

Perfil das Capacidades Físicas e *Performance* em Tenistas Portugueses de Alto Rendimento

Dissertação apresentada às provas de Mestrado em
Ciências do Desporto, realizado no âmbito do Curso
de 2º Ciclo em Treino de Alto Rendimento, nos termos
do Decreto-Lei nº 74/2006 de 24 de Março.

Orientador: Professor Doutor Eduardo Oliveira

Inês Nóbrega Barbosa

Porto, Junho 2016

Barbosa, I. (2016). *Perfil das capacidades físicas e performance em Tenistas Portugueses de Alto Rendimento*. Porto: I. Barbosa. Tese de Mestrado para a obtenção do Grau de Mestre em Treino de Alto Rendimento, apresentado à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chave: TÊNIS, DESEMPENHO FÍSICO, ALTO RENDIMENTO.

Agradecimentos

A elaboração deste trabalho só se tornou possível com a colaboração e encorajamento de diversas pessoas, às quais eu gostaria de manifestar o meu agradecimento:

Ao meu orientador, **Professor Doutor Eduardo Oliveira**, pela orientação, disponibilidade, compreensão, ajuda e transmissão de conhecimento ao longo deste trabalho.

Ao **Nuno Marques, André Lopes, Miguel Sousa, Emanuel Couto e Carlos Costa** pela possibilidade de realização deste trabalho, pela cooperação, pelo espírito de entreaajuda e pela amizade.

À **Federação Portuguesa de Ténis** por toda a simpatia e colaboração.

Aos **atletas** que participaram, que são a base deste trabalho e aos quais agradeço a colaboração, o empenho, a dedicação e a confiança.

Aos meus treinadores, **João, André, Miguel, Nogui, Vasco e Nuno**, por me despertarem a paixão pelo Ténis e pelo que me ensinaram.

Aos **meus pais**, pelos valores que me transmitem, pelo apoio e amor incondicionais em todos os momentos da minha vida.

Ao **meu irmão**, que é uma peça chave para a realização deste trabalho, pela disponibilidade e apoio constante.

À **Rita Freitas**, ao **Palito**, à **Bely** e ao **Luís Jorge**, pela disponibilidade e amizade sempre demonstrada.

Aos meus **amigos**, pela preocupação, amizade e incentivo que transmitem.

Índice Geral

Agradecimentos	I
Índice Geral	III
Índice de Figuras	V
Índice de Quadros	VII
Resumo	IX
Abstract	XI
Abreviaturas	XIII
1. Introdução	1
2. Revisão da Literatura	3
2.1. Caracterização da modalidade	3
2.2. Metabolismo e Sistemas Energéticos	7
2.3. Carga interna e externa – parâmetros de avaliação	8
2.4. Componentes Físicas	16
3. Objetivos e hipóteses	20
4. Material e métodos	21
4.1. Caracterização da amostra	21
4.2. Instrumentos	23
Desenho do estudo	23
Protocolo Experimental	23
4.3. Procedimentos estatísticos	27
5. Resultados	28
6. Discussão	43
7. Conclusão	51
8. Bibliografia	52

Índice de Figuras

Figura 1 - Componentes físicas necessárias para uma boa <i>performance</i> no ténis (Kovacs, 2007).....	17
Figura 2 – Teste de agilidade 505 (Draper & Lancaster, 1985) citados por (Sheppard & Young, 2006).....	25

Índice de Quadros

Quadro 1 – Duração dos pontos de acordo com as superfícies adaptado por (Kovacs, 2007).	6
Quadro 2 – Alterações dos valores de FC média, segundo diferentes tipos de jogo adaptado por (Kovacs, 2007).	11
Quadro 3 – Valores médios de VO ₂ máx em tenistas de elite adaptado por (Kovacs, 2007).	13
Quadro 4 – Valores médios de frequência cardíaca (FC), lactatemia (La) e percepção subjetiva do esforço (RPE) adaptado por (J. Fernandez et al., 2006)	15
Quadro 5 – Caracterização da amostra feminina.	22
Quadro 6 – Caracterização da amostra masculina.	23
Quadro 7 – Características da amostra feminina. Os dados apresentados contêm os valores das médias ($\bar{x}$), desvios-padrão (dp) e amplitude (mínimo-máximo).....	28
Quadro 8 – Características da amostra masculina.....	29
Quadro 9 – Resultados alcançados pelos tenistas no teste de impulsão vertical.	30
Quadro 10 - Resultados alcançados pelos tenistas da avaliação da velocidade (s) aos 5m, 10m e 20m obtidos pelas tenistas.	32
Quadro 11 – Resultados obtidos pelos tenistas durante o teste de agilidade (505) em segundos.	33
Quadro 12 – Resultados obtidos pelos tenistas no teste de Força Máxima dos Extensores do Joelho no Membro Preferido.	34
Quadro 13 – Resultados alcançados pelos tenistas no teste de Força Máxima dos Rotadores Internos (RI) e Rotadores Externos (RE) do Ombro no Membro Preferido (kg).....	35
Quadro 14 – Resultados atingidos pelos tenistas no teste de Força Máxima de Preensão Manual no Membro Preferido (kg).....	37
Quadro 15 – Resultados obtidos pelos tenistas no teste de Velocidade (km/h) e Precisão do Serviço (%).	38

Quadro 16 – Correlações entre todas as variáveis investigadas na amostra feminina.....	41
Quadro 17 – Correlações entre todas as variáveis investigadas na amostra feminina.....	42

Resumo

O impacto das características físicas sobre o desempenho no ténis de alto rendimento deverá ser compreendido por todos os profissionais da modalidade. Por este motivo, face à falta de informação das capacidades físicas dos tenistas portugueses, o objetivo do presente estudo foi avaliar se as características físicas estão relacionadas com o nível competitivo dos tenistas (ou seja, o ranking internacional e nacional). Um total de 17 tenistas masculinos e femininos, que participaram no estágio intermédio das seleções nacionais da *Fed Cup* e *Davis Cup*, foram avaliados de acordo com a seguinte bateria de testes: impulsão vertical (*squat jump* e *counter movement jump*), velocidade de *sprint* aos 5 metros, 10 metros e 20 metros, agilidade (*test 505*), força máxima isométrica dos extensores do joelho, dos rotadores internos e externos do ombro e preensão manual (*handgrip test*), e por último velocidade e precisão do serviço. Os resultados mostraram que o *squat jump* (SJ) ($r=-0,786$ ♀) na amostra feminina e a velocidade aos 5 metros ($r=0,672$ ♂), 10 metros ($r=0,833$ ♂) e 20 metros ($r=0,783$ ♂) na amostra masculina foram os mais correlacionados com o desempenho no ranking. Além disso, os tenistas melhor cotados no ranking apresentaram melhores níveis de desempenho, principalmente nas características físicas mais relevantes como na velocidade do serviço ($r=-0,200$ ♀), ($r=-0,250$ ♂). A velocidade de serviço e a estatura estão fortemente correlacionadas nas tenistas ($r=0,873$ ♀). Pelo contrário, nos tenistas a estatura e a velocidade de serviço apresentam uma correlação moderada e sem rendimento ($r=-0,571$ ♂). Os resultados destacam a influência de determinadas características físicas no desempenho do tenista, bem como a necessidade de incluir os indicadores avaliados no treino.

Palavras-chave: TÉNIS, CAPACIDADES FÍSICAS, DESEMPENHO, ALTO RENDIMENTO.

Abstract

The impact of physical characteristics on high-tennis performance should be understood by all professionals. For this reason, given the lack of information on the physical capacities of portuguese tennis plyers, the aim of this study is to evaluate if the physical characteristics are related to the competitive level of tennis players (ie international and national rankings). A total of 17 male and female tennis players who participated in the intermediate stage of the Portugal National Team of the Fed Cup and Davis Cup, were evaluated according to the following series of tests: vertical jump (squat jump and counter movement jump), speed to 5, 10 and 20 meters, agility (test 505), maximal isometric strength of the knee extensors, internal and external rotators of the shoulder and hand grip (handgrip test), and speed and accuracy of the serve. The results showed that the squat jump (SJ) ($r=-0,786$ ♀) in the female sample and the velocity at 5 m ($r=0,672$ ♂), 10 m ($r=0,833$ ♂) and 20 m ($r=0,783$ ♂) in the male sample were the most correlated with the performance in the ranking. Moreover, the best tennis players listed in the ranking showed better performance levels, especially in the relevant physical characteristics such as the speed of serve ($r=-0,200$ ♀), ($r=-0,250$ ♂). The serve speed and height are strongly correlated in tennis players ($r=0,873$ ♀). On the other hand, the tennis players height and the speed of serve have a moderate correlation and no income ($r=-0.571$ ♂). The results emphasize the influence of specific physical features of the player in the performance as well as the need to include indicators evaluated in practice.

Key Words: TENNIS, PHYSICAL CAPACITIES, PERFORMANCE, ELITE

Abreviaturas

ATP – Adenosina Trifosfato

ATP_R – Associação de Tenistas Profissionais

ATP/CP – Adenosina Trifosfato/Fosfocreatina

CAR – Centro de Alto Rendimento

BPM – Batimentos por Minuto

cm – Centímetros

CMJ – Countermovement Jump

dp – Desvio-padrão

$\bar{x}$ – Média

Ext – Extensores

FC – Frequência Cardíaca

FEM – Ranking Feminino para uniformizar a amostra

Fmáx – Força Máxima

FPT – Federação Portuguesa de Ténis

h – Hora

ITF – International Tennis Federation

ITFJC – International Tennis Federation Junior Circuit

kg – Quilograma

km – Quilómetro

km/h – Quilómetro por Hora

La – Lactatemia

m – Metro

máx – Máximo

min – Minuto

mín – Mínimo

ml - Mililitro

mmol.l⁻¹ – Milimoles por Litro

MP – Membro Preferido

PCr – Fosfocreatina

pH - potencial de hidrogénio

RE – Rotadores Externos

RI – Rotadores Internos

s – Segundos

SJ – Squat Jump

USTA – United States Tennis Associaton

Vel – Velocidade

VO₂ – Consumo do Volume de Oxigénio

VO_{2máx} – Consumo do Volume Máximo de Oxigénio

WTA – Women's Tennis Association

1. Introdução

Para alcançar o sucesso no ténis, é necessária uma combinação de variáveis como: talento, treino de qualidade, equipamento apropriado e compreensão das Ciências do Desporto fulcrais para alcançar a melhor *performance* possível (Elliott, 2006). Deste modo, o desenvolvimento do jogador, apoiado na evidência científica, permite uma abordagem individualizada e estruturada. A investigação científica serve de auxílio ao treinador para desenvolver programas de treino com o intuito de maximizar o desempenho e reduzir o risco de lesão no atleta (Kovacs, 2006).

O ténis, enquanto modalidade, com a sua popularidade entre o público e os *media*, a grande quantidade de participantes, os diversos torneios profissionais e amadores efetuados todas as semanas, tornou-se num desporto muito popular, levando a que o seu estudo crescesse exponencialmente. Deste modo, como modalidade altamente competitiva, exige a compreensão das principais variáveis fisiológicas (Groppel, 1986). Para Ojala and Häkkinen (2013) as alterações fisiológicas e da *performance* que ocorrem nos atletas durante a competição devem ser alvo de investigação.

As características do jogo de ténis têm vindo a evoluir ao longo dos tempos. É uma modalidade cada vez mais dinâmica e explosiva com pancadas realizados a elevadas velocidades, exigindo uma grande capacidade física ao atleta (Kovacs, 2007). Deste modo, os tenistas são obrigados a desenvolverem níveis mais elevados de aptidão física para que exista uma evolução progressiva e o desempenho no *court* seja bem-sucedido contra jogadores de elite (Fernandez-Fernandez, Sanz-Rivas, & Mendez- Villanueva, 2009) citados por (Ulbricht, Fernandez-Fernandez, Mendez- Villanueva, & Ferrauti, 2016). Portanto, vários autores referem que para se alcançar a elite do ténis é necessária uma combinação de capacidades como velocidade, agilidade, coordenação e potência, associado a uma boa capacidade aeróbia, bem como anaeróbia. Assim sendo, o desempenho de um tenista é fruto de uma interação complexa entre componentes físicas e vias metabólicas (Kovacs, 2007). Na tentativa de compreender quais são as capacidades mais e menos desenvolvidas em cada

tenista, tem sido utilizado uma bateria de testes físicos padronizada que possibilita uma importante informação ao treinador (Girard & Millet, 2009). Esta temática tem como principal objetivo identificar as capacidades que estão mais relacionadas com um bom desempenho no *court*. Contudo, ainda existem muitos resultados contraditórios, pelo que há uma necessidade de aumentar a pesquisa sobre as exigências físicas relacionadas com o desempenho, uma vez que ainda não são totalmente compreendidas (Girard & Millet, 2009; Ulbricht et al., 2016).

O objetivo do presente estudo foi perceber se as características físicas estão relacionadas com o desempenho dos jogadores, isto é, com o ranking apresentado pelos jogadores portugueses de elite.

2. Revisão da Literatura

2.1. Caracterização da modalidade

O ténis caracteriza-se por ser uma modalidade intermitente, com ações curtas e repetidas de alta intensidade, de curta duração do ponto e intercalado com curtos períodos de recuperação (J. Fernandez, Mendez-Villanueva, & Pluim, 2006; Kovacs, 2007). Contudo, a pesquisa no ténis é dificultada devido à variação da natureza do próprio jogo (Kovacs, 2007). É uma modalidade de habilidades abertas, onde a instabilidade do ambiente e a imprevisibilidade do jogo interferem constantemente nas tomadas de decisão dos jogadores, exigindo ao jogador uma grande capacidade de adaptação devido à diversidade de factores a controlar, como por exemplo: a duração total do jogo e dos pontos, a superfície do campo e o próprio estilo de jogo (Reid, Quin, & Crespo, 2003). Kovacs (2006) e J. Fernandez et al. (2006) acrescentam que para além do factor adversário, duração do jogo e estratégia as condições atmosféricas devem ser tidas em conta. Por vezes, um encontro de ténis pode demorar 1 hora (h), bem como 5h. Na maioria das competições o jogo é disputado à melhor de três sets, com uma duração média dos jogos de 1,5 horas (M. F. Bergeron et al., 1995). No entanto, em torneios do *Grand Slam*¹ e *Davis Cup*² as regras sofrem uma pequena alteração no número de sets, nos encontros do sector masculino. Para vencer a partida é obrigatório ganhar três sets, sendo que o jogo é disputado à melhor de cinco sets (ITF, 2015).

No jogo de ténis a duração dos pontos varia entre os 4 e os 10 segundos (s) (Kovacs, 2007). As regras permitem períodos de recuperação, que ocorrem entre pontos, mudanças de lado no final de um jogo e no final de um set. O tempo de descanso entre os pontos é de 20s, nas mudanças de lado é de 90s e após a finalização de um set é de 120s (ITF, 2015). Deste modo, a proporção entre o tempo de duração do ponto e o tempo de recuperação é de 1:2 a 1:5.

¹ Grand Slam – Torneios mais importantes da temporada de um jogador profissional. É constituído por quatro torneios: Open da Austrália, *Roland Garros*, *Wimbledon* e *US Open*, que acontecem segundo esta ordem.

² Davis Cup – é a principal competição mundial entre seleções masculinas.

Isto permite aos tenistas recuperarem rapidamente para o ponto seguinte (Kovacs, 2007).

Um dos principais factores que influencia o tipo de jogo de um tenista profissional é a superfície do *court* (O'Donoghue & Ingram, 2001). Segundo J. Fernandez et al. (2006) o tempo de jogo efetivo num *court* de terra batida (*clay*) varia entre 20 e 30% e entre 10 e 15% num campo de superfície rápida, sendo que o nível dos atletas, tática, sexo e tipo de bola têm uma forte influência. A superfície de terra batida utilizada no *Grand Slam* de *Roland Garros*, caracteriza-se por ser a superfície mais lenta, tornando os pontos ligeiramente mais longos, comparativamente com as superfícies de relva (*grass*) e piso rápido (*hardcourt*) (Kovacs, 2004a; O'Donoghue & Ingram, 2001). O ressalto da bola é mais lento, permitindo ao tenista uma preparação da pancada com mais tempo. Deste modo, o tempo de jogo tende a ser superior, exigindo uma melhor capacidade física e mental. Os tenistas que obtêm maior sucesso neste piso são os chamados “*baseliners*”³, caracterizam-se por exibirem as pancadas e os serviços com elevado efeito *topspin*⁴ (Coutinho, 2008). A superfície mais rápida e com a duração de ponto mais curta é a relva. Esta superfície é utilizada no torneio de *Wimbledon*, um dos quatro *Grand Slams* existentes ao longo do ano. O facto do torneio de *Roland Garros* ser jogado numa superfície lenta, os jogadores tendem a jogar o ponto no fundo do campo (51% dos pontos). Pelo contrário, no torneio de *Wimbledon*, apenas 19% dos pontos são jogados em cima da linha de fundo, o que demonstra uma maior variedade de jogo por parte dos tenistas (Kovacs, 2004a; O'Donoghue & Ingram, 2001). Na relva, o ressalto da bola caracteriza-se por ser bastante baixo e a grandes velocidades, dificultando assim a troca de bolas do fundo do *court*. Os tenistas mais bem sucedidos neste piso possuem um serviço muito potente (chapado e *slice*⁵) e um bom jogo de rede. O *slice* é uma pancada que é muito utilizada e que provoca algumas dificuldades aos tenistas, uma vez que o seu efeito faz a bola baixar rapidamente. Face a estas características o serviço-rede, ou seja, a

³ Baseliners – Tenistas que apresentam um estilo de jogo específico do fundo do campo.

⁴ Topspin – Efeito que tem como objetivo colocar a bola a rodar para a frente.

⁵ Slice – Efeito cortado que provoca uma trajetória curvilínea da bola, na pancada de serviço. Nas pancadas do fundo, a bola baixa rapidamente dificultando o adversário.

subida imediata à rede após a realização do serviço, é uma das táticas mais utilizadas pelos tenistas. A duração do ponto é menor relativamente aos outros pisos, sendo que a maioria dos pontos terminam logo no serviço ou na resposta. Deste modo, neste piso é exigido aos tenistas uma grande capacidade de concentração, pois uma quebra de serviço pode comprometer o resultado do jogo. Os pisos rápidos caracterizam-se por serem pisos mais equilibradas, isto é, permitem a obtenção de bons resultados tanto a um tenista especialista em terra batida como a um tenista especialista em relva. Neste piso, os tenistas que executam pancadas mais chapadas facilmente provocam dificuldades aos adversários, no entanto o bom ressalto da bola possibilita aos tenistas imprimir um grande *topspin* na bola, dificultando o jogo mais “reto” do adversário (Coutinho, 2008). Contudo, existem diferenças na duração dos pontos entre géneros. Normalmente, a duração do ponto num jogo entre o sexo feminino é de 7,1s, relativamente superior à duração do ponto num jogo entre o sexo masculino que é de 5,2s. Isto pode ser explicado pelo estilo de jogo. O jogo masculino é muito mais agressivo e diversificado e, por isso mais rápido que o jogo feminino. Deste modo, o tempo de jogo efetivo é superior no sexo feminino, uma vez que a duração do ponto é superior, bem como a duração do próprio jogo, quando ambos são jogados ao melhor de três *sets* (Kovacs, 2004a; O'Donoghue & Ingram, 2001). De uma forma geral, os pontos não ultrapassam os 13s, sendo que a maioria tem uma duração inferior a 10s (Kovacs, 2006) (ver quadro 1). Como já foi referido anteriormente, o tipo de bola provoca diferentes exigências ao jogo de cada atleta. Existem quatro tipos de bolas distintas, estas são utilizadas de acordo com a superfície do campo e altitude. A bola tipo 1 é a que atinge uma velocidade maior e menor ressalto. É utilizada em superfícies mais lentas, como a terra batida. A bola tipo 2 caracteriza-se por ter uma velocidade e ressalto intermédios. Este tipo de bola associa-se à superfície de piso rápido, uma vez exige um jogo mais agressivo e acelerado. A bola tipo 3 é de baixa velocidade e maior ressalto. Desta forma, a sua utilização está relacionada com a superfície de relva. Por último, a bola de elevada altitude. As principais diferenças entre as bolas são o tamanho e o ressalto da mesma. As bolas de tipo 1, 2, e elevada altitude contêm o mesmo

tamanho. No entanto, a bola tipo 3 tem um tamanho ligeiramente superior (ITF, 2015).

Quadro 1 – Duração dos pontos de acordo com as superfícies adaptado por (Kovacs, 2007).

Estudos (ano)	$\bar{x} \pm dp$	Superfície	Classificação da Superfície da ITF
Christmass et al. (1995)	10,2 $\pm$ 0,3	Rápido	2
Dawson et al. (1985)	10 $\pm$ 0,2	Rápido	2
Elliott et al. (1985)	10 $\pm$ 0,8	Rápido	2
Konig et al. (2001)	7-10	Rápido	2
Morgans et al. (1987)	7,5 $\pm$ 0,7	Rápido	2
Richers (1995)	8	Rápido	2
Smekal et al. (2001)	8,2	Rápido	2
Therminarias et al. (1991)	12 $\pm$ 1	Rápido	2
Chandler (1991)	12,2	Rápido	2
Kovacs (2004)	6,0	Rápido	2
Kovacs et al. (2004)	6,2	Rápido	2
Yoneyama et al. (1999)	6,6	<i>Unspecified</i>	-
O'Donoghue and Ingram (2001)	8	Rápido	2
O'Donoghue and Ingram (2001)	7,6	Terra	1
O'Donoghue and Ingram (2001)	4,3	Relva	3
Hughes and Clark (1995)	2,52	Relva	3

$\bar{x}$ = média; dp = desvio-padrão; ITF = *International Tennis Federation*

Como já se verificou, o jogo de ténis é afetado pelo tipo de superfície, tipo de bola e género. Contudo, como modalidade praticada ao ar livre, existem outros fatores subjacentes que influenciam o jogo, como as condições atmosféricas. Estas obrigam os jogadores a adaptarem-se o mais rapidamente possível às condições a que estão sujeitos, para que compitam ao seu melhor nível. Quando o jogo é realizado em ambientes quentes e húmidos, os atletas ficam expostos a um elevado risco de desidratação e a uma diminuição de todas as funções fisiológicas. Como consequência, a fadiga do jogo tende aparecer prematuramente (Kovacs, 2007).

A partida caracteriza-se por não ter um tempo limite para o seu término. Pelo que, as constantes variações de intensidade que sucedem durante o jogo

exigem que o tenista tenha uma elevada reserva anaeróbia para executar as ações durante o jogo com maior eficiência e eficácia e uma boa capacidade aeróbia para melhorar a recuperação durante os curtos intervalos de recuperação no jogo e após os jogos (Kovacs, 2006). Ao longo de todo o jogo, o atleta necessita de uma elevada precisão nos diversos tipos de pancadas para que sejam realizados como desejado (Kovacs, 2007).

2.2. Metabolismo e Sistemas Energéticos

No ténis é fundamental compreender a relação entre metabolismo humano e sistemas energéticos, de forma a auxiliar no planeamento, desenvolvimento e implementação de programas de treino e de competição. Uma correta compreensão dos sistemas energéticos torna-se crucial para uma constante evolução do desempenho do tenista (M. F. Bergeron et al., 1991).

Como já foi referido, muitos aspetos podem influenciar a duração do ponto, como por exemplo: a superfície do campo, o estilo de jogo, a tática, entre outros. Ao analisar o quadro 1, verifica-se que a partir dos anos 2000 a duração do ponto não excede os 10s (Kovacs, 2006), indicando que o sistema energético primordial no jogo de ténis provém de fontes anaeróbias (Kerr, 2015). Smekal et al. (2001) investigaram os processos e as respostas metabólicas ao longo do jogo. Concluíram que a principal fonte de energia durante o ponto foi ATP/CP, no entanto num ponto mais prolongado a energia fornecida provém da glicólise anaeróbia. Compreenderam, também, que o sistema aeróbio representa um papel importante na recuperação do tenista.

Konig et al. (2001) referem que o nível médio de lactato sanguíneo durante um encontro não ultrapassa as 3mmol.l^{-1} . A baixa concentração de lactato encontrada nos tenistas pode ser explicada pela ressíntese do ATP através da utilização do metabolismo oxidativo, durante os tempos de recuperação entre pontos, jogos e sets. Contudo, em jogadas de duração prolongada, os níveis de lactato podem ultrapassar as 6mmol.l^{-1} devido à participação do sistema anaeróbio láctico para gerar energia. Por esta razão, o tenista necessita de uma boa tolerância ao lactato e uma grande capacidade de remoção do mesmo, devido à acumulação dos iões de hidrogénio. O sistema anaeróbio

lático está presente no ténis, e é fundamental na decisão de pontos mais longos durante o encontro, que são muitas vezes decisivos, no sentido em que podem provocar um novo rumo ao jogo (Reid & Schneiker, 2007) citados por (Coutinho, 2008). Desta forma, é necessário ter em consideração que a acumulação de lactato para além do limiar de lactato induz um risco de fadiga prematura em aspetos fundamentais do jogo, como por exemplo, na técnica de pancada, coordenação, tática e concentração (Konig et al., 2001).

O treino abaixo do limiar anaeróbio possui um forte papel na otimização dos períodos de recuperação, sendo que não está associado a uma melhoria nos períodos de desempenho. Desta forma, seria mais vantajoso e produtivo privilegiar a utilização do sistema energético anaeróbio no treino e o treino dos sistemas energéticos aeróbios durante os períodos de descanso e recuperação. Para melhor desempenho aeróbio devem ser realizados múltiplos *sprints*, uma vez que o jogo tem curtos períodos de alta intensidade física (Kovacs, 2004b). A componente aeróbia, tal como a anaeróbia são melhoradas através da realização de treino intervalado de alta intensidade (Hargreaves et al., 1998). A alta intensidade que os tenistas estão sujeitos, provoca muitas das vezes, decréscimos dos níveis de potência. Este decréscimo deve-se à degradação da fosfocreatina (PCr). Com esta degradação, os processos da glicogenólise e glicólise vão ser privilegiados, o que induz um incremento das concentrações musculares e de lactato sanguíneo. Como consequência, o pH do músculo irá ser reduzido, ou seja, torna-se mais ácido (Ferrauti, Pluim, & Weber, 2001).

2.3. Carga interna e externa – parâmetros de avaliação

Como já foi referido anteriormente, a duração do jogo de ténis é imprevisível, podendo ultrapassar as 5h de jogo. Para encontros mais prolongados, a literatura existente é diminuta e não quantifica a carga fisiológica que o jogo exige (J. Fernandez, Fernandez-Garcia, Mendez- Villanueva, & Terrados, 2005). Deste modo, a carga interna e externa descrita na literatura é incongruente, uma vez que não está de acordo com as potenciais durações e exigências dos jogos do circuito profissional (Reid & Duffield, 2014).

Ao analisar Novak Djokovic (nº1 ATP_R) e Rafael Nadal (nº2 ATP_R) ao longo do Open da Austrália de 2012, verificou-se que antes de jogarem a final, que teve uma duração de 5h e 53minutos (min), cada um dos tenistas passou mais de 12h no *court* durante 13 dias. Através desta observação, concluiu-se que o volume de trabalho apresentado por ambos os tenistas representa cargas de trabalho agudas e cumulativas que superam qualquer investigação empírica. De acordo com o *Tennis Australia's* (2012), na final deste *Grand Slam*, foram disputados 369 pontos e ambos os tenistas percorreram mais de 6 quilómetros (km), sendo que Novak Djokovic e Rafael Nadal percorreram 6625 metros (m) e 6219 metros (m), respetivamente. Ao longo do jogo, os tenistas foram obrigados a realizar mais de oito pancadas, em mais de 40% dos pontos. No entanto, cobriram cerca de 10% mais do *court* quando perderam o ponto do que quando o ganharam. Uma outra informação pertinente é o facto de ambos terem realizado mais de 1100 pancadas com uma velocidade média de 97 km/h (Rafael Nadal) e 107 km/h (Novak Djokovic). Apesar da importante informação fornecida pelas novas tecnologias como o *Hawkeye*, os praticantes dão mais ênfase à literatura disponível, que apenas retrata jogos simulados com esforços inferiores a 3h, ou seja, esforços de duração relativamente curta. É fundamental que todos os tenistas profissionais estejam preparados para uma carga de esforços prolongada, muitas vezes superiores a 5 h, precedido por seis encontros com uma duração entre as 2h e as 4h e com um período de recuperação inferior a 2 dias. É bastante difícil quantificar os efeitos da fadiga no jogo, uma vez que a superfície do *court* e o próprio estilo de jogo do tenista confundem e comprometem esta análise (Hornery, Farrow, Mujika, & Young, 2007; Kovacs, 2006). Tomemos como exemplo um tenista com um estilo de jogo de serviço-rede. A carga fisiológica pode ser maior devido à grande intensidade e dinâmica do jogo. Contudo, neste estilo de jogo, a generalidade dos pontos é de curta duração e, por isso, induz uma carga fisiológica menor. Deste modo, é bastante discutível qual o estilo de jogo que induz maior carga fisiológica (Reid & Duffield, 2014).

Para estimar a intensidade de um jogo de ténis utilizam-se indicadores como a frequência cardíaca (FC), o consumo de oxigénio (VO₂), a lactatemia (La) a

percepção subjetiva do esforço (RPE) e estimar o gasto energético total (Christmass, Richmond, Cable, Arthur, & Hartmann, 1998; Novas, Rowbottom, & Jenkins, 2003; Smekal et al., 2001).

Existem diversos estudos que descrevem o comportamento tático dos jogadores (mais defensivo ou ofensivo), a situação de jogo (serviço ou resposta), a variedade de superfícies, o diâmetro da bola, fatores ambientais que influenciam os padrões de atividade e recuperação (baseados na duração dos pontos e tempo efetivo de jogo) e, por último, sobre os parâmetros fisiológicos relacionados com a FC, La e VO_2 (Smekal et al., 2001). A medição das variáveis deve ser efetuada durante o jogo de forma a proporcionar uma melhor compreensão da intensidade e *stress* fisiológico. Deste modo, pode ser vantajoso para o desenvolvimento de protocolos de treino ótimos (J. F. Fernandez, Villanueva, Pluim, & Cepeda, 2007).

Frequência Cardíaca

Num jogo de ténis, a frequência cardíaca (FC) é predominantemente utilizada para avaliação da tensão fisiológica e do gasto energético quando comparada com a relação FC- $VO_{2máx}$ de um individuo (Smekal et al., 2001). A média da FC dos jogadores com idades compreendidas entre os 20 e 30 anos varia entre 140-160 batimentos por minuto (BPM) e 94-164 BPM num jogo de ténis em singulares e pares, respetivamente (Docherty, 1982), sendo que num jogo de singulares corresponde a uma intensidade de 60-70% do $VO_{2máx}$ (Kovacs, 2006). Uma FC média de 144 BPM, sugere uma moderada intensidade aeróbia (M. F. Bergeron et al., 1991). Porém, os tenistas requerem uma capacidade anaeróbia elevada, bem como uma elevada percentagem de fibras musculares de contração rápida, uma vez que estas assumem uma grande preponderância nos movimentos explosivos e nas rápidas mudanças de direção. Quando os jogadores são sujeitos a jogadas prolongadas e rápidas, a FC aumenta para valores de 190-200 BPM. Deste modo, os jogadores necessitam de ter uma boa capacidade aeróbia de forma a efetuar uma rápida recuperação da FC e, consequentemente, garantir uma adequada recuperação para o ponto seguinte (Kerr, 2015).

Ao analisar os jogos de serviço e de resposta, verificara-se que os valores de FC são semelhantes. Contudo, de acordo com a situação em que o jogador se encontra, serviço ou resposta, objetivaram-se diferenças nos valores de FC (M. F. Bergeron et al., 1991). O jogador que serve tem uma FC superior ao jogador que responde ao serviço, ou seja, ao que se encontra na resposta. Para Konig et al. (2001) estes resultados devem-se ao facto do jogador que se encontra a servir ter um papel mais ativo no jogo, mas também pela necessidade de ganhar o próprio jogo de serviço (Elliott, Dawson, & Pyke, 1985) (ver quadro 2).

Quadro 2 – Alterações dos valores de FC média, segundo diferentes tipos de jogo adaptado por (Kovacs, 2007).

Estudos (ano)	Amostra	Nível	FC (%)
Christmass et al. (1995)	8	Regional	86
Bernardi et al. (1998)	7	Regional	63.6 ^a -82,5 ^b
Therminarias et al. (1991)	19	Elite	87
Bergeron et al. (1991)	10	Elite	86,2
Elliott et al. (1985)	8	Elite	79 79,4 ^c

FC – Frequência Cardíaca; a – Estilo de jogo ofensivo; b – Estilo de jogo “*baseline*”; c – Resultados de dados distintos do mesmo estudo

Posto isto, os valores de FC devem ser compreendidos cuidadosamente, uma vez que este indicador nem sempre reflete as variações de $VO_{2máx}$ ao longo do jogo (J. Fernandez et al., 2006). O indicador fisiológico VO_2 possui uma recuperação mais rápida e completa comparativamente ao indicador FC, sendo que a relação FC- $VO_{2máx}$ aumenta nos períodos de recuperação (Novas et al., 2003). A FC e o $VO_{2máx}$ são fundamentais para entender as respostas fisiológicas que ocorrem ao longo do jogo. A FC é muito utilizada no processo de treino, porém os valores deste indicador durante o jogo são adulterados facilmente devido a fatores como a desidratação e temperatura corporal (M. F. Bergeron et al., 1995). A variação dos valores de FC pode ser explicada pelos movimentos explosivos e constantes paragens característicos do próprio jogo (Kovacs, 2007). Deste modo, estes fatores devem ser considerados no

momento de avaliação, tanto no processo de treino, como na competição (J. Fernandez et al., 2006).

Potência Máxima Aeróbia

O consumo máximo de oxigénio ($VO_{2máx}$) é um importante indicador fisiológico que reflete a capacidade aeróbia e cardiorrespiratória de um atleta. Ao longo do jogo, a FC e o $VO_{2máx}$ tendem a aumentar, porém esta tendência é revertida nos momentos de repouso e mudanças de lado (Kovacs, 2006). Assim sendo, a medição de VO_2 é um importante indicador acerca da intensidade realizada ao longo de todo o jogo (Smekal et al., 2001).

Os valores médios de $VO_{2máx}$ variam de acordo com o género, sendo que as tenistas (femininas) podem atingir um $VO_{2máx}$ de 45 ml/kg/min e os tenistas (masculinos) um $VO_{2máx}$ de 55 ml/kg/min (Konig et al., 2001). Durante uma partida de ténis, os valores de VO_2 variam entre 23 ml/kg/min e 29 ml/kg/min, correspondendo aproximadamente a 50% do $VO_{2máx}$ (Smekal et al., 2003). Comparando jogadores profissionais e amadores, verificaram-se que as variações de VO_2 ao longo do jogo são mínimas, não existindo valores concretos e válidos para jogadores do top do ranking mundial (J. Fernandez et al., 2006; Smekal et al., 2001). Os valores de $VO_{2máx}$ dos tenistas masculinos de elite variam entre 44 ml/kg/min e 69 ml/kg/min com (Christmass et al., 1998). Estes valores sugerem que os tenistas são altamente treinados anaerobiamente (Green, Crews, Bosak, & Peveler, 2003). No entanto, o treino aeróbio é parte importante do trabalho do atleta. Jogadores mais agressivos (*serve and volley*) possuem uma frequência cardíaca mais baixa, assim como menores valores de VO_2 durante o jogo, comparativamente com jogadores “*baseline*” (Bernardi et al., 1998). Desta forma, a partir deste método, é possível distinguir o estilo de jogo de cada tenista verificando, se são mais agressivos ou mais defensivos. Esta informação assume grande importância sobre o condicionamento adequado para os diversos jogadores (Smekal et al., 2001). O estilo de jogo “*baseline*” provoca exigências energéticas bastante superiores relativamente a um estilo de jogo mais ofensivo. Por isso, é fundamental criar perfis fisiológicos com distintos estilos de jogo/comportamentos táticos, de

forma a otimizar os programas de formação específicos para preparar, por exemplo, um jogador agressivo, especialista em pisos rápidos, a alcançar um bom resultado no Open de França em terra batida (J. Fernandez et al., 2006). Apesar dos tenistas apresentarem uma alta capacidade aeróbia, estes não devem ser comparados com os corredores de maratona, uma vez que estes são altamente treinados aerobicamente (Kovacs, 2007). Para um tenista de elite, é fundamental possuir um adequado valor de $VO_{2máx}$ superior a 50 ml/kg/min, de forma a beneficiar de um bom desempenho no *court*. No entanto, um valor de $VO_{2máx}$ superior a 65 ml/kg/min, não oferece vantagens no desempenho (Christmass et al., 1998; Kovacs, 2007). Posto isto, existe um valor de $VO_{2máx}$ de 55 ml/kg/min altamente respeitável e considerado suficiente para tenistas de elite (Kovacs, 2007) (ver quadro 3).

Quadro 3 – Valores médios de $VO_{2máx}$ em tenistas de elite adaptado por (Kovacs, 2007).

Estudos (ano)	Amostra	$VO_{2máx}$ (ml/kg/min)
		($\bar{x} \pm dp$)
Bergeron et al. (1991)	10	58,5 $\pm$ 9,4
Elliott et al. (1985)	8	65,9 $\pm$ 6,3
Bernardi et al. (1998)	7	65 $\pm$ 4
Christmass et al. (1995)	8	54,25 $\pm$ 1,9
Smekal et al. (2003)	20	57,3 $\pm$ 5,1
Faff et al. (2000)	72	62,3 $\pm$ 4,8

$VO_{2máx}$ = Consumo do Volume Máximo de Oxigénio

Deste modo, é proposto que o tempo de treino seja melhor reaproveitado, trabalhando outras componentes fisiológicas, psicológicas, técnicas e táticas (Kovacs, 2007).

Lactatemia

O conhecimento sobre as concentrações de lactato é importante para avaliar a intensidade do exercício (M. Bergeron & Keul, 2002).

Nos tenistas, os níveis de concentração de lactato durante o jogo são baixos (1.8 - 2.8 mmol.l⁻¹) (Smekal et al., 2003). A principal razão pela qual os níveis de lactato sanguíneo nos tenistas de elite seja tão baixa (2,5 $\pm$ 0.9 mmol.l⁻¹)

durante o jogo, deve-se ao sistema de transporte do lactato para outras mitocôndrias musculares ou pelo ciclo de cori para a gliconeogénese no fígado (Smekal et al., 2001). Os tenistas possuem baixas concentrações de lactato sanguíneo ($<3\text{mmol.l}^{-1}$), sendo que os diversos períodos de descanso entre jogadas, jogos e trocas de lado do campo são cruciais para a ressíntese de ATP-CP através do processo betaoxidação (Konig et al., 2001). Quando os pontos são prolongados e intensos os níveis de concentração de lactato podem ultrapassar as 6mmol.l^{-1} e as 8mmol.l^{-1} , respetivamente. Isto deve-se ao facto de ocorrer uma maior participação do metabolismo glicolítico (Konig et al., 2001; Smekal et al., 2003). Como consequência, os tenistas necessitam de uma boa tolerância ao lactato e uma grande capacidade de remoção dos metabolitos, de forma a retardar o aparecimento da fadiga. Também a precoce acumulação de lactato superior ao limiar de lactato põe em causa as habilidades essenciais utilizadas no jogo de ténis, tais como a técnica de pancada, coordenação, tática e concentração, uma vez que estas são influenciadas pelos elevados níveis de fadiga (Konig et al., 2001).

Frequentes investigações compararam as concentrações de lactato nos jogos de serviço e resposta e não encontraram diferenças significativas (Smekal et al., 2003). Por outro lado, com a análise as concentrações de lactato nos jogos de serviço e resposta, foram encontradas concentrações significativamente maiores nos jogos de serviço ($4.61 \pm 2.50 \text{ mmol.l}^{-1}$) do que nos jogos de resposta ($3.20 \pm 1.35 \text{ mmol.l}^{-1}$), sendo que foram registados valores máximos de 8.6mmol.l^{-1} em jogadores profissionais e em condições de jogo reais (J. Fernandez et al., 2005). O facto das concentrações de lactato serem superiores nos jogos de serviço pode ser explicado pelo papel mais ativo e dominante que os atletas assumem quando estão a servir (Reilly & Ekblom, 2005) (ver quadro 4). O facto de a literatura apresentar níveis de concentrações de lactato semelhantes ao longo do encontro, é necessário ter em consideração alguns fatores, tais como: aptidão individual, stress emocional, tempo de medição e condições ambientais, de forma a não influenciar os resultados (Coutts, Reaburn, & Murphy, 2003). As concentrações de lactato são resultado do equilíbrio entre a produção e remoção de lactato. Contudo, as medições das

amostras são limitadas às pausas permitidas pelos regulamentos, sendo que apenas refletem o nível de atividade durante poucos minutos antes da amostragem (Bangsbo, 1994).

Quadro 4 – Valores médios de frequência cardíaca (FC), lactatemia (La) e percepção subjetiva do esforço (RPE) adaptado por (J. Fernandez et al., 2006)

Estudos	Sexo	FC (BPM)	La (mmol.l ⁻¹)	RPE	Superfície
Seliger et al.	M	143 (13.9)	-	-	-
Weber et al.	M	147 (10.5)	2.15	-	Rápido
Kindermann et al.	M	145 (19.8)	2.0 (0.5)	-	-
Schmitz	M	143 (12.4)	2.59 (1.02)	-	Terra
Bergeron et al.	M	144 (13.2)	2.3 (1.2)	-	Rápido
Reilly & Palmer	M	144 (19.0)	2.0 (0.4)	-	Rápido
Novas et al.	F	146 (20)	-	4 (1)*	Rápido
Girard & Milet	M	181 (11.9)	3.08 (1.12)	-	Terra
		172 (17.2)	2.36 (0.47)		Rápido
Ferrauti et al.	M-F	-	1.53 (0.65)	-	-
Fernandez et al.	M	147 (15)	4.0 (1.1)	12.5 (2.1)**	Terra
Fernandez et al.	M	-	3.79 (2.03)	13 (2.1)**	Terra
Smekal et al.	M	151 (19)	2.07 (0.88)	-	Terra

*1-10 escala RPE; **6-20 escala RPE; FC = Frequência Cardíaca; La = Lactatemia; RPE = Percepção Subjetiva do Esforço

As concentrações elevadas de lactato, durante pontos prolongados e intensos, podem definir o resultado em situações cruciais do jogo, como por exemplo no final do *set* ou mesmo num *match point* (Smekal et al., 2001). Através dos períodos de descanso entre pontos, é possível metabolizar o lactato de forma eficaz. Porém, um tempo de descanso demasiado curto pode influenciar negativamente a preparação da pancada, assim como a velocidade da mesma. Deste modo, é fundamental preparar os jogadores de forma adequada para que as situações de jogo de alta intensidade sejam ultrapassadas com sucesso (Perry, Wang, Feldman, Ruth, & Signorile, 2004).

Percepção Subjetiva do Esforço

A percepção subjetiva do esforço (RPE – *rated perceived exertion*) pode ser explicada como a intensidade subjetiva do esforço, stress, mal-estar e fadiga

que se experiencia durante o exercício físico (Robertson & Noble, 1997). Até ao momento, há pouca informação que descreva a resposta de RPE durante a partida de ténis. Contudo, as escalas de aplicação de RPE já foram utilizadas em exercícios aeróbios, exercícios de força e desportos coletivos. Este método demonstrou ser um bom indicador de carga interna para auxiliar o atleta e o treinador (Gearhart et al., 2002; Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004).

A investigação acerca da RPE foi realizada durante um jogo simulado com duração de 60 minutos, sendo que o jogador após o final do jogo mencionava um valor global de RPE, relativamente ao encontro. Ao analisar os resultados, verifica-se que o registo de RPE pode ser utilizado para estimar o gasto energético individualmente (Novas et al., 2003).

J. Fernandez et al. (2005) realizaram um estudo onde registaram a RPE individual de jogadores profissionais durante 7 encontros, em condições de jogo reais, sendo que foram registados valores mais elevados durante os jogos de serviço comparativamente aos jogos de resposta. Contudo, os valores de RPE foram significativamente correlacionados com as variáveis que caracterizam o jogo (pancadas por ponto e duração dos pontos), apresentando significativamente uma melhor correlação nos jogos de serviço. Os valores de RPE estão compreendidos entre 11 (esforço percebido “fácil”) e 14 (esforço percebido “um difícil”). Desta forma, a RPE assume uma grande preponderância para os treinadores, pois fornece informações úteis e essenciais sobre o esforço dos jogadores durante a competição, embora seja necessária mais investigação (ver quadro 4).

2.4. Componentes Físicas

O tenista de alto rendimento para obter êxito tanto no treino, como na competição, necessita de se destacar nas seguintes áreas: i) tática; ii) técnica; iii) física e iv) psicológica.

Ao contrário de outras modalidades, onde é exigido um grande nível físico em algumas componentes, no ténis é exigida uma elevada *performance* em todas as componentes (Kovacs, 2007), como se pode observar na Figura 1.

Velocidade e Agilidade

O ténis caracteriza-se por ser um jogo de contínua exigência, onde o adversário pretende condicionar em cada pancada, aplicando na bola diferentes velocidades e efeitos para qualquer parte do campo (Groppel, 1986). A velocidade e a agilidade são duas capacidades independentes uma da outra e fundamentais para o jogo de um tenista. A velocidade caracteriza-se por ser muito influenciada pela força (Coutinho, 2008).

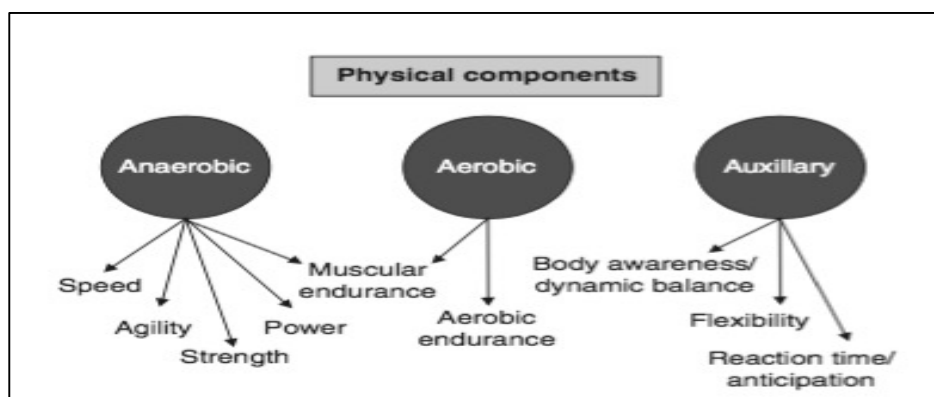


Figura 1 - Componentes físicas necessárias para uma boa *performance* no ténis (Kovacs, 2007)

É constantemente exigido aos tenistas que produzam padrões de movimento de forma rápida, como por exemplo, na realização do serviço e pancadas de fundo, um tempo de reação rápido, acelerações (primeiros passos para a bola), desacelerações para bater na bola e uma excelente movimentação, tanto na direção linear, lateral, bem como multidirecionais (Little & Williams, 2005; Moreau, Perrote, & Quétin, 2003). A velocidade é uma qualidade individual que tem de ser treinada regularmente, pois depende das características genéticas (Coutinho, 2008). O treino deve ser baseado nos padrões específicos de movimento que a competição impõe. Pelo que, o treino de velocidade em tenistas deverá consistir na utilização de *sprints* até 20 metros, uma vez que equivale à distância percorrida numa única jogada (Kovacs, 2006). Esta capacidade tem algumas componentes subjacentes de modo a ser melhor

analisada e avaliada. A velocidade de reação e a capacidade de aceleração são as componentes mais valorizadas na modalidade (Coutinho, 2008).

Força

A força é uma capacidade essencial para os músculos e articulações, influenciando de forma positiva o desempenho, bem como auxilia na prevenção de lesões. Os movimentos das pancadas no ténis devem possuir um contacto com a bola o mais prolongado possível (Kovacs, 2006). Para que isso aconteça com sucesso, a força de preensão manual assume uma função primordial, uma vez que é necessário um pulso firme para que o movimento da cabeça da raquete ocorra conforme o desejado (Behm, 1988) citado por (Kovacs, 2006). Na pancada mais importante do ténis, o serviço, existem movimentos que apresentam uma maior preponderância para a velocidade da cabeça da raquete, que são os seguintes: a rotação interna do braço, a flexão do punho, a adução do braço, a pronação do antebraço e o movimento para a frente do ombro (Elliott, Marshall, & Noffal, 1995). A zona do ombro está envolvida em todas as pancadas do ténis e é altamente desgastada ao longo de um jogo, por isso é constantemente alvo de pesquisa (Kovacs, 2006). Estudos têm vindo a demonstrar que a rotação interna e externa do ombro são fundamentais para a velocidade de serviço (Perry et al., 2004). Como já foi referido a articulação do ombro está ser recrutada permanentemente durante o jogo, por isso o programa de treino dos tenistas deve incorporar treino excêntrico e concêntrico dos rotadores externos e internos do ombro, respetivamente, como forma de melhorar o desempenho do próprio jogo, bem como auxiliar na prevenção de lesões (Kovacs, 2006).

Apesar dos estudos no ténis abordarem predominantemente a força da parte superior do corpo, a maioria das lesões apresentadas pelos tenistas acontece na parte inferior do corpo (M. F. Bergeron, 1988). Portanto, o treino deve conter exercícios que fortaleçam a parte inferior do corpo do atleta (M. F. Bergeron, 1988). A força da parte inferior do corpo caracteriza-se por ser simétrica, no entanto a força da parte superior do corpo é particularmente assimétrica nos tenistas (Ellenbecker & Roetert, 1995). Contudo, para Kovacs (2006) é

necessário mais pesquisa sobre a força da parte inferior do corpo e o jogo. Mais informação, pode ser relevante e vantajosa para os atletas na realização de exercícios bilaterais e unilaterais de força de forma a melhorar o desempenho e prevenir lesões.

3. Objetivos e hipóteses

O principal objetivo do estudo é verificar se as características físicas estão relacionadas com o nível competitivo dos jogadores, ou seja, com o ranking que os jogadores portugueses de elite apresentam. As avaliações foram analisadas consoante as características físicas do género feminino e masculino. Para isso, todos os participantes foram avaliados de acordo com a seguinte bateria de testes: impulsão vertical (*squat jump* e *counter movement jump*), velocidade de *sprint* aos 5 metros, 10 metros e 20 metros, agilidade (*test 505*), força máxima isométrica dos extensores do joelho, dos rotadores internos (RI) e externos (RE) do ombro e preensão manual (*handgrip test*), e por último velocidade e precisão do serviço, que estão descritos no capítulo 4 relativamente ao Protocolo Experimental.

4. Material e métodos

4.1. Caracterização da amostra

A amostra foi constituída por dezassete jogadores de ténis que participaram no estágio intermédio das seleções nacionais *Fed Cup*⁶ e *Davis Cup*. Todos os testes apresentam os valores das médias ($\bar{x}$) desvios-padrão (dp) e respetivas amplitudes (mínimo-máximo).

A amostra feminina foi constituída por oito jogadoras com uma idade de $19,9 \pm 2,7$ anos ($\bar{x} \pm dp$), estatura de $168,3 \pm 4,5$ centímetros (cm) e massa corporal de $62,9 \pm 6,5$ kg. Duas atletas competem em torneios ITFJC⁷ e em alguns torneios nacionais de juniores (provas mais importantes/Campeonato Nacional), Prize-moneys nacionais e torneios por equipas (em menor número). As restantes tenistas competem no circuito profissional da *International Tennis Federation* (ITF), onde participam em torneios ITF *Futures*⁸. As duas atletas que jogam no Circuito Júnior estão na posição 593 e 1081 do ranking ITF⁹, sendo que a atleta com o melhor ranking tem somente 15 anos. Atualmente, apenas a jogadora 1 está cotada no ranking WTA¹⁰, na posição 931. Esta jogadora alcançou o 102º lugar do ranking a 25 de fevereiro de 2013, sendo a 2ª melhor classificação de sempre de uma portuguesa. Esta posição possibilitou-lhe a presença nos quatro *Grand Slams*. Está presente nas convocatórias da *Fed Cup*, tal como a jogadora 2. Uma vez que a jogadora 1 é a única que tem ranking WTA, foi necessário utilizar o ranking nacional para efetuar as devidas comparações. Deste modo, foi necessário criar o ranking FEM, onde foi atribuído a classificação segundo o ranking internacional e nacional de seniores (ver quadro 5).

A amostra masculina foi composta por nove jogadores que apresentam uma idade ($\bar{x} \pm dp$) de $20 \pm 4,2$, estatura de $168,3 \pm 4,5$ cm e massa corporal de 77,5

⁶ Fed Cup – é a principal competição entre seleções no ténis feminino.

⁷ ITFJC – *International Tennis Federation Junior Circuit*. Circuito de torneios juniores/sub-18 internacionais organizados pela Federação Internacional de Ténis.

⁸ Estes torneios representam as classes mais baixas das competições profissionais, sendo integrados pela ATP_R/WTA no ranking ATP_R/WTA. São nestes torneios que os atletas atingem os seus primeiros pontos no circuito profissional.

⁹ Ranking internacional de juniores.

¹⁰ Ranking profissional feminino.

$\pm 4,0\text{Kg}$. Dos cinco tenistas com ranking ITF, três deles transitaram este ano para o escalão de seniores, nomeadamente, o jogador 1, o jogador 2 e o jogador 8. Estes tenistas apenas participam nas provas nacionais mais importantes como o Campeonato Nacional Individual e Prize-moneys. De salientar que os jogadores 1 e 8 terminaram o ano no top-50 do ranking. Ao longo do ano, ambos participaram em três dos quatro *Grand Slams* Juniores existentes, falhando apenas a presença no Open da Austrália. Todos os jogadores apresentam ranking ATP_R¹¹. É importante referir que o jogador 3 atingiu o 62º lugar do ranking a 25 de abril de 2011, sendo a 3ª melhor classificação de sempre de um jogador português. Este jogador esteve presente em todos os *Grand Slams*, bem como na Taça Davis. Para além do jogador 3, o jogador 4 (nº498 ATP_R) é chamado assiduamente para disputar a Taça Davis (ver quadro 6).

Quadro 5 – Caracterização da amostra feminina.

	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa Corporal (kg)	Ranking ITF Juniores	Ranking Nacional	Ranking WTA Atual	Melhor Ranking WTA
Jogadora 1	23	174	71,5		-	925 WTA (04-01-2016)	102 (25-02-2013)
Jogadora 2	22	170	55,7		1	-	368 (26-05-2014)
Jogadora 3	22	174	59		3	-	1020 (03-10-2011)
Jogadora 4	19	164	67,2		5	-	-
Jogadora 5	21	169	66,9		-	-	1029 (08-09-2014)
Jogadora 6	20	163	66,4		2	-	1204 (13-02-2012)
Jogadora 7	15	169	63,9	563 (04-01-2016)	34	-	-
Jogadora 8	17	163	52,4	1081 (04-01-2016)	4	-	-
$\bar{x} \pm dp$	19,9 $\pm$ 2,7	168,3 $\pm$ 4,5	62,9 $\pm$ 6,5	837 $\pm$ 345,1	4,0 $\pm$ 2,16	-	744,6 $\pm$ 480,2
Amplitude (mín-máx)	(15-23)	(163-174)	(52,4-71,5)	(593-1081)	(1-7)	-	(102-1204)

$\bar{x}$ = média; dp = desvio-padrão; mín = mínimo; máx = máximo;

¹¹ Ranking profissional masculino.

Quadro 6 – Caracterização da amostra masculina.

	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa Corporal (kg)	Ranking ITF Juniiores	Ranking ATP _R Atual	Melhor Ranking ATP _R
Jogador 1	18	189	71,8	49 (12-2015)	1282 (04-01-2016)	1255 (12-10-2015)
Jogador 2	18	188	84,5	1310 (12-2015)	1277 (04-01-2016)	1270 (30-11-2015)
Jogador 3	30	178	77,5		744 (04-01-2016)	62 (25-04-2011)
Jogador 4	22	176	69,6		498 (04-01-2016)	465 (19-10-2015)
Jogador 5	21	173	75,1		1100 (04-01-2016)	644 (08-12-2015)
Jogador 6	20	184	74,1		958 (04-01-2016)	943 (19-10-2015)
Jogador 7	16	182	77,4	87 (04-01-2016)	2147 (04-01-2016)	1250 (20-07-2015)
Jogador 8	18	180	79,2	38 (12-2015)	2195 (04-01-2016)	1568 (10-11-2014)
Jogador 9	17	185	80,3	172 (04-01-2016)	1178 (04-01-2016)	1166 (12-10-2015)
$\bar{x} \pm dp$	20±4,2	181,7±5,4	77,5±4,0	291±460,3	1265,1±573,4	958,1±478,4
Amplitude (mín-máx)	(16-30)	(173-189)	(69,6-84,5)	(38-1109)	(501-2199)	(62-1568)

$\bar{x}$ = média; dp = desvio-padrão; mín = mínimo; máx = máximo;

Todos os participantes tiveram acesso a informação importante sobre os procedimentos e possíveis riscos do estudo, bem como algumas recomendações que deveriam ter em conta no decorrer do estudo. Deste modo, nem todos os tenistas puderam realizar a bateria de testes completa.

4.2. Instrumentos

Desenho do estudo

Este estudo visa analisar as capacidades físicas de todos os jogadores, nomeadamente a potência, velocidade, agilidade, força dos membros inferiores e superiores, bem como a velocidade e precisão do serviço. Deste modo, para efetuar as medições foi necessário a utilização de protocolos de terreno. Os testes foram realizados consoante uma ordem específica.

Protocolo Experimental

A parte experimental do protocolo decorreu num *court* de ténis no Centro de Alto Rendimento (CAR) no Jamor. O grupo de atletas masculino foi avaliado pela manhã, das 11h às 12h30. As atletas femininas foram avaliadas da parte

de tarde, das 15h30 às 17h. Todos os atletas que participaram no estudo encontravam-se no final do período preparatório geral.

Inicialmente, antes de qualquer avaliação, todos os participantes foram pesados descalços numa balança digital (Modelo: XY-3037, Balança WC Digital, Kasa, China)

Mais tarde, os atletas foram sujeitos aos seguintes testes de avaliação física: impulsão vertical (*squat jump* e *counter movement jump*), velocidade 20 metros, agilidade (*test 505*), força máxima isométrica dos extensores do joelho, dos rotadores internos e externos do ombro e da mão (*handgrip test*) e por último velocidade e precisão do serviço.

Seguidamente, apresento pormenorizadamente cada um dos testes realizados aos atletas, de acordo com uma ordem específica.

Testes de Impulsão Vertical: *Squat Jump* (SJ) e *Countermovement Jump* (CMJ)

Foram efetuados dois tipos de testes de impulsão vertical: *Squat Jump* (SJ) e *Countermovement Jump* (CMJ). Ambos os testes de impulsão vertical foram realizados numa plataforma (*ergojump*) ligada a um dinamómetro digital (*Ergo Meter – GLOBUS*, Codognè, Itália) que regista a altura do salto. O objetivo deste teste foi analisar a variável altura em cm. No teste SJ, os atletas partiram de uma posição estática, com o tronco direito e com os joelhos fletidos a 90°. Esta posição foi mantida cerca de 2s e só depois é que realizaram o salto vertical. No teste CMJ, os tenistas iniciaram numa posição estática e de pé, com o tronco direito realizando uma flexão dos joelhos a 90° e seguidamente um salto vertical. Em ambos os testes, os participantes encontravam-se em cima do *ergojump* e com as mãos colocadas na anca. Cada atleta teve duas tentativas, no entanto, para efeitos de estudo apenas a melhor tentativa é analisada.

Teste de Velocidade

Para a realização do teste de velocidade de *sprint* em 20 m foi necessário a utilização de células fotoelétricas (*Brower timing sprint testing system*

SpeedTrap II, Tennessee, EUA) colocadas na partida (0m), nos 5m, nos 10m e nos 20m. Através das células fotoelétricas avaliou-se a velocidade de *sprint* aos 5m, 10m e 20m. Esta medição foi possível, uma vez que, os pontos de cronometragem coincidem com as distâncias referidas. Foi transmitido aos atletas que o principal objetivo do teste era realizar o percurso o mais rapidamente possível, partindo numa posição estática. Cada participante usufruiu de duas tentativas, sendo que apenas a melhor tentativa em cada uma das distâncias foi contabilizada.

Teste de Agilidade

O teste de Agilidade (*test 505*) consiste em percorrer uma distância de 10m com mudança de direção, terminando o teste aos 5m, à maior velocidade possível. Isto é, o tempo cronometrado e analisado é apenas da distância dos 10m até aos 5m. Portanto, o tempo realizado até aos 10m não é estudado. Este teste avalia a aceleração na fase da mudança de direção e não a velocidade máxima. A cronometragem é realizada através do dispositivo das células fotoelétricas (*Brower timing sprint testing system SpeedTrap II*, Tennessee, EUA) colocadas nas posições 5m e 10m. Cada atleta possuiu duas tentativas, no entanto apenas a melhor foi analisada (ver figura 2).

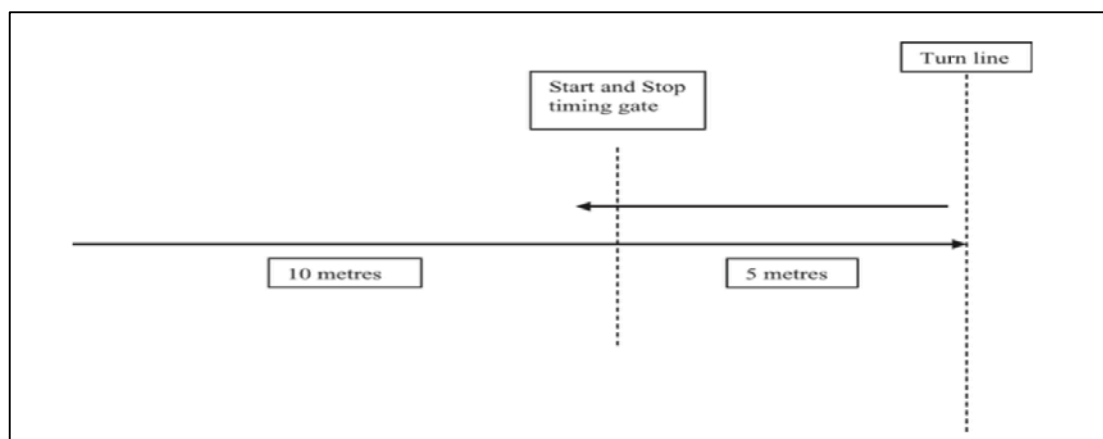


Figura 2 – Teste de agilidade 505 (Draper & Lancaster, 1985) citados por (Sheppard & Young, 2006)

Teste de Força Máxima dos Extensores do Joelho

Para avaliação da força máxima dos extensores do joelho utilizou-se um transdutor de força (*Dempo Technologies Co., LTD.*) ligado a um dinamómetro portátil (*Ergo Meter – GLOBUS*, Codognè, Itália). Os sujeitos foram avaliados nas duas pernas, de forma alternada, na posição sentada, com a articulação do joelho a 90° com posterior tentativa de extensão da perna. Foi pedido aos participantes que contraíssem o músculo com a maior força possível e que colocassem as mãos estabilizadas durante 5s. Cada atleta efetuou duas tentativas, contudo só foi contabilizada a melhor para cada uma das pernas.

Teste de Força Máxima do Ombro em Rotação Interna e Externa

A produção de força foi medida utilizando um transdutor de força calibrado (*Dempo Technologies Co., LTD.*) e transmitidos a um dinamómetro portátil (*Ergo Meter – GLOBUS*, Codognè, Itália). Para efetuar os testes da melhor forma, foi requerido aos atletas que se colocassem numa posição estática, com uma flexão do cotovelo a 90° e junto ao corpo. Somente o braço dominante foi avaliado. Durante cada tentativa, os sujeitos foram informados que deveriam manter a posição estática, com o tronco direito, de forma a evitar qualquer movimento compensatório do tronco. Mais uma vez, foi solicitado aos tenistas que realizassem uma contração máxima durante 5s. Apenas a melhor tentativa de cada teste foi registada.

Teste de Força Máxima Preensão Manual

No teste de força máxima de preensão manual (*Handgrip test*) avaliou-se exclusivamente a mão preferida de cada atleta. A medição da força preensão foi realizada pela capacidade de produzir força com máxima intensidade durante cinco segundos, em duas tentativas, com recurso a um dinamómetro portátil (T.K.K.5401, Takei®, Niigata, Japan). As medições foram realizadas apenas numa posição, de pé e com o membro superior ao longo do corpo. A melhor tentativa foi contabilizada.

Teste de Velocidade e Precisão do Serviço

Este teste consiste em verificar a velocidade, bem como a precisão do serviço. Deste modo, houve a necessidade de utilizar um radar (Stalker ATS II, Stalker, Texas, EUA) posicionado à frente do jogador e na direção da bola. Como forma de analisar a precisão foi marcada uma zona no quadrado de serviço. Para destrímanos a zona situava-se no quadrado do “*deuce*” a 1 metro da linha do “T” (linha central). Pelo contrário, para os sinistrómanos a zona situava-se no quadrado das “vantagens” a 1 metro da linha do “T”. O objetivo deste teste era executar seis serviços à máxima velocidade e acertar na zona definida. Apenas desta forma, é que o serviço era considerado preciso. O que se pretende é a realização de três serviços precisos.

4.3. Procedimentos estatísticos

Os dados foram tratados através do programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versão 23. Para determinar a relação entre variáveis de desempenho, recorreu-se ao coeficiente de correlação de Spearman. As correlações foram classificados como inexistente (0-0,20), fraca (0,20-0,40), moderada (0,40-0,60), forte (0,60-0,80) e muito forte (>0,80). Os níveis de significância foram mantidos em 5% ($p < 0,05$).

Para determinar a média, o desvio padrão, e a amplitude de variação utilizou-se a estatística descritiva no ExcelTM2011.

5. Resultados

De seguida, estão apresentados os valores das médias ($\bar{x}$), desvios-padrão (dp) e respetivas amplitudes (mínimo-máximo) referentes aos resultados da bateria de testes da amostra feminina (ver quadro 7).

Quadro 7 – Características da amostra feminina. Os dados apresentados contêm os valores das médias ($\bar{x}$), desvios-padrão (dp) e amplitude (mínimo-máximo).

Características		$\bar{x} \pm dp$	Amplitude (mín-máx)
Estatura (cm)		168,3±4,5	(163-174)
Massa Corporal (kg)		62,9±6,5	(52,4-71,5)
Impulsão Vertical	SJ (cm)	28,5±3,1	(23,1-33)
	CMJ (cm)	29,0±2,4	(26,1-33)
Velocidade	5m	1,16±0,05	(1,11-1,22)
	10m	2,00±0,05	(1,93-2,05)
	20m	3,50±0,06	(3,37-3,59)
Agilidade (s)		1,46±0,20	(1,13-1,67)
Força Máxima (MP)	Ext do Joelho (kg)	50,0±14,6	(29,7-79,1)
	RI do Ombro (kg)	13,4±4,3	(10,4-23,2)
	RE do Ombro (kg)	8,0±1,0	(6,5-9,5)
	RE/RI do Ombro (%)	62,7±16,6	(31,0-77,2)
	Preensão Manual (kg)	36,5±3,2	(32,1-40,4)
Serviço	Velocidade (km/h)	153,5±9,2	(136,8-166,4)
	Precisão (%)	50±16,7	(16,7-66,7)

$\bar{x}$ = média; dp = desvio-padrão; mín = mínimo; máx = máximo; MP = Membro Preferido; SJ = Squat Jump; CMJ = Countermovement Jump; Ext = Extensores; RI = Rotação Interna; RE = Rotação Externa; RE/RI = Rácio da Força Máxima da Rotação Externa sobre a Rotação Interna do Ombro

O quadro 7 apresenta as principais características da amostra feminina nas diversas avaliações. Entre as características sumariadas, as atletas apresentam no teste de impulsão vertical, *Squat Jump* (SJ), um valor médio de $28,5 \pm 3,1$ cm, enquanto que no *Countermovement Jump* (CMJ) apresentam um valor um pouco superior, $29,0 \pm 4,0$ cm. No teste de velocidade de *sprint*, exibem os seguintes valores: $1,16 \pm 0,05$ s, $2,00 \pm 0,05$ s e $3,50 \pm 0,06$ s, de acordo com as distâncias de 5m, 10m e 20m, respetivamente. Relativamente

ao teste de agilidade, as jogadoras têm um valor médio de $1,46 \pm 0,20$ s. Nos testes de força máxima realizados os valores obtidos foram $50,0 \pm 14,6$ kg, $13,4 \pm 4,3$ kg, $8,0 \pm 1,0$ kg, $62,7 \pm 16,6\%$ e, por último $36,5 \pm 3,2$ kg. Estes valores pertencem aos testes de força máxima dos extensores do joelho, dos rotadores internos do ombro, dos rotadores externos do ombro, do rácio da rotação externa sobre a rotação interna, e preensão manual, respetivamente. No serviço, a velocidade média atingida pelas tenistas foi de $153,5 \pm 9,2$ km/h e a precisão foi de $50 \pm 16,7\%$.

O quadro 8 corresponde à amostra masculina, onde foram avaliados os mesmos parâmetros.

Quadro 8 – Características da amostra masculina.

Características		$\bar{x} \pm dp$	Amplitude (mín-máx)
Estatura (cm)		181,7 $\pm$ 5,4	(173-189)
Massa Corporal (kg)		77,5 $\pm$ 4,0	(71,8-84,5)
Impulsão Vertical	SJ (cm)	38,8 $\pm$ 9,2	(28,5-55,2)
	CMJ (cm)	43,2 $\pm$ 8,2	(34,0-53,1)
Velocidade	5m	1,06 $\pm$ 0,04	(0,98-1,13)
	10m	1,85 $\pm$ 0,08	(1,75-2)
	20m	3,15 $\pm$ 0,11	(3,0-3,38)
Agilidade (s)		1,38 $\pm$ 0,30	(1,09-1,83)
Força Máxima (MP)	Ext do Joelho (kg)	61,3 $\pm$ 12,4	(46,3-77,6)
	RI do Ombro (kg)	18,0 $\pm$ 4,4	(12,4-26)
	RE do Ombro (kg)	11,9 $\pm$ 3,5	(8,7-18,6)
	RE/RI do Ombro (%)	69,0 $\pm$ 22,4	(33,5-98,9)
	Preensão Manual (kg)	54,0 $\pm$ 4,0	(49,9-63,7)
Serviço	Velocidade (km/h)	194,3 $\pm$ 8,8	(184,9- 208,6)
	Precisão (%)	50	-

$\bar{x}$ = média; dp = desvio-padrão; mín = mínimo; máx = máximo; MP = Membro Preferido; SJ = Squat Jump; CMJ = Countermovement Jump; Ext = Extensores; RI = Rotação Interna; RE = Rotação Externa; RE/RI = Rácio Rotação Externa sobre a Rotação Interna do Ombro

O quadro 8 exhibe as principais características da amostra masculina nas variadas avaliações. Algumas das características apresentadas revelam que, os jogadores apresentam no teste de impulsão vertical, SJ, um valor médio de

38,8 ± 9,2cm, enquanto que no CMJ apresentam um valor um pouco superior, 43,2 ± 8,2cm. No teste de velocidade de *sprint*, as atletas exibem os seguintes valores: 1,06 ± 0,04s, 1,85 ± 0,08s e 3,15 ± 0,11s, de acordo com as distâncias de 5m, 10m e 20m, respetivamente. No teste de agilidade, os jogadores têm um valor médio de 1,38 ± 0,30s. Em relação aos testes de força máxima realizados, os valores alcançados foram 61,3 ± 12,4kg, 18,0 ± 4,4kg, 11,9 ± 3,5kg, 69,0 ± 22,4% e, por último 54,0 ± 4,0kg. Estes valores pertencem aos testes de força máxima dos extensores do joelho, dos rotadores internos do ombro, dos rotadores externos do ombro, do rácio e preensão manual, respetivamente. No teste de serviço, a velocidade média atingida pelos tenistas foi de 194,3 ± 8,8km/h e a precisão foi de 50%.

Posteriormente, são apresentados os resultados da bateria de testes realizada por todos os tenistas. Primeiramente, apresento a avaliação do teste de impulsão vertical (ver quadro 9).

Quadro 9 – Resultados alcançados pelos tenistas no teste de impulsão vertical.

Impulsão Vertical				
Femininos			Masculinos	
	SJ (cm)	CMJ (cm)		
			SJ (cm)	CMJ (cm)
Jogadora 1	31,1	29,0	Jogador 1	-
Jogadora 2	33,0	33,0	Jogador 2	30,0
Jogadora 3	31,0	31,6	Jogador 3	41,4
Jogadora 4	28,1	29,2	Jogador 4	41,5
Jogadora5	23,1	26,1	Jogador5	46,5
Jogadora 6	27,8	28,5	Jogador 6	55,2
Jogadora 7	27,0	26,5	Jogador 7	28,5
Jogadora 8	27,1	27,9	Jogador 8	36,4
			Jogador 9	31,1
$\bar{x} \pm dp$	28,5±3,1	29,0±2,4	$\bar{x} \pm dp$	38,8 ± 9,2
Amplitude (mín-máx)	(23,1-33,0)	(26,1-33,0)	Amplitude (mín-máx)	(28,5-55,2)
				(34,0-53,1)

$\bar{x}$ = média; dp = desvio-padrão; mín = mínimo; máx = máximo; SJ = Squat Jump; CMJ = Countermovement Jump

Com base na observação do quadro 9, verifica-se na amostra feminina um valor médio ligeiramente superior na avaliação do CMJ ($29,0 \pm 2,4\text{cm}$) em relação ao SJ ($28,5 \pm 3,1\text{cm}$). No SJ, bem como no CMJ, o valor mais elevado ($33,0\text{cm}$) pertence à jogadora 2. A jogadora 5 obteve o pior valor em ambos os saltos, $23,1\text{cm}$ no SJ e $26,1\text{cm}$ no CMJ. A maioria das jogadoras obteve melhores resultados no teste de impulsão vertical CMJ, à exceção das jogadoras 1 e 7. No teste de SJ existem diferenças estatisticamente significativas entre o ranking das jogadoras ($p=0,036$). No entanto, no teste de CMJ não existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,253$).

Da leitura dos resultados da amostra masculina, observa-se um valor médio superior na avaliação do CMJ, $43,2 \pm 8,2\text{cm}$, relativamente ao SJ, $38,8 \pm 9,2\text{cm}$. Apesar da média do CMJ ser superior, foi no SJ que se atingiu o valor mais elevado ($55,2\text{cm}$). O jogador 6 atingiu o melhor resultado nos dois saltos, $55,2\text{cm}$ no SJ e $53,1\text{cm}$ no CMJ. Pelo contrário, o jogador 7 teve a pior prestação em ambos os testes, com os seguintes valores: $28,5\text{cm}$ no SJ e $34,0\text{cm}$ no CMJ. Na generalidade, os tenistas alcançaram melhores resultados no CMJ, excepto o jogador 6. O jogador 1 estava impossibilitado de executar ambos os testes de impulsão vertical. No teste de SJ e CMJ não existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,071$) entre o ranking dos jogadores.

Seguidamente, estão representados os resultados alcançados pelos tenistas na avaliação da velocidade, em segundos, aos 5 metros, 10 metros e 20 metros (ver quadro 10).

Quadro 10 - Resultados alcançados pelos tenistas da avaliação da velocidade (s) aos 5m, 10m e 20m obtidos pelas tenistas.

Velocidade							
Femininos				Masculinos			
	5m	10m	20m		5m	10m	20m
Jogadora 1	1,12	1,97	3,51	Jogador 1	1,13	2,00	3,38
Jogadora 2	1,14	1,94	3,46	Jogador 2	1,06	1,90	3,24
Jogadora 3	1,22	2,05	3,53	Jogador 3	0,98	1,75	3,06
Jogadora 4	1,22	2,05	3,49	Jogador 4	1,02	1,77	3,07
Jogadora 5	1,13	2,00	3,51	Jogador 5	1,07	1,85	3,12
Jogadora 6	1,15	2,03	3,51	Jogador 6	1,04	1,78	3,00
Jogadora 7	1,11	1,93	3,37	Jogador 7	1,09	1,86	3,18
Jogadora 8	1,20	2,05	3,59	Jogador 8	1,06	1,88	3,17
				Jogador 9	1,09	1,82	3,15
$\bar{x} \pm dp$	1,16±0,05	2,00±0,05	3,50±0,06	$\bar{x} \pm dp$	1,06±0,04	1,85±0,08	3,15±0,11
Amplitude (mín-máx)	(1,11-1,22)	(1,93-2,05)	(3,37-3,59)	Amplitude (mín-máx)	(0,98-1,13)	(1,75-2,00)	(3,00-3,38)

$\bar{x}$ = média; dp = desvio-padrão; mín = mínimo; máx = máximo; 5m = 5 metros; 10m = 10 metros; 20m = 20 metros

A partir do quadro 10, é possível verificar o valor médio do teste de velocidade de *sprint* efetuado pelas tenistas aos 5m foi de 1,16 $\pm$ 0,05s, aos 10m foi de 2,00 $\pm$ 0,05s e aos 20m foi de 3,50 $\pm$ 0,06s. A jogadora 7 foi a mais rápida aos 5m, aos 10m e aos 20m com os seguintes valores 1,11s, 1,93s, 3,37s, respetivamente. As jogadoras 3 e 4 foram as mais lentas aos 5m, onde realizaram o mesmo valor, 1,22s. Estas duas jogadoras continuaram a ser as mais lentas aos 10m, bem como a jogadora 8, ao efetuarem a distância com um valor de 2,05s. Contudo, não existem diferenças estatisticamente significativas entre o ranking das jogadoras no teste de velocidade aos 5m ($p=0,699$), 10m ($p=0,751$) e 20m ($p=0,641$).

Ao analisar a amostra masculina, observa-se que o valor médio da velocidade de *sprint* aos 5m foi de 1,06 $\pm$ 0,04s, aos 10m foi de 1,85 $\pm$ 0,08s e aos 20m foi de 3,15 $\pm$ 0,11s. O jogador 3 foi o mais rápido a efetuar o percurso aos 5m e aos 10m com os seguintes valores 0,98s e 1,75s, respetivamente. Em todo o percurso, ou seja, até aos 20m, o tenista com o melhor tempo foi o jogador 6 (3,00s). Pelo contrário, o jogador 1 foi o mais lento nas três distâncias avaliadas (5m, 10m e 20m). Este jogador obteve os seguintes valores: 1,13s

aos 5m, 2,00s aos 10m e, por fim 3,38s aos 20m. Neste teste, existem diferenças estatisticamente significativas entre o ranking dos jogadores na velocidade aos 5m ($p=0,047$), 10m ($p=0,005$) e 20m ($p=0,013$).

No quadro 11, estão representados os resultados da amostra feminina, bem como masculina, do teste de agilidade (505).

Quadro 11 – Resultados obtidos pelos tenistas durante o teste de agilidade (505) em segundos.

Agilidade – teste 505			
Femininos		Masculinos	
Jogadora 1	1,61	Jogador 1	1,72
Jogadora 2	1,64	Jogador 2	1,15
Jogadora 3	1,13	Jogador 3	1,34
Jogadora 4	1,22	Jogador 4	1,21
Jogadora 5	1,67	Jogador 5	1,10
Jogadora 6	1,39	Jogador 6	1,09
Jogadora 7	1,58	Jogador 7	1,83
Jogadora 8	1,44	Jogador 8	1,62
		Jogador 9	-
$\bar{x} \pm dp$	$1,46 \pm 0,20$	$\bar{x} \pm dp$	$1,38 \pm 0,30$
Amplitude (mín-máx)	(1,13-1,67)	Amplitude (mín-máx)	(1,09-1,83)

$\bar{x}$ = média; dp = desvio-padrão; mín = mínimo; máx = máximo;

Com base na observação do quadro 11, verifica-se que o valor médio no teste de agilidade realizado pelas tenistas foi de $1,46 \pm 0,20$ s. A jogadora 3 obteve a melhor prestação, com o tempo de 1,13s. Já a jogadora 5 realizou o tempo mais elevado (1,67s), ou seja, teve a pior prestação. No teste de agilidade não existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,337$) entre a classificação das jogadoras.

Quanto à amostra masculina, o valor médio foi de $1,38 \pm 0,30$ s. O jogador 6 foi o mais rápido ao efetuar o teste em 1,09s. Pelo contrário, o jogador 7 foi o mais lento, terminando o percurso com um tempo de 1,83s. O jogador 9 não pôde realizar o teste devido a lesão. Neste teste, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p=0,139$) entre o ranking dos jogadores.

O quadro 12 apresenta os resultados do teste de força máxima dos extensores do joelho no membro preferido (MP) realizados por todos os participantes.

Quadro 12 – Resultados obtidos pelos tenistas no teste de Força Máxima dos Extensores do Joelho no Membro Preferido.

Força Máxima dos Extensores do Joelho - Membro Preferido (kg)			
Femininos		Masculinos	
Jogadora 1	79,1	Jogador 1	-
Jogadora 2	29,7	Jogador 2	51,8
Jogadora 3	40,9	Jogador 3	59,5
Jogadora 4	41,6	Jogador 4	77,6
Jogadora 5	51,3	Jogador 5	75,9
Jogadora 6	56,0	Jogador 6	51,6
Jogadora 7	46,1	Jogador 7	46,3
Jogadora 8	55,2	Jogador 8	66,7
		Jogador 9	-
$\bar{x} \pm dp$	50,0 $\pm$ 14,6	$\bar{x} \pm dp$	61,3 $\pm$ 12,4
Amplitude (mín-máx)	(29,70-79,10)	Amplitude (mín-máx)	(46,3-77,6)

$\bar{x}$ = média; dp = desvio-padrão; mín = mínimo; máx = máximo;

A partir do quadro 12, verifica-se que o valor médio no teste de força máxima dos extensores do joelho no MP, executado pelas tenistas foi de 50,0 $\pm$ 14,6kg. A jogadora 1 obteve o resultado mais elevado no valor de 79,10kg. No entanto, a jogadora 2 atingiu o valor mais baixo, 29,7kg. Neste teste, não existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,645$) entre o ranking das jogadoras.

Relativamente aos resultados alcançados pelos tenistas, estes obtiveram um valor médio de 61,3 $\pm$ 12,4kg. O jogador 4 atingiu o valor mais elevado (77,6kg). Pelo contrário, o jogador 7 apresenta o valor mais baixo (46,3kg). O jogador 9 voltou a não poder realizar este teste. No teste de força máxima dos extensores do joelho no MP, não existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,383$) entre a classificação dos jogadores.

Seguidamente, estão apresentados os resultados do teste de força máxima dos rotadores internos (RI) e externos (RE) do ombro no membro preferido (MP),

realizados por todos os tenistas, bem como, o rácio de força máxima da rotação externa sobre a rotação interna do ombro (ver quadro 13).

Quadro 13 – Resultados alcançados pelos tenistas no teste de Força Máxima dos Rotadores Internos (RI) e Rotadores Externos (RE) do Ombro no Membro Preferido (kg).

Força Máxima dos RI e RE do Ombro - Membro Preferido (kg)							
Femininos				Masculinos			
	RI	RE	RE/RI		RI	RE	RE/RI
Jogadora 1	23,2	7,2	31,0	Jogador 1	12,4	10	80,7
Jogadora 2	13,9	8,9	64,0	Jogador 2	18,8	18,6	98,9
Jogadora 3	10,4	7,0	67,3	Jogador 3	15,1	13,6	90,1
Jogadora 4	12,3	9,5	77,2	Jogador 4	19,6	8,7	44,4
Jogadora 5	14,9	6,5	43,6	Jogador 5	16,1	9,3	57,8
Jogadora 6	10,5	7,8	74,3	Jogador 6	14,8	13,4	90,6
Jogadora 7	11,5	7,9	68,7	Jogador 7	15,6	9,5	60,9
Jogadora 8	10,8	8,1	75,0	Jogador 8	23,4	15	64,1
				Jogador 9	26,0	8,7	33,5
$\bar{x} \pm dp$	13,4 ± 4,3	8,0 ± 1,0	62,7±16,6	$\bar{x} \pm dp$	18,0 ± 4,4	11,9 ± 3,5	69,0±22,4
Amplitude (mín-máx)	(10,4-23,2)	(6,5-9,5)	(31,0-77,2)	Amplitude (mín-máx)	(12,4-26,0)	(8,7-18,6)	(33,5-98,9)

$\bar{x}$ = média; dp = desvio-padrão; mín = mínimo; máx = máximo; RI= Rotadores Internos; RE= Rotadores Externos; RE/RI = Rácio Rotação Externa/Rotação Interna do Ombro

Da leitura dos resultados da amostra feminina do quadro 13, verifica-se que o valor médio no teste de força máxima dos rotadores internos do ombro foi de $13,4 \pm 4,3$ kg. Em relação ao teste de força máxima dos rotadores externos, as tenistas apresentam um valor médio de $8,0 \pm 1,0$ kg. No teste de força máxima dos rotadores internos do ombro, o resultado mais elevado pertence à jogadora 1 (23,2kg). Contudo, a jogadora 3 apresenta o resultado mais baixo (10,4kg). No teste de força máxima dos rotadores externos do ombro, a jogadora 4 alcançou o melhor resultado, com um valor de 9,5kg. Pelo contrário, a jogadora 5 exibe o valor mais baixo com 6,5kg. No teste de força máxima dos rotadores internos do ombro, bem como no teste de força máxima dos rotadores externos do ombro não existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,432$) entre o ranking das jogadoras. O rácio de força máxima da rotação externa sobre a

rotação interna do ombro, apresenta uma média entre as tenistas de $62,7 \pm 16,6\%$. A jogadora 4 exibe a percentagem mais elevada, no valor de $77,2\%$. No entanto, a jogadora 1 apresenta a percentagem mais baixa, no valor de $31,0\%$. No rácio de força máxima da rotação externa sobre a rotação interna do ombro, não existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,071$) entre o ranking das jogadoras.

Relativamente ao teste de força máxima dos rotadores internos do ombro dos tenistas masculinos, é possível perceber que a média da amostra é $18,0 \pm 4,4\text{kg}$. O jogador 9 obteve a melhor prestação com o valor de $26,0\text{kg}$. Já o jogador 1 exibe o valor mais baixo nesse mesmo teste $12,4\text{ kg}$. No teste de força máxima dos rotadores externos do ombro, a média dos resultados foi $11,9 \pm 3,5\text{kg}$. O valor mais elevado pertence ao jogador 2 ($18,6\text{kg}$). Ao contrário do teste de força máxima dos rotadores internos do ombro, o jogador 9 teve a pior prestação ($8,7\text{kg}$). No teste de força máxima dos rotadores internos do ombro não existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,798$) entre os jogadores, assim como no teste de força máxima dos rotadores externos do ombro ($p=0,354$). O rácio de força máxima da rotação externa sobre a rotação interna do ombro, exibe uma média entre os jogadores de $69,0 \pm 22,4\%$. O jogador 2 apresenta a percentagem mais elevada, no valor de $98,9\%$. Porém, o jogador 9 exibe a percentagem mais baixa, no valor de $31,0\%$. No rácio de força máxima da rotação externa sobre a rotação interna do ombro, não existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,831$) entre o ranking dos jogadores.

O quadro 14 representa o teste de Força Máxima de Preensão Manual (kg), executado por todos os tenistas.

Quadro 14 – Resultados atingidos pelos tenistas no teste de Força Máxima de Preensão Manual no Membro Preferido (kg).

Força Máxima Preensão Manual - Membro Preferido (kg)			
Femininos		Masculinos	
Jogadora 1	37,2	Jogador 1	55,0
Jogadora 2	32,1	Jogador 2	63,7
Jogadora 3	40,4	Jogador 3	53,5
Jogadora 4	-	Jogador 4	49,9
Jogadora 5	40,4	Jogador 5	52,6
Jogadora 6	33,3	Jogador 6	52,8
Jogadora 7	35,6	Jogador 7	55,0
Jogadora 8	36,3	Jogador 8	52,6
		Jogador 9	50,7
$\bar{x} \pm dp$	36,5 $\pm$ 3,2	$\bar{x} \pm dp$	61,3 $\pm$ 12,4
Amplitude (mín-máx)	(32,1-40,4)	Amplitude (mín-máx)	(49,9-77,6)

$\bar{x}$ = média; dp = desvio-padrão; mín = mínimo; máx = máximo;

Com base na observação do quadro 14, verifica-se que o valor médio no teste de Força Máxima de Preensão Manual realizado pelas tenistas foi de 36,5 $\pm$ 3,2kg. As jogadoras 3 e 5 apresentam o valor mais elevado (40,4kg). A pior prestação pertence à jogadora 2, com um valor de 32,1kg. A jogadora 4 não pôde efetuar este teste devido a lesão. No entanto, não existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,872$) entre as jogadoras.

Na amostra masculina, o valor médio do teste foi de 61,3 $\pm$ 12,4kg. A melhor prestação foi conseguida pelo jogador 2 (63,7kg). Pelo contrário, o jogador 4 realizou a pior prestação, com um valor de 49,9 kg. Neste teste, não existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,260$) entre os jogadores.

O último teste efetuado, teste de Velocidade (km/h) e Precisão (%) do Serviço, é apresentado de seguida. Os valores exibidos na velocidade têm em consideração apenas o serviço mais rápido e preciso.

A precisão do serviço está representada em percentagem, e de acordo com a quantidade de serviços que cada tenista coloca na zona nas 6 tentativas (ver quadro 15).

Quadro 15 – Resultados obtidos pelos tenistas no teste de Velocidade (km/h) e Precisão do Serviço (%).

Velocidade e Precisão do Serviço (km/h)				
Femininos			Masculinos	
	Velocidade	Precisão		
Jogadora 1	166,4	50,0	Jogador 1	190
Jogadora 2	155,4	66,7	Jogador 2	184,9
Jogadora 3	-	-	Jogador 3	186,9
Jogadora 4	151,4	16,7	Jogador 4	208,6
Jogadora 5	157,4	50,0	Jogador 5	-
Jogadora 6	136,8	50,0	Jogador 6	201,6
Jogadora 7	158,2	66,7	Jogador 7	-
Jogadora 8	149,0	50,0	Jogador 8	198,7
			Jogador 9	189,2
$\bar{x} \pm dp$	153,5 $\pm$ 9,2	50,0 $\pm$ 16,7	$\bar{x} \pm dp$	194,3 $\pm$ 8,8
Amplitude (mín-máx)	(136,8-166,4)	(16,7-66,7)	Amplitude (mín-máx)	(184,9-208,6)

$\bar{x}$ = média; dp = desvio-padrão; mín = mínimo; máx = máximo;

A partir do quadro 15, observa-se que as tenistas atingem um valor médio de velocidade de serviço de 153,5 $\pm$ 9,2km/h. O serviço mais rápido e preciso foi executado pela jogadora 1 (166,4km/h). Já o serviço mais lento e preciso foi realizado pela jogadora 6 (136,8km/h). As tenistas apresentam um valor médio de precisão de serviço de 50,0 $\pm$ 16,7%. As jogadoras 2 e 7 alcançaram a maior percentagem (66,7%), ou seja, nos 6 serviços efetuados colocaram na zona 4 serviços. No entanto, a jogadora 4 exibe a pior percentagem (16,7%), com apenas um único serviço na zona. No teste de velocidade de serviço, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p=0,704$) entre o ranking das jogadoras, bem como no teste de precisão do serviço ($p=0,954$). A jogadora 3 não pôde efetuar o teste por motivo de lesão.

A amostra masculina demonstra um valor médio de velocidade do serviço de 194,3 $\pm$ 8,8km/h. O serviço mais veloz foi de 208,6km/h e foi realizado pelo jogador 4. Pelo contrário, o jogador 2 executou o serviço mais lento, com um valor de 184,9km/h. Relativamente à precisão do serviço, toda a amostra masculina apresenta o valor de 50%, isto é, dos 6 serviços efetuados

colocaram obrigatoriamente 3 serviços na zona. Contudo, não existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,589$) entre o ranking dos jogadores, no teste de velocidade de serviço. Os jogadores 5 e 7 não puderam realizar o teste por motivos de lesão.

Seguidamente, estão apresentadas as correlações entre as diversas variáveis avaliadas da amostra feminina. Somente as correlações mais importantes vão ser descritas (ver quadro 13).

Ao analisar a coluna do ranking FEM, verifica-se que o SJ exhibe uma correlação forte e negativa ($r=-0,786$), isto é, as tenistas que alcançaram os valores mais elevados no teste, estão melhor cotadas no ranking. Como já foi referido anteriormente, neste teste existem diferenças estatisticamente significativas entre o ranking das jogadoras. O rácio de força máxima da rotação externa sobre a rotação interna do ombro mostra uma correlação forte e positiva ($r=0,714$), ou seja, as tenistas com melhor classificação atingiram maiores percentagens de rácio. Os dois testes de impulsão vertical efetuados, SJ e CMJ, apresentam uma correlação muito forte e positiva ($r=0,929$), quer isto dizer que as tenistas que obtiveram melhores resultados no SJ tendem a obter melhor desempenho no CMJ. Esta associação exhibe diferenças estatisticamente significativas entre as tenistas. As variáveis estatura e velocidade do serviço exibem uma correlação muito forte e positiva ($r=0,873$), quer isto dizer que as tenistas mais altas realizam a pancada de serviço com maior velocidade. Esta relação apresenta diferenças estatisticamente significativas entre as tenistas. A relação entre agilidade e a velocidade aos 5m ($r=-0,755$) e 10m ($r=-0,708$), evidenciam uma correlação forte e negativa, com diferenças estatisticamente significativas entre as tenistas. Deste modo, as tenistas mais ágeis são as mais lentas no percurso aos 5m e 10m. A associação entre a velocidade aos 5m e 10m apresenta uma correlação muito forte e positiva ($r=0,908$), com diferenças estatisticamente significativas entre as tenistas. As tenistas mais rápidas aos 5m são igualmente as mais rápidas aos 10m. A velocidade aos 10m e 20m exhibe uma correlação forte e positiva ($r=0,725$), sendo que as tenistas mais rápidas aos 10m são também as mais

rápidas aos 20m. Nesta relação existem diferenças estatisticamente significativas entre as tenistas.

Posteriormente, estão apresentadas as correlações entre as diversas variáveis avaliadas da amostra masculina. Apenas as correlações mais importantes vão ser enumeradas (ver quadro 14).

Ao observar o quadro 14, verifica-se entre o ranking ATP e a velocidade aos 5m ($r=0,672$), 10m ($r=0,833$) e 20m ($r=0,783$) uma correlação positiva moderada, muito forte e forte, respetivamente. Concluiu-se que os tenistas mais rápidos são os que têm melhor ranking. Todas estas associações apresentam diferenças estatisticamente significativas entre o ranking dos tenistas. Os testes SJ e CMJ, exibem uma correlação muito forte e positiva ($r=0,905$), ou seja, os tenistas com melhores prestações no SJ tendem a alcançar melhores resultados no CMJ. Desta forma, existem diferenças estatisticamente significativas entre os tenistas. A relação entre a velocidade aos 5m e 10m apresenta uma correlação forte e positiva ($r=0,714$), com diferenças estatisticamente significativas entre os tenistas. Os tenistas mais rápidos aos 5m são igualmente os mais rápidos aos 10m. A velocidade aos 10m e 20m mostra uma correlação muito forte e positiva ($r=0,917$), sendo que os tenistas mais rápidos aos 10m são também os mais rápidos aos 20m. Mais uma vez, existem diferenças estatisticamente significativas entre os tenistas. A relação entre agilidade e o SJ ($r=-0,786$), bem como entre o CMJ ($r=-0,518$), evidenciam uma correlação negativa forte e moderada, respetivamente. Deste modo, os tenistas mais ágeis são os que obtiveram melhores resultados tanto no SJ como no CMJ. Nestas duas relações existem diferenças estatisticamente significativas entre os tenistas.

Quadro 16 – Correlações entre todas as variáveis investigadas na amostra feminina.

	Ranking FEM	Estatura (cm)	Massa Corporal (kg)	SJ (cm)	CMJ (cm)	Vel. 5m (s)	Vel. 10m (s)	Vel. 20m (s)	Agilidade (s)	Fmáx Ext. Joelho (kg)	Fmáx RI Ombro (kg)	Fmáx RE Ombro (kg)	Fmáx RE/RI Ombro (%)	Fmáx Prensão Manual (kg)	Vel. Serviço (km/h)
Estatura (cm)	-,418	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Massa Corporal (kg)	-,179	,182	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SJ (cm)	-,786*	,546	,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CMJ (cm)	-,500	,436	-,143	,929**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vel. 5m (s)	,180	-,238	-,240	,228	,491	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vel. 10m (s)	,148	-,335	-,098	-,024	,171	,908**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vel. 20m (s)	-,216	-,112	-,220	-,073	-,073	,491	,725*	-	-	-	-	-	-	-	-
Agilidade (s)	-,429	,182	,095	-,143	-,357	-,755*	-,708*	-,317	-	-	-	-	-	-	-
Fmáx Ext Joelho (kg)	-,214	-,291	,429	-,286	-,548	-,347	,000	,366	,143	-	-	-	-	-	-
Fmáx RI Ombro (kg)	-,357	,327	,548	,119	-,119	-,575	-,512	-,366	,786*	,190	-	-	-	-	-
Fmáx RE Ombro (kg)	,357	-,400	-,238	,286	,381	,263	,049	-,415	-,190	-,333	-,024	-	-	-	-
Fmáx RE/RI Ombro (%)	,714	-,764*	-,262	-,238	,000	,599	,561	,049	-,667	-,119	-,595	,643	-	-	-
Fmáx Prensão Manual (kg)	,086	,370	,342	-,360	-,306	,144	,445	,524	-,036	,144	,054	-,847*	-,360	-	-
Vel Serviço (km/h)	-,200	,873*	,429	,000	-,143	-,821*	-,703	-,371	,607	,036	,786*	-,393	-,750	,486	-
Precisão do Serviço (%)	-,031	,406	-,558	,020	-,080	-,657	-,854*	-,517	,538	-,279	,000	-,060	-,418	-,621	,339

SJ = Squat Jump; CMJ = Countermovement Jump; Vel = Velocidade; Fmáx = Força máxima; Ext = Extensores; RI = Rotadores Internos; RE = Rotação Externa; RE/RI = Rácio Rotação Externa/Rotação Interna

* A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral)

** A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral)

Quadro 17 – Correlações entre todas as variáveis investigadas na amostra feminina.

	Ranking ATP _R	Estatura (cm)	Massa Corporal (kg)	SJ (cm)	CMJ (cm)	Vel 5m (s)	Vel 10m (s)	Vel 20m (s)	Agilidade (s)	Fmáx Ext Joelho (kg)	Fmáx RI Ombro (kg)	Fmáx RE Ombro (kg)	Fmáx RE/RI Ombro (%)	Fmáx Preensão Manual (kg)	Vel Serviço (km/h)
Estatura (cm)	,433	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Massa Corporal (kg)	,400	,383	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SJ (cm)	-,667	-,524	-,690	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CMJ (cm)	-,667	-,429	-,524	,905**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vel 5m (s)	,672*	,445	,059	-,530	-,747*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vel 10m (s)	,833**	,583	,217	-,571	-,595	,714*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vel 20m (s)	,783*	,583	,267	-,857**	-,875**	,740*	,917**	-	-	-	-	-	-	-	-
Agilidade (s)	,571	,143	,071	-,786*	-,518*	,443	,357	,571	-	-	-	-	-	-	-
Fmáx Ext Joelho (kg)	-,393	-,786*	-,286	,393	-,643	-,324	-,286	-,179	-,143	-	-	-	-	-	-
Fmáx RI Ombro (kg)	,100	-,133	,500	-,357	-,571	-,042	-,067	,033	-,048	,607	-	-	-	-	-
Fmáx RE Ombro (kg)	,351	,360	,460	-,228	,108	-,274	,351	,201	-,024	-,393	-,234	-	-	-	-
Fmáx RE/RI Ombro (%)	,083	,450	,183	,000	,333	-,294	,233	,067	-,238	-,607	-,567	,879**	-	-	-
Fmáx Preensão Manual (kg)	,420	,588	,252	-,443	-,120	,237	,546	,538	,301	-,811*	-,588	,650**	,756*	-	-
Vel Serviço (km/h)	-,250	-,571	-,750	,771	,429	-,180	-,250	-,357	-,143	,400	,000	-,505	-,393	-,679	-
Precisão do Serviço (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SJ = Squat Jump; CMJ = Countermovement Jump; Vel = Velocidade; Fmáx = Força máxima; Ext = Extensores; RI = Rotadores Internos; RE = Rotação Externa; RE/RI = Rácio Rotação Externa/Rotação Interna

* A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral)

** A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral)

6. Discussão

Neste capítulo realizar-se-á uma reflexão crítica sobre os resultados mais relevantes. O objetivo do presente estudo foi perceber se as características físicas estão relacionadas com o desempenho dos tenistas, ou seja, com o ranking que cada um apresenta. Os resultados mostraram que, entre todas as características físicas analisadas, os testes SJ e de velocidade aos 5m, 10m e 20m apresentam diferenças estatisticamente significativas entre a amostra feminina e masculina, respetivamente. O teste SJ exhibe uma correlação forte e com rendimento ($r=-0,786$), ou seja, as tenistas que alcançaram os valores mais elevados no teste, estão melhor cotadas no ranking. No teste de velocidade aos 5m ($r=0,672$), 10m ($r=0,833$) e 20m ($r=0,783$) a correlação é forte e com rendimento aos 5m e 20m e muito forte aos 10m. Deste modo, os tenistas mais rápidos nos três percursos são os que têm melhor ranking.

No presente estudo, a associação dos testes de SJ e CMJ com a velocidade de serviço demonstram a inexistência de diferenças estatisticamente significativas. Tal como referem Bonato et al. (2014), no ténis não se encontra uma associação entre a velocidade de serviço e a impulsão vertical, pelo que a pancada de serviço não depende de uma melhor capacidade de impulsão vertical. Constata-se que a impulsão vertical utilizada em jogo está especialmente relacionada com a coordenação.

Em situação de jogo, relativamente ao ciclo estiramento encurtamento, constata-se que durante os primeiros 30 minutos de jogo existe uma melhoria na altura do SJ e CMJ. Esta melhoria pode ser explicada por um insuficiente aquecimento antes da partida e por um aumento da temperatura do músculo através do aumento da taxa de transmissão de impulsos nervosos, diminuição da resistência viscosa, aumento da glicogenólise, glicólise e degradação de fosfato de alta energia (Girard, Lattier, Micallef, & Millet, 2006). Glaister (2005) afirma que apesar dos encontros perdurarem muitas das vezes até 3h, a força explosiva não sofre qualquer modificação. A única explicação encontrada para esta evidência deve-se às inúmeras paragens que caracterizam o jogo, pelo que pode ser suficiente para repor os níveis de ATP, bem como de PCr. No

entanto, parece não haver conformidade entre os resultados apresentados relativamente à altura no SJ e CMJ, uma vez que ao longo da competição a altura dos dois testes de impulsão vertical realizados diminui de jogo para jogo (Gescheit, Cormack, Reid, & Duffield, 2015). Segundo Ojala and Häkkinen (2013), a capacidade de impulsão vertical não sofre alterações em jogos em dias consecutivos. Deste modo, os movimentos caracterizados por contrações do ciclo estiramento encurtamento de alta velocidade apenas têm impacto nos tenistas em jogos com uma duração de pelo menos 2h e em dias sucessivos (Girard et al., 2006) (Ojala & Häkkinen, 2013) (Fabre, Martin, Gondin, Cottin, & Grelot, 2012). Embora os picos de potência dos saltos de SJ e CMJ não tenham sido avaliados neste estudo, outros estudos revelam que ao longo dos jogos em dias consecutivos os valores de potência sofrem uma diminuição de jogo para jogo (Gescheit et al., 2015).

Em relação ao teste de velocidade de *sprint* aos 5m, 10m e 20m, comparou-se os valores deste estudo com os valores médios registados no percurso de 5m, 10m e 20m por tenistas profissionais alemães de acordo com (Quinn & Reid, 2003). Os respetivos investigadores, verificaram nas tenistas profissionais femininas os valores de referência para as distâncias avaliadas são: 1,05s, 1,87s e 3,30s, respetivamente. Em relação aos tenistas profissionais masculinos, os valores de referência para cada percurso são: 0,98s, 1,75s e 3,00s, respetivamente (Quinn & Reid, 2003). No presente estudo os valores médios de velocidade aos 5m, 10m e 20m, tanto na amostra feminina como na masculina, são significativamente mais lentos em comparação com os valores apresentados pelo estudo precedente. No entanto, os atletas masculinos com melhor ranking atingiram os valores de referência descritos no estudo anterior. No ténis, a duração dos pontos não supera os 10s, sendo que a maioria dos pontos variam entre os 4s e 7s. (Kovacs, 2007). Constata-se que na maioria dos pontos os movimentos atingem um raio de 3 a 4m, pelo que dificilmente um tenista alcança uma velocidade máxima numa distância tão curta. Em raras exceções, os movimentos ultrapassam os 4m, exigindo de seguida uma desaceleração imediata. Além disso, o tamanho do *court* não permite aos tenistas percorrerem distâncias de *sprint* superiores a 10m (Kovacs, Pritchett,

Wickwire, Green, & Bishop, 2007). A velocidade é uma qualidade facilmente influenciada pelo destreino, levando a uma redução da velocidade de *sprint* aos 20m. Esta redução tem como consequência um pior desempenho no *court*, pelo que o jogador tem mais dificuldades em chegar atempadamente às bolas, bem como em executar pancadas mais potentes comparativamente com os outros atletas que mantêm ou melhoram os seus níveis de velocidade. O destreino provoca assim uma redução significativa no desempenho do tenista (Kovacs et al., 2007). De facto, dificilmente um tenista irá alcançar a velocidade máxima em distâncias tão curtas, pelo que a sua capacidade de aceleração será determinante para ser bem-sucedido numa distância até 5m. Contudo, o teste de velocidade de *sprint* deve ser realizado até uma distância de 20m como forma de controlo do treino. Este controlo deve ser realizado constantemente para compreender e comparar os níveis de velocidade nos diferentes percursos, sendo que um pior desempenho vai afetar o jogo do tenista.

O teste de agilidade 505 caracteriza-se por ser o teste onde se encontram mais semelhanças com a duração e intensidade do movimento no ténis (Bekraoui, Fargeas-Gluck, & Leger, 2012). O treino de carga associa-se a maior agilidade, sendo por isso importante a continuação do treino após as competições para manutenção dos níveis de agilidade. Contudo, estudos anteriores revelam que a capacidade agilidade entre os tenistas não sofre alterações significativas após treino sem orientação (Murphy, Duffield, Kellett, & Reid, 2015).

Relativamente ao teste de força máxima dos extensores do joelho, constata-se que a força máxima desempenhada pelos extensores do joelho influencia a velocidade da bola (Girard et al., 2006). Segundo Ojala and Häkkinen (2013) os níveis de força máxima dos extensores do joelho sofrem uma diminuição de cerca de 26% ao longo de uma competição. Relatam também que após o primeiro jogo e antes do segundo jogo, a força máxima dos extensores do joelho sofreu uma diminuição de 8% e 16% antes da realização do terceiro jogo, relativamente à avaliação efetuada antes do torneio. Curiosamente, ao longo de um encontro a força máxima dos extensores do joelho tende a diminuir progressivamente, sendo que a partir das duas horas e meia de jogo

verifica-se uma diminuição significativa nos valores de força máxima (Girard et al., 2006).

O teste de força máxima dos rotadores internos e externos do ombro é uma avaliação fundamental, uma vez que estes grupos musculares estão presentes na maioria das pancadas do ténis. Os valores de força assumem uma grande preponderância no jogo do tenista, contudo é necessário que a relação entre os rotadores internos e externos esteja sempre em equilíbrio, diminuindo assim a probabilidade de lesão. Segundo (Coutinho, 2008), o equilíbrio entre os rotadores internos e externos do ombro é fundamental para uma carreira com longevidade no ténis. Os rotadores internos do ombro têm uma importante função na aceleração da pancada de primeiro serviço (“serviço chapado”), que contribui com cerca de 54% da velocidade do *sweetspot* no instante de impacto (Elliott et al., 1995). Sabe-se que a principal causa de lesões no ténis estão relacionados com os movimentos de serviço e *smash*, sendo que os músculos responsáveis pelo movimento (agonistas) em causa são os rotadores internos do ombro e os músculos que sustentam o movimento (antagonistas) são os rotadores externos. A relação que permite uma maior estabilidade da articulação do ombro entre os rotadores internos e externos deverá ser entre 60% a 70% (Ellenbecker & Roetert, 2003). No presente estudo, observa-se tanto na amostra feminina como na masculina que os valores médios do rácio RE/RI do ombro estão de acordo com a relação ideal. Contudo, alguns dos tenistas avaliados apresentam valores de rácio entre RE/RI do ombro inferiores ou superiores comparativamente com a relação pretendida. Estes valores fora da zona ideal podem provocar algumas consequências aos tenistas, como por exemplo, alterações técnicas decorrentes de um défice nas relações de força (Coutinho, 2008). Ao longo de uma competição, os valores de força máxima dos RI e RE do ombro tendem a diminuir, podendo provocar alterações na técnica para manter elevadas velocidades de serviço (Antúñez, Moreno Fernandez, Fuentes Garcia, Vaillo, & Damas Arroyo, 2012; Murray, Cook, Werner, Schlegel, & Hwkins, 2001).

Em relação à força máxima de preensão manual, um estudo realizado por Quinn and Reid (2003) menciona os valores médios efetuados por tenistas

profissionais alemães. A amostra feminina exhibe um valor médio de 40kg, enquanto que a amostra masculina mostra um valor médio de 60kg. O presente estudo apresenta um valor médio de força máxima de preensão manual um pouco inferior nas atletas e superior nos atletas comparativamente com o estudo referido acima. A força de preensão manual e a velocidade de serviço são duas variáveis muito relacionadas no ténis. No entanto, no presente estudo esta associação apresenta uma correlação pouco relevante. Pelo contrário noutros desportos, como por exemplo, no pólo aquático, expõem correlações significativas entre a força de preensão e a velocidade da bola (Ferragut et al., 2011). A única explicação plausível para este acontecimento é o facto do atleta jogar a bola com a mão, sem o auxílio da raquete, ou seja, a manipulação da bola com a mão pode assumir uma maior preponderância na produção de velocidade (Bonato et al., 2014).

No teste de velocidade e precisão do serviço foram analisadas as variáveis correlacionadas com o ranking e estatura. Os resultados no teste de velocidade de serviço evidenciam correlações fracas com o ranking, tanto na amostra feminina como na masculina. Apesar dos resultados não demonstrarem a importância de servir a uma grande velocidade, deve sublinhar-se que o serviço é a única pancada que é controlada exclusivamente por cada tenista (Kovacs & Ellenbecker, 2011). Embora este estudo não avalie a eficácia do serviço em termos percentuais, na literatura verificam-se relações significativas entre a velocidade de serviço e a probabilidade de ganhar o ponto (O'Donoghue & Ballantyne, 2004). Outros estudos referem que a velocidade de serviço antes do segundo e terceiro jogo de um torneio diminui um pouco. Contudo, após terminar o torneio os tenistas são sujeitos novamente a uma avaliação da velocidade de serviço, onde mostram um aumento da velocidade não significativo (Ojala & Häkkinen, 2013). Como já foi referido anteriormente, na amostra feminina observa-se uma relação significativa entre a estatura e a velocidade do serviço. Pelo contrário, na amostra masculina a estatura e a velocidade de serviço são inversamente proporcionais, ou seja, quando uma variável aumenta a outra diminui. A única explicação plausível para este acontecimento deve-se ao facto dos tenistas mais altos possuírem um pior

ranking ATP. Estudos anteriores revelam que os jogadores profissionais de estatura elevada concebem velocidades de serviço muito superiores (Bonato et al., 2014). O'Donoghue and Ballantyne (2004) acrescentam que existe uma relação significativa entre a velocidade de serviço e a possibilidade de ganhar o ponto, ou seja, um serviço potente permite aos tenistas ganharem uma elevada percentagem de pontos logo no serviço. Deste modo, um bom primeiro serviço é fundamental para ganhar muitos pontos e colocar o adversário sob pressão na “resposta” e com pouco tempo de execução da pancada. Como consequência, a percentagem de pontos ganhos com o segundo serviço tende também a aumentar. Outra explicação para o facto de um tenista de elevada estatura favorecer de um grande serviço deriva da biomecânica. Um tenista com uma boa estatura tira vantagem da sua pancada de serviço por atingir uma altura superior no ponto de contacto com a bola. Este ponto de contacto com a bola é atingido devido a uma multiplicidade de fatores, como por exemplo, a contribuição dos membros inferiores, a importância da rotação do tronco, a componente vertical da raquete que está relacionada com o complexo braço + raquete, entre outros (Bonato et al., 2014). Para Vaverka and Cernosek (2013) a velocidade da bola no serviço é determinada pela estatura e impulso vertical do tenista. A estatura assume um papel fundamental na execução com sucesso da pancada de serviço, pelo facto do ponto de contacto com a bola ser elevado, proporcionando assim uma maior perspetiva da área do quadrado de serviço. A importância da relação entre altura e velocidade de serviço assume também uma grande preponderância na execução do segundo serviço, onde o controlo da bola predomina sobre a velocidade. Apesar do segundo serviço não ser executado a uma velocidade máxima, estas duas variáveis apresentam uma correlação significativa. Como já foi referido, uma possível explicação para uma correlação significativa entre a altura e a velocidade deve-se ao facto do tenista com uma estatura elevada possuir uma maior perspetiva da colocação da bola no quadrado de serviço (Bonato et al., 2014). Para Vaverka and Cernosek (2013), um dos principais factores para a variação da velocidade de serviço está relacionado com a obtenção de sucesso na sua realização. Posto isto, o tenista procura constantemente reajustar a velocidade do serviço de

forma a obter sucesso na sua execução, baseando-se na própria experiência. Apesar dos tenistas mais altos beneficiarem de algumas vantagens na pancada de serviço, é necessário ter em conta a percentagem de serviços que colocam a uma velocidade máxima. Relativamente aos tenistas de estatura inferior, observa-se que o ponto de contacto com a bola é menor, consequentemente ao efetuar um serviço a uma velocidade muito elevada, a probabilidade de obter sucesso torna-se inferior. Tomemos como exemplo o tenista *Benjamin Becker*, com uma estatura de 178cm, serviu a uma velocidade média de 194km/h, no entanto apenas 46% dos seus serviços foram executados com sucesso. Comparativamente, a média apresentada em torneios do *Grand Slam* situa-se nos 59% e 61% para homens e mulheres, respetivamente. Gescheit et al. (2015) ao avaliarem o teste de velocidade e precisão do serviço ao longo de 4 dias consecutivos após jogos com uma duração de aproximadamente 4h, obtiveram pequenas diminuições. Este resultado pode ser explicado pela diferença entre exigências específicas, isto é, durante o jogo o serviço é válido quando colocado no quadrado de serviço e no teste apenas na zona definida e a uma velocidade máxima. Deste modo, pode-se inferir que a precisão foi posta em causa no teste de serviço devido à precisão e à velocidade exigida.

Este estudo foi realizado com o consentimento de todos os jogadores, treinadores e selecionadores. Todas as partes concordaram que a informação poderia ser uma mais-valia para monitorizar e melhorar o processo de treino e consequentemente, criar perfis individuais de todos os jogadores. A elaboração do estudo contribui, de certa forma, para a valorização e evolução da modalidade em Portugal através da partilha de informações, conhecimentos e experiências. Apesar deste tipo de avaliações terem sido efetuadas pela primeira vez, os tenistas demonstraram um grande empenhamento, bem como uma enorme competitividade para que os resultados fossem os melhores.

O facto deste estudo ter sido realizado no fim da pré época pode ter provocado uma homogeneidade de resultados. Sugiro que estas avaliações sejam realizadas várias vezes ao longo da época, de forma a identificar com elevada precisão os pontos fracos e fortes dos tenistas, facilitando assim a elaboração de programas de treino físico mais eficientes.

Limitações do Estudo

É importante reconhecer potenciais limitações deste estudo, como o reduzido tamanho da amostra masculina e feminina. Além disso, os tenistas avaliados não competem nas principais competições do circuito ATP e WTA, quer isto dizer, que não participam nos torneios de *Grand Slam*. Contudo, apenas um atleta, no momento do protocolo participava em torneios do *Grand Slam*.

Como já foi referido anteriormente, duas das tenistas avaliadas competem frequentemente pela Seleção Nacional de Séniores na *Fed Cup*. Contudo, a amostra masculina contém apenas um tenista que representa Portugal em algumas eliminatórias da *Davis Cup*. Deste modo, pode haver uma limitação dos resultados.

Sugestões para Estudos Futuros

Para estudos futuros sugiro que a análise das variáveis físicas seja efetuada ao longo de 4 dias consecutivos com jogos. Sendo assim, as avaliações devem ser efetuadas antes e após os jogos, para compreender o efeito da induzido pelos jogos nas capacidades físicas dos tenistas.

7. Conclusão

O ténis é uma modalidade que integra uma variedade de componentes físicas que interagem entre si. Por isso, é fundamental identificar as capacidades que assumem uma maior preponderância no desempenho do tenista. Após esta reflexão e sua confrontação com a literatura, é possível retirar algumas conclusões. De acordo com os resultados do presente estudo, o SJ e a capacidade de aceleração e velocidade são as únicas variáveis que apresentam diferenças estatisticamente significativas entre o desempenho da amostra feminina e masculina, respetivamente. Na amostra feminina também foi possível verificar diferenças estatisticamente significativas entre a altura da atleta e a velocidade de serviço, isto é, as jogadoras mais altas servem significativamente mais rápido. Pelo contrário, na amostra masculina observou-se que os tenistas mais altos servem a velocidades mais baixas. Uma possível explicação para este acontecimento deve-se ao facto dos tenistas com melhor ranking terem uma estatura menor. Deste modo, os tenistas mais baixos são os melhores cotados no ranking ATP_R e servem a velocidades superiores.

Todas as outras relações entre as variáveis consideradas fundamentais não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Embora as avaliações tenham sido realizadas em apenas um momento, sabe-se que durante um jogo os níveis de força e velocidade tendem a diminuir.

Os resultados do presente estudo salientam a importância dos testes de aptidão física. Contudo, a aptidão física é apenas um dos fatores que pode levar um tenista a ser bem-sucedido ao longo da carreira.

Estes resultados transmitem uma informação relevante aos treinadores e podem ser úteis para comparar o desenvolvimento dos jogadores e para criar perfis individuais.

8. Bibliografia

- Antúnez, R. M., Moreno Fernandez, F. J., Fuentes Garcia, J. P., Vaillo, R. R., & Damas Arroyo, S. J. (2012). Relationship between motor variability, accuracy, and ball speed in the tennis serve. *Journal of Human Kinetics*, 33, 45-53.
- Bangsbo, J. (1994). The Physiology of Soccer: With Special Reference to Intense Intermittent Exercise. *Acta Physiol Scand*, 15, 1-156.
- Behm, D. G. (1988). A Kinesiological analysis of the tennis service. *NSCA Journal*, 10, 4-14.
- Bekraoui, N., Fargeas-Gluck, M. A., & Leger, L. (2012). Oxygen uptake and heart rate response of 6 standardized tennis drills. *Appl Physiol Nutr Metab*, 37(5), 982-989. doi:10.1139/h2012-082
- Bergeron, M., & Keul, J. (2002). *The Physiological Demands of Tennis*. : Blackwell Publishing Co.
- Bergeron, M. F. (1988). Conditioning the legs for tennis. *NSCA Journal*, 16, 40-41.
- Bergeron, M. F., Maresh, C. M., Armstrong, L. E., Signorile, J. F., Castellani, J. W., Kenefick, R. W., . . . Riebe, D. (1995). Fluid-Electrolyte Balance Associated With Tennis Match Play. *International Journal of Sports Nutrition*, 5, 180-193.
- Bergeron, M. F., Maresh, C. M., Kraemer, W. J., Abraham, A., Conroy, B., & Gabaree, C. (1991). Tennis: a physiological profile during match play. *International journal of sports medicine*, 12(5), 474-479.
- Bonato, M., Maggioni, M. A., Rossi, C., Rampichini, S., La Torre, A., & Merati, G. (2014). Relationship between anthropometric or functional characteristics and maximal serve velocity in professional tennis players *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.
- Christmass, M. A., Richmond, S. E., Cable, N. T., Arthur, P. G., & Hartmann, P. E. (1998). Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *J Sports Sci*, 16(8), 739-747. doi:10.1080/026404198366371
- Coutinho, C. (2008). *Sucesso no Ténis: A Ciência por trás dos resultados*.

- Coutts, A., Reaburn, P., & Murphy, A. (2003). Changes in Physiological Characteristics of Semi-Professional Rugby League Players in Relation to Training Load: a Case Study [abstract] *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(S37).
- Docherty, D. (1982). A Comparison of Heart Rate Responses in Racquet Games. *Br. J. Sports Med.*, 16, 96-100.
- Draper, J. A., & Lancaster, M. G. (1985). The 505 test: A test for agility in the horizontal plane. *Australian Journal for Science and Medicine in Sport*, 17(1), 15-18.
- Ellenbecker, T. S., & Roetert, E. P. (1995). Concentric isokinetic quadricep and hamstring strength in elite junior tennis players. *Isokinetics and Exercise Science*, 5, 3-6.
- Ellenbecker, T. S., & Roetert, E. P. (2003). Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *Journal of Science and Medicina in Sport*, 6(1), 63-75.
- Elliott, B. (2006). Biomechanics and tennis. *Br. J. Sports Med.*, 40, 392-396.
- Elliott, B., Dawson, B., & Pyke, F. (1985). The Energetics of Singles Tennis. *J Hum Mov Stud*, 11(1), 11-20.
- Elliott, B., Marshall, R., & Noffal, G. (1995). Contributions of Upper Limb Segment Rotations During the Power Serve in Tennis. *Journal of Applied Biomechanics*, 11, 433-442.
- Fabre, J. B., Martin, V., Gondin, J., Cottin, F., & Grelot, L. (2012). Effect of playing surface properties on neuromuscular fatigue in tennis. *Med Sci Sports Exerc*, 44(11), 2182-2189. doi:10.1249/MSS.0b013e3182618cf9
- Fernandez, J., Fernandez-Garcia, B., Mendez- Villanueva, A., & Terrados, N. (2005). [Activity Patterns, Lactate Profiles and Ratings of Perceived Exertion (RPE) During a Professional Tennis Singles Tournament].
- Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Pluim, B. M. (2006). Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med*, 40(5), 387-391. doi:10.1136/bjsm.2005.023168

- Fernandez, J. F., Villanueva, A. M., Pluim, B. M., & Cepeda, N. T. (2007). Physical and Physiological Aspects of Tennis Competition (II). *Archivos de Medicina del Deporte*, 24, 35-41.
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., & Mendez- Villanueva, A. (2009). A review of the activity profile and physiological demands of tennis match play. *Strength & Conditioning Journal*, 31(4), 15-26.
- Ferragut, C., Vila, H., Abrales, A., Argudo, F., Rodriguez, N., & Alcaraz, P. E. (2011). Relationship among maximal grip, throwing velocity and anthropometric parameters in elite water polo players *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51, 26-32.
- Ferrauti, A., Pluim, B. M., & Weber, K. (2001). The effect of recovery duration on running speed and stroke quality during intermittent training drills in elite tennis players. *Journal of Sports Sciences*, 19, 235-242.
- Gearhart, R. F., Goss, F. L., Lagally, K. M., Jakicic, J. M., Gallagher, J., Gallagher, K. I., & Robertson, R. J. (2002). Ratings of Perceived Exertion in Active Muscle During High-Intensity and Low-Intensity Resistance Exercise. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 16, 87-91.
- Gescheit, D. T., Cormack, S. J., Reid, M., & Duffield, R. (2015). Consecutive days of prolonged tennis match play: performance, physical, and perceptual responses in trained players. *Int J Sports Physiol Perform*, 10(7), 913-920. doi:10.1123/ijsp.2014-0329
- Girard, O., Lattier, G., Micallef, J. P., & Millet, G. P. (2006). Changes in exercise characteristics, maximal voluntary contraction, and explosive strength during prolonged tennis playing. *Br J Sports Med*, 40(6), 521-526. doi:10.1136/bjsm.2005.023754
- Girard, O., & Millet, G. P. (2009). Physical Determinants of Tennis Performance in Competitive Teenage Players *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6).
- Glaister, M. (2005). Multiple Sprint Work: Physiological Responses, Mechanisms of Fatigue and the Influence of Aerobic Fitness. *Sports Medicine*, 35(9), 757-777.

- Green, J. M., Crews, T. R., Bosak, A. M., & Peveler, W. W. (2003). A comparison of respiratory compensation thresholds of anaerobic competitors, aerobic competitors and untrained subjects. *Eur J Appl Physiol*, 90(5-6), 608-613. doi:10.1007/s00421-003-0892-5
- Groppel, J. L. (1986). The Biomechanics of Tennis: An Overview. *International Journal of Sports Biomechanics*, 2, 141-155.
- Hargreaves, M., Mckenna, M. J., Jenkins, D. G., Warmington, S. A., Li, J., Snow, R. J., & Febbraio, M. A. (1998). Muscle Metabolites and Performance During High-Intensity, Intermittent Exercise. *American Physiological Society*, 84, 1687-1691.
- Hornery, D. J., Farrow, D., Mujika, I., & Young, W. (2007). An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *Br J Sports Med*, 41(8), 531-536; discussion 536. doi:10.1136/bjsm.2006.031351
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-Based Training Load in Soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 1042-1047.
- ITF. (2015). ITF Rules of Tennis. *International Tennis Federation*. Retrieved from <http://www.itftennis.com/media/194067/194067.pdf>
- Kerr, A. (2015). The Physiological Demands of Tennis and How to Train Them: A Case Study of a Sub Elite Female Tennis Player. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 23, 25-37.
- Konig, D., Huonker, M., Schmid, A., Halle, M., Berg, A., & Keul, J. (2001). Cardiovascular, Metabolic, and Hormonal Parameters in Professional Tennis Players. *Journal of the American College of Sports Medicine*, 654-658.
- Kovacs, M. S. (2004a). A comparison of work/rest intervals in men's professional tennis. *Medicine & Science in Tennis*, 3, 10-11.
- Kovacs, M. S. (2004b). Energy System-Specific Training for Tennis. *Strength & Conditioning Journal*, 26(5).
- Kovacs, M. S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *Br J Sports Med*, 40(5), 381-385; discussion 386. doi:10.1136/bjsm.2005.023309

- Kovacs, M. S. (2007). Tennis Physiology: Training the Competitive Athlete. *Sports Med*, 37, 189-198.
- Kovacs, M. S., & Ellenbecker, T. S. (2011). A Performance Evaluation of the Tennis Serve: Implications for Strength, Speed, Power and Flexibility Training. *Strength and Conditioning Journal*, 33(4), 22-30.
- Kovacs, M. S., Pritchett, R., Wickwire, P. J., Green, J. M., & Bishop, P. (2007). Physical performance changes after unsupervised training during the autumn/spring semester break in competitive tennis players. *Br J Sports Med*, 41(11), 705-710; discussion 710. doi:10.1136/bjism.2007.035436
- Little, T., & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximal speed and agility in professional soccer players. *Journal Strength Cond Res* 2005, 19, 76-78.
- Moreau, X., Perrote, N., & Quétin, P. (2003). Speed and Agility. In M. Reid, A. Quinn, & M. Crespo (Eds.), *Strength and conditioning for tennis* (pp. 149-163). London: The International Tennis Federation, ITF Ltd.
- Murphy, A. P., Duffield, R., Kellett, A., & Reid, M. (2015). The relationship of training load to physical-capacity changes during international tours in high-performance junior tennis players. *Int J Sports Physiol Perform*, 10(2), 253-260. doi:10.1123/ijsp.2014-0038
- Murray, T. A., Cook, T. D., Werner, S. L., Schlegel, T. F., & Hawkins, R. J. (2001). The Effects of Extended Play on Professional Baseball Pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 29, 137-142.
- Novas, A. M. P., Rowbottom, D. G., & Jenkins, D. G. (2003). A Practical Method of Estimating Energy Expenditure During Tennis Play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 40-50.
- O'Donoghue, P. G., & Ballantyne, A. (2004). The impact of speed of serve in Grand Slam singles tennis. In A. Lees, J.-F. Kahn, & I. W. Maynard (Eds.), *Science and Racket Sports III* (pp. 212-218). London: Routledge.
- O'Donoghue, P. G., & Ingram, B. (2001). A Notational Analysis of Elite Tennis Strategy. *Journal of Sport Sciences*, 19, 107-115.

- Ojala, T., & Häkkinen, K. (2013). Effects of the Tennis Tournament on Players' Physical Performance, Hormonal Responses, Muscle Damage and Recovery. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12, 240-248.
- Perry, A. C., Wang, X., Feldman, B. B., Ruth, T., & Signorile, J. (2004). Can Laboratory-Based Tennis Profiles Predict Field Tests of Tennis Performance? *The Journal Of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 136-143.
- Quinn, A., & Reid, M. (2003). Screening and testing. In M. Reid, A. Quinn, & M. Crespo (Eds.), *Strength and Conditioning for Tennis* (pp. 17-47). London: The International Tennis Federation, ITF Ltd.
- Reid, M., & Duffield, R. (2014). The development of fatigue during match-play tennis. *Br J Sports Med*, 48 Suppl 1, i7-11. doi:10.1136/bjsports-2013-093196
- Reid, M., Quin, A., & Crespo, M. (2003). *Strength and conditioning for tennis*. London: The International Tennis Federation, ITF Ltd.
- Reid, M., & Schneiker, K. (2007). Strength and conditioning in tennis: current research and practice. *J Sci Med Sport*, 11(3), 248-256. doi:10.1016/j.jsams.2007.05.002
- Reilly, T., & Ekblom, B. (2005). The use of recovery methods post-exercise. *J Sports Sci*, 23(6), 619-627. doi:10.1080/02640410400021302
- Robertson, R. J., & Noble, B. J. (1997). *Perception of Physical Exertion: Methods, Mediators and Applications*. Williams and Wilkins.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9).
- Smekal, G., Duvillard, S. P. V., Rihacek, C., Pokan, R., Hofmann, P., Baron, R., . . . Bachl, N. (2001). A Physiological Profile of Tennis Match Play. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 999.
- Smekal, G., von Duvillard, S. P., Pokan, R., Tschan, H., Baron, R., Hofmann, P., . . . Bachl, N. (2003). Changes in blood lactate and respiratory gas exchange measures in sports with discontinuous load profiles. *Eur J Appl Physiol*, 89(5), 489-495. doi:10.1007/s00421-003-0824-4

- Ulbricht, A., Fernandez-Fernandez, J., Mendez- Villanueva, A., & Ferrauti, A. (2016). Impact of physical fitness characteristics on tennis performance. *J Strength Cond Res*, 30(4), 989-998.
- Vaverka, F., & Cernosek, M. (2013). Association between body height and serve speed in elite tennis players. *Sports Biomech*, 12(1), 30-37. doi:10.1080/14763141.2012.670664