



FCDEF FACULDADE DE CIÊNCIAS DO
DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

**Estudo da influência do serviço e da resposta ao serviço, na
frequência cardíaca e na sua relação com variáveis do
rendimento em jovens tenistas**

Miguel Leal Subtil Henriques da Silva

2015



FCDEF FACULDADE DE CIÊNCIAS DO
DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Estudo da influência do serviço e da resposta ao serviço, na frequência cardíaca e na sua relação com variáveis do rendimento em jovens tenistas

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, com vista à obtenção do grau de Mestre em Biocinética.

Orientador:

Professor Doutor Amândio Cupido Santos

Miguel Leal Subtil Henriques da Silva

2015

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer à Felner Tennis Academy e a todos os seus membros de staff por me terem permitido realizar este estudo nas suas instalações, com um agradecimento especial a todos os atletas que participaram no mesmo pela sua ajuda e tempo dispensado.

Agradeço à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra pelo material dispensado para a realização deste estudo, mas principalmente por toda uma experiência fantástica enquanto aluno desta instituição tanto durante a Licenciatura como durante o Mestrado. Deixo também uma palavra de gratidão a todos os professores desta instituição por todo o conhecimento que me foi transmitido.

Expresso também o meu agradecimento ao Professor Amândio Santos pela orientação, apoio e ajuda prestada na realização desta dissertação.

Por último quero agradecer a todos os meus amigos que me apoiaram durante esta fase e á minha família por me permitir ter esta formação académica.

Resumo

O ténis é um desporto de esforços intermitentes, caracterizado por vários arranques, paragens e mudanças de direcção repentinas. Ao longo de um jogo há uma repetição de esforços de alta intensidade e curta duração que alternam com intervalos de repouso de curta duração entre pontos e intervalos de maior duração durante as trocas de campo e/ou entre os sets. Apesar da aparente dominância do metabolismo anaeróbio a componente aeróbia é fundamental na recuperação dos esforços repetidos.

No decorrer de um encontro, os tenistas adultos treinados têm uma frequência cardíaca (FC) média entre 140 a 160 batimentos por minuto (bpm), podendo atingir os 190-200 bpm em pontos mais prolongados (Konig et al, 2001; Ferrauti et al., 2003; Martin et al., 2010).

Existem grandes alterações da FC ao longo do jogo, que poderá ser atribuída às diferentes intensidades e solicitações do jogo, mas também à influência de múltiplos factores a que o jogador está sujeito.

Neste estudo pretendemos estudar a influência causada pela situação de serviço e pela situação de resposta ao serviço na resposta cardiovascular, bem como a sua relação com as variáveis do rendimento em 10 jovens tenistas (entre 14 a 17 anos) com uma média de idades de $16,29 \pm 0,94$ anos, em situações de competição. A amostra tinha uma massa corporal média de $59,7 \pm 5,33$ kg e uma estatura média de $171,1 \pm 4,86$ cm e todos os atletas que a integraram competem a nível nacional e/ou internacional, estando posicionados dentro do top100 do ranking dos seus respectivos escalões e/ou fazem parte de rankings internacionais.

Os atletas realizaram um teste de Luc Léger para determinar a sua FC máxima e se estimar o volume máximo de consumo de oxigénio ($VO_2\max$).

Para estudar a variabilidade da FC foram monitorizados encontros dos atletas em competições que obedecem às regras da Federação Portuguesa de Ténis (FPT) e/ou da International Tennis Federation (ITF) recorrendo a câmaras de filmar e a cardiofrequencímetros Polar RS800CX (Polar Electro, Finland), os quais foram usados

pelos atletas durante os jogos. Os mesmo cardiofrequencímetros foram também usados para registrar a FC durante execuções do gesto técnico de serviço em repouso.

Foi verificada uma diferença estatisticamente significativa entre a FC nos pontos de serviço e a FC nos pontos de resposta ($p=0,000$), sendo a primeira mais elevada, com $152,41\pm 15,45$ bpm, do que a segunda com $144,73\pm 15,34$ bpm. Nem todos os atletas apresentaram diferenças tão evidentes, com 3 dos 10 atletas que integraram a amostra a não terem apresentado diferenças estatisticamente significativas.

Visto que o serviço é um dos gestos técnicos mais importantes no ténis a capacidade de ganhar os seus jogos de serviço é de extrema importância para a vitória ou derrota no encontro e a verificação de diferentes respostas cardiovasculares pode ajudar os atletas e seus treinadores a melhorarem a sua performance e controlo de fadiga.

Palavras-chave: frequência cardíaca; serviço; resposta ao serviço; ténis

Abstract

Tennis is a sport of intermittent efforts, characterized by several starts, stops and sudden changes of direction. During the course of a match there a repetition of high intensity and short duration efforts that alternate with short periods of rest between points and longer ones during changes of ends and/or between sets. Although there is an apparent dominance of the anaerobic metabolism, the aerobic component is of major importance in the recovery of repeated efforts.

Throughout a match, trained adult tennis players have an average heart rate between 140 and 160 beats per minute (bpm), being able to reach 190-200 bpm in longer rallies (Konig et al., 2001; Ferrauti et al., 2003; Martin et al., 2010).

There is a great variability of the heart rate throughout a match, that may be assigned to the different intensities and requirements of the match, but also to the influence of several outside factors that the player is exposed to.

In this study we aim to study the alterations caused by the serve stroke and the receiving to the serve in the cardiovascular response, as well as its relation with other variables of performance in young tennis players (14 to 17 years old) with a mean age of $16,29 \pm 0,94$ years old, in competition matches. The sample had a mean body mass of $59,7 \pm 0,94$ kg and a mean height of $171,1 \pm 4,86$ cm and all the athletes who were a part of this study compete at a national and/or international level, being within the top100 of the ranking of their respective age levels and/or have international rankings.

The athletes will perform a Luc Léger test to determine their maximum heart rate and oxygen uptake.

To study the heart rate variability we will monitor matches in competitions that follow the rules of the Federação Portuguesa de Ténis and/or the International Tennis Federation using filming cameras and cardio measuring devices Polar RS800CX (Polar Electro, Finland), which will be worn by athletes during their matches. The same cardio measuring devices were also used to register the athletes heart rate during the execution of the service gesture at rest.

There was a statistically significant difference between the heart rate of the serving points and the heart rate of the receiving points ($p=0,000$), being the first one higher, with $152,41\pm 15,45$ bpm, than the second with $144,73\pm 15,34$ bpm. Not all athletes showed such evident differences, with 3 out of the 10 athletes who were a part of the sample not showing statistically significant differences.

Seen that the serve is one of the most important strokes in tennis one's ability to win their serve games is of extreme importance to the victory or defeat in the match and the monitoring of the cardiovascular responses may help the athletes and the coaches to improve their performance and fatigue control.

Key words: heart rate; serve; receiving the serve; tennis

Índice geral

Resumo.....	III
Abstract.....	V
Índice geral.....	VII
Índice de tabelas e gráficos.....	IX
Índice de figuras.....	IX
Lista de abreviaturas.....	X
INTRODUÇÃO.....	1
OBJECTIVOS.....	2
CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1- Caracterização fisiológica do ténis.....	3
1.1.1- Testes para a avaliação de atletas.....	5
1.1.2- Intensidade do jogo.....	6
1.2- Adaptações cardiovasculares e respiratórias ao treino.....	9
1.3- Frequência cardíaca.....	9
1.3.1- Função Autonómica Cardíaca.....	10
1.4- Consumo de oxigénio (VO ₂).....	11
CAPÍTULO II - METODOLOGIA.....	13
2.1- Caracterização da amostra.....	13
2.2- Desenho do estudo.....	13
2.3- Teste de Luc Léger.....	14
2.4- Monitorização de encontros.....	15

2.5- Avaliação antropométrica.....	15
2.5.1- Estatura.....	15
2.5.2- Massa corporal.....	16
2.5.3- Percentagem de massa gorda.....	16
2.6- Avaliação da frequência cardíaca.....	17
2.7- Análise.....	17
2.8- Estatística.....	18
CAPÍTULO III - RESULTADOS.....	19
3.1- Caracterização da amostra.....	19
3.2- Frequência cardíaca.....	20
3.2.1- Serviços em repouso.....	20
3.2.2- Serviços em situação de jogo.....	22
3.2.3- Análise da frequência cardíaca geral em competição.....	23
3.2.4- Análise da frequência cardíaca individual em competição.....	24
3.3- Correlações.....	25
CAPÍTULO IV - DICUSSÃO.....	27
CAPÍTULO V - CONCLUSÃO.....	30
CAPÍTULO VI - BIBLIOGRAFIA.....	31
Apêndices.....	35
Anexos.....	37

Índice de tabelas e gráficos

Tabelas

Tabela 1 - Caracterização da amostra pelas variáveis analisadas.....	19
Tabela 2 - Frequências cardíacas médias durante o encontro analisado.....	20
Tabela 3 - Frequências cardíacas médias do serviço em repouso.....	20
Tabela 4 - Frequências cardíacas médias de 1 minuto em repouso antes de servir.....	21
Tabela 5 - Frequências cardíacas máximas atingidas após um serviço em repouso.....	22
Tabela 6 - Diferença geral entre a FC média dos pontos de serviço e resposta.....	23
Tabela 7 - Diferenças individuais entre a FC média dos pontos de serviço e resposta.....	25
Tabela 8 - Correlações da diferença de FC entre os pontos de serviço e resposta.....	25
Tabela 9 - Correlações do ranking dos atletas.....	26

Gráficos

Gráfico 1 - Frequências cardíacas médias de 300 pontos de serviço e resposta.....	23
Gráfico 2 - Frequências cardíacas médias de pontos de serviço e resposta individuais...	24

Índice de figuras

Figura 1 - Valores médios de FC, $VO_{2máx}$ e concentração de lactato no ténis.....	4
Figura 2 - Frequência cardíaca durante um serviço efectuado após 1 minuto de repouso.	21

Lista de Abreviaturas

%MG - percentagem de massa gorda

bpm - batimentos por minuto

cm - centímetros

DC - Densidade corporal

FC - Frequência cardíaca

FCrep - Frequência cardíaca de repouso

FCres - Frequência cardíaca de reserva

FC resp - Frequência cardíaca de serviço

FC serv - Frequência cardíaca de serviço

FC jogo - Frequência cardíaca média do jogo

MC - Massa corporal

MG - Massa gorda

SP - Soma das 7 pregas (peitoral, axilar média, subescapular, tricipital, supraelíaca, abdominal e coxa)

VO₂max - Consumo máximo de oxigénio

mm - milímetros

Introdução

O ténis é um desporto que evoluiu bastante nos últimos anos, quer seja em termos do material usado (passando de raquetes de madeira para raquetes fabricadas com materiais sintéticos), quer dos factores técnico-tácticos e ainda, da forma física dos atletas.

Actualmente, o nível técnico-táctico que encontramos é extremamente elevado, fazendo com que, na maioria, a forma física ou psicológica dos desportistas seja decisiva para vencer os encontros (Gómez, 1999). É então, de grande importância, que o treino se baseie num conhecimento profundo das especificidades da modalidade, de modo a promover o desenvolvimento de capacidades adaptáveis às situações de competição, com o máximo rendimento e com gastos energéticos menores.

O serviço é um dos principais gestos técnicos no ténis, juntamente com o gesto técnico de direita e de esquerda. É fulcral para um tenista conseguir ganhar os seus jogos de serviço, pois no ténis de alta-competição, uma quebra do mesmo é muitas vezes motivo suficiente para determinar o ganhar-se ou perder-se um set ou mesmo, o próprio encontro. Sendo assim, é plausível pensar-se que o jogo de serviço possa constituir-se como causa determinante de pressão/stress mental sobre o atleta, condicionando a sua prestação.

De acordo com Trapp et al (2014), o stress mental e psicossocial está associado a uma activação do sistema nervoso simpático, que leva a diferentes respostas fisiológicas como um aumento da FC e da pressão arterial.

Ora, sabendo-se que o stress mental acelera a frequência cardíaca (Trapp et al. 2014; Hilmert et al. 2014), temos matéria de interesse inequívoco para uma análise aprofundada, tendo sido um dos principais motivos a desencadear este estudo.

Assim, pretende-se com este estudo, determinar se há efectivamente essa pressão/stress mental e de que forma afecta a performance do atleta.

Para tal, desenvolveu-se um trabalho em que se teve a frequência cardíaca como indicador, avaliando-se depois a o comportamento da frequência cardíaca nos jogos de serviço e nos jogos de resposta, em jovens tenistas de competição.

Objectivos

Tal como já foi referido, no ténis, o serviço é um dos gestos técnicos principais e, assegurar os jogos de serviço é de extrema importância, sendo que uma quebra de serviço ("break") pode determinar a vitória ou a derrota do set e do encontro. Assim sendo, há uma constante pressão para que os jogadores ganhem os seus jogos de serviço, pressão essa que pode resultar em alterações na FC.

Objectivo geral

Verificar a possibilidade da existência de diferenças estatisticamente significativas entre a FC dos jogos de serviço e a FC dos jogos de resposta.

Objectivos específicos

Analisar as possíveis relações da frequência cardíaca atingida nas duas situações de estudo e as variáveis fisiológicas e de performance estudadas.

Capítulo I

Revisão Bibliográfica

1.1 - Caracterização fisiológica do ténis

O ténis é um desporto com muitas variações de intensidade e velocidade no decorrer da sua prática. Em primeiro lugar, não tem um limite de tempo fixo, tanto podendo durar uma mera hora como umas alargadas cinco horas. Para além disso, no decorrer da acumulação de pontos, o atleta faz sucessivos esforços de explosão, que requerem grande potência num curto período de tempo, seguidos depois de alguns períodos de repouso (períodos de grande intensidade, seguidos de períodos de intensidade baixa).

Há estudos sobre padrões de actividade muscular durante os vários gestos técnicos, sendo o serviço o gesto técnico que mais atenção recebeu na literatura. O serviço, no ténis, é o gesto técnico mais poderoso e com maior potencial dominante, sendo a única pancada totalmente sob o controlo do jogador e não uma resposta a uma bola jogada pelo adversário (Kovacs and Ellenbecker, 2011). É um gesto técnico extremamente complexo, pois resulta de um encadeamento de activações musculares coordenadas por vários segmentos do corpo (Ryu et al., 1988). Essa coordenação de segmentos do corpo foi denominada de corrente cinética e permite gerar, transferir e regular forças das pernas até á mão (Elliott, 2006). Em ordem de melhorar a performance do serviço é necessário aumentar a força da corrente cinética sem afectar a precisão do mesmo (Roetert et al, 2009). Durante o serviço jogadores treinados registaram uma maior consistência de actividade muscular com períodos de activação mais curtos. Foram também encontradas correlações entre performance em torneios e alguns parâmetros de fitness, concluindo que num treino de um jogador de ténis se devem incorporar treino de flexibilidade, força e resistência para prevenir lesões e melhor a performance (Groppel and Roetert, 1992).

Portanto, o ténis é um desporto em que se constata duas vias energéticas predominantes (embora todas sejam utilizadas):

- a *via anaeróbia aláctica* nos momentos da execução dos gestos técnicos e dos sprints para alcançar a bola, com movimentos de curta duração, mas executados à máxima velocidade e com a máxima força possível;

- a *via aeróbia* necessária para os momentos de corrida a passo, e importante para o atleta conseguir aguentar os esforços de alta intensidade ao longo do jogo todo, possibilitando ao atleta conseguir aguentar jogos com três horas de duração ou mais.

Na sua pesquisa, Bergeron et al (1991), caracterizou o ténis como sendo um desporto aeróbio, devido à sua longa duração e ao facto da frequência cardíaca média ao longo de um encontro ser moderada.

Publicada por Torres-Luque et al. (2011) a tabela seguinte mostra valores médios de frequência cardíaca, concentrações de lactato e consumo de oxigénio registados durante a prática de ténis registados em vários estudos.

Reference	Level (sex)	Heart rate (beats·min ⁻¹)	Lactate (mmol·L ⁻¹)	VO ₂ on court (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻²)	Court
Bergeron et al. (1991)	Division I (M)	144.6 ± 13.2			Hard
Reilly and Palmer (1995)	Top Club (M)	144 ± 19	1 ± 0.6		Hard
Ferrauti et al. (1998)	National (M and F)			23.1 ± 3 (F) 24.2 ± 2 (M)	Hard
Smekal et al. (2001)	National (M)	151 ± 19	2.07 ± 0.88	29.1 ± 5.6	Clay
Ferrauti et al. (2001)	National (M)	142.5 ± 12.7	1.67 ± 0.49	25.6 ± 2.8	Hard
Girard and Miller (2004)	Club (M)	172 ± 17.2 181 ± 11.9		37.9 ± 7.5 40.3 ± 5.7	Hard Clay
Torres et al. (2004)	Junior (M)	158.4 ± 8.51			Hard
Fernandez et al. (2005)	International (M)		3.79 ± 2.03	26.6 ± 7.2	Clay
Hornery et al. (2007)	International (M)	152 ± 15 146 ± 19			Hard Clay
Girard et al. (2006)	Regional and National (M)	144 ± 8			Hard
Mendez-Villanueva et al. (2007)	International (M)		3.8 ± 2		Clay
Fernández-Fernández et al. (2007)	Junior (F)	161.2 ± 5.1	2.03 ± 0.8		Hard
Murias et al. (2007)	National (M)	135 ± 21 143 ± 22	1.16 ± 0.34 1.65 ± 0.60	27.48 ± 2.46 26.33 ± 3.25	Hard Clay
Fernandez-Fernandez et al. (2008)	International (F)		2.2 ± 0.9		Clay

Figura 1 - Frequências cardíacas, concentrações de lactato e consumos de oxigénio durante a prática de ténis (Torres-Luque et al., 2011).

Kovacs (2006), afirmou que a natureza explosiva dos gestos técnicos, combinadas com a necessidade de uma elevada capacidade anaeróbia, para as rápidas mudanças de direcção e a alta percentagem de fibras musculares de contracção rápida, não representam um desporto tipicamente aeróbio. Classificou então o ténis, como sendo um desporto predominantemente anaeróbio, que requer altos níveis de capacidade aeróbia para evitar fadiga e ajudar na recuperação entre os pontos. Para melhor se preparar, o tenista pode realizar diversos testes para avaliar tanto a sua capacidade aeróbia como anaeróbia.

Estudos mostram (Shanchís-Moysi et. al., 2009) que em músculos do tríceps braquial, um tenista tem cerca de um terço de fibras do tipo I e dois terços de fibras do tipo II, pois é no membro superior onde são necessários estímulos mais rápidos. Por outro lado, em músculos do membro inferior, como o vasto lateral verifica-se o inverso, dois terços de fibras do tipo I e um terço de fibras do tipo II.

1.1.1 - Testes para a avaliação de atletas

Há vários testes que podem ser usados para avaliar os atletas desta modalidade.

Como testes de campo, podemos usar o teste de Cooper para a via aeróbia para testar a resistência do atleta, é fácil de fazer, não são precisos materiais e dá-nos uma boa noção da capacidade aeróbia do atleta e da sua frequência cardíaca máxima, muito importante para pontos maiores e jogos mais prolongados. O teste de Luc-Leger também nos permite avaliar a capacidade aeróbia do atleta e estimar o seu consumo máximo de oxigénio (Bekraoui et al, 2012).

Para testar a via anaeróbia aláctica podem fazer-se sprints curtos para testar a velocidade do atleta e a sua capacidade de arranque e reacção rápida, pode-se também realizar uma série de saltos verticais para testar a potência nas pernas do atleta.

Em laboratório pode-se testar a capacidade aeróbia do atleta e o seu limiar anaeróbio através de um teste máximo realizado na passadeira com patamares em que aumenta a velocidade de patamar em patamar e com intervalos entre patamares, usando

analisador de gases e um método de medição de lactato, conseguimos analisar com exatidão o VO₂ e FC máximos do atleta, assim como o seu quociente respiratório, níveis de lactato e limiar anaeróbio.

E para a via anaeróbia o teste de Wingate com um ergómetro de braços para avaliar com precisão a potência de braços, importante para a realização dos gestos técnicos no ténis, do atleta e medir a sua acumulação de lactato nos membros superiores.

Para além da capacidade física, é também bastante importante na prática do ténis que os atletas tenham uma boa agilidade e coordenação manual e velocidade de reacção. Para estas capacidade podemos usar testes como "slaloms" com pinos para a agilidade.

Para testar a coordenação manual do atleta podemos lançar-lhe várias bolas seguidas umas das outras em diferentes direcções, para que o atleta as apanhe sem deixar cair. E por fim, para testar a velocidade de reacção podemos pedir aos atletas que desempenhem uma tarefa (saltar, correr, etc.) ao sinal de um estímulo visual ou sonoro.

1.1.2 - Intensidade do jogo

Dados como a frequência cardíaca, o consumo de oxigénio, concentrações de lactato no sangue e estimativas do dispêndio energético têm sido usados para descrever a intensidade dos jogos de ténis (Fernandez et al., 2006).

A medição da FC é usado como um instrumento viável para avaliar a intensidade média de um exercício, devido á sua relação linear com o VO₂ durante exercícios sub-máximos contínuos, contudo em exercícios intermitentes esta relação altera-se e a FC não reflete imediatamente variações na intensidade do exercício (Christmass et al., 1998). Apesar de haver diferenças na intensidade do exercício entre os momentos de trabalho e de repouso, se os períodos de repouso forem iguais ou inferiores a 15 segundos a FC mantém-se constante (Saltin et al, 1976). Comparando momentos de jogo com momentos de repouso, Elliot et al. (1985) verificou uma FC mais elevada durante o repouso do que durante o jogo, já Christmass et al. (1998) verificou o inverso, havendo nos dois estudos

uma variância de cerca de 5% entre as duas situações, concluindo que em exercícios de esforços intermitentes (como é o ténis) a FC tem tendência a sobrestimar o VO₂.

No estudo de Christmass et al. (1998) verificou-se que durante corrida intermitente o VO₂ estimado através da FC é 17% mais elevado do que os valores obtidos por análise de gases, enquanto que em corrida contínua o VO₂ estimado tem uma precisão razoável apresentando erros de 5%. Afirmou então que apesar da FC facultar um índice de intensidade média do exercício, em esforços intermitentes deve-se ter em consideração a sobrevalorização do VO₂ quando estimado através da FC.

Sendo o ténis um desporto bastante variável, há vários aspectos que podem influenciar a intensidade de jogo. O estilo tático do adversário, se é atacante e sobe muito á rede ou mais defensivo e procura prolongar os pontos, as diferentes superfícies, a própria bola que pode variar a sua dureza ou o seu tipo de salto, são tudo variáveis que já se provou influenciarem a exigência física e recuperação física dos atletas e os seus aspectos fisiológicos como a frequência cardíaca e o consumo de oxigénio (Smekal et al., 2001; Cooke and Davey, 2005; Reilly and Palmer, 1994).

Neste estudo iremos dar mais atenção á frequência cardíaca, mas todas as referidas anteriormente são variáveis que, quando medidas ao longo de um encontro, nos podem dar informações sobre as exigências fisiológicas da modalidade.

Como foi referido anteriormente, tanto a frequência cardíaca como o consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}) são usados instrumentos de medida da intensidade dos encontros de ténis. Regra geral os valores registados dessas duas variáveis são bastante modestos, sendo que em média um tenista apresenta valores entre os 60 e os 70% do VO_{2max} ao longo de um encontro (Christmass et al., 1998; Konig et al., 2001) e cerca de 60-80% da FCmax (Ferrauti et al., 2003).

Um jogador de ténis treinado regista, em média, valores de VO_{2máx} de 45ml/kg/min, no caso de atletas do sexo feminino e 55ml/kg/min no caso de atletas do sexo masculino. Ao longo de um jogo, os jogadores registam um consumo entre os 23 e os 29ml/kg/min, correspondendo a cerca de 50% do VO_{2máx} (Fernandez et. al.,2006).

Quanto à frequência cardíaca, em média, os jogadores passam o jogo entre os 140 e os 160 batimentos por minuto, podendo subir para 190-200bpm em pontos mais longos.

Apesar destes modestos valores Fernandez et al. (2006) afirma que devido á natureza intermitente do ténis os valores médios não são suficientes para perceber ao fundo as exigências deste desporto, referindo que poderá ser mais relevante a descrição dos períodos de alta intensidade, pois é nestes momentos que a condição física dos jogadores pode ser um factor decisivo para vencer ou perder os pontos.

Em 2001, Smekal et al., registaram um $VO_{2máx}$ médio de um encontro em 29,1ml/kg/min apesar de ao longo do encontro se registarem valores até aos 47,8ml/kg/min, mostrando assim que há uma grande variância no $VO_{2máx}$ e na FC no ténis. Também concluíram que num jogo entre dois jogadores defensivos se registam maiores valores de $VO_{2máx}$ do que em encontros com, pelo menos, um jogador ofensivo.

Uma boa capacidade aeróbia permite ao atleta manter valores de FC e de $VO_{2máx}$ mais baixos para o mesmo esforço, permitindo assim recuperar mais rapidamente nos períodos de intervalo ou de intensidades baixas, assim como uma menor utilização da via anaeróbia aláctica.

Um jogador de ténis precisa então de ter uma boa capacidade de realizar forças concêntricas e excêntricas muito rapidamente. Estas forças são necessárias principalmente nos membros superiores, para a execução dos gestos técnicos, mas também nos membros inferiores, para arranques, mudanças de direcção e saltos. Perry et al (2004), demonstraram que a altura, o $VO_{2máx}$ e a força isocinética afectam significativamente a força e velocidade da bola.

No decorrer de um jogo de ténis podem existir várias razões para a fadiga. Sendo um desporto praticado, maioritariamente, em espaço aberto, está sujeito ao clima, havendo jogos feitos com temperaturas superiores a 40°C, o que pode obviamente causar desidratação. Dado que alguns jogos chegam a durar mais de cinco horas, podem ser razão suficiente para causar fadiga em atletas com menor capacidade aeróbia.

1.2 - Adaptações cardiovasculares e respiratórias ao treino

Com o treino aeróbio surge um aumento da actividade metabólica, na medida em que se verifica uma redução da massa gorda e um aumento do número de mitocôndrias. Melhora a função cardíaca e a circulação sanguínea periferal, melhora também a capacidade das fibras musculares de gerar maiores quantidades de adenosina trifosfato. Contribui também para o aumento da percentagem de fibras do tipo I nos membros inferiores, que por sua vez leva a uma maior capacidade de remoção de lactato. Constata-se assim, que o treino através desta via, também permite um aumento do VO₂máx e uma redução da FC basal, beneficiando a condição física do atleta e sua consequente performance.

O treino aeróbio regular desenvolve resistência cardiorespiratória, que é a habilidade de aguentar prolongados exercícios que envolvem grupos muscular relativamente grandes e está relacionada com o desenvolvimento da capacidade dos sistemas cardiovascular e respiratório de manter o transporte de oxigénio para os músculos utilizados durante longos esforços.

Outras adaptações cardiovasculares ao treino dão-se a nível do tamanho do coração, volume sistólico, frequência cardíaca, débito cardíaco, fluxo sanguíneo, pressão arterial e volume sanguíneo (Kenney et al, 2011).

1.3 - Frequência cardíaca

Durante um encontro de ténis, na vertente de singulares, a FC média varia entre os 140 e os 160 bpm, em atletas treinados, com idades entre os 20 e os 30 anos, apesar de em pontos mais prolongados ou com trocas de bola mais rápidas poder atingir os 190 ou até os 200 bpm (Konig et al, 2001; Ferrauti et al., 2003; Martin et al., 2010). Mesmo sendo a natureza de esforços rápidos e paragens bruscas, não se verificam grandes diferença na FC

entre alturas de jogo e alturas de repouso, notando-se até um FC maior durante as alturas de repouso (trocas de campo ou paragens entre pontos)(Christmass et al., 1998).

A literatura da especialidade não é unânime acerca da diferença verificada na frequência cardíaca entre jogos de serviço e jogos de resposta, havendo autores que não encontraram diferenças significativas (Smekal et al, 2001), enquanto que outros constataram uma frequência cardíaca mais elevada nos jogos de serviço (Elliot et al, 1985; Urhausen et al, 1990; Fernandez-Fernandez et al, 2007) numa diferença de cerca de 10bpm, durante os pontos, e de 8bpm entre os pontos.

O facto de os diversos autores terem encontrado resultados não concordantes, pode ser justificado pelas diferenças da metodologia usada nos estudos que levaram a cabo.

Reilly and Palmer (1994) afirmam que a frequência cardíaca mais elevada no jogador que serve, se deve ao seu papel mais activo e dominante no ponto. Já Baron et al (1992) e Therminarias et al (1991) atribuem esse aumento ao stress psicológico do jogador que serve, resultando numa libertação elevada de epinefrina que pode contribuir para o aumento da sua frequência cardíaca.

Na caracterização do ténis deve-se ter em conta que certos efeitos fisiológicos, como a variação da FC, se relacionam com um elevado stress mental em desportos como o ténis, stress esse causado por factores como o sistema de pontuação e uma elevada exigência cognitiva, técnica e táctica (Baron et al., 1992; Weber et al, 1996)

1.3.1 - Função Autonómica Cardíaca

A função autonómica cardíaca é fundamental para a compreensão do sistema nervoso autónomo (Freeman, 2006), este influencia directamente a frequência cardíaca com activações do sistema nervoso autónomo simpático e parassimpático (Appel et al, 1989).

A relação entre o sistema nervoso simpático e parassimpático regula a recuperação da frequência cardíaca após o exercício físico. O rápido decréscimo da frequência cardíaca

é influenciada pela reactivação parassimpática (Buchheit et al., 2007), o que faz com que a recuperação de frequência cardíaca represente uma medida fácil de obter e não invasiva para avaliar a função parassimpática. Após o exercício físico dá-se uma redução da atividade simpática e uma reactivação da actividade parassimpática (Kannankeril and Goldberger, 2002), foi observado que na recuperação após o esforço dá-se um aumento do efeito parassimpático na frequência cardíaca, enquanto que o efeito simpático diminui (Goldberger et al., 2014). Estudos mostraram uma recuperação da frequência cardíaca mais rápida em sujeitos com níveis aeróbios mais elevados, definidos pelo consumo máximo de oxigénio ($VO_{2máx}$) (Carnethon et al., 2005; Cole et al., 1999).

Bonaiuto et al. (2012) demonstraram que, no futebol, os jogadores de campo (defesas, médios e avançados) por terem papéis que requerem um misto de actividades metabólicas, mas com uma componente aeróbia mais elevada, apresentam uma função autónoma cardíaca mais acentuada dos que os guarda-redes, cujos movimentos executados são quase exclusivamente anaeróbios alácticos. O mesmo estudo também conclui que atletas que praticam desportos com várias repetições de sprints são propensos a ter uma melhor adaptação autónoma que outros.

1.4 - Consumo de oxigénio (VO_2)

O consumo máximo de oxigénio ($VO_{2máx}$) é o dado mais usado para a avaliação cardiorespiratória do nível de fitness de um individuo. $VO_{2máx}$ é a capacidade máxima que o corpo de uma pessoa captas, transporta e usa oxigénio durante o exercício (Tonis et al., 2012).

O procedimento mais preciso para medir o $VO_{2máx}$ é a medição directa, usando um analisador de gases durante um teste de exercício máximo. Contudo, este teste é demorado e requer o uso de equipamento dispendioso por pessoal especializado e num ambiente de laboratório. É também necessário que os executantes estejam motivados e com vontade de executar o teste até á exaustão, pois a falta de motivação e performances abaixo da capacidade máxima dos indivíduos torna os resultados inviáveis para muitos grupos de estudo (Noonan and Dean, 2000).

Para encontrar maneiras mais facilmente praticáveis de determinar o $VO_{2máx}$ de um indivíduo, por estimativa, foram desenvolvidos protocolos de testes sub-máximos. A maioria desses testes baseiam-se na relação linear entre o VO_2 e a frequência cardíaca a uma certa intensidade de exercício, que é fixada pelos protocolos dos testes executados (Noonan and Dean, 2000; Ebbelin et al., 1991).

Estes testes sub-máximos, apesar de serem possíveis de executar com mais facilidade e serem mais económicos também têm desvantagens, pois são uma estimativa momentânea do $VO_{2máx}$ e pode não representar o valor real do $VO_{2máx}$ que pode ser alterado devido a variações do dia-a-dia como o nível de stress (Tonis et al, 2012). Contudo, os testes sub-máximos são considerados satisfatórios para estimar o $VO_{2máx}$ e são usados com regularidade para avaliar os níveis de fitness de atletas (Noonan and Dean, 2000).

Devido á influência do stress e de factores ambientais na frequência cardíaca, a relação entre a FC e o nível de actividade é mais forte para actividades de intensidade moderada do que para actividades de baixa intensidade (Tonis et al., 2012).

Como foi apresentado anteriormente durante um encontro de ténis, em média um jogador tem um consumo de oxigénio de 29ml/kg/min (Fernandez et. al.,2006), mas esse valor varia conforme o estilo de jogo dos atletas. Foi observado (Smekal et al., 2001) que quando um jogador está a servir, apresenta valores de VO_2 ligeiramente superiores quando efectua jogadas de ataque do que quando defende ($30,8 \pm 5,7$ e $27,5 \pm 5,1$ ml/Kg/min, respectivamente). Apesar disso, Bernardini et al. (1998) verificaram que jogadores defensivos (que jogam sobretudo atrás da linha de fundo) apresentam valores de $VO_{2máx}$ mais elevados do que jogadores que praticam um estilo de jogo ofensivo, com bastantes subidas á rede e serviços ganhantes, enquanto que jogadores mistos ou neutros apresentam valores intermediários.

Num estudo que envolveu exercícios de deslocamento com e sem batidas na bola Bekraoui et al. (2012) verificaram que o gesto técnico em si tem um consumo extra entre 2,8 e 4,0ml/kg/min, comparando o mesmo exercício realizado á mesma intensidade sendo a execução do gesto técnico a única variável. Este estudo foi realizado com gestos técnicos de esquerda e de direita, para o gesto técnico de serviço não foi encontrada nenhuma informação.

Capítulo II

Metodologia

2.1 - Caracterização da amostra

O presente estudo foi realizado com a ajuda de 10 atletas da Felner Tennis Academy, dos sexos masculino (7 atletas) e feminino (3 atletas). Estes atletas tinham uma idade compreendida entre os 14 e os 17 anos ($16,29 \pm 0,94$), integrando-se assim nos escalões de Sub-16 e Sub-18. Os atletas incorporados no estudo encontravam-se posicionados dentro das primeiras 100 posições do ranking nacional do respectivo escalão e/ou ingressavam em rankings internacionais. A amostra tinha uma estatura média de $171,1 \pm 4,86$ cm e uma massa corporal de $59,7 \pm 5,33$ kg.

Todos os atletas que participaram no estudo foram esclarecidos sobre o objectivo do mesmo e sobre os testes que iriam realizar, previamente da sua execução. Tanto aos atletas como aos seus pais foi pedido que assinassem um termo de consentimento.

2.2 - Desenho do estudo

Numa primeira fase do desenvolvimento deste estudo, os atletas realizaram um teste de Luc-Léger para estimar o VO₂ máximo e determinar a sua frequência cardíaca máxima.

Posteriormente foi efectuado um exercício de serviços. No início do treino realizou-se o aquecimento habitual, administrado pelo treinador, após o qual os atletas tiveram um tempo de repouso. A amostra realizou um gesto técnico de serviço, tendo a frequência cardíaca sido registada no momento do início do movimento de serviço e no momento após a pancada na bola, repetiu-se o procedimento mais duas vezes com 1

minuto de intervalo entre cada repetição. Este exercício foi usado para avaliar as alterações da frequência cardíaca provocadas pelo facto de estar a executar um serviço.

Numa fase mais avançada, foi registada a frequência cardíaca, de cada atleta, ao longo de um encontro, de cada atleta, de ténis na vertente de singulares. Os encontros observados integravam-se em competições que obedecem às regras da Federação Portuguesa de Ténis (FPF) e/ou da International Tennis Federation (ITF).

Houve também uma avaliação antropométrica dos atletas, descrita mais á frente, e uma avaliação da frequência cardíaca de repouso, para a qual foi pedido aos atletas que durante 3 dias colocassem o cardiofrequencímetro Polar RS800CX (Polar Electro, Finland) ao acordar e registassem a frequência cardíaca durante 1 minuto.

Por fim procedeu-se à análise dos dados recolhidos, utilizando softwares apropriados.

2.3 - Teste de Luc-Léger

Este é um teste máximo e progressivo com o objectivo de estimar o VO_2 máx. É um teste fácil de aplicar em campo.

Os atletas realizaram percursos de 20 metros consecutivos até á exaustão. A velocidade a que os atletas fazem cada percurso é imposta por sinal sonoro.

Ao primeiro sinal sonoro corresponde o momento da partida, os atletas têm então que percorrer os 20 metros, que foram previamente demarcados no chão, antes do próximo sinal sonoro, sendo obrigatório transpor a linha. Este processo repete-se até ao fim do teste, que acontece quando o indivíduo não transpõe a linha antes do sinal sonoro por 2 vezes consecutivas.

O intervalo entre sinais sonoros dita a velocidade de corrida dos atletas, que é iniciada a $8,5 \text{ km.h}^{-1}$. O teste é consistido por vários patamares de 1 minuto com um incremento de $0,5 \text{ km.h}^{-1}$, o que se traduz numa diminuição do tempo entre os sinais sonoros.

Antes da execução deste teste foi instalado um cardiofrequencímetro Polar RS800CX (Polar Electro, Finland) a cada atleta.

Feito o teste, é possível estimar o $\text{VO}_2\text{máx}$ dos atletas através da equação apresentada em baixo.

$$\text{VO}_2\text{máx (ml.kg}^{-1}\text{.min}^{-1}) = 31,025 + (3,238 \times \text{Vel}) - (3,248 \times \text{Idade} + 0,1536 (\text{Vel} \times \text{Idade}))$$

- Idade expressa em anos
- Vel = Velocidade Atingida

$$\text{Velocidade Atingida} = 8 + (0,5 \times \text{P})$$

- P corresponde ao patamar atingido

Este teste foi concebido por Luc Léger em 1980.

2.4 - Monitorização dos encontros

Para cada atleta foi monitorizado um encontro da vertente de singulares, do qual foram analisadas as frequências cardíacas médias dos primeiros 30 pontos de serviço e 30 pontos de resposta.

Antes do encontro foi instalado no atleta um cardiofrequencímetro, cujo início de registo foi sincronizado com o início de uma gravação de vídeo do encontro.

Todos os encontros monitorizados foram realizados em competições que obedecem às regras da Federação Portuguesa de Ténis (FPF) e/ou da International Tennis Federation (ITF).

2.5 - Avaliação antropométrica

2.5.1 - Estatura

A estatura total dos atletas foi medida, estando os atletas descalços, na posição anatómica de referência e com a parte posterior do corpo e da cabeça encostados a uma parede. Foi medida a distância do vértex da cabeça ao chão com uma fita métrica da marca *Stanley*.

2.5.2 - Massa Corporal

A medição da massa corporal foi feita com o auxílio de uma balança electrónica da marca *Camry*, modelo *EB9015*. Os atletas colocaram-se em cima da balança descalços e com o mínimo de vestuário, após estabilizar foi retirada a leitura do visor da balança.

2.5.3 - Percentagem de massa gorda

Esta variável foi calculada a partir da medida de sete pregas subcutâneas: peitoral, axilar média, tricipital, subescapular, supraeliaca, abdominal e coxa.

As pregas subcutâneas foram medidas em milímetros, usando um adipómetro da marca *Slim Guide*.

O cálculo da percentagem de massa gorda foi feito usando as fórmulas abaixo:

- Homens

$$DC = 1,112 - 0,00043499 \times (SP) + 0,00000055 \times (SP)^2 - 0,00028826 \times (Idade)$$

- Mulheres

$$DC = 1,097 - 0,00046971 \times (SP) + 0,00000056 \times (SP)^2 - 0,00012828 \times (Idade)$$

- DC = Densidade corporal

- SP = Soma das 7 pregas (mm)

- Idade expressa em anos

Após calculada a densidade corporal, tanto para homens como para mulheres, utiliza-se a seguinte fórmula para calcular a percentagem de massa gorda:

$$\%MG = (457 / DC) - 414,2$$

Estas fórmulas e metodologia foram retiradas do livro de Thompson et al (2010).

2.6 - Avaliação da frequência cardíaca

Ao longo do estudo, e durante todos os momentos de registo da frequência cardíaca, os equipamentos utilizados foram cardiofrequencímetros Polar RS800CX (Polar Electro, Finland) cedidos pela FCDEF-UC, os registos foram efectuados com um intervalo de batimento a batimento.

Antes de cada momento de avaliação da frequência cardíaca foi colocada a fita do cardiofrequencímetro à volta do tórax de cada atleta, sobre o terço distal do esterno e o relógio/receptor no pulso mais confortável para o atleta.

Tanto no exercício de serviços, como no encontro avaliado a cada indivíduo fez-se uma gravação de vídeo. Em ambos os casos o vídeo foi sincronizado com o início de registo do cardiofrequencímetro.

2.7 - Análise

Os dados recolhidos referentes à frequência cardíaca foram analisados recorrendo aos softwares *Polar Pro Trainer* e *Microsoft Office Excel*.

2.8 - Estatística

Para a análise estatística dos dados recolhidos foram usados os softwares informáticos *Statistical Program for Social Sciences - SPSS* versão 17.0 e o *Microsoft Office Excel*. Estatística descritiva foi utilizada para caracterização da amostra.

Foi feita uma análise comparativa entre valores médios da frequência cardíaca nos pontos de serviço e os pontos de resposta, com recurso ao teste estatístico *T de Student* para variáveis independentes com o intuito de verificar se existem diferenças estatisticamente significativas.

Também foi utilizado o teste de correlação não paramétrico de *Spearman*, para verificar se havia correlação de alguma das variáveis analisadas com a diferença verificada no passo anterior.

Capítulo III

Resultados

3.1 - Caracterização da amostra

Este estudo foi efectuado com a ajuda de uma amostra de 10 tenistas dos escalões Sub-16 e Sub-18. Os atletas foram avaliados nas variáveis abaixo enumeradas.

Tabela 1 - Caracterização da amostra pelas variáveis analisadas

	Média ± desvio padrão
Idade (anos)	16 ± 0,94
Massa corporal (kg)	59,7 ± 5,33
Estatura (cm)	171,1 ± 4,86
% massa gorda	9,19 ± 2,76
FCmáx (bpm)	204 ± 9,99
FCrepouso (bpm)	58,4 ± 2,5
FCreserva (bpm)	145,6 ± 9,43
VO ₂ máx (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	49,41 ± 5,37

3.2 - Frequência cardíaca

Foi registada a FC de um encontro em competição a cada atleta da amostra. Verificou-se um FC média de $151,75 \pm 8,78$ bpm, o que corresponde a uma média de 74,39% da FCmax.

Tabela 2 - Frequências cardíacas médias durante o encontro analisado

	FC (bpm)
Atleta 1	166,43
Atleta 2	144,53
Atleta 3	154,79
Atleta 4	142,06
Atleta 5	145,32
Atleta 6	152,49
Atleta 7	156,61
Atleta 8	146,35
Atleta 9	144,14
Atleta 10	164,78
Média ± DP	151,75 ± 8,78

3.2.1 - Serviços em repouso

Neste exercício verificou-se que, em repouso, a execução do gesto técnico de serviço teve um incremento médio de $13,1 \pm 2,92$ bpm na FC.

Tabela 3 - Médias ± desvio padrão da FC no momento, em repouso, do início do movimento de serviço e no momento da pancada. * $p < 0,05$, segundo teste estatístico não paramétrico Wilcoxon.

Início do movimento (bpm)	Momento da pancada (bpm)	Sig.
$91,70 \pm 7,70$	$104,80 \pm 8,51$	0,005*

A FC média registada durante o minuto prévio ao início do movimento de serviço mostra valores semelhantes á FC no momento do início do movimento de serviço, havendo uma diferença de 1,96bpm entre os dois, não mostrando diferenças significativas,

Tabela 4 - Médias \pm desvio padrão da FC no momento do início do movimento de serviço e no minuto anterior.

*p > 0,05, segundo teste estatístico não paramétrico Wilcoxon.

1 minuto antes do serviço (bpm)	Início do movimento (bpm)	Sig.
89,74 \pm 4,88	91,70 \pm 7,70	0,074*

Após a execução do serviço, sem continuar a jogar, registou-se um quebra na FC e um posterior subida até valores superiores aos verificados no momento de batida na bola, como demonstrado na imagem seguinte.

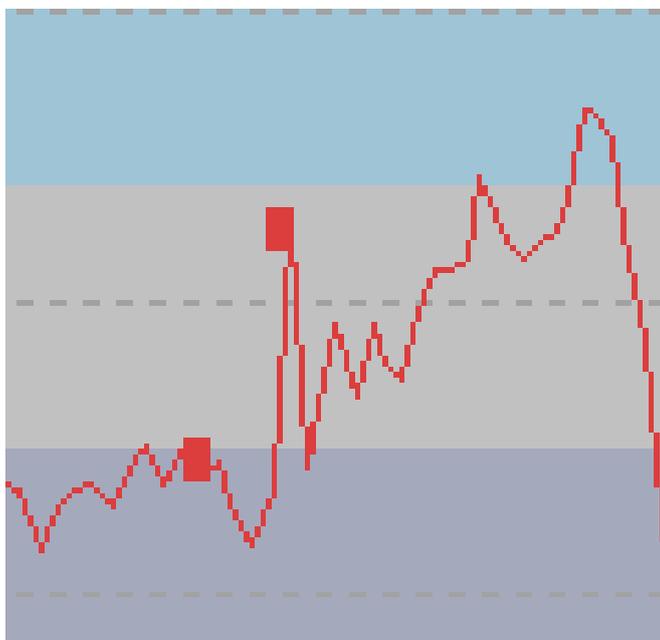


Figura 2 - Representação, no software *Polar Pro Trainer*, da FC de um atleta da amostra na execução de um serviço.

Na imagem podemos ver, marcado pelo quadrado da esquerda, o momento do início do movimento de serviço e o quadrado da direita representando o momento da pancada na bola. Verificou-se uma diferença média de $13,1 \pm 2,92$ bpm entre a FC do momento em que a FC é mais elevada e o momento da pancada, estando separados por 11s.

Tabela 5 - Médias \pm desvio padrão da FC no momento da pancada e no máximo atingido. * $p < 0,05$, segundo teste estatístico não paramétrico Wilcoxon.

Momento da Pancada (bpm)	Máximo Atingido (bpm)	Sig.
$104,8 \pm 8,51$	$117,9 \pm 10,13$	0,005*

3.2.2 - Serviços em situação de jogo

Enquanto que, em repouso, verificou-se um incremento médio de $13,1 \pm 2,92$ bpm na frequência cardíaca ao executar o gesto técnico de serviço, essa diferença não se verifica quando o gesto técnico é executado em situação de jogo competitivo. Nesta situação apenas se verifica um incremento médio de $0,08 \pm 0,97$ bpm entre o início do gesto técnico de serviço (momento em que o atleta inicia o movimento de lançamento da bola ao ar) e o momento de impacto da raquete na bola, notando-se uma FC média $150,86 \pm 7,48$ bpm e de $150,94 \pm 7,47$ bpm nos dois momentos, respectivamente.

3.2.3 - Análise da frequência cardíaca geral em competição

Para a amostra estudada verificou-se uma diferença estatisticamente significativa ($p = 0,000$) entre a frequência cardíaca média dos pontos de serviço e a frequência cardíaca média dos pontos de resposta, com valores de $152,41 \pm 15,45$ bpm e $144,73 \pm 15,34$ bpm respectivamente.

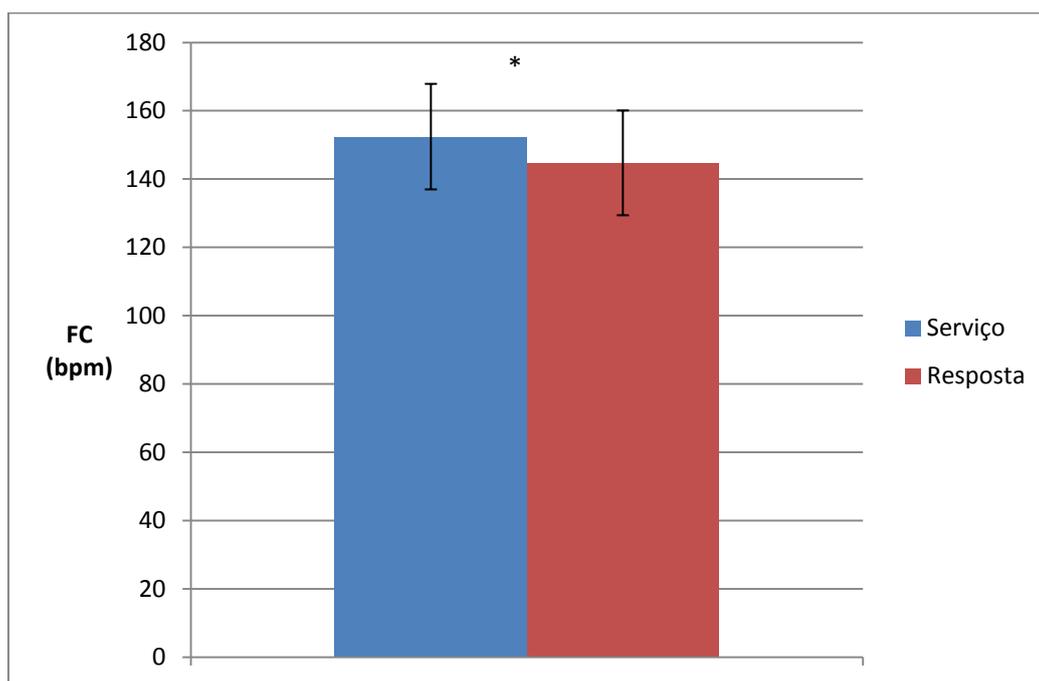


Gráfico 1 - Frequências cardíacas médias de 300 pontos de serviço (barra azul) e 300 pontos de resposta (barra vermelha). O desvio padrão está representado pelos traços verticais. * $p < 0,05$

Tabela 6 - Diferença geral entre a FC média dos pontos de serviço e dos pontos de resposta.

	Serviço	Resposta	Diferença
FC (bpm)	152,41	144,73	7,68

3.2.4 - Análise da frequência cardíaca individual em competição

Apesar de na totalidade da amostra se verificar uma diferença estatisticamente significativa em relação á diferença entre a frequência cardíaca média dos pontos de serviço e os pontos de resposta, essa diferença não se verifica em todos os atletas. 3 dos 10 atletas da amostra não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. O que vem reforçar o facto de que o treino deve ser individualizado uma vez que a resposta não obedece a regras.

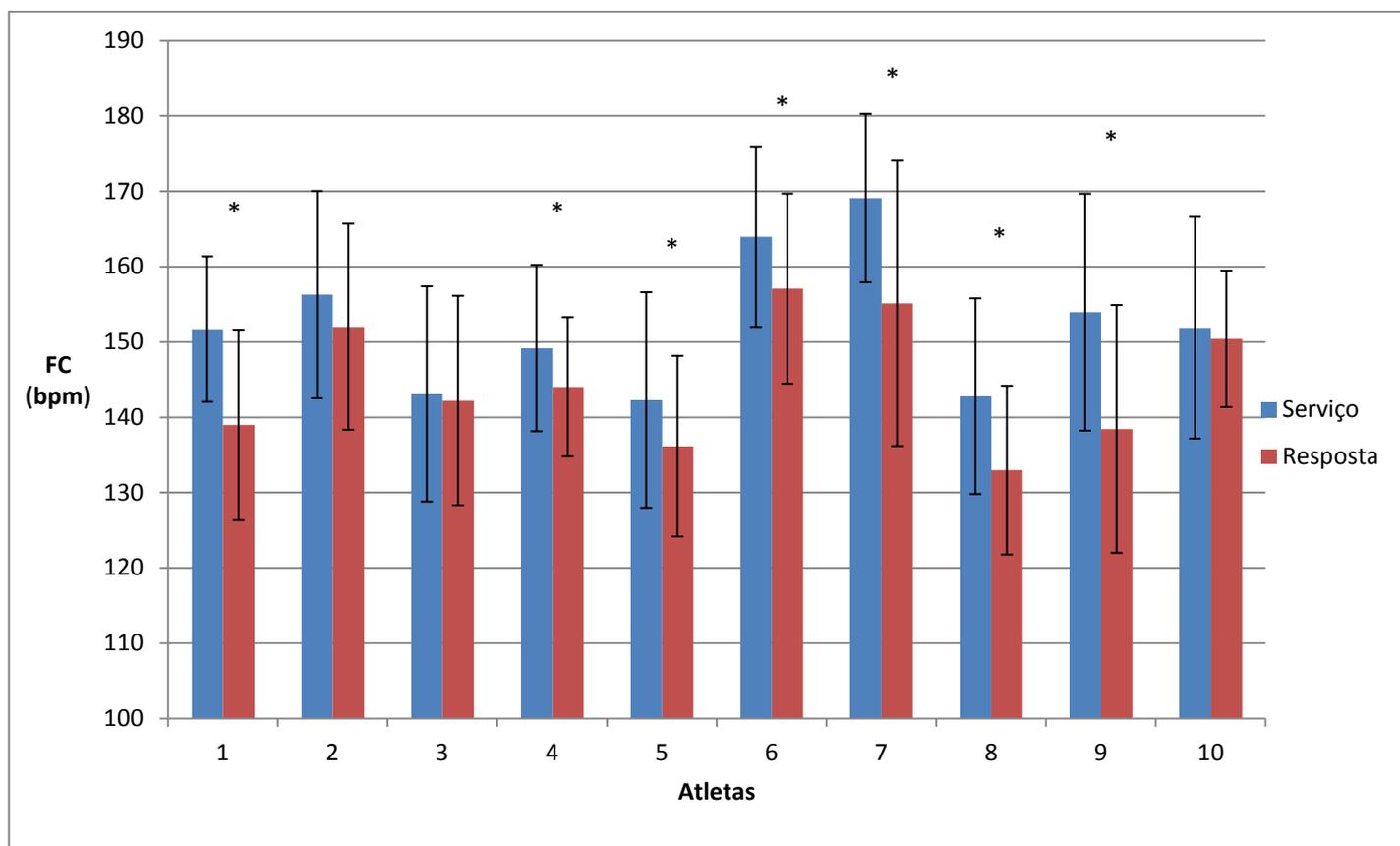


Gráfico 2 - Frequências cardíacas médias de 30 pontos de serviço (barras azuis) e de 30 pontos de resposta (barras vermelhas) de cada um dos dez atletas da amostra. O desvio padrão está representado pelos traços verticais. Os casos em que se verificaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) estão assinalados com um "*".

Tabela 7 - Diferenças individuais entre a FC média dos pontos de serviço e dos pontos de resposta

	FC Serviço (bpm)	FC Resposta (bpm)	Diferença (bpm)
1	151,69	138,96	12,73
2	156,27	152	4,27
3	143,08	142,21	0,87
4	149,17	144,03	5,14
5	142,28	136,14	6,14
6	163,96	157,06	6,9
7	169,08	155,11	13,97
8	142,78	132,96	9,82
9	153,94	138,43	15,51
10	151,87	150,4	1,47

3.3 - Correlações

As variáveis analisadas a cada atleta foram utilizadas para verificar e estudar as relações existentes entre cada uma delas para além das diferenças que se verificaram existir entre a FC dos pontos de serviço e dos pontos de resposta, utilizando o teste estatístico não paramétrico de Spearman. Considerando necessário $p < 0,05$ para se verificar uma correlação estatisticamente significativa pode-se afirmar que nenhuma das variáveis se correlaciona com as diferenças verificadas, sendo que a FCmáx. é a que mais de aproxima.

Tabela 8 - Valores de "p" (sig.) e coef. corr. (coeficiente de correlação), segundo teste não paramétrico de Spearman para correlacionar as diferenças entre a FC dos pontos de serviço e dos pontos de resposta com as variáveis analisadas.

		Idade	FCmáx	VO2máx	Massa	%MG
Diferença FC	Coef. corr.	0,505	0,588	0,320	0,431	-0,539
	Sig.	0,137	0,074	0,367	0,214	0,108
		FCrep	FCres	Estatura	FC jogo	ranking
Diferença FC	Coef. corr.	0,275	0,275	0,171	-0,115	0,103
	Sig.	0,441	0,441	0,636	0,751	0,776

Analisando o ranking dos atletas já encontramos correlação com a frequência cardíaca de repouso e, conseqüentemente, com a frequência cardíaca de reserva (sig. = 0,036), havendo uma correlação positiva, ou seja quanto maior (pior) for ranking maior é a FCrep e a FCres.

Tabela 9 - Valores de "p" (sig.) e coef. corr. (coeficiente de correlação), segundo teste não paramétrico de Spearman para correlacionar o ranking com as variáveis analisadas. *p < 0,05

		VO2máx	FCmáx	Massa	%MG	FCrep			
Ranking	Coef. corr.	-0,123	0,492	-0,003	0,267	0,666			
	Sig.	0,734	0,148	0,993	0,455	0,036*			
		FCres	Estatura	FC serv	FC resp	Diferença FC	FC jogo		
Ranking	Coef. corr.	0,666	-0,365	0,213	0,079	0,103	-0,146		
	Sig.	0,036*	0,300	0,554	0,828	0,776	0,688		

Apesar não terem correlação estatisticamente significativa com o ranking, pode-se observar que algumas correlações apresentam um coeficiente negativo, sendo elas o VO2máx, a massa, a estatura e a FC média de jogo, indicando que para a amostra estudada quanto melhor for o ranking (valores numéricos mais baixos) maiores são os seus valores.

Foram também encontradas correlações estatisticamente significativas entre o VO_{2máx} e a %MG (sig. = 0,003) da amostra, com um coeficiente de correlação negativo (-0,825), o que indica que quanto maiores são os valores do VO_{2máx} menor é a %MG e vice-versa.

A massa correlaciona-se com a estatura positivamente, com um coeficiente de correlação de 0,756 e uma significância de 0,020, ou seja quanto mais massa tiver o individuo maior é a sua estatura e quanto menor a massa menor a estatura. A FC de serviço também se correlaciona significativa e positivamente com a FC de resposta, com um sig. de 0,011 e um coeficiente de correlação de 0,756.

Capítulo IV

Discussão

Os resultados obtidos na realização deste estudo permitiram observar que, para esta amostra de 10 jovens tenistas de competição de idades compreendidas entre os 14 e os 17 anos (escalões de Sub-16 e Sub-18), apresentando um média de $16,29 \pm 0,94$ anos, rankeados entre os 100 primeiros da classificação da Federação Portuguesa de Ténis do respectivo escalão ou com classificações em rankings internacionais, se confirmou a premissa de que há uma diferença estatisticamente significativa na frequência cardíaca entre pontos de serviço e pontos de resposta ($p=0,000$).

Estes resultados confirmam, em situação de competição, os estudos realizados por Elliot et al. (1985) e Urhausen et al. (1990), que chegaram á mesma conclusão em jogos simulados. Mas por outro lado contrariam os achados de Smekal et al (2001), que não verificou qualquer diferença.

Elliot et al., e Urhausen et al., verificaram uma diferença de 10bpm no decorrer dos pontos, sendo a frequência cardíaca mais elevada nos pontos de serviço. Essa diferença não se verificou tão acentuada no presente estudo. Foram obtidos valores médios de $152,41 \text{ bpm} \pm 15,45$ no caso dos pontos de serviço e de $144,73 \text{ bpm} \pm 15,34$ nos pontos de resposta, o que dá uma diferença de 7,68bpm, ligeiramente mais baixa da que foi verificada nos estudos anteriormente mencionados. Esta divergência pode ser explicada pela diferente faixa etária das amostras estudadas, ou pelo facto do presente estudo ter sido realizado com dados obtidos em situação de competição real, o que pode alterar o estado emocional dos atletas causando alterações na frequência cardíaca.

Vários estudos (Konig et al., 2001; Ferrauti et al., 2003; Martin et al., 2010) sugerem que num encontro de ténis na vertente de singulares a frequência cardíaca do atleta, em média, varia entre os 140 e os 160bpm. Os nossos resultados inserem-se nesta afirmação. Foram obtidos valores médios $151,75 \text{ bpm} \pm 8,78$, o que corresponde a 74,39% da frequência cardíaca máxima da amostra.

O objectivo geral deste estudo, verificar se existem diferenças estatisticamente significativas na frequência cardíaca entre pontos de serviço e pontos de resposta, foi

atingido e verificámos que na generalidade desta amostra existe essa diferença, com $p = 0,000$, mas também verificámos que essa diferença não se verificava em todos os atletas individualmente. 3 dos 10 sujeitos não mostraram diferenças significativas, havendo uma grande amplitude de valores a variar entre 0,87 e os 15,51bpm entre pontos de serviço e resposta.

Com estas divergências tentou-se encontrar uma variável fisiológica que se correlacionasse com a diferença de frequências cardíacas. Avaliaram-se a estatura, massa corporal, percentagem de massa gorda, FCmax, FCrepouso, FCreserva e $VO_2\text{max}$ a cada atleta e verificou-se se cada uma destas variáveis tinha correlação significativa com a diferença entre a frequência cardíaca média dos pontos de serviço e a dos pontos de resposta, não conseguindo encontrar um factor de correlação relevante em nenhuma delas.

Essa falta de correlação pode sugerir que essas diferenças se devem não a factores fisiológicos, mas a factores psicológicos como um stress mental mais acentuado em certas alturas do jogo em que o atleta está a perder e precisa de "segurar" o jogo de serviço para se manter no encontro. Pode também ser plausível que o nível do adversário tenha influência, pois um adversário com um nível muito inferior ou muito superior vai fazer com que o jogo não tenha tanta intensidade e emoção como um adversário com um nível mais semelhante ao atleta analisado.

Juntamente às variáveis apresentadas em cima há várias outras que podem influenciar a variação da frequência cardíaca nas situações de serviço e de resposta e, dessa maneira alterar a performance do atleta, que não puderam ser abordadas neste estudo, mas que podem servir para futuras investigações.

Entre todas as variáveis analisadas as correlações estatisticamente significativas encontradas foram entre o ranking dos atletas e a frequência cardíaca de repouso e de reserva (sig. = 0,036), entre o $VO_2\text{máx}$ e a percentagem de massa gorda (sig. = 0,003), entre a massa e a estatura (sig. = 0,020) e entre a FC de serviço e a de resposta (sig. = 0,011). Sendo o ranking dos atletas a variável que reflete a sua performance desportiva, verifica-se que melhores jogadores (com melhor ranking) têm frequências cardíacas de repouso e de reserva mais baixas.

Ao analisar a execução de serviços isolados em repouso ou seja, os atletas realizaram apenas o serviço, não continuaram a jogar após a execução do mesmo,

verificou-se uma influência do sistema nervoso parassimpático com um rápido decréscimo da FC logo após a pancada na bola, seguido de um aumento gradual durante 11 segundos até atingir um máximo de 117,9bpm (valores médios da amostra estudada), 13,1bpm mais elevado do que a FC no momento de batida da raquete na bola. Estas flutuações na FC não foram verificadas em situação de jogo, com esses valores a manterem-se semelhantes (diferença de 0,08bpm).

Não apenas durante o serviço, mas durante todo o encontro nota-se uma FC constante sem muitas variações, apesar de o ténis ser um desporto de esforços intermitentes e com breves períodos de repouso ao longo de um encontro. Estas observações vão de encontro aos resultados publicados por Saltin et al. (1976) que concluiu que se os períodos de repouso forem iguais ou inferiores a 15 segundos a FC mantém-se constante, tal como aos estudos de Reilly and Palmer (1994) e Friedman et al. (1984) que observaram uma homogeneidade de valores no decorrer dos encontros de ténis, não verificando diferenças entre os períodos de jogo e os períodos de repouso, afirmando que após 50 minutos de jogo a frequência cardíaca atinge um "steady state" (estado estável), apesar dos esforços intermitentes do jogo de ténis.

Capítulo V

Conclusão

Como já foi visto anteriormente, este estudo serviu para mostrar que os jogos de serviço e os jogos de resposta têm respostas fisiológicas diferentes, havendo uma frequência cardíaca mais elevada nos jogos de serviço e, conseqüentemente, um maior consumo de oxigénio.

Este tópico não é de consenso geral na literatura, mas a maioria dos estudos encontrados verificam resultados semelhantes aos encontrados para a amostra estudada nesta dissertação. Apesar de haver vários estudos a abordar o ténis e as respostas fisiológicas do ténis e do serviço em específico a literatura é bastante escassa em situações de competição oficial, sendo uma área ainda pouco explorada.

Embora tenham sido encontradas diferenças estatisticamente significativas entre a frequência cardíaca dos pontos de serviço e a frequência cardíaca dos pontos de resposta, não foram encontradas correlações entre essa diferença e a frequência cardíaca máxima, o consumo máximo de oxigénio, a frequência cardíaca de repouso e reserva, a frequência cardíaca média registada ao longo de um encontro, a massa, a percentagem de massa gorda, a estatura, a idade e o ranking. Podendo isso reflectir uma intensidade de jogo mais elevada para quem serve do que para quem responde, e/ou um nível mais elevado de stress psicológica na situação de serviço.

Capítulo VI

Bibliografía

- Baron, R., Petschnig, R., Bachl, N., Raberger, G., Smekal, G. and Kastner, P. 1992. *Catecholamine excretion and heart rate as factors of psychological stress in table tennis*. Int J Sports Med. 13: 501-505
- Bekraoui, N., Fargeas-Gluck, M. and Léger, L. 2012. *Oxygen uptake and heart rate response of 6 standardized tennis drills*. Appç Physiol Nutr Metab. 37:982-989
- Bernardini, M., De Vito, G. and Falvo, M. E. 1998. *Cardiorespiratory adjustment in middle-level tennis players: are long term cardiovascular adjustments possible?*
In: T Reilly, M Hughes, A Lees (Eds.). Science and Racket Sports / London: E & FN Spon
- Bergeron, M. F., Maresh, C. M., Kraemer, W. J., Abraham, A., Conroy, B. and Gabaree, C. 1991. *Tennis: a physiological profile during match play*. Int J Sports Med. 12: 474-479
- Christmass, M. A., Richmond, S. E., Cable, N. T., Arthur, P. G. and Hartmann, P. E. 1998. *Exercise intensity and metabolic response in singles tennis*. J Sports Sci. 16: 739-47
- Cooke, K. and Davey, P. 2001. *Tennis ball diameter: the effect on performance and the concurrent physiological responses*. J Sport Sci. 23: 31-9
- Davey, P. R., Thorpe, R. D. and Williams, C. 2002. *Fatigue decreases skilled tennis performance*. J Sport Sci. 20:4, 311-318
- Elliott, B. 2006. *Biomechanics and tennis*. Br J Sports Med. 40:392-396
- Elliott, B., Dawson, B. and Pyke, F. 1985. *The energetics of single tennis*. J Hum Mov Stud. 11: 11-20
- Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A. and Pluim, B. M. 2006. *Intensity of tennis match play*. Br J Sports Med. 40:387-391

- Fernandez-Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., Fernandez-Garcia, B. and Terrados, N. 2007. *Match activity and physiological responses during a junior female singles tennis tournament*. Br J Sports Med. 41(11):711-6
- Ferrauti, A., Schulz, H. and Struder, H. K. 1998. *Metabolism in tennis and running with similar oxygen uptake and duration*. Int J Sports Med. 19
- Ferrauti, A., Weber, K. and Wright, P. R. 2003. *Endurance: basic, semi-specific and specific*. In: Reid, M., Quinn, A. and Crespo, M., eds. *Strength and conditioning for tennis*. London: ITF, 93-111
- Fox, M. and Keteyian, S. 2000. *Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte*. 6ª Edição. Editora Guanabara Koogan S.A.
- Friedman, D. B., Ramo, B. W. and Gray, G. J. 1984. *Tennis and cardiovascular fitness in middle-aged men*. Physician Sportsmed. 12, 87-92
- Galiano, O. 1992. *La selección de talento en tenis*. Editora Paidotribo
- Gómez, C. 1999. *Fundamentos prácticos de la preparación física en el tenis*. Editorial Paidotribo.
- Hilmert, C. J., Teoh, A. N. and Roy, M. M. 2014. *Effort and negative affect interact to predict cardiovascular responses to stress*. Psychology & Health. 29;1: 64-80
- Kenney, W. L., Wilmore, J. and Costill, D. 2011. *Physiology of Sport and Exercise*. 5th edition
- Kovacs, M. S. 2006. *Applied physiology of tennis performance*. Br J Sports Med. 40: 381-386
- Kovacs, M. S. and Ellenbecker, T. S. 2011. *A Performance Evaluation of the Tennis Serve: Implications for Strength, Speed, Power, and Flexibility Training*. Strength and Conditioning Journal. 33:22-30
- Konig, D., Huonker, M., Schmid, A., Halle, M., Berg, A. and Keul, J. 2001. *Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players*. Med Sci Sports Exerc. 33; 4: 654-658

- Martin, C., Therevenet, D., Zouhai, H., Mornet, Y., Delès, R., Crestel, T., Ben Abderrahman, A. and Prioux, J. 2010. *Effects of Playing Surface (Hard and Clay Courts) on Heart Rate and Blood Lactate During Tennis Matches Played by High-Level Players*. J Strength Cond Res. 24
- Pluim, B. 2004. *Physiological demands of the game*. In: Pluim, B., Safran, M. eds. From breakpoint to advantage: a practical guide to optimal tennis health and performance. Vista, CA: USRSA, 2004:17-23
- Reilly, T. and Palmer, J. 1994. *Investigation of exercise intensity in male single lawn tennis*. J Sports Sci. 11:543-558
- Roetert, E. P., Ellenbecker, T. S. and Reid, M. 2009. *Biomechanics of the tennis serve: implications for strength training*. Strength and Conditioning Journal. 31:35-40
- Ryu, R. K., McCormick, J., Jobe, F. W., Moynes D. R. and Antonelli, D. J. 1988. *An electromyographic analysis of shoulder function in tennis players*. American Journal of Sports Medicine. 16:481-485
- Saltin, B., Essen, B. and Pedersen, P. K. 1976. *Intermittent exercise: Its physiology and some practical applications*. In Medicine and Sport: Advances in Exercise Physiology (edited by E. Jokl), pp23-51. Basel: Karger
- Sanchís-Moysi, J., Idoate, F., Oldemillas, H., Guadalupe-Grau, A., Alayón, S., Carreras, A., Dorado, C. and Calbet, J. A. L. 2010. *The upper extremity of the professional tennis player: muscle volumes, fiber-type distribution and muscle strength*. Scand J Med Sci Sports. 20. 524-534
- Smekal, G., Von Duvillard, S. P., Rihacek, C., Pokan, R., Hofmann, P., Baron, R., Tschann, H. and Bachl, N. 2001. *A physiological profile of tennis match play*. Med Sci Sports Exerc. 33; 6: 999-1005
- Therminarias, A., Dansou, P., Chirpaz-Oddou, M-F., Gharib, C. and Quirion, A. 1991. *Hormonal and metabolic changes during a strenuous tennis match: effect of ageing*. Int J Sports Med. 12:10-16
- Thompson, W. R., Gordon, N. E. and Pescatello, L. S. 2010. *ACSM's guidelines for exercise and prescription*. 8th edition. American College of Sports Medicine

- Torres-Luque, G., Sánchez-Pay, A., Bazaco, M. J. and Moya, M. 2011. *Functional aspects of competitive tennis*. J Hum Sport Exerc. 6; 3: 528-539
- Trapp, M., Trapp, E., Egger, J. W., Domej, W., Schillaci, G., Avian, A., Rohrer, P. M., Horlesberger, N., Magometschnigg, D., Cervar-Zivkovic, M., Komericki, P., Velik, R. and Baulmann, J. 2014. *Impact of Mental and Physical Stress on Blood Pressure and Pulse Pressure under Normobaric versus Hypoxic Conditions*. PLOS ONE. 9;5
- Urhausen, A. B., Coen, B., Weiler, B. and Kindermann, W. 1990. *Evaluation of physical performance and training monitoring*. Leistungssport. 5:29-34
- Weber, K., Ferrauti, A., Struder, H. K. and Walber, C. 1996. *Catecholamine secretion during a tennis match in training and during a tournament*. Int J Sports Med. 17: 31

Apêndices

Termo de Consentimento

Eu, _____, autorizo a participação do/a meu/minha filho/a no projecto de tese do mestrado em Biocinética do aluno Miguel Leal Subtil Henriques da Silva, que tem como tema "Estudo da influencia do serviço e da resposta ao serviço, na variação da frequência cardíaca e na sua relação com variáveis do rendimento em jovens tenistas.", o qual lhe será explicado, e será desenvolvido sobre a tutela da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

Tive oportunidade de discutir os procedimentos com o candidato a mestre realizador da tese e percebo que o meu filho/educando irá ser avaliado quanto à frequência cardíaca através de métodos não invasivos.

Ele/a será livre de não participar ou desistir do estudo a qualquer altura, sem necessitar alegar qualquer razão e sem afectar a sua relação com a Faculdade.

_____, ____ de _____ de 2014

Assinatura do Encarregado de Educação

Eu, _____, concordo em participar nas sessões referentes ao estudo, cuja natureza me foi explicada de forma clara.

Percebo a natureza do meu envolvimento nas sessões e serei livre de desistir do estudo a qualquer momento,

_____, ____ de _____ de 2014

Assinatura do/a Atleta

Anexos

