas frequências em valores normalizados, mas depois com a redução da carga os resultados são contraditórios, uma vez que, no meu estudo a relação entre as frequências baixa, ao contrário do estudo realizado pelos autores que a relação continua a subir.

2.2.7. – Altas Frequências em valores normalizados (HFnu)

Tabela IV. 26 – Estatística descritiva das altas frequências em valores normalizados nos 4 momentos analisados.

	Mn	Mx	M	Dp
HFnu_1	39,3	77,1	57,591	11,655
HFnu_2	18,7	90,2	59,642	20,840
HFnu_3	13,3	86	42,858	20,475
HFnu_4	23	74,1	52,075	15,432

Observando a **Tabela IV. 26**, verifica-se que os valores médios das baixas frequências variam em todos os momentos sendo o valor médio mais baixo no M_3 (42,858±20,475) e o valor mais elevado no M_2 (59,6421±20,840).

Ao comparar-mos o comportamento da variável (HFnu) nos vários momentos verificamos que o valor de M_3 apresenta diferenças estatisticamente significativos do M_2 ($Z=-2,550, p\leq 0,011$).




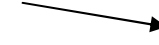
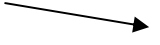



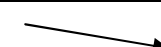

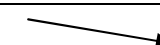
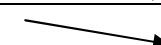

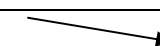

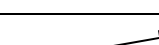



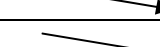

Os resultados encontrados neste estudo não são completamente concordantes aos do estudo de Vicent Pichot e colaboradores (2000), em que estes autores constataram que aquando o aumento do volume e da intensidade da carga de treino, o valor das altas frequências em valores normalizados diminui significativamente e quando a carga de treino e a intensidade diminui este aumenta. Neste estudo os valores das altas frequências sobem com o aumento do volume e intensidade da carga de treino como descem.

3- ANÁLISE GLOBAL DOS PARÂMETROS DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Dada a complexidade e comportamento contraditório dos parâmetros utilizados no estudo da HRV, optamos por analisar a tendência da variação nos diferentes momentos e representados nas tabelas.

3.1. – Domínio Tempo

Tabela IV. 27 – Tabela das oscilações das variáveis do domínio tempo durante os 4 momentos.

Variáveis	M_1	M_2	M_3	M_4
MRR	0,959			
MFC	64,04			
SDRR	0,068			
SDFC	4,564			
RMSSD	69,045			
NN50	89,167			
pNN50	39,945			

Ao analisarmos a **Tabela IV.27**, o comportamento das variáveis do domínio tempo ao longo dos quatro momentos, verificamos que à uma tendência para o aumento dos valores no M_2, à exceção da média da frequência cardíaca e a média dos intervalos R-R, contudo nos dois momentos a seguir verifica-se o decréscimo de todas as variáveis, à exceção da média dos intervalos R-R. Estes resultados no M_2 não são concordantes com o estudo realizado por Vicent Pichot e colaboradores, em que houve um decréscimo dos parâmetros durante o treino intensivo, porém nos outros dois momentos, já se verifica concordância.

Este resultados contrariam o apresentado por André E.Aubert, Bert Seps e Frank Beckers (2003), que constataram que os resultados obtidos no domínio tempo não eram conclusivos.

É ainda de referir que a variável média da frequência cardíaca foi a única que teve sempre a mesma predominância, baixando continuamente durante a época.

3.2. – Domínio Frequência

Tabela IV. 28 – Tabela das oscilações das variáveis do domínio frequência durante os 4 momentos.

Variáveis	M_1	M_2	M_3	M_4
LF (Hz)	0,127			
HF (Hz)	0,199			
LF (ms ²)	629,727			
HF (ms ²)	955,636			
LF/HF	0,805			
LF (nu)	42,409			
HF (nu)	57,591			

Observando a **Tabela IV.28**, as variáveis tendem a subir do período basal (M_1), para o M_2, à exceção das baixas frequências em Hertz e em valores normalizados. Já em relação ao M_4 todas as variáveis à exceção das altas frequências em valores normalizados decrescem em relação ao momento anterior.

Como os valores das altas frequências absolutas e das altas frequências valores normalizados (HFnu) estão baixos no último momento em relação ao período basal, conclui-se que os atletas apresentam-se algo fatigados, antes da competição, devido ao domínio do Sistema Simpático sobre o Parassimpático, logo à uma maior HRV. Também a razão entre as baixas e as altas frequências corroboram com o constatado anteriormente, pois estas apresentam valores superiores aquando o primeiro momento, o que demonstra que as baixas frequências são superiores às altas.

Estes resultados estão de acordo com o referido por Dixon e colaboradores (1992), Breuer e colaboradores (1993), Norton e colaboradores (1999) e Casadei e colaboradores (1995), relativamente às altas e baixas frequências, que estas diminuem e aumentam respectivamente com o aumento da carga.

Capítulo V – Conclusões e Sugestões

Neste ponto serão apresentadas as principais conclusões do estudo, tendo em conta os resultados obtidos na análise dos dados apresentados no capítulo anterior.

1-CONCLUSÕES

Neste estudo constatamos que os resultados obtidos no domínio tempo revelam uma tendência geral de descida de todos os parâmetros no momento antes da competição importante. Podemos dizer que houve uma elevação da HRV, sugerindo uma dominância do Sistema Nervoso Parassimpático.

No domínio de frequência verificamos que a HRV ao contrário do constatado no domínio tempo diminuiu em todos os momentos, comprovado pelos valores das altas frequências absolutas e das altas frequências valores normalizados estarem baixos no último momento em relação ao período basal, existindo assim um maior domínio do Sistema Simpático sobre o Parassimpático. Também a razão entre as baixas e as altas frequências corroboram com o constatado anteriormente, pois estas apresentam valores superiores aquando o primeiro momento, o que demonstra que as baixas frequências são superiores às altas.

Concluiu-se então que as variáveis da HRV do domínio tempo demonstram que os atletas estavam bem preparados fisicamente para a competição, contudo as variáveis do domínio frequência apresentam o contrário.

Relativamente à relação das baixas frequências com as altas frequências as conclusões deste estudo, em parte, também concordam com o encontrado por Vicent Pichot e colaboradores (2000), uma vez que esta variável tem um aumento significativo aquando a aplicação da carga, porém mais uma vez não se consegue observar o que acontece devido à diminuição da magnitude da carga.

Neste estudo mesmo não havendo redução da magnitude da carga de treino, parece existir o efeito positivo da adaptação do Parassimpático nas variáveis do domínio tempo, na aproximação ao momento competitivo importante. O mesmo não é constatado em relação às variáveis do domínio frequência em que há um domínio do Sistema Simpático sobre o Parassimpático associado ao incremento da carga de treino – volume e intensidade.

2-SUGESTÕES

No sentido de encontrar respostas para alguns aspectos em trabalhos desenvolvidos nesta área, sugere-se que em futuras investigações sejam adoptados os seguintes procedimentos:

- ✚ Analisar a HRV dentro do período de preparação para a competição “Taper”;
- ✚ Comparar a HRV entre géneros;
- ✚ Comparar a HRV entre atletas de vários níveis;
- ✚ Comparar os resultados desportivos de cada atleta com a sua HRV;
- ✚ Realizar mais momentos de recolha de dados durante a época desportiva.




Capítulo VI – Bibliografía

- 🖨 Achten, J., & Jeukendrup, A. (2003). Heart rate monitoring – applications and limitations. *Sports Medicine*, 33 (7): 517-538;
- 🖨 Akselrod, S., Gordon D., & Ubel, F. (1981). Power spectrum analysis oh heart rate fluctuations: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, 213 (4504): 220-2.
- 🖨 Amano, M., Kanda, T., & Eu, H. (2001). Exercise training and autonomic nervous system activity in obese individuals. *Medicine Science Sports Exercise*, 33 (8): 1287-91.
- 🖨 André E. Aubert, Bert Seps &Beckers F. (2003). Heart Rate Variability in Athletes. *Sport Medicine*, 33 (12): 889-919.
- 🖨 Arai, Y., Saul, J., & Albrecht, P. (2000). Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *American Journal Physiology (Heart Circ Physiol)*, 213: H1322-41.
- 🖨 Atlaoui, D., Pichot, V., Lacoste, L., Barale, F., Lacour, J-R., & Chatard, J-C. (2006). Heart rate variability, training variation and performance in elite swimmers. In *Proceedings first international symposium sciences and practices in swimming*. Ed: Philippe-Hellard, Michael Sidney, Claude Fauquet & Didier Lhénaff. Atlantica, 201-4.
- 🖨 Bartoli, F., Basclli, G., & Cerutti, S. (1985). Identification and spectral estimate applied to the R-R interval measurements. *International Journal Biomed Comput*, 16 (3-4); 201-15.
- 🖨 Berntson, G., Bigger, J., Eckberg, D., Grossman, P., Kaufmann, P., Malik, M., Nagaraja, H., Porges, S., Saul, J., Stone, P., & Van Der Molen, M. (1997). Heart Rate Variability: Origins, methods and interpretive caveats. *Psychophysiology*, 34: 623-648.
- 🖨 Bompa, T. O. (1994). *Theory and methodology of training : the key to athletic performance*. Dubuque, Iowa, Kendall/Hunt.
- 🖨 Bonaduce, D., Petretta, M., & Cavallaro, V. (1998). Intensive training and cardiac autonomic control in high level athletes. *Medicine Science & Sports Exercise*, 30 (5): 691-6.

- 📖 Braune H-J., & Geisernorfer U. (1995). Measurement of heart rate variations: influencing factors, normal values and diagnostic impact on diabetic autonomic neuropathy. *Diabetes Research Clinical Practice*, 29: 179-187.
- 📖 Butler, G., Yamamoto, Y., & Hughson, R. (1994). Heart rate variability to monitoring autonomic nervous system activity during orthostatic stress. *Journal Clinical Pharmacology*, 34: 558-62.
- 📖 Casadei, B., Cochrane S., & Johnston, J. (1996). Pitfalls in the interpretation of spectral analysis of the heart rate variability during exercise in humans. *Acta Physiology Scandinavia*, 153 (2): 125-31.
- 📖 Castelo, J. (1996). *O Exercício de Treino Desportivo. A unidade lógica de programação e estruturação do treino desportivo*. Lisboa, FMH.
- 📖 Cottin, F., Papelica, Y., & Escomon, P. (1999). Effects of exercise load and breathing frequency on heart rate blood pressure variability during dynamic exercise. *International Journal Sports Medicine*, 20: 232-8.
- 📖 Davy, K., Miniclier, N., & Taylor, J. (1996). Elevated heart rate variability in physically active postmenopausal women: a cardio protective effect? *American Journal Physiology*, 271 (2Pt2): H455-60.
- 📖 Dick, F. W. (1993). *Principios del entrenamiento deportivo*. Barcelona, Editorial Paidotribo.
- 📖 Dixon, E., Kamath, M., & McCartney, N. (1992). Neural regulation of heart rate variability in endurance athletes and sedentary controls. *Cardiovascular Res*, 26 (7): 713-9.
- 📖 Foss M., & Keteyian S. (1998). *Fox's – Physiological Basic for Exercise and Sport (6ª Ed)*. WCB McGraw-Hill.
- 📖 Garet, M., Tournaire, N., Roche, F., Laurente, R., Lacour, J.R., Barthelemy, J.C., & Pichot, V. (2004). Individual interdependence between nocturnal ANS activity and performance in swimmers. *Medicine and Sciences in Sport and Exercise*, 36 (12), 2112-8.
- 📖 Gregorie, J., Tuck, S., & Yamamoto, Y. (1996). Heart rate variability at rest and exercise: Influence of age, gender and physical training. *Journal Applied Physiology*, 21 (6): 455-70.
- 📖 Hainsworth, R. (1998). Physiology of the cardiac autonomic system. In: Malik M. editor. *Clinical guide to cardiac autonomic tests*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Hayano, J., Sakakibara, Y., Yamada, A. (1991). Accuracy of assessment of cardiac vagal tone by heart rate variability in normal subjects. *American Journal Cardiology*, 67 (2):199-204.
- Hedelin, R., Bjerle, P., & Henriksson – Larsen, K. (2001). Heart Rate Variability in athletes: relationship with central and peripheral performance. *Medicine and Sciences in Sports and Exercise*, 33 (8), 1394-8.
- Huikuri, H., Makikallio, T., Raatikainen, P., Perkiomakis, J., Castellanos, A., & Myebug, R. (2003). Prediction of sudden cardiac death: appraisal of the studies and methods assessing the risk of sudden arrhythmic death. 108 (1):110-115.
- Iellamo, F. (2001). Neural mechanisms of cardiovascular regulation during exercise. *Autonomic Neuroscience*, 20: 66-75.
- Jerez, A., (1992). Adaptaciones Cardiovasculares al Ejercicio Físico. In J. G. Gallego (Ed.), *Fisiología d la actividade física y el deporte*, 175-197.
- Kamath, M., & Fallen, E. (1993). Power spectral analysis of heart rate variability: a non-invasive signature of cardiac autonomic function. *Crit Rev Biomed Eng*, 21 (3): 245-311.
- Karvonen, M., Kentals, E., & Mutala, O. (1975). The effects of training heart rate: A longitudinal study. *Annales Medicinæ Experimentalis et Biologiae Fenniae*, 35: 307-315;
- Levy, M. & Martin, P., (1979). Neural control of the heart. In Berne R., editor. *Handbook of physiology*. Bethesda (MD): American Physiological Society, 581-620.
- Maglischo, E. W. (1993). *Swimming even faster : the updated and expanded edition of swimming faster*. Mountain View, CA, Mayfield Publishing Company.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming Fasted – The Essencial Reference on Technique, Training, and Progrma Design*. Champaign Human Kinetics
- Marques, J. P. (1974). *O Remo*. Lisboa, Direcção-Geral da Educação Permanente.
- Matvéiev, L. P. (1991). Fundamentos do treino desportivo. Lisboa, Livros Horizonte.
- McArthur, J. (1997). *High Performance Rowing*, The Crowood Press.
- Melason, E. (2000). Resting heart rate variability in men varying in habitual physical activity. *Medicine Science Exercise*, 32 (11): 1894-901.
- Navarro, F., *Planificación y control del entrenamiento en natación*, Madrid: Editorial Gymnos.

- ☞ Nilsen, T. S. (2002). "Be a Coach!" The International Rowing Federation (FISA). Lausanne, Switzerland, FISA Competitive Commission.
- ☞ Pichot, V., Roche, F., Gaspoz, J-M, Enjolras, F., Antoniadis, A., Minini, R., Costes, F., Busso, T., Lacour, J-R. & Barthélémy, C. (2000). Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 195: 1729-36.
- ☞ Pomeranz, B., Macaulay, R., & Caudill, M. (1985). Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. *American Journal Physiology*, 248 (1 Pt 2): H151-3.
- ☞ Rama, L. (1997). Estudo Comparativo das repercursões fisiológicas e da percepção subjectiva do esforço, como resposta a diferentes estimulações tipo, em treino de Natação Desportiva. Tese Mestrado em Treino de Alto Rendimento. Lisboa: FMH-UTL.
- ☞ Rama, L. and F. Alves (2006). Modelo de Formação Desportiva em Natação Pura. Desporto de Jovens ou Jovens no Desporto? F.C.D.E. F.- U. Coimbra. Coimbra, Manuel Coelho e Silva, M. J.
- ☞ Sacknoff, D., Gleim, G., & Stachenfeld, N. (1994). Effect of athletic training on heart rate variability. *American Heart Journal*, 127 (5): 1275-8.
- ☞ Santinoni, E. S., E. A. (2006). "Avaliação nutricional de remadores competitivos." *Revista de Nutrição* 19(2): 203-214.
- ☞ Saul, J. (1990). Beat-to-beat variations of heart rate reflect modulation of cardiac autonomic outflow. *News Physiology Science*, 5:32-37.
- ☞ Seeley, R., Stephens, T. & Tate, P. (1997). *Anatomia & Fisiologia* (3rdEd). Lisboa: Lusodidacta.
- ☞ Sobral, F. S., M. J. C. (2003). Cineantropometria: Curso Básico. Textos de Apoio. Coimbra, Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.
- ☞ Tarvainen, M., & Niskanen, J-P. (2005). *Kubios HRV Analysis – User's Guide*. Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Department of Applied Physics – University of Kuopio, Finland.
- ☞ Uusitalo, A.L.T., Uusitalo, A.J., & Rusko, H.K. (1998). Exhaustive endurance training for 6-9 weeks did not induce changes in intrinsic heart rate and cardiac autonomic modulation in female athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 19: 532-540.

-  Warren, J., Jaffe, R., & Wraa, C. (1997). Effect of autonomic blockade on power spectrum of heart rate variability during exercise. *American Journal Physiology*, 273 (2Pt2): R495-502.
-  Wilmore, J., & Costill, D. (1994). *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics.
-  Yamamoto, Y., Hughson, R., & Peterson, J. (1991). Autonomic control of heart rate during exercise studied by heart rate variability spectral analysis. *Journal Applied Physiology*, 71 (3): 1136-42.

ANEXOS

ANEXO 1 – Estatística Descritiva das Variáveis do Domínio Tempo

Estadística Descritiva da Média dos Intervalos R-R

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
MeanRR_1	11	,79	1,12	,9592	,12817
MeanRR_2	12	,10	1,25	,9566	,29528
MeanRR_3	12	,78	1,30	1,0454	,14986
MeanRR_4	12	,87	1,46	1,1030	,15910
Valid N (listwise)	11				

Estadística Descritiva da Média da Frequência Cardíaca

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
MeanHR_1	11	53,85	76,49	64,0400	8,65544
MeanHR_2	12	48,21	68,17	59,6125	6,65520
MeanHR_3	12	46,48	77,46	58,9275	8,71140
MeanHR_4	12	41,08	69,25	55,6050	7,48148
Valid N (listwise)	11				

Estadística Descritiva do Desvio Padrão dos Intervalos R-R

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
SDRR_1	11	,04	,10	,0683	,02163
SDRR_2	12	,05	,12	,0817	,02029
SDRR_3	12	,04	,14	,0690	,03315
SDRR_4	12	,01	,09	,0564	,02029
Valid N (listwise)	11				

Estadística Descritiva do Desvio Padrão da Frequência Cardíaca

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
SDHR_1	11	3,59	5,79	4,5636	,74526
SDHR_2	12	2,51	7,42	5,3958	1,35856
SDHR_3	12	2,18	8,32	4,2242	1,73632
SDHR_4	12	,59	4,64	3,3075	1,29166
Valid N (listwise)	11				

Estadística Descritiva da Raiz Quadrada das Diferenças entre a Média dos Intervalos R-R

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
RMSSD_1	11	30,50	113,50	69,0455	28,26147
RMSSD_2	12	41,30	135,50	83,9917	27,08252
RMSSD_3	12	25,90	139,30	63,8083	35,96755
RMSSD_4	12	15,80	92,10	55,1417	23,57778
Valid N (listwise)	11				

Estatística Descritiva do Número Sucessivo de Intervalos R-R que Diferem mais que 50ms

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
NN50_1	11	41,00	175,00	117,9091	57,36454
NN50_2	12	38,00	213,00	134,2500	54,46454
NN50_3	12	25,00	189,00	89,1667	57,23291
NN50_4	12	,00	157,00	82,7500	47,05727
Valid N (listwise)	11				

Estatística Descritiva da Percentagem do Número Sucessivo de Intervalos R-R que Diferem mais que 50ms

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
pNN50_1	11	10,80	62,50	39,9455	22,62770
pNN50_2	12	19,00	71,70	47,6250	16,17327
pNN50_3	12	6,80	74,10	32,5583	23,16763
pNN50_4	12	,00	55,50	30,3167	17,56856
Valid N (listwise)	11				

ANEXO 2 – Estatística Descritiva das Variáveis do Domínio Frequência

Estatística Descritiva das Baixas Frequências por Segundo

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
PeakLF_1	11	,04	,62	,1271	,16779
PeakLF_2	12	,04	,15	,0858	,03607
PeakLF_3	12	,04	,13	,0780	,02441
PeakLF_4	12	,04	,13	,0769	,03030
Valid N (listwise)	11				

Estatística Descritiva das Altas Frequências por Segundo

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
PeackHF_1	11	,19	,21	,1990	,00415
PeakHF_2	12	,16	2,01	,3495	,52371
PeakHF_3	12	,16	,29	,2028	,03071
PeakHF_4	12	,20	,22	,2022	,00577
Valid N (listwise)	11				

Estatística Descritiva das Baixas Frequências em Valores Absolutos

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
PwLF_1	11	163,00	1203,00	629,7273	358,92676
PwLF_2	12	13,00	3472,00	799,6667	900,02529
PwLF_3	12	168,00	5148,00	902,5833	1385,52304
PwLF_4	12	11,00	1170,00	479,8333	356,51465
Valid N (listwise)	11				

Estatística Descritiva das Altas Frequências em Valores Absolutos

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
PwHF_1	11	152,00	1702,00	955,6364	581,99695
PwHF_2	12	11,00	3775,00	1234,5833	1009,96404
PwHF_3	12	68,00	2974,00	641,6667	792,01611
PwHF_4	12	31,00	2259,00	544,9167	600,10854
Valid N (listwise)	11				

Estatística Descritiva da Razão entre as Baixas e as Altas Frequências

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
pPwLFHF_1	11	,30	1,55	,8054	,38327
pPwLFHF_2	12	,11	4,35	1,0121	1,17336
pPwLFHF_3	12	,16	6,54	2,0712	1,93812
pPwLFHF_4	12	,35	3,36	1,1624	,93942
Valid N (listwise)	11				

Estatística Descritiva das Baixas Frequências em Valores Normalizados

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
PwnuLF_1	11	22,90	60,70	42,4091	11,65500
PwnuLF_2	12	9,80	81,30	40,3917	20,82256
PwnuLF_3	12	14,00	86,70	57,1417	20,47515
PwnuLF_4	12	25,90	77,00	47,9250	15,43167
Valid N (listwise)	11				

Estatística Descritiva das Altas Frequências em Valores Normalizados

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
PwnuHF_1	11	39,30	77,10	57,5909	11,65500
PwnuHF_2	12	18,70	90,20	59,6417	20,84015
PwnuHF_3	12	13,30	86,00	42,8583	20,47515
PwnuHF_4	12	23,00	74,10	52,0750	15,43167
Valid N (listwise)	11				

ANEXO 3 – Teste de Wilcoxon das Variáveis do Domínio Tempo

Teste Wilcoxon Média Do Intervalos R-R

	MeanRR_2 - MeanRR_1	MeanRR_3 - MeanRR_1	MeanRR_4 - MeanRR_1	MeanRR_3 - MeanRR_2	MeanRR_4 - MeanRR_2	MeanRR_4 - MeanRR_3
Z	-1,067 ^a	-1,956 ^a	-2,490 ^a	-,628 ^a	-2,197 ^a	-1,647 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,286	,050	,013	,530	,028	,099

Teste Wilcoxon Média Da Frequência Cardíaca

	MeanHR_2 - MeanHR_1	MeanHR_3 - MeanHR_1	MeanHR_4 - MeanHR_1	MeanHR_3 - MeanHR_2	MeanHR_4 - MeanHR_2	MeanHR_4 - MeanHR_3
Z	-1,956 ^a	-1,689 ^a	-2,578 ^a	-,392 ^a	-1,961 ^a	-1,726 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,050	,091	,010	,695	,050	,084

Teste Wilcoxon Desvio Padrão Dos Intervalos R-R

	SDRR_2 - SDRR_1	SDRR_3 - SDRR_1	SDRR_4 - SDRR_1	SDRR_3 - SDRR_2	SDRR_4 - SDRR_2	SDRR_4 - SDRR_3
Z	-1,428 ^a	-,267 ^a	-,712 ^b	-1,570 ^b	-2,668 ^b	-,445 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,153	,790	,476	,117	,008	,657

Teste Wilcoxon Desvio Padrão Da Frequência Cardíaca

	SDHR_2 - SDHR_1	SDHR_3 - SDHR_1	SDHR_4 - SDHR_1	SDHR_3 - SDHR_2	SDHR_4 - SDHR_2	SDHR_4 - SDHR_3
Z	-1,511 ^a	-,712 ^b	-2,134 ^b	-2,197 ^b	-3,059 ^b	-,471 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,131	,477	,033	,028	,002	,638

Teste Wilcoxon Raiz Quadrada das Diferenças entre a Média dos Intervalos R-R

	RMSSD_2 - RMSSD_1	RMSSD_3 - RMSSD_1	RMSSD_4 - RMSSD_1	RMSSD_3 - RMSSD_2	RMSSD_4 - RMSSD_2	RMSSD_4 - RMSSD_3
Z	-1,334 ^a	-,089 ^a	-,534 ^b	-1,883 ^b	-2,667 ^b	-,314 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,182	,929	,594	,060	,008	,754

Teste Wilcoxon Número Sucessivo de Intervalos R-R que diferem mais que 50ms

	NN50_2 - NN50_1	NN50_3 - NN50_1	NN50_4 - NN50_1	NN50_3 - NN50_2	NN50_4 - NN50_2	NN50_4 - NN50_3
Z	-,711 ^a	-1,334 ^b	-1,646 ^b	-2,223 ^b	-2,315 ^b	-,314 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,477	,182	,100	,026	,021	,754

Teste Wilcoxon da Percentagem do Número Sucessivo de Intervalos R-R que diferem mais que 50ms

	pNN50_2 - pNN50_1	pNN50_3 - pNN50_1	pNN50_4 - pNN50_1	pNN50_3 - pNN50_2	pNN50_4 - pNN50_2	pNN50_4 - pNN50_3
Z	-,889 ^a	-,711 ^b	-,533 ^b	-2,276 ^b	-2,510 ^b	-,157 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,374	,477	,594	,023	,012	,875

ANEXO 4 – Teste de Wilcoxon das Variáveis do Domínio Frequência

Teste Wilcoxon das baixas frequências por segundo

	PeakLF_2 - PeakLF_1	PeakLF_3 - PeakLF_1	PeakLF_4 - PeakLF_1	PeakLF_3 - PeakLF_2	PeakLF_4 - PeakLF_2	PeakLF_4 - PeakLF_3
Z	-1,172 ^a	-,267 ^a	-1,025 ^a	-,459 ^a	-,706 ^a	-,078 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,241	,790	,305	,646	,480	,937

Teste Wilcoxon das altas frequências por segundo

	PeakHF_2 - PeakHF_1	PeakHF_3 - PeakHF_1	PeakHF_4 - PeakHF_1	PeakHF_3 - PeakHF_2	PeakHF_4 - PeakHF_2	PeakHF_4 - PeakHF_3
Z	-1,053 ^a	-,178 ^b	-1,123 ^a	-,356 ^b	-1,407 ^b	-,771 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,292	,859	,261	,722	,159	,441

Teste Wilcoxon das baixas frequências em valores absolutos

	PwLF_2 - PwLF_1	PwLF_3 - PwLF_1	PwLF_4 - PwLF_1	PwLF_3 - PwLF_2	PwLF_4 - PwLF_2	PwLF_4 - PwLF_3
Z	-,267 ^a	-,089 ^a	-,800 ^a	-,078 ^a	-1,020 ^a	-,078 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,790	,929	,424	,937	,308	,937

Teste Wilcoxon das altas frequências em valores absolutos

	PwHF_2 - PwHF_1	PwHF_3 - PwHF_1	PwHF_4 - PwHF_1	PwHF_3 - PwHF_2	PwHF_4 - PwHF_2	PwHF_4 - PwHF_3
Z	-,800 ^a	-1,245 ^b	-1,334 ^b	-2,353 ^b	-2,353 ^b	-,157 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,424	,213	,182	,019	,019	,875

Teste Wilcoxon da razão entre as Baixas e Altas Frequências

	pPwLFHF_2 - pPwLFHF_1	pPwLFHF_3 - pPwLFHF_1	pPwLFHF_4 - pPwLFHF_1	pPwLFHF_3 - pPwLFHF_2	pPwLFHF_4 - pPwLFHF_2	pPwLFHF_4 - pPwLFHF_3
Z	,000 ^a	-1,600 ^b	-1,156 ^b	-2,197 ^b	-,941 ^b	-1,412 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000	,110	,248	,028	,347	,158

Teste Wilcoxon das baixas frequências em valores normalizados

	PwnuLF_2 - PwnuLF_1	PwnuLF_3 - PwnuLF_1	PwnuLF_4 - PwnuLF_1	PwnuLF_3 - PwnuLF_2	PwnuLF_4 - PwnuLF_2	PwnuLF_4 - PwnuLF_3
Z	-,356 ^a	-1,600 ^b	-1,156 ^b	-2,550 ^b	-1,491 ^b	-1,334 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,722	,110	,248	,011	,136	,182

Teste Wilcoxon das altas frequências em valores normalizados

	PwnuHF_2 - PwnuHF_1	PwnuHF_3 - PwnuHF_1	PwnuHF_4 - PwnuHF_1	PwnuHF_3 - PwnuHF_2	PwnuHF_4 - PwnuHF_2	PwnuHF_4 - PwnuHF_3
Z	-,356 ^a	-1,600 ^b	-1,156 ^b	-2,550 ^b	-1,491 ^b	-1,334 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,722	,110	,248	,011	,136	,182

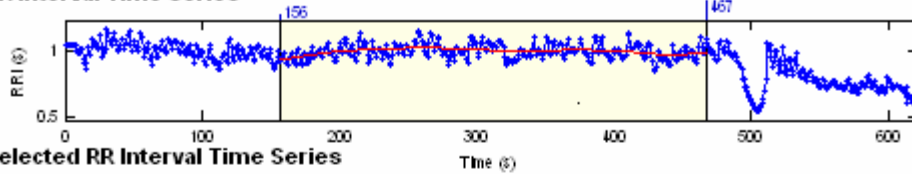
ANEXO 5 – Teste de Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca

TESTE DE ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

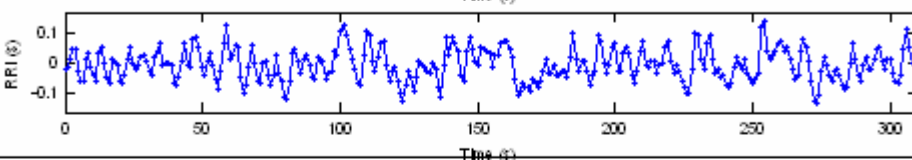
Heart Rate Variability Analysis

19DEZ.txt
Page 1/1

RR Interval Time Series



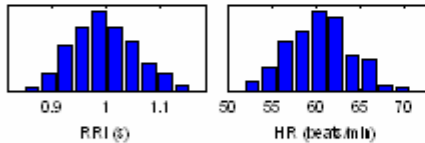
Selected RR Interval Time Series



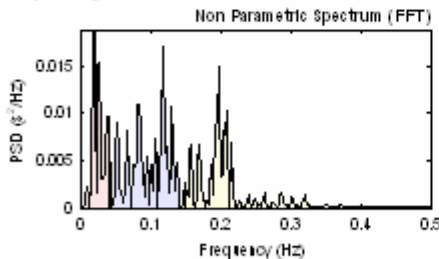
Time Domain Results

Variable	Units	Value
Statistical Measures		
Mean RR*	(s)	0.997
STD	(s)	0.053
Mean HR*	(1/min)	60.37
STD	(1/min)	3.27
RMSSD	(ms)	45.9
NN50	(count)	85
pNN50	(%)	27.3
Geometric Measures		
RR triangular Index		0.095
TINN	(ms)	235.0

Distributions*

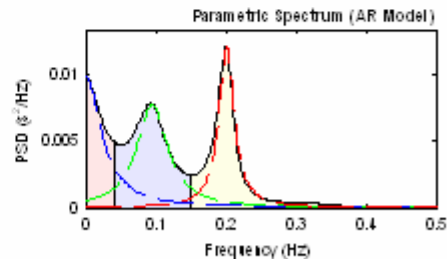
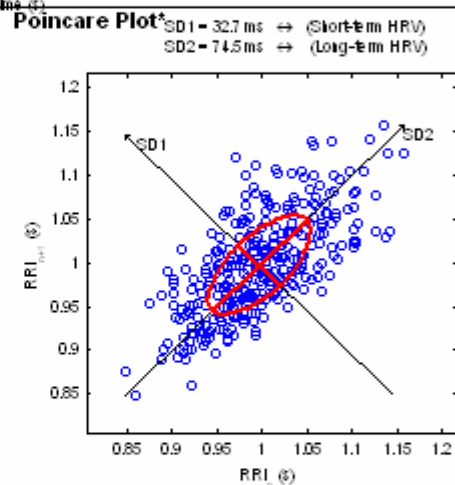


Frequency Domain Results



Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms ²)	Power (%)	Power (a.u.)
VLF	0.0195	250	23.7	
LF	0.1191	488	44.4	58.2
HF	0.1973	350	31.9	41.8
LF/HF			1.394	

Poincare Plot*



Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms ²)	Power (%)	Power (a.u.)
VLF	0.0000	341	25.6	
LF	0.0957	524	39.3	50.7
HF	0.2012	468	35.1	45.3
LF/HF			1.120	

23-Jun-2008 - HRV Analysis Software v1.1

*Results are calculated from the non-detrended selected RRI signal.

The Biomedical Signal Analysis Group
Department of Applied Physics
University of Kuopio, Finland