

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
LUCAS GARCIA FERREIRA**

**DESEMPENHO AERÓBIO E ANAERÓBIO, A PARTIR DE TESTES DE CAMPO,
EM JOVENS TENISTAS: relações com idade cronológica e maturação somática**

Florianópolis

2017.

LUCAS GARCIA FERREIRA

**DESEMPENHO AERÓBIO E ANAERÓBIO, A PARTIR DE TESTES DE CAMPO,
EM JOVENS TENISTAS: relações com idade cronológica e maturação somática**

Monografia submetida ao Centro de Desportos da
Universidade Federal de Santa Catarina como
requisito final para obtenção do título de Graduado
em Educação Física - Bacharelado.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas
Co-orientadora: Bel. Me. Elisa Cristina Lemos

Florianópolis

2017.

Ferreira, Lucas Garcia

Desempenho aeróbio e anaeróbio, a partir de testes de campo, em jovens tenistas : Relações com idade cronológico e maturação somática / Lucas Garcia Ferreira ; orientador, Ricardo Dantas de Lucas, coorientadora, Elisa Cristina Lemos, 2017.

48 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos, Graduação em Educação Física, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Tênis. 3. Maturação. 4. Desempenho Aeróbio e Anaeróbio. 5. Testes de Campo. I. de Lucas, Ricardo Dantas. II. Lemos, Elisa Cristina. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Educação Física. IV. Título.

LUCAS GARCIA FERREIRA

DESEMPENHO AERÓBIO E ANAERÓBIO, A PARTIR DE TESTES DE CAMPO, EM JOVENS TENISTAS: RELAÇÕES COM IDADE CRONOLÓGICA E MATURAÇÃO SOMÁTICA

Esta monografia foi avaliada e aprovada para obtenção do título de Graduado em Educação Física – Bacharelado, com a nota 10,0.

Florianópolis, 06 de setembro de 2017.

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas
Orientador
UFSC



Bel. Me. Elisa Cristina Lemos
Coorientadora
LAEF – CDS/UFSC



Bel. Me. Anderson Santiago Teixeira
Membro Titular
LAEF – CDS/UFSC



Bel. Geovane Krüger
Membro Titular
LAEF – CDS/UFSC

Dedico este trabalho à minha mãe e meu pai por
todo o apoio durante minha vida.

Agradecimentos

Gostaria de iniciar os agradecimentos às pessoas mais importantes na minha vida, minha mãe, **Regina**, meu pai, **Paulo** e minha irmã **Talita**. Vocês sempre foram meu porto seguro, sempre foram as pessoas que sabia que podia contar em qualquer situação. Durante toda a minha vida vocês me apoiaram, me ensinaram e me fizeram a pessoa que sou hoje.

À minha namorada, **Ana Elisa**, que sempre esteve ao meu lado, me apoiou e acreditou em mim, mesmo nos momentos em que eu não dava motivos para que isso acontecesse, me confortou nos meus piores momentos e sempre confiou que eu daria conta de resolver todas as situações que eram colocadas na minha frente. Sou muito grato a você por ter aparecido na minha vida, mesmo com todas as chances de que não daria certo, hoje vejo que você foi a melhor coisa que apareceu na minha vida há muito tempo. Serei eternamente grato por tudo que você me ensinou e vivenciou comigo. Te amo.

Ao meu primo **Kauê**, que na verdade sempre considerei um irmão, foram tantos momentos junto que só tenho a agradecer por tudo isso. Você sempre foi uma pessoa em que pude conversar sobre os mais variados momentos da minha vida, sempre foi aberto a escutar e opinar nas mais variadas situações, sei que sempre poderei contar com você nos momentos em que precisar, muito obrigado.

À UFSC, ao Centro de Desportos e ao LAEF, vocês foram minha casa durante esta etapa da minha vida, nestes ambientes eu pude amadurecer e crescer profissionalmente, sou eternamente grato por ter a possibilidade de frequentar uma universidade pública desta qualidade. Gostaria de agradecer aos membros do laboratório, que desde o primeiro momento me acolheram como uma família e sempre estiveram dispostos a me ensinar, agradecimento especial ao **PC, Naiandra, Anderson e Fran**, que foram fundamentais no processo inicial da minha vida acadêmica.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Ricardo** que, junto com minha querida coorientadora **Prof. Me. Elisa**, realmente foram as pessoas responsáveis por todo o trabalho que tenho o prazer de realizar. Agradeço pela compreensão e confiança que depositaram em mim, reconheço talvez não tenha sido o aluno perfeito, porém vocês foram a base para que eu conseguisse estar aqui neste momento. Vocês possuem toda a minha gratidão.

Não posso deixar de agradecer a **Profa. Dra Rosane**, quem me apresentou esta área da educação física, que me aceitou como seu monitor e me proporcionou grande parte do aprendizado.

Ao pessoal do centro acadêmico, ambiente em que fiz parte durante toda a minha graduação. Estas pessoas me proporcionaram enorme aprendizado e me mostraram como a luta por igualdade de direitos realmente tem o poder de mudar a vida. Sou muito grato ao movimento estudantil de educação física, que tiveram grande peso na minha formação profissional e como cidadão. Não irei listar aqui todas as pessoas que tiveram grande importância nesta etapa, porém podem ter certeza que lembro de todas e guardo uma enorme satisfação no fundo do meu coração.

Aos muitos amigos que fiz durante estes 5 anos de graduação, aos grandes amigos da **13.1** que foram responsáveis por inúmeros momentos que levarei para toda minha vida. Gostaria de listar todos os nomes aqui, porém isso não será possível pelo fato de serem muitos, mas sei de cada um que foi essencial na minha vida e não esquecerei destes nunca.

E finalmente, gostaria de agradecer aos meus amigos de toda a vida, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, principalmente o **Juan** e o **Francisco**. Já são tantos anos de amizade que nem sei o que dizer sobre isso, somente agradecer. Atenção especial aos demais amigos do Dom Bosco que sempre estiveram presente nos melhores momentos da minha vida.

Infelizmente, acho que nunca conseguirei agradecer a todas as pessoas da maneira em que elas merecem, porém sempre saberei de todos que foram essenciais em minha vida, a estes que não citei nominalmente minha eterna gratidão.

*Os que se encantam com a prática sem a ciência
são como os timoneiros que entram no navio sem
timão nem bússola, nunca tendo certeza de seu
destino.*

(Leonardo da Vinci)

RESUMO

O desempenho aeróbio e anaeróbio são importantes variáveis a serem analisadas em atletas de tênis e possuem relação com o desempenho de jogo. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar e comparar o desempenho aeróbio e anaeróbio, a partir de testes de campo, entre jovens tenistas de diferentes estágios maturacionais (PRÉ_{PVE}, PVE e PÓS_{PVE}). Participaram do presente estudo 22 jovens jogadores de tênis do sexo masculino, entre 10 e 17 anos, que competem, no mínimo, a nível regional. Os tenistas foram submetidos, em dias diferentes, aos seguintes procedimentos: 1) avaliação antropométrica para determinação do estágio de maturação somática (DPVE) e determinação das variáveis de tamanho corporal; 2) avaliação de desempenho aeróbio a partir de um teste de corrida incremental; 3) avaliação da potência e capacidade anaeróbia, a partir de um teste de sprint de 30m e outro de sprints repetidos. Os participantes foram divididos em três grupos maturacionais: os que não haviam atingido o PVE (PRÉ_{PVE}); os que estavam passando pelo PVE (PVE) e os que já haviam atingido o PVE (PÓS_{PVE}). Para comparar os índices analisados (aeróbio, anaeróbio) entre os três grupos maturacionais, foi utilizado uma ANOVA one-way para dados não-pareados. Os resultados do presente estudo demonstraram que ocorreu um aumento das variáveis aeróbias e anaeróbias com o processo da maturação. As variáveis anaeróbias aumentaram em maiores proporções que as aeróbias. A capacidade de aceleração (V10) e índice de fadiga (CSR %dec) não demonstraram diferenças entre os grupos. A reserva anaeróbia de velocidade (RAV) teve alta correlação com o *maturity offset* (MO) e idade cronológica (IC). Com isso, conclui-se que as variáveis de desempenho aeróbio e anaeróbio aumentam em função do aumento da idade cronológica e da maturação somática e as variáveis anaeróbias aumentam em maiores proporções que a aeróbia. Além disso, a RAV se comporta de maneira semelhante às variáveis anaeróbias durante o processo maturacional.

Palavras-chave: Tênis. Maturação. Desempenho Aeróbio. Desempenho Anaeróbio. Testes De Campo.

ABSTRACT

The aerobic and anaerobic performance seem to be important variables to be assessed in tennis players since there is a relationship to the game performance. The main purpose of the present study was to analyse and compare the aerobic and anaerobic performance, through field tests, of young tennis players in different maturational stages related to peak height velocity (PHV). Twenty two male young tennis players, competing in regional, federal and national level (10-17 years-old) participated in this present study. The participants were submitted in different days for the following design proceedings: 1) anthropometric assessment to determine the somatic maturational stage (DPVE) and body size variables; 2) aerobic performance assessment from incremental running test; 3) anaerobic power and capacity performance assessment from an 30m sprint test and repeated sprint test (RST). The participants were divided into 3 maturational groups: those who hadn't achieved the PHV (PRE PHV), those who were at or close to the peak height velocity (PHV) and those had past a year or more the PHV (POST PHV). The ANOVA one-way was used to compare the aerobic and anaerobic variables between the three groups. The results showed an increase on both aerobic and anaerobic indexes with the maturity process. The anaerobic measures showed a greater increase through maturity comparing to aerobic condition. The acceleration capacity (V10) and fatigue index (CSR%dec) haven't showed statistical difference among the groups. In addition, it was observed a high correlation of anaerobic speed reserve (RAV) with both maturity offset (MO) and chronological age (IC). Therefore, both aerobic and anaerobic performance increase according to chronological age and somatic maturity, but in different magnitude since anaerobic showed a greater increase. Furthermore, RAV showed a similar pattern to anaerobic variables during the maturity process.

Keywords: Tennis. Maturity Offset. Aerobic Performance. Anaerobic Performance. Field Tests.

Lista de abreviaturas

RAV – Reserva anaeróbia de velocidade

$R_{AER:ANAER}$ – Razão entre a velocidade anaeróbia pela anaeróbia.

DPVE – Distância do pico de velocidade de crescimento em estatura

PVE – Pico de velocidade de crescimento em estatura

VAeM – Velocidade aeróbia máxima

VAnM – Velocidade anaeróbia máxima

V10 – Velocidade do sprint de 10 metros

V30 – Velocidade do sprint de 30 metros

CSR – Capacidade de sprints repetidos

CSR %dec – Percentual de decaimento dos sprints repetidos

Vmax – Velocidade máxima nos sprints repetidos

Vmed – Velocidade média nos sprints repetidos

VO₂ max – Consumo máximo de oxigênio

PV_{TCAR} – Pico de velocidade do teste incremental de Carminatti

MO – *Maturity Offset*

IC – Idade cronológica

MC – Massa corporal

FC – Frequência cardíaca

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	JUSTIFICATIVA	12
1.2	OBJETIVOS	12
1.2.1	Objetivo geral	12
1.2.2	Objetivos específicos	13
1.3	DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES.....	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1	CARACTERIZAÇÃO GERAL DO TÊNIS	14
2.2	MATURAÇÃO BIOLÓGICA E DESEMPENHO ESPORTIVO	15
2.2.1	Relação do sistema aeróbio e anaeróbio durante a infância e adolescência	18
2.3	RESERVA ANAERÓBIA DE VELOCIDADE	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	23
3.2	SUJEITOS DA PESQUISA	23
3.3	DESCRIÇÃO GERAL DA COLETA DE DADOS	23
3.4	INSTRUMENTOS DE MEDIDAS.....	24
3.5	PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS	25
3.5.1	Protocolo de determinação da maturação somática	25
3.5.2	Teste de velocidade aeróbia máxima	25
3.5.3	Teste de velocidade anaeróbia máxima	26
3.5.4	Teste de capacidade de sprints repetidos (CSR)	27
3.5.5	Cálculo da reserva anaeróbia de velocidade	27
3.6	CRITÉRIO DE INCLUSÃO	27
3.7	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	28
4	RESULTADOS	29
5	DISCUSSÃO	32

6 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	42
APÊNDICE B – Termo de consentimento.....	45
APÊNDICE C – Termo de assentimento	46

1 INTRODUÇÃO

O tênis é um esporte acíclico de raquete, que envolve diversas capacidade físicas em seu desempenho. Por ter uma duração da partida que pode ser de maior que uma hora, podendo durar até cinco horas (KOVACS, 2007; FERNANDEZ-FERNANDEZ et al., 2009) é de predominância aeróbia, porém com características intermitentes envolvendo esforços de alta intensidade (4-10s) com períodos atividades leves (10-20s) e repouso (60-90s) (FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006; KOVACS, 2007).

Devido à característica de esporte intermitente, tendo uma relação esforço:pausa de 1:2 a 1:3 (TORRES-LUQUE et al., 2011), os deslocamentos são curtos, entretanto, muito rápidos, portanto, a potência e capacidade anaeróbia bem como a força de membros inferiores também são determinantes no desempenho do tenista (SIMÕES; BALBINOTTI, 2009), além disto, a capacidade e potência aeróbia possuem grande influência tanto no desempenho quanto na recuperação de cada esforço. Portanto, ao avaliar estas variáveis fisiológicas é fundamental para compreender o condicionamento físico de cada atleta.

O metabolismo anaeróbio é responsável pelo fornecimento de energia em esforços de alta intensidade e curto período, que são muito frequentes no tênis (SIMÕES; BALBINOTTI, 2009). A aptidão aeróbia é considerada uma das principais determinantes fisiológicas no tênis, pois esta é fundamental para suportar e recuperar os esforços de uma partida de tênis (KOVACS, 2006a).

Ao verificar a diferença entre o máximo do sistema anaeróbio e o máximo do sistema aeróbio obtemos obtém-se a reserva anaeróbia (BLONDEL et al. 2001). A partir da reserva anaeróbia de velocidade (RAV) pode-se prever o tempo de exaustão em determinada velocidade supra máxima, além de conseguir suportar melhores esforços acima da potência do sistema aeróbio (BUNDLE; HOYT; WEYLAND, 2003, BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

Entretanto, quando se trata de atletas em processo de crescimento e desenvolvimento, deve-se levar em consideração que nem todas estas capacidades estão desenvolvidas por completo e que, assim como suas dimensões corporais, o seu funcionamento está em processo de desenvolvimento, de acordo com seu status de maturação.

É comum jovens, com mesma idade cronológica, apresentarem diferenças nos desempenhos físicos, isto devido ao fato de que indivíduos de mesma idade se encontram em timing e tempo de maturação diferentes. Por isso, é necessário compreender a relação entre a maturação biológica e o desempenho esportivo (BAXTER-JONES, 1995; BEUNEN et al., 1988, 1992; SHERAR et al., 2005). Sendo assim, formulou-se a seguinte questão para o estudo:

Qual a influência da maturação sobre a relação do desempenho aeróbio e anaeróbio, a partir de testes de campo, em jovens tenistas?

1.1 JUSTIFICATIVA

No tênis, as aptidões aeróbias e anaeróbias possuem grande influência na performance dos atletas, logo, avaliá-las deve ser uma prioridade para os treinadores. No ambiente de trabalho da maioria dos treinadores não possui ferramentas de avaliação muito sofisticadas, entretanto, outra forma de se avaliar de forma fácil e precisa é utilizar testes de campo.

Atualmente existem diversos testes de campo que se propõe a medir as variáveis dos sistemas aeróbio e anaeróbio e podem ser divididos em testes específicos da modalidade, semi-específicos e não-específicos. Nesta perspectiva Carminatti (2004) propôs um teste semi-específico para avaliar a aptidão aeróbia na corrida. O teste foi bastante difundido no futebol, entretanto ainda não possui nenhum estudo avaliando tenistas.

É conhecido que com o processo de maturação são visualizadas constantes mudanças nos parâmetros morfológicos e funções fisiológicas do organismo, como o desenvolvimento do metabolismo anaeróbio mais predominante que o aeróbio. Desta forma, avaliar ambos os metabolismos na nesta fase é de fundamental importância para compreender possíveis déficits no desempenho de jovens tenistas.

A reserva anaeróbia de velocidade (RAV) ainda é uma variável pouco estudada na literatura. Não foi realizado nenhum estudo mostrando o comportamento da RAV a partir da distância do pico de velocidade em estatura (DPVE) em tenistas.

Logo, o presente estudo irá procurar algumas respostas sobre as questões relacionadas ao comportamento dos sistemas aeróbio e anaeróbio em função do processo maturacional, utilizando algumas ferramentas mais acessíveis aos treinadores.

1.2 OBJETIVOS

A seguir serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho.

1.2.1 Objetivo geral

Analisar e comparar o desempenho aeróbio e anaeróbio, a partir de testes de campo, entre jovens tenistas de diferentes estágios maturacionais (PRÉ_{PVE}, PVE e PÓS_{PVE}).

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Comparar a velocidade aeróbia máxima (VAeM) entre os grupos PRÉ_{PVE}, PVE e PÓS_{PVE}.
- b) Comparar a velocidade anaeróbia máxima (20m lançados) entre os grupos PRÉ_{PVE}, PVE e PÓS_{PVE}.
- c) Comparar a reserva anaeróbia de velocidade (RAV) entre os grupos PRÉ_{PVE}, PVE e PÓS_{PVE}.
- d) Comparar a capacidade de aceleração (V10) entre os grupos PRÉ_{PVE}, PVE e PÓS_{PVE}.
- f) Comparar a capacidade de sprints repetidos (CSR %dec) entre os grupos PRÉ_{PVE}, PVE e PÓS_{PVE}.
- g) Comparar a razão aeróbia:anaeróbia ($R_{AER:ANAER}$) entre os grupos PRÉ_{PVE}, PVE e PÓS_{PVE}.
- h) Verificar se há correlação entre a maturação somática (MO) e a reserva anaeróbia de velocidade.
- i) Verificar se há correlação entre a idade cronológica (IC) e a reserva anaeróbia de velocidade.

1.3 DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES

- H1: Quanto maior a maturação somática, maior será o pico de velocidade aeróbio e a velocidade máxima no sprint.
- H2: Quanto maior a idade cronológica, maior será o pico de velocidade aeróbio e a velocidade máxima no sprint;
- H3: A reserva anaeróbia de velocidade aumentará em maiores proporções do que o pico de velocidade aeróbio, em função do aumento da idade cronológica e maturação somática.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A seguir será apresentada a revisão da literatura do presente estudo. Esta foi dividida em alguns tópicos e subtópicos, afim de abranger os principais temas sobre o trabalho.

2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO TÊNIS

O tênis é um esporte acíclico que utiliza raquete e é caracterizado por exercícios intermitentes de intensidade variadas. Uma partida de tênis dura frequentemente mais de uma hora e em alguns casos mais de cinco horas (FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006) e é caracterizada por rápidos início e terminos, repetidos movimentos acima da cabeça e o envolvimento de grandes grupos musculares durante a execução dos diferentes golpes que flutuam aleatoriamente em curtos períodos (4 a 10s) de intensidade máxima ou próximas do máximo com períodos (10 a 20s) de moderada e baixa intensidade interrompidos por vários períodos de longa duração (60 a 90s), gerando uma relação de esforço:pausa de 1:1 à 1:4 (PERRY et al., 2004; PLUIM, 2004; FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006). A duração dos *rallys* em uma partida de tênis variam bastante, dependendo de alguns fatores como estilo de jogo, superfície em que se realiza a partida, ambiente, estratégia de jogo (ofensivo x defensivo), nível dos jogadores, velocidade da bola e motivação (KOVACS, 2006a).

Um jogador de tênis percorre uma média de 3 metros por golpe e um total de 8-12 metros na conquista do ponto (PARSONS; JONES; 1998), completando 1300 à 3600m por hora de jogo, além de 300 a 500 metros de alta intensidade numa melhor de três sets, completando maiores distâncias em quadras de saibro (FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006; FERNANDEZ-FERNANDEZ et al., 2009; KOVACS, 2006a;). Cerca de 80% dos golpes são realizados pelo menos 2,5 metros da posição inicial do jogador. Cerca de 10% são realizados entre 2,5-4,5 metros com um movimento de deslize padrão e menos de 5% dos golpes são realizados com mais de 4.5 metros de distância executando um movimento de corrida (FERRUIT; WEBER; WRIGHT, 2003).

Em uma partida, os *sprints* ocorrem em distâncias muito curtas em que os atletas, em muitos casos, são incapazes de alcançar sua velocidade máxima (FERRAUTI; PLUIM; WEBER, 2001). Entretanto, a fase inicial de aceleração (0-5m) é de grande importância para os tenistas (MENDEZ-VILLANUEVA; FERNANDEZ-FERNANDEZ; BISHOP, 2007), uma vez que está relacionada com a capacidade de reagir à ação do oponente. A capacidade de gerar

movimentos muito rápidos é crucial para os tenistas devido à natureza de saques e golpes explosivos, as rápidas mudanças de direções, que requerem alta capacidade anaeróbia, e o requerimento de alta porcentagem de fibras tipo 2 (KOVACS, 2006a). A potência muscular depende, entre outros fatores, de aspectos neurais como recrutamento de alta frequência do conjunto de unidades motoras e fibras musculares dos músculos sinergistas (GREEN, 1997).

Além de características como tipo de torneio (número de sets a ser ganho, tipo de quadra) e padrão competitivo dos jogadores (ofensivo vs. defensivo), a idade também pode exercer influência sobre o tempo total e características de uma partida (TORRES-LUQUE et al., 2011).

Torres-Luque et al. (2011) realizaram um estudo com adolescentes de ambos os sexos e idade média de $15,6 \pm 0,9$ anos com o objetivo de analisar a estrutura temporal de uma partida de tênis. A duração total de uma partida de melhor de 3 sets foi de 105 min sendo aproximadamente 31% disto o tempo real de jogo. A relação de esforço:pausa foi 1:2,7. Não foi encontrada diferença entre os sexos em nenhuma das variáveis analisadas. O média de golpes realizados por rali foi semelhante às observadas em jogos de tenistas profissionais na mesma superfície. Entretanto, a duração média de cada *rally* foi superior ao encontrado em outros estudos. Isto demonstra um tempo maior na execução dos golpes, ou seja, a técnica em si, influenciando no tempo de jogo.

A maioria dos movimentos do tênis relacionados à *performance* como *sprints* e golpes potentes envolvem uma combinação de ações musculares concêntricas e excêntricas, conhecido como ciclo de alongamento-encurtamento (GIRARD et al., 2006). Apesar de ocorrerem mudanças acentuadas das características fisiológicas na puberdade, Girard e Millet (2009) realizaram um estudo com tenistas adolescentes do sexo masculino com idade média de $13,6 \pm 1,4$ e encontraram correlação entre velocidade de *sprints* (5, 10 e 20m), potência de saltos verticais e força máxima de membros dominantes com performance de jovens tenistas.

2.2 MATURAÇÃO BIOLÓGICA E DESEMPENHO ESPORTIVO

No tênis, o nível de condicionamento físico tem um papel determinante na *performance*, sendo que a força e potência de membros superiores e inferiores, a velocidade, a agilidade, a resistência muscular, a potência e a capacidade aeróbia e anaeróbia são as qualidades físicas exigidas no jogo (SIMÕES; BALBINOTTI, 2009).

Entretanto, quando se trata de atletas em processo de crescimento e desenvolvimento, deve-se levar em consideração que nem todas estas capacidades estão desenvolvidas por

completo e que, assim como suas dimensões corporais, o seu funcionamento está em processo de desenvolvimento, de acordo com seu *status* de maturação. Conforme estabelecido por Armstrong e Welsman (2002), as crianças não podem ser consideradas como um diminutivo do adulto.

É comum jovens com mesma idade cronológica apresentarem diferenças nos desempenhos físicos, isto devido ao fato de que indivíduos de mesma idade se encontram em *timing* e *tempo* de maturação diferentes. Por isso, é necessário compreender a relação entre a maturação biológica e o desempenho esportivo (BAXTER-JONES, 1995, 2012; BEUNEN et al., 1981, 1992; SHERAR et al., 2005).

Para identificar os jovens tenistas promissores (detecção de talentos), os treinadores têm utilizado como principais ferramentas os resultados de torneios e os rankings (UNIERZYSKI, 2005). Devido a isto, jovens tenistas têm se especializado cada vez mais cedo, antes mesmo do início da puberdade (DE BOSSCHER et al., 2009).

O desenvolvimento das crianças tanto no aspecto morfológico como também no aspecto orgânico (funcional, fisiológico) não ocorrem simultaneamente e não são proporcionais ao estado final (ou maturo). Por isso, não se pode utilizar escalas de um adulto para comparação. Além disso, a idade cronológica (IC) não representa necessariamente um marco biológico em relação ao seu desenvolvimento morfológico e funcional. Apesar da IC ser a referência mais comum tanto em estudos de crescimento e desempenho como também para categorização em competições, existe uma variação considerável em crescimento, maturação e desempenho entre indivíduos de mesma IC, especialmente durante a puberdade (BEUNEN; MALINA, 2004).

A maturação biológica envolve o processo de crescimento e desenvolvimento de sistemas, tecidos e órgãos (LOURENÇO; QUEIROZ, 2010). A variação individual no *timing* e *tempo* do estirão de crescimento adolescente está bem documentada (BEUNEN; MALINA, 2004). *Timing* se refere ao momento em que o estirão ocorre, enquanto *tempo* se refere ao ritmo na qual o indivíduo se direciona ao estirão. No intuito de apreciar as diferenças individuais em *timing* e *tempo*, é necessário haver um ponto de referência além da idade cronológica, sendo assim utilizados os indicadores de maturação. A maturação pode ser classificada como somática, sexual ou esquelética, dependendo do indicador utilizado para determiná-la. Os principais indicadores de maturação são a idade esquelética (IE), idade de aparecimento de caracteres sexuais secundários e idade de pico de velocidade em estatura (PVE) (BEUNEN; MALINA, 1988). A relação entre *status* de maturidade e desempenho também é considerada a partir de duas perspectivas: a associação entre indicadores de maturidade biológica e desempenho; e a comparação das características de desempenho de crianças de mesma idade

cronológica (IC) com status de maturidade contrastantes (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). No que concerne às crianças e adolescentes no âmbito esportivo, as categorias são determinadas pela IC e, por isso, torna-se importante compreender a influência da maturação sobre o desempenho em crianças e adolescentes de mesma IC.

Em estudos envolvendo maturação e desempenho, as crianças e adolescentes têm sido agrupadas em três categorias: precoce (avançada), média (no tempo) e tardia (atrasada), de acordo com o indicador de maturidade utilizado em comparação à idade cronológica (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Em meninos de 13 à 16 anos de idade, a IE tem explicado em grande parte a variação da dimensão corporal (BEUNEN et al., 1981). A maturação avançada tem influenciado positivamente vários componentes de aptidão, incluindo o desenvolvimento de potência aeróbia, força muscular e resistência muscular (BAXTER-JONES, 1995).

A variação em crescimento e desempenho, associada a diferenças em *status* de maturidade, é geralmente centrada na adolescência, quando diferenças individuais no tempo e no ritmo do estirão de crescimento da adolescência e na maturação sexual são especialmente óbvias (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Indivíduos em estágios maturacionais mais avançados apresentam massa corporal e estatura significativamente superiores em comparação com os mais tardios. Um aspecto a ser considerado nesse sentido é o fato de que os jovens com maturação física precoce podem ter certa vantagem em modalidades esportivas que privilegiem um maior tamanho corporal. Apesar disto, Ré et al. (2005) realizaram um estudo de correlação entre maturação sexual e desempenho motor em jovens do sexo masculino entre 10 e 16 anos. Neste estudo, foi observado que, mesmo apresentando maior massa corporal e estatura entre sujeitos da mesma faixa etária, os meninos em estágio de maturação mais avançado não tiveram melhor desempenho motor em relação aos outros meninos.

O PVE tem sido utilizado como referência para relacionar o estirão de crescimento à *performance*. Em um estudo longitudinal realizado com meninos belgas, foi observado que as velocidades pico em força estática, força explosiva e resistência musculares ocorrem após o PVE (ESPENSCHADE, 1940 apud BEUNEN; MALINA, 1988). O desenvolvimento destas variáveis parece iniciar um ano e meio antes do PVE e atinge um pico entre meio ano a um ano após o PVE, com ganho médio de força de $12 \text{ kg}\cdot\text{ano}^{-1}$ (BEUNEN; MALINA, 1988;). Por outro lado, o melhor desempenho em testes de velocidade e flexibilidade ocorrem antes do PVE.

Enquanto as características como estatura, massa corporal e estado maturacional têm sido reportados como determinantes no desempenho de corrida de *sprint* (MALINA et al.,

2004), suas contribuições específicas para aceleração, velocidade máxima de corrida e capacidade de *sprints* repetidos em jogadores jovens é desconhecida (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2011).

As correlações entre IE como indicador de maturidade e vários indicadores de desempenho motor, incluindo teste de velocidade, flexibilidade, força e potência muscular e resistência muscular, variam de baixa a moderada em crianças e adolescentes (BEUNEN; MALINA, 2004).

No intuito de compreender melhor a relação da maturação com o desempenho esportivo, será apresentado no próximo capítulo a relação entre maturação somática e os sistemas de produção de energia.

2.2.1 Relação do sistema aeróbio e anaeróbio durante a infância e adolescência

Como já descrito anteriormente, o crescimento e desenvolvimento de crianças estão associados com a melhora do desempenho motor, incluindo o aumento da potência aeróbia e anaeróbia. Ambas as variáveis apresentam comportamento similar frente ao processo de crescimento e desenvolvimento em crianças pré-púberes e no início da puberdade (ARMSTRONG; WELSMAN, 2007).

A puberdade é um período em que ocorre a liberação de hormônios importantes (GH, IGFs, FSHs) que induzem aumentos na velocidade de crescimento, na maturação osteomuscular e adaptação metabólica e da capacidade funcional. Tais mudanças podem influenciar o desenvolvimento do desempenho e capacidade física durante a infância e adolescência (BOISSEAU; DELAMARCHE, 2000). Neste período, as crianças não são capazes de apresentar especialização no desempenho de exercício como é visto em adultos, sendo caracterizadas como metabolicamente não especialistas (ARMSTRONG; WELSMAN, 2007). As principais variáveis que influenciam a relação entre os índices de potência aeróbia e anaeróbia durante o processo de maturação são as mudanças morfológicas, relativas ao tamanho corporal e desenvolvimento muscular (ARMSTRONG; WELSMAN, 2007).

Neste sentido, Bar-Or e Rowland (2004) propuseram a razão da potência anaeróbia pela potência aeróbia como um índice de desempenho de jovens. Baseados numa combinação de dados longitudinais e transversais de vários estudos, eles encontraram uma razão menor do que dois, aos 8 anos de idade, aumentando para quase três, entre os 13 e 14 anos em meninas e 14 e 15 anos em meninos.

O aumento desta razão durante a infância e adolescência está relacionado especialmente com o fato do metabolismo anaeróbio ser considerado imaturo em crianças (BOISSEAU; DELAMARCHE, 2000), ou seja, menos desenvolvido quando comparado ao metabolismo aeróbio. Assim, o sistema energético anaeróbio sofre maiores alterações, com maiores ganhos durante a puberdade. Em um estudo longitudinal, foi observado um aumento de 121% e 113% nas variáveis anaeróbias (potência pico e potência média) e de 70% na variável aeróbia (consumo de oxigênio pico) em meninos avaliados aos 12, 13 e 17 anos (ARMSTRONG; WELSMAN; CHIA, 2001).

Sendo assim, entende-se que próximo ao início da puberdade, os sistemas de produção de energia se desenvolvem de maneira diferente. De acordo com Armstrong e Welsman (2007), crianças destreinadas apresentam um aumento substancial na aptidão anaeróbia em relação ao desenvolvimento da aptidão aeróbia durante a adolescência.

Apesar do desempenho aeróbio e anaeróbio serem dependentes do tamanho e composição corporal, o potencial do desempenho de ambas variáveis é reflexo das características metabólicas dos músculos (ARMSTRONG; WELSMAN, 2007).

Neste sentido, Duché et al (1992) apontaram o desenvolvimento de massa muscular como sendo o principal fator relacionado ao aumento da potência anaeróbia em crianças e adolescentes. Contrariando esta hipótese, Mercier et al. (1992) observaram que a massa muscular não é capaz de explicar, por si só, o aumento da potência anaeróbia, visto que a razão da potência anaeróbia máxima pela massa muscular apresenta um aumento estável entre os 11 e 15 anos de idade. Os autores sugerem que outros fatores podem estar envolvidos, entre eles, o desenvolvimento da ativação neuromuscular, as mudanças nas atividades enzimáticas e a melhora no controle motor.

Em estudos realizados com biópsia muscular em crianças e adolescentes, nenhuma diferença na composição das fibras musculares foi encontrada em comparação aos adultos (BELL et al., 1980; FOURNIER et al., 1982; MERO; JAAKKOLA; KOMI, 1991). Entretanto, alguns pesquisadores encontraram diferenças na distribuição proporcional das fibras musculares, na qual crianças apresentaram maior proporção de fibras lentas no vasto lateral em comparação aos adultos destreinados (BELL et al., 1980; ERIKSSON; SALTIN, 1974). Ao final da adolescência, esta diferença não foi observada (FOURNIER et al., 1982).

Outro fator que parece estar relacionado ao desenvolvimento do desempenho anaeróbio durante a infância e adolescência se refere aos estoques de substratos energéticos. Já no primeiro ano pós nascimento, os estoques de adenosina trifosfato (ATP) e de fosfocreatina (PCr) atingem os mesmos valores aos observados em adultos. Porém, os estoques de glicogênio

hepático e muscular, expressos em g.kg^{-1} são menores em crianças do que em adultos, sendo que a quantidade de glicogênio muscular em crianças é em torno de 50% a 60% do valor observado em adultos. Além disso, sabe-se que a produção de glicogênio e sua utilização pelo sistema nervoso central são maiores em crianças em comparação aos adultos e, somado aos menores estoques no fígado e músculo, existe uma tendência em depletar estes estoques mais facilmente em crianças. Em um estudo transversal, meninos próximo ao estágio inicial da puberdade (15,6 anos em média) não apresentaram diferenças nos estoques de glicogênio relativo por massa corporal em comparação aos adultos (ARMSTRONG; WELSMAN, 2007).

Considerando as características metabólicas do músculo, alguns autores observaram que crianças possuem menor capacidade glicolítica de fornecer ATP, podendo ser explicada pela menor atividade das enzimas anaeróbias como a lactato desidrogenase (LDH) e a fosfofrutoquinase (PFK) além do menor conteúdo de glicogênio (ERIKSSON; KARLSSON; SALTIN, 1971; ERIKSSON; SALTIN, 1974).

Por outro lado, crianças pré-púberes têm apresentado maior atividade das enzimas oxidativas, diminuindo com a idade, com valores próximos de adultos já na adolescência (BERG; KEUL, 1988; HARALAMBIE, 1982; KACZOR et al., 2005).

Considerando esta diferenciação enzimática-metabólica, a relação do desempenho anaeróbio e aeróbio se mostra uma variável importante de se monitorar durante a infância e adolescência, especialmente em jovens atletas. Esta relação tem sido pouco investigada em atletas de tênis e pode auxiliar no entendimento do desempenho durante o processo de maturação nesta modalidade esportiva.

2.3 RESERVA ANAERÓBIA DE VELOCIDADE

O termo reserva anaeróbia de velocidade (RAV) foi primeiramente introduzido por Blondel et al. (2001) e se refere a diferença entre a velocidade anaeróbia máxima (VAnM) e a máxima velocidade aeróbia (VAeM), onde estas representam o maior desempenho do corpo nos *sprints* e *endurance*, respectivamente (BUNDLE; HOYT; WEYAND, 2003). Blondel et al. (2001) sugerem que a velocidade supra máxima, expressa como porcentagem da RAV, permite que as diferenças da capacidade de trabalho anaeróbio do indivíduo sejam levadas em consideração e possam prever, com certa precisão, tempos de exaustão na corrida. Desta forma, Bundle, Hoyt e Weyland (2003) utilizaram a RAV como forma de prever a velocidade de corrida com qualquer duração, entre 3 a 240 segundos, em esforços *all-out* através de medidas diretas de déficit e consumo de oxigênio das velocidades máximas suportadas pela

potência anaeróbia e aeróbia. Boullosa (2014) em uma crítica ao artigo de revisão de Buchheit e Laursen (2013), comenta sobre a importância das características crônicas da modalidade que o indivíduo participa e relação direta com os valores de RAV. Exemplificando, um atleta velocista que treina muito a sua VAnM e tem uma baixa VAeM terá, logicamente, uma maior reserva do que um fundista que treina a sua VAeM e tem sua VAnM baixa. Desta forma é importante sempre verificar o grupo de indivíduos que compõe sua amostra (BOULLOSA, 2014).

Em um estudo de revisão sobre treinamento intervalado de alta intensidade, Buchheit e Laursen (2013) propuseram que indivíduos com o mesmo valor de VAeM, porém com diferentes valores de RAV, o indivíduo que tiver maior RAV poderia ter um melhor desempenho em treinamentos intervalados supra máximos, estímulos com cargas acima da VAeM, pois este estaria se exercitando em um percentual menor da sua RAV em relação ao outro indivíduo. O tempo de exaustão em intensidades acima da VAeM estão mais correlacionadas com a RAV do que com o vVO_{2max} (BLONDEL et al., 2001). Buchheit, Hader e Mendez-Villanueva (2012) encontraram que a RAV e a RAV relativizada pela VAeM possuem uma baixa e uma muito alta importância, respectivamente, em determinar o número de séries de um treinamento de alta intensidade que serão realizados antes da exaustão do indivíduo em grupo atletas recreacionais de esportes em equipe.

Em sprints repetidos, Mendez-Villanueva, Hamer e Bishop (2008) encontraram significativa correlação ($r=0,87$, $p<0,05$) entre a reserva anaeróbia de potência (diferença entre a potência máxima de sprint e a menor potência relacionada ao VO_{2max}) e índice de fadiga (percentual de decréscimo da potência entre os sprints). Entretanto, este mesmo resultado não foi encontrado por Dardouri et al. (2014), que não observaram correlação significativa ($r=0,20$, $p=0,309$) entre a RAV e o percentual de decréscimo em sprints repetidos (CSR %dec).

Quando se pensa em correlacionar a RAV com variáveis pós-exercício, apenas um artigo realizou isto. Del Rosso, Nakamura e Boullosa (2017) verificaram a influência da RAV na cinética de recuperação da frequência cardíaca (FC). Eles encontraram que a cinética da FC pós sprints repetidos foi menor no grupo de homens com maior RAV comparado com o grupo de menor RAV, e o grupo de mulheres com maior RAV tem uma cinética da FC mais rápida comparado com o grupo de homens com maior RAV e o grupo de mulheres com menor RAV. A baixa cinética de recuperação da FC nos homens com alta RAV pode ser relacionado com a alta participação anaeróbia no desempenho de sprints repetidos (DEL ROSSO; NAKAMURA; BOULLOSA, 2017).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir serão apresentados os métodos do presente trabalho.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo pode ser caracterizado quanto a sua natureza como sendo uma pesquisa aplicada, pois possui como objetivo gerar conhecimentos para a aplicação prática e dirigida para solucionar problemas específicos. Quanto à abordagem do problema, o estudo pode ser considerado uma pesquisa quantitativa, visto que os dados serão quantificados, classificados e analisados (SILVA et al., 2011). Quanto aos objetivos propostos, a pesquisa caracteriza-se como sendo um estudo transversal de inter-relação do tipo correlacional, por tratar-se de uma pesquisa descritiva que tem como delineamento básico coletar dados sobre duas ou mais variáveis nos mesmos sujeitos e explorar as associações existentes entre elas (THOMAS; NELSON, 2002). Por fim, em relação aos procedimentos técnicos, essa pesquisa pode ser classificada como empírica.

3.2 SUJEITOS DA PESQUISA

A seleção dos participantes foi do tipo intencional não-probabilística, sendo composta por 22 jogadores de tênis, do sexo masculino, com idade entre 10 e 17 anos. Todos os participantes deveriam ter no mínimo dois anos de experiência com o tênis competitivo.

Os participantes foram divididos em três grupos maturacionais: os que não haviam atingido o PVE (PRÉ_{PVE}); os que estavam passando pelo PVE (PVE) e os que já haviam atingido o PVE (PÓS_{PVE}).

Todos os participantes foram informados e familiarizados com todos os procedimentos do experimento, assim como os riscos e benefícios, assinando um termo de consentimento livre e esclarecido.

3.3 DESCRIÇÃO GERAL DA COLETA DE DADOS

As avaliações, previamente agendadas, foram realizadas no Laboratório de Esforço Físico (LAEF), localizado no Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em Florianópolis - SC, nas quadras externas do Centro de Desportos da USFC e nas

quadras de saibro dos respectivos clubes. Antes de iniciarem os procedimentos para a coleta de dados, os sujeitos participantes do estudo e responsáveis foram esclarecidos sobre os objetivos e os métodos da pesquisa e na sequência assinarão o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O presente projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da UFSC (Protocolo nº 837.466).

Para todas as avaliações, os sujeitos foram instruídos a chegarem ao local de avaliação em totais condições de recuperação, hidratação e alimentação.

Na primeira visita, foram obtidas as seguintes medidas antropométricas: estatura, estatura sentado (tronco-encefálica) e massa corporal, que foram utilizadas para calcular a distância do pico de velocidade e estatura (DPVE).

Após as medidas antropométricas, os sujeitos foram submetidos ao teste de potência aeróbia em uma quadra de saibro. Foi realizado um aquecimento padronizado de 10 minutos em quadra, envolvendo corrida e exercícios específicos da modalidade. Após um intervalo de 5 minutos do aquecimento, foi realizado o Teste incremental de Carminatti (TCar) para avaliar a velocidade aeróbia máxima.

Na segunda visita, os sujeitos foram submetidos aos testes de potência e capacidade anaeróbia em uma quadra coberta com piso de cimento. Primeiro, foi realizado um aquecimento padronizado de 10 minutos em quadra, envolvendo corrida e exercícios específicos da modalidade. O primeiro teste consistiu em duas repetições máximas de corrida (*sprint*) na distância de 30m com intervalo de 3 minutos entre as mesmas. Para identificar a aceleração dos *sprints*, foram colocadas 3 fotocélulas dispostas no início (0m), nos 10 metros iniciais e ao final do teste (30m). Após um intervalo de 10 minutos do segundo *sprint*, foi realizado o teste de *sprints* repetidos (CSR) para avaliar a capacidade anaeróbia e o índice de fadiga. Este teste consistiu em dez repetições de 20m com intervalos de 20s entre as repetições.

3.4 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS

Foram utilizadas três fotocélulas eletrônicas Speed Test 4.0 (CEFISE) para a mensuração do tempo (s) durante os testes de velocidade e *sprints* repetidos. Ainda, foram utilizados 4 cones, 1 caixa de som portátil, 1 aparelho eletrônico de mp4 e 1 trena de 50m para a aplicação do teste de Carminatti (TCar).

3.5 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

A seguir serão apresentados os procedimentos detalhados da coleta de dados.

3.5.1 Protocolo de determinação da maturação somática

A maturação somática (*maturity offset*) foi determinada indiretamente a partir da equação (1) proposta por Mirwald et al. (2002) para identificar a distância do pico de velocidade de crescimento em estatura (DPVE) de cada sujeito em relação à idade cronológica, em anos.

Os participantes do presente estudo foram classificados em três diferentes categorias de estágio maturacional baseado no valor da DPVE:

- a) PRÉ_{PVE} = valor da DPVE menor que -1
- b) PVE = valor da DPVE maior ou igual a -1 e menor ou igual a 1
- c) PÓS_{PVE} = valor da DPVE maior que 1

Equação: Idade do pico de velocidade de crescimento em estatura:

$$DPVE = -9,236 + (0,0002708 * ETE * CMMII) - (0,001663 * IC * CMMII) + (0,007216 * IC * ETE) + [0,02292 * (MC/E)] \quad (1)$$

Onde: DPVE = distância do pico de velocidade em estatura em anos; ETE = estatura tronco-encefálica em centímetros; CMMII = comprimento de membros inferiores em centímetros; IC = idade cronológica em anos; MC = massa corporal em quilogramas; E = estatura em centímetros.

3.5.2 Teste de velocidade aeróbia máxima

A máxima velocidade aeróbia (VAeM) de corrida foi estimada a partir do pico de velocidade obtido no teste incremental de Carminatti (TCar). A validade desta medida foi demonstrada por Dittrich et al. (2011) e Teixeira et al. (2014).

O T-CAR consiste em um teste incremental máximo, intermitente, com estágios de 90 s de duração em sistema de corrida “vai-e-vem”, constituídos por 5 repetições de 1s de corrida, intercaladas por 6 s de pausa para cada estágio de velocidade. O ritmo é ditado por um sinal sonoro (bip), em intervalos regulares de 6 s, que determinam a velocidade de corrida a ser desenvolvida nos deslocamentos entre as linhas paralelas demarcadas no solo e também sinalizadas por cones.

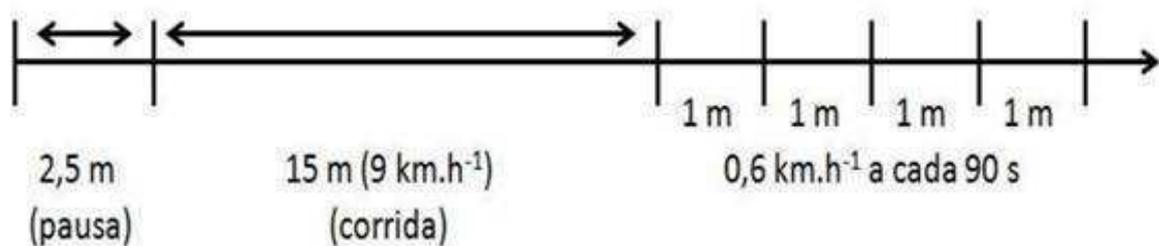
O teste inicia com velocidade de $9,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (distância inicial de 15 m) com incrementos de $0,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada estágio até a exaustão voluntária, mediante aumentos sucessivos de 1 m a partir da distância inicial, conforme pode ser visualizado no esquema ilustrativo apresentado na figura 1. Quando o atleta for incapaz de completar o último estágio, a correção do pico de velocidade (PV_{TCAR}) será baseada na equação de Kuipers et al. (1985):

$$PV_{\text{TCAR}} (\text{km}\cdot\text{h}^{-1}) = v + [(nv/5)*0.6] \quad (2)$$

Onde “v” é a velocidade de corrida do último estágio completado, “nv” é o número de voltas no estágio incompleto, “05” é o total de número de voltas (correndo) no estágio e “0,6” é o incremento de velocidade.

Quando os sujeitos não alcançarem a linha final duas vezes consecutivas o teste será encerrado e considerado a exaustão do participante. Neste teste foram determinadas a frequência cardíaca pico (FC_{pico}) e o pico de velocidade (PV_{TCAR}).

Figura 1- Representação esquemática do Teste de Carminatti.



Fonte: Dittrich et al. (2011).

3.5.3 Teste de velocidade anaeróbia máxima

Para a avaliação da velocidade anaeróbia máxima (V_{AnM}) de corrida os jogadores realizaram três *sprints* de 30 m com a aquisição da parcial de tempo em 10 m. O tempo de cada *sprint* foi registrado por meio do sistema de fotocélulas (CEFISE – Speed Test 6.0). Os

jogadores foram instruídos a realizarem o percurso no menor tempo possível. A aceleração foi avaliada usando o tempo requerido para percorrer os primeiros 10 m do *sprint* de 30 m. A velocidade máxima de corrida foi avaliada utilizando os últimos 20 m do percurso do teste (30 m) como previamente relatado por Little e Williams (2005). Os participantes realizaram 3 tentativas com recuperação passiva de 3 min entre os *sprints*. O melhor tempo entre as 3 tentativas realizadas foi utilizada para posterior análise.

3.5.4 Teste de capacidade de sprints repetidos (CSR)

Inicialmente, os sujeitos realizaram um aquecimento de cinco minutos de corrida no local do teste. Após o aquecimento, foi realizado um alongamento de membros inferiores. Os participantes realizaram 10 *sprints* máximos de 20 m, separados por 20 s de recuperação passiva. Cinco segundos anteriormente a cada *sprint* os participantes foram solicitados a se posicionarem e aguardarem o sinal de partida. Durante todo o teste foi realizado encorajamento verbal por parte dos avaliadores (RAMPININI et al., 2007). O tempo de cada *sprint* foi registrado por meio do sistema de fotocélulas (CEFISE – Speed Test 6.0). Neste teste foram mensuradas as seguintes variáveis:

- a) Velocidade Máxima (Vmax): a maior velocidade obtida nos 10 *sprints*
- b) Velocidade Média (Vmed): a média de velocidade dos 10 *sprints*
- c) Percentual de Decréscimo do CSR (CSR %dec): calculado pela seguinte fórmula =
$$([V_{max}/V_{med}] \times 100) - 100 \quad (3)$$

3.5.5 Cálculo da reserva anaeróbia de velocidade

A reserva anaeróbia de velocidade (RAV) foi calculada pela seguinte equação: $RAV \text{ (km.h}^{-1}\text{)} = V_{AnM} \text{ (km.h}^{-1}\text{)} - V_{AeM} \text{ (km.h}^{-1}\text{)}$ (BLONDEL et al. 2001). (4)

3.6 CRITÉRIO DE INCLUSÃO

Os seguintes critérios de inclusão foram adotados no presente projeto:

- a) Treinar a modalidade de Tênis há pelo menos 2 anos;
- b) Competir no mínimo em nível estadual;

- c) Não apresentar lesões musculoesquelética no período das coletas;
- d) Realizar a familiarização de todos os protocolos envolvidos no estudo.

3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Inicialmente para análise dos dados foi verificada a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro Wilk. Para apresentação dos resultados foi utilizada a estatística descritiva (valor médio, desvio padrão). Para comparar os índices analisados (aeróbio, anaeróbio) entre os três grupos maturacionais, foi utilizado uma ANOVA one-way para dados não-pareados. Foi realizado o teste de correlação de Pearson entre todas as variáveis. Todas as análises foram realizadas no *Software* GraphPad Prism e utilizado $p < 0,05$ para representar significância estatística.

4 RESULTADOS

A caracterização dos participantes do presente estudo está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1- Valores médios \pm desvio padrão (DP), bem como mínimo e máximo das características físicas da amostra completa (n=22).

Variável	Média \pm DP	Varição
Idade (anos)	14,4 \pm 1,8	10,5 – 18
Estatura (cm)	167,5 \pm 14,5	136,5 – 190
Massa corporal (kg)	57,6 \pm 15	34,2 - 86,5
<i>Maturity offset</i> (anos)	0,14 \pm 1,99	-3,20 – 3,35

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 2 estão apresentadas as características físicas dos participantes separados nos três grupos.

Tabela 2- Valores médios \pm desvio padrão da idade, massa corporal e *Maturity Offset* para os grupos separados por nível maturacional.

Variável	PRÉ _{PVE} (n=7)	PVE (n=7)	PÓS _{PVE} (n=8)
Idade (anos)	11,64 \pm 0,56	13,68 \pm 0,99*	15,93 \pm 0,7 *§
Massa corporal (kg)	38,96 \pm 4,89	56,4 \pm 8,53*	68,71 \pm 7,92 *§
<i>Maturity Offset</i> (anos)	-2,17 \pm 0,61	0,01 \pm 0,74*	2,26 \pm 0,75 *§

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: *p<0,05 em comparação ao grupo PRÉPVE; §p<0,05 em comparação ao grupo PVE.

A Tabela 3 apresenta as variáveis de desempenho aeróbio e anaeróbio obtidos a partir de testes de campo.

Tabela 3- Valores médios \pm desvio padrão das variáveis de desempenho aeróbio e anaeróbio dos grupos PRÉPVE, PVE e PÓSPVE.

Variável	PRÉPVE (n=7)	PVE (n=7)	PÓSPVE (n=8)
	Média	Média	Média
VAeM (km.h ⁻¹)	13,37 \pm 0,62	13,84 \pm 0,74	14,7 \pm 0,98 *
V10 (km.h ⁻¹)	18,37 \pm 0,71	18,02 \pm 0,72	18,78 \pm 0,79
VAnM (km.h ⁻¹)	23,05 \pm 0,74	25,57 \pm 1,0 *	27,1 \pm 1,12 *§
V30 (km.h ⁻¹)	21,12 \pm 0,5	22,42 \pm 0,66 *	23,6 \pm 0,85 *§
Vmed (km.h ⁻¹)	18,72 \pm 0,74	20,04 \pm 0,99 *	21,02 \pm 0,91 *
CSR %dec	5,11 \pm 2,52	3,55 \pm 2,08	4,22 \pm 2,02
Razão _{AER/ANAER}	0,58 \pm 0,02	0,54 \pm 0,03 *	0,54 \pm 0,03 *
RAV (km.h ⁻¹)	9,68 \pm 0,69	11,73 \pm 0,91 *	12,4 \pm 0,96 *

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: *p<0,05 em comparação ao grupo PRÉPVE; §p<0,05 em comparação ao grupo PVE.

Na tabela 4 está apresentada a matrix dos coeficientes de correlação de Pearson.

Tabela 4- Matrix dos coeficientes de correlação de Pearson (r)

	MO	IC	MC	VAeM	V10	VAnM	V30	Vmed	RAV	%dec
MO		0,97†	0,88†	0,54*	0,17	0,81†	0,74†	0,74†	0,74†	-0,15
IC			0,82†	0,58*	0,20	0,79†	0,73†	0,75†	0,67†	-0,25
MC				0,38	-0,03	0,75†	0,62*	0,56*	0,76†	-0,02
VAeM					0,45	0,71†	0,76†	0,78†	0,29	-0,44
V10						0,26	0,59*	0,39	0,05	-0,10
VAnM							0,93†	0,90†	0,88†	-0,32
V30								0,89†	0,75†	-0,31
Vmed									0,70†	-0,55
RAV										-0,13
%dec										

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: *p<0,05; †p<0,001

Na Tabela 5 estão apresentadas as diferenças percentuais das variáveis de desempenho entre os três grupos maturacionais.

Tabela 5- Diferença percentual das variáveis desempenho aeróbio e anaeróbio entre os grupos maturacionais.

	PRE_{PVE} vs PVE	PRE_{PVE} vs POS_{PVE}	PVE vs POS_{pve}
VAeM	3,52%	9,95%	6,21%
V10	-1,91%	2,23%	4,22%
VAnM	10,93%	17,57%	5,98%
V30	6,16%	11,74%	5,26%
V _{med}	7,05%	12,29%	4,89%
CSR %dec	-30,53%	-17,42%	18,87%
Razão _{AER/ANAER}	-6,9%	-6,9%	0%
RAV	21,18%	28,1%	5,71%

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como principal objetivo analisar e comparar o desempenho aeróbio e anaeróbio, a partir de testes de campo, entre jovens tenistas. No intuito de comparar as variáveis dependentes entre os jogadores com diferentes estágios maturacionais, a amostra foi dividida em três grupos.

Os principais achados do estudo foram: (1) O grupo PÓS_{PVE} apresentou maiores valores de VAeM somente em relação ao grupo PRÉ_{PVE}, entretanto não foi observada diferença entre os demais grupos; (2) Todos os grupos apresentaram diferença estatística nos valores de VAnM; (3) Os grupos mais maturados (PÓS_{PVE} e PVE) apresentaram maiores valores de RAV em comparação ao grupo PRÉ_{PVE}; (4) A razão aeróbia:anaeróbia (Raer:anaer) foi menor para os grupos mais maturados, em comparação ao grupo menos maturado.

Como é relatado na literatura, a aptidão aeróbia aumenta em função do processo maturacional e idade cronológica, com as mudanças hormonais, aumento da massa corporal, estatura e melhora da coordenação (BEUNEN; MALINA; 2004). No presente estudo foi encontrada diferença no VAeM apenas entre o grupo PRÉ_{PVE} e PÓS_{PVE}, entretanto, não ocorreu diferença entre os grupos PRÉ_{PVE} e PVE e PVE e PÓS_{PVE}.

Em um estudo longitudinal realizado com jovens atletas de futebol foi demonstrado que o período de maior ganho da potência aeróbia ocorre no momento em que o indivíduo atinge o PVE ou logo após (PHILIPPAERTS et al, 2006). Possíveis explicações para não ter ocorrido diferença nos grupos citados anteriormente podem ser derivadas de algumas limitações do presente estudo: o baixo tamanho da amostra e a forma indireta utilizada para estimar a DPVE, (MIRWALD et al, 2002).

No presente estudo o VAeM foi obtido a partir do teste T-CAR, teste semi-específico, com características intermitentes que propõe avaliar a potência aeróbia máxima (DITTRICH et al. 2011; Da SILVA et al. 2011), e validado para jovens atletas durante adolescência (TEIXEIRA et al. 2014). O teste, com o objetivo de manter a especificidade do tênis, foi realizado em quadras de saibro, atendendo o ambiente em que era realizado os treinamentos dos sujeitos. Muitos estudos na literatura têm utilizado diferentes testes para avaliar a potência aeróbia de jovens tenistas (BAIGET et al, 2013; BAIGET et al, 2015; FARGEAS-GLUCK; LÉGER; 2011; SMEAKEL et al, 1999; GIRARD et al, 2006; FERRAUTI; KINNER; FERNANDEZ-FERNANDEZ, 2011). O problema destes testes específicos para avaliar a aptidão aeróbia de tenistas é que seus resultados são apenas diagnósticos, não possuem aplicações práticas ao treinamento, diferentemente do T-CAR, que fornece o PV_{TCAR} e

proporciona a realização de treinamentos intervalados em diferentes intensidades utilizando a mesma configuração do teste. Desta forma, não existe possibilidade de comparação direta do desempenho aeróbio do presente estudo com os estudos que utilizaram testes aeróbios específicos para tenistas.

Entretanto, no tênis, alguns estudos observaram que o desempenho aeróbio é dependente do estágio maturacional, sendo maior em indivíduos mais maturados. Dentre eles, Ulbricht, Fernandez-Fernandez e Ferrauti (2013) realizaram uma bateria de testes físicos (i.e saltos, velocidade, força, *endurance*, maturação somática) em 1052 atletas de tênis da Alemanha com idade entre 11 e 16 anos, do sexo feminino e masculino, duas vezes por ano entre os anos de 2009 e 2013 e observaram que ocorreu um aumento do estágio final do teste específico de *endurance* para tênis “*Hit and Turn Tennis Test*” com o processo maturacional. Além disto, esta relação também foi observada em outras modalidades com características intermitentes (MENDEZ-VILLANUEVA, et al. 2010; PHILIPPAERTS et al, 2006; TEIXEIRA et al, 2015). Teixeira et al. (2015) analisaram o desempenho aeróbio e a maturação esquelética em jovens jogadores de futebol das categorias sub 12 (11-12 anos), sub 14 (13-14 anos) e sub 16 (15-16 anos) e observou que os indivíduos avançados no processo maturacional obtiveram maiores valores de PV_{TCAR} em comparação com indivíduos atrasados.

A V10 representa a capacidade de aceleração inicial e possui grande relação com os estoques de fosfocreatina (PCr). A PCr é responsável por fornecer energia para esforços muito rápidos, entretanto, no primeiro ano de vida os seus estoques já atingem os mesmos valores encontrados em adultos, logo, estes não parecem ser afetados pelo processo maturacional. No presente estudo, a V10 não foi diferente entre os grupos. Ulbricht, Fernandez-Fernandez e Ferrauti (2013) corroboram com este achado ao não observarem diferença entre o tempo do *sprint* de 10m quando analisaram jovens jogadores de tênis durante 3 anos consecutivos.

Sabe-se que os indivíduos mais maturados possuem maior massa corporal que indivíduos menos maturados (BEUNEN; MALINA, 2004), entretanto a capacidade de aceleração parece não haver diferença. Os indivíduos mais maturados, por terem maior massa corporal, consegue produzir mais força em comparação aos menos maturados, entretanto a força necessária para a acelerar um corpo com menos massa é menor. Desta forma, pode-se imaginar que exista uma resultante parecida entre a força produzida e força necessária para acelerar o corpo, não havendo diferença entre os indivíduos mais e menos maturados.

O CSR %dec dos sprints repetidos não teve diferença entre os grupos. No presente estudo, foi utilizado um teste de capacidade de *sprints* repetidos recomendado pela Federação Australiana de Tênis (FERNANDEZ-FERNANDEZ; ULBRITCH; FERRAUTI, 2014), onde

este consiste em 10 *sprints* de 20 metros com 20 segundos de recuperação entre cada *sprint*. Entretanto, o teste não foi capaz de mostrar diferença no índice de fadiga, medido através do percentual de decaimento da velocidade de cada *sprint*. O tempo de recuperação entre cada *sprint* pode ter sido um fator interferiu nos resultados, além de poder terem estabelecido um ritmo confortável na execução dos *sprints*, mesmo sendo estimulados a fazer o máximo de esforço durante o teste.

A velocidade anaeróbia máxima (VAnM), representada através da velocidade do *sprint* de 20m lançados (10-30m) busca representar a maior velocidade que pode ser desempenhada pelo indivíduo, ou seja, a sua potência anaeróbia máxima (LITTLE; WILLIAMS, 2005). No presente estudo, a VAnM apresentou diferença significativa entre os três grupos analisados. É conhecido na literatura que as crianças não possuem o sistema anaeróbio muito desenvolvido e que o desempenho deste sistema aumenta em função do processo maturacional e idade cronológica durante a puberdade (BEUNEN; MALINA, 2004). Fato este observado nos valores de correlação entre as variáveis de desempenho aeróbio e anaeróbio em relação ao estágio maturacional e idade cronológica. Os valores de correlação para o VAeM foram moderados a baixo, enquanto as variáveis de desempenho anaeróbio (VAnM, RAV, V30 e Vmed) apresentaram correlações moderada a alta em relação à idade e maturação.

Em um estudo longitudinal, foi observado um aumento de 121% e 113% nas variáveis anaeróbias (potência pico e potência média) e de 70% na variável aeróbia (consumo de oxigênio pico) em meninos avaliados aos 12, 13 e 17 anos (ARMSTRONG; WELSMAN; CHIA, 2001).

A liberação de determinados hormônios (GH, IGFS, FSH), aumento da massa muscular, aumento dos estoques de glicogênio no fígado e aumento da concentração de fibras rápidas na musculatura são alguns dos principais fatores que proporcionam a melhora da aptidão anaeróbia durante a puberdade (BOISSEAU; DELAMARCHE, 2000; ARMSTRONG; WELSMAN, 2007).

A RAV ainda é uma variável pouco estudada na literatura, onde estabelece uma relação entre os máximos dos sistemas aeróbio e anaeróbio (BLONDEL, et al. 2001). No presente estudo, a RAV apresentou diferenças significativas entre os três grupos analisados, que pode indicar que ocorre um aumento da RAV em função do processo maturacional e da idade cronológica. Na tabela 4 são apresentados os valores da correlação de Pearson, como podemos observar a RAV possui alta correlação com MO ($r=0,74$) e IC ($0,67$), além destas variáveis, que eram as principais correlações a serem feitas neste trabalho, a RAV possui uma alta correlação com a MC ($r=0,76$) e com as variáveis de aptidão anaeróbia (i.e. *sprints*).

Outra variável que merece atenção é a razão $_{\text{AER/ANAER}}$. Este índice nos mostra o quanto que o limite aeróbio está situado da velocidade anaeróbia máxima. No grupo PRÉ $_{\text{PVE}}$ a média da razão $_{\text{AER/ANAER}}$ foi de 0,58, mostrando que o sistema aeróbio está a, aproximadamente, 58% da velocidade máxima que pode ser obtida. Já para os demais grupos, a razão $_{\text{AER/ANAER}}$ é de 0,54, mostrando maior distanciamento do sistema aeróbio em relação a velocidade máxima obtida. Não se observou diferença da razão $_{\text{AER/ANAER}}$ entre os grupos PVE e PÓS $_{\text{PVE}}$, mostrando que durante e após o pico de velocidade de crescimento em estatura o sistema aeróbio compõe a mesma quantidade da velocidade máxima.

Ao analisarmos a Tabela 5, podemos observar as diferenças, em forma percentual, dos valores médios de cada variável entre os três grupos analisados. A diferença entre o VAeM do grupo PRÉ $_{\text{PVE}}$ para o grupo PVE foi de 3,52%, do grupo PRÉ $_{\text{PVE}}$ para o grupo PÓS $_{\text{PVE}}$ foi de 9,95% e do grupo PVE para PÓS $_{\text{PVE}}$ foi de 6,21%. A diferença entre a VAnM do grupo PRÉ $_{\text{PVE}}$ para o grupo PVE foi de 10,93%, do grupo PRÉ $_{\text{PVE}}$ para o grupo PÓS $_{\text{PVE}}$ foi de 17,57% e do grupo PVE para PÓS $_{\text{PVE}}$ foi de 5,98%. Estes resultados demonstram como o desempenho anaeróbio aumenta em maiores proporções do que o desempenho aeróbio durante a puberdade. A diferença da VAnM entre os grupos PRÉ $_{\text{PVE}}$ e PVE foi três vezes maior em comparação ao VAeM (10,93% vs 3,52%) e quase duas vezes maior (9,95% vs 17,57%) entre os grupos PRÉ $_{\text{PVE}}$ e PÓS $_{\text{PVE}}$. Já entre os grupos PVE e PÓS $_{\text{PVE}}$ a diferença entre a VAnM e o VAeM foi praticamente igual. Estes resultados indicam que ocorre um maior aumento do desempenho anaeróbio em relação ao aeróbio até o período em que ocorre o pico de velocidade em estatura, após isto, ambos os sistemas aumentam na mesma proporção.

Entretanto, ao analisarmos a diferença da RAV entre os grupos, pode-se observar que esta aumenta em maiores proporções que o VAeM e VAnM entre os grupos PRÉ $_{\text{PVE}}$ e PVE (21,18%) e PRÉ $_{\text{PVE}}$ e PÓS $_{\text{PVE}}$ (28,1%) e tende a manter a mesma diferença entre o grupo PVE e PÓS $_{\text{PVE}}$.

Importante destacar algumas limitações do presente estudo. Sabe-se que com o processo maturacional ocorre um aumento das dimensões corporais, assim como um ganho de massa corporal. A massa corporal possui altas correlações com as variáveis de desempenho aeróbio e anaeróbio, logo, é importante saber se as diferenças nas variáveis vistas neste estudo são resultadas do processo maturacional, do aumento da massa muscular ou até da grande diferença de idade cronológicas. Adicionalmente, por se tratar de um estudo transversal, também pode ser considerado uma limitação o possível efeito crônico do treinamento sobre as variáveis estudadas.

Assim, sugere-se que novos estudos realizem alguma análise que utilize a massa corporal e idade cronológica como covariáveis, afim de reduzir o efeito destas variáveis nas demais estudadas.

6 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo mostraram que ocorre um aumento da performance em testes de aptidão aeróbia e anaeróbia em função do processo maturacional. Além disto, pode-se observar um aumento maior nas variáveis anaeróbias, em função do processo maturacional, do que as variáveis aeróbias. A reserva anaeróbia de velocidade se comporta de maneira semelhante às variáveis anaeróbias durante a maturação. A velocidade de sprint de 0-10m e o percentual de decaimento dos sprints repetidos não tiveram diferenças entre os grupos analisados.

A utilização de testes de campo para avaliar as variáveis aeróbias e anaeróbias de tenistas, além do teste para avaliar seu estágio maturacional, são fáceis de serem utilizadas pelos treinadores com tenistas de diferentes faixas etárias. Além de fornecerem resultados confiáveis, são ferramentas baratas e de fácil acesso para a população. Além disto, podem ser verificados períodos de desenvolvimento de determinadas capacidades físicas, assim os treinadores poderiam saber em que momento treinar determinada capacidade física e adequar a carga de treino correta.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. **Young people and physical activity**. Oxford: Oxford University Press, 2002.
- ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. Exercise Metabolism. In: ARMSTRONG, N. (Ed.). **Pediatric Exercise Physiology**. Philadelphia, PA: Churchill Livingstone Elsevier, 2007, p. 435-476.
- ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J.; CHIA, M. Short-term power output in relation to growth and maturation. **British Journal of Sports Medicine**, Londres, v. 35, n. 2, p.118-124, abr. 2001.
- AVILÈS, C. et al. Developing early perception and getting ready for action of the return of serve. **International Tennis Federation Coaching and Sport Science Review**, v. 28, n. 1, p. 1-16, dez. 2002.
- BAXTER-JONES, A. D. G. Growth and development of young athletes: Should competition levels be age related? **Sports Medicine**, Auckland, v. 20, n. 2, p. 59–64, fev-mar. 1995.
- BELL, R. et al. Muscle fiber types and morphometric analysis of skeletal muscle in 6-year-old children. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 12, n. 1, p. 28–31, jan. 1980.
- BERG, A.; KEUL, J. Biochemical changes during exercise in children. In: MALINA, R. M. (Ed.). **Young Athletes**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988. p. 61–78.
- BEUNEN, G. et al. Chronological and biological age as related to physical fitness in boys 12 to 19 years. **Annals of Human Biology**, Loughborough, v. 8, n. 4, p. 321–31, jan. 1981.
- BEUNEN, G.; MALINA, R. M. Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 16, n.1, p. 503-540, jan. 1988.
- BEUNEN, G.; MALINA, R. M. Growth and Biologic Maturation: Relevance to Athletic Performance. In: HEBESTREIT, H.; BAR-OR, O. (Eds.). **The Young Athlete: Encyclopaedia of Sports Medicine**, Medford, MA, Wiley-Blackwell, 2004. p. 1–17.
- BEUNEN, G. P. et al. Physical activity and growth, maturation and performance: a longitudinal study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 24, n. 5, p. 576-585, maio 1992.
- BEUNEN, G.P., MALINA, R.M., V. H.; M.A., ET AL. **Adolescent Growth and Motor Performance: A Longitudinal Study of Belgian Boys**. Champaign, IL.: Human Kinetics, 1988.
- BLONDEL N. et al. Relationship Between Run Times to Exhaustion at 90, 100, 120, and 140% of $v\text{VO}_2$ max and Velocity Expressed Relatively to Critical Velocity and Maximal Velocity. **Internacional Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 22, n. 1, p. 27-33, jan. 2001.

BOISSEAU, N.; DELAMARCHE, P. Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. **Sports Medicine**, Auckland, v. 30, n. 6, p. 405–422, jun-jul. 2000.

BROSSEAU, O.; HAUTIER, C.; ROGOWSKI, I. A field study to evaluate side-to-side differences in the upper limbs of young tennis players. **Journal of Medicine and Science in Tennis**, Ohio, v. 11, n. 1, p. 18–19, jan. 2006.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN P. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. **Sportes Medicine**, Auckland, v.43, n.4, p.1179-1208, mar. 2013.

BUNDLE, M.; HOYT, R.; WEYAND, P. High speed running performance: a new approach to assessment and prediction. **Journal of Applied Physiology**. Bethesda. v. 95, n.1, p.1955-1962, jan. 2003.

DA SILVA, J. F. et al. Validity and reliability of a new field test (Carminatti's test) for soccer players compared with laboratory-based measures. **Journal of Sports Sciences**, Exeter, v. 10, n. 1, p. 1-8, nov. 2011.

DAVIES, C. T.; WHITE, M. J.; YOUNG, K. Muscle function in children. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Stockholm, v. 52, n.1, p. 111–114, nov. 1983.

DITTRICH, N. et al. Validity of carminatti's test to determine physiological indices of aerobic power and capacity in soccer and futsal players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Ohio, v. 25, n. 11, p. 3099-3106, nov. 2011.

DUCHE, P. et al. **Longitudinal approach of bioenergetic profile in boys before and during puberty**. Paris Masson: Pediatric Work Physiology, 1992, p. 43-45.

ERIKSSON, B.; KARLSSON, J.; SALTIN, B. Muscle metabolites during exercise in pubertal boys. **Acta Paediatrica Belgica**, Bruxelles, v. 60, n. 217, p. 154-157, jul. 1971.

ERIKSSON, O.; SALTIN, B. Muscle metabolism during exercise in boys aged 11 to 16 years compared to adults. **Acta Paediatrica Belgica**, Bruxelles, v. 28, n. 1, p. 257-265, fev. 1974.

FERNANDEZ, J.; MENDEZ-VILLANUEVA, A; PLUIM, B. M. Intensity of tennis match play. **British Journal of Sports Medicine**, Londres, v. 40, n. 5, p. 387–91, maio 2006.

FERNANDEZ-FERNANDEZ, J. et al. Match activity and physiological responses during a junior female singles tennis tournament. **British Journal of Sports Medicine**, Londres, v. 41, n. 6, p. 711–717, jun. 2007.

FERNANDEZ-FERNANDEZ, J. et al. A comparison of the activity profile and physiological demands between advanced and recreational veteran tennis players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Ohio, v. 23, n. 2, p. 593-603, mar. 2009.

FERRAUTI, A; PLUIM, B. M.; WEBER, K. The effect of recovery duration on running speed and stroke quality during intermittent training drills in elite tennis players. **Journal of Sports Sciences**, Exeter, v. 19, n. 4, p. 235–42, abr. 2001.

- FOURNIER, M. et al. Skeletal muscle adaptation in adolescent boys: Sprint and endurance training and detraining. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 14, n. 6, p. 453–456, fev. 1982.
- GIRARD, O.; MILLET, G. P. Physical determinants of tennis performance in competitive teenage players. **Journal of strength and conditioning research**, Ohio, v. 23, n. 6, p. 1867–1872, jun.-jul. 2009.
- GIRARD, O. et al. Changes in exercise characteristics, maximal voluntary contraction, and explosive strength during prolonged tennis playing. **British Journal of Sports Medicine**, Londres, v. 40, n. 1, p. 521-526, jan. 2006.
- GREEN, H. Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. **Journal of Sports Science**, Exeter, v. 15, n. 3, p. 247-256, jul. 1997.
- HARALAMBIE, G. Enzyme activities in skeletal muscle of 13–15 year old adolescents. **Bulletin européen de physiopathologie respiratoire**, Paris, v. 18, n. 2, p. 65–74, maio, 1982.
- JONES, H. **Motor Performance and Growth: a Developmental Study of Static Dynamometric Strength**. Berkeley: University of California Press, 1949.
- KACZOR, J. J. et al. Anaerobic and aerobic enzyme activities in human skeletal muscle from children and adults. **Pediatric Research**, Cary, v. 57, n. 3, p. 331–335, mar. 2005.
- KOVACS, M. S. Applied physiology of tennis performance. **British Journal of Sports Medicine**, Londres, v. 40, n. 5, p. 381–5, maio 2006a.
- KOVACS, M. S. Training the Competitive Athlete. **British Journal of Sports Medicine**, Londres, v. 37, n. 3, p. 189–198, mar.-abr. 2007.
- LOURENÇO, B.; QUEIROZ, L. B. Crescimento e desenvolvimento puberal na adolescência. **Revista Médica**, São Paulo, v. 89, n. 2, p. 70–75, fev. 2010.
- MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física**. 2. ed. São Paulo: Phorte, 2009.
- MENDEZ-VILLANUEVA, A. et al. Age-related differences in acceleration, maximum running speed, and repeated-sprint performance in young soccer players. **Journal of Sports Sciences**, Exeter, v. 29, n. 5, p. 477–84, mar. 2011.
- MENDEZ-VILLANUEVA, A.; FERNANDEZ-FERNANDEZ, J.; BISHOP, D. Exercise-induced homeostatic perturbations provoked by singles tennis match play with reference to development of fatigue. **British Journal of Sports Medicine**, Londres, v. 41, n. 11, p. 717–22, nov. 2007.
- MERCIER, B. et al. Maximal anaerobic power: relationship to anthropometric characteristics during growth. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 13, n.1, p. 21-26, fev. 1992.

- MERO, A.; JAAKKOLA, L.; KOMI, P. Relationships between muscle fibre characteristics and physical performance capacity in trained athletics boys. **Journal of Sports Science**, Exeter, v. 9, n.2 p. 161–171, fev. 1991.
- MIRWALD, R. L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 34, n. 4, p. 689–94, abr. 2002.
- MURIAS, J. M. et al. Metabolic and functional responses playing tennis on different surfaces. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Ohio, v. 21, n. 1, p. 112–117, jan. 2007.
- PARSONS, L.; JONES, M. Development of speed, agility and quickness for tennis athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Ohio, v. 20, n. 6, p. 14-19, jun. 1998.
- RÉ, A. H. N. et al. Relações entre crescimento, desempenho motor , maturação biológica e idade cronológica em jovens do sexo masculino. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 153–162, abr.-jun. 2005.
- ROWLAND, T. W. **Developmental exercise physiology**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996.
- SANCHIS-MOYSI, J. et al. Muscle hypertrophy in prepubescent tennis players: a segmentation MRI study. **PloS One**, San Francisco, v. 7, n. 3, p. e33622, jan. 2012.
- SHERAR, L. B. et al. Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. **Journal of Pediatrics**, Cincinnati, v. 147, n.4, p. 508–514, out. 2005.
- SIMÕES, D. P.; BALBINOTTI, C. As qualidades físicas no tênis: considerações teóricas e práticas. In: BALBINOTTI, C. (Ed.). **O Ensino do Tênis: Novas Perspectivas de Aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 203–220.
- TEIXEIRA, A. S. et al. Reliability and validity of the carminatti's test for aerobic fitness in youth soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Exeter, v. 28 n. 11, p. 3264-3273, nov. 2014.
- TOMLIN, D. L.; WENGER, H. A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v. 31, n. 1, p. 1–11, jan. 2001.
- TORRES-LUQUE, G. et al. An analysis of competition in young tennis players. **European Journal of Sport Science**, Exeter v. 11, n.1, p. 39–43, jan. 2011.
- UNIERZYSKI, P. Power training for youngsters. **ITF Coaching and Sports Science Review**, Valencia, v. 13, n. 35, p. 4-6, abr. 2005.

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CENTRO DE DESPORTOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO PROJETO DE
PESQUISA PARA ANÁLISE PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES
HUMANOS

Senhores pais e/ou responsáveis:

De acordo com resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, todas as pesquisas conduzidas com seres humanos necessitam do termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), devendo o participante estar ciente dos objetivos do estudo. Estamos convidando seu filho/dependente para participar como voluntário da pesquisa intitulada “**Desempenho aeróbio e anaeróbio: Efeitos da idade cronológica e da maturação somática**”, que tem como objetivo verificar o desempenho aeróbio e anaeróbio.

O projeto envolve o professor Dr. Ricardo Dantas de Lucas e o aluno de graduação do curso de Bacharelado em Educação Física, Lucas Garcia Ferreira. Deixamos claro que a participação no estudo não terá nenhum gasto para o seu filho/dependente e todos os materiais necessários para a pesquisa serão providenciados pelos pesquisadores. Caso seu filho/dependente tenha alguma despesa relacionada à pesquisa durante o seu acontecimento, o pesquisador realizará o ressarcimento imediato e integral dessa despesa. As avaliações serão realizadas no Laboratório do Esforço Físico (LAEF) do Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e/ou no local de treino, sendo necessário uma visita ao LAEF.

Neste projeto serão realizados testes de campo e laboratório como descrito a seguir: 1) avaliação maturacional; 2) avaliação de potência e capacidade aeróbia e 3) avaliação de potência e capacidade anaeróbia.

1) Avaliação maturacional (duração aproximada de 15 minutos) – No 1º dia, será realizada a avaliação maturacional de seu filho. Para isto, serão realizadas medidas de estatura em pé e sentado e massa corporal. A partir destas variáveis será calculada a distância do pico de velocidade em estatura (DPVE) em anos.

2) Realização dos testes de campo (duração aproximada de 90 minutos por dia) – Ainda no 1º dia, seu filho realizará corridas de velocidade o mais rápido que puder em uma distância de 40 metros com intervalo de 3 minutos entre a 1ª e a 2ª tentativa. Após 10 minutos, ele será testado novamente em um teste de campo para avaliar a capacidade anaeróbia de seu filho ao realizar 10 corridas de 20 metros separadas por intervalos de 20 segundos de descanso.

No 3º dia, será testada a potência e capacidade aeróbia em um teste de campo específico

Gostaríamos de esclarecer aos senhores pais e/ou responsáveis legais os seguintes aspectos relacionados a essa bateria de avaliações: seu filho/dependente será submetido a realização de esforços máximos durante as avaliações físicas, as quais são similares àquelas realizadas durante as sessões diárias de treinamento. Ao final de cada teste físico, seu filho/dependente poderá apresentar moderado a elevado cansaço físico decorrente do esforço realizado. Contudo, estejam cientes que os riscos, desconfortos ou constrangimentos relacionados a esta pesquisa são mínimos. Ainda, reforçamos que essas avaliações são comuns no ambiente de formação esportiva de jovens atletas.

Quanto aos benefícios e vantagens em participar deste estudo, seu filho/dependente será informado sobre seu estado maturacional e capacidade física a partir do relatório individual que será repassado ao final de todas as avaliações. As informações coletadas no estudo poderão servir como referência para os treinadores avaliarem a condição física individual de seu filho/dependente. Além disso, enquanto participante, seu filho/dependente poderá contribuir para o desenvolvimento da área de ciências do esporte no Brasil.

Todos os dados coletados neste estudo são estritamente confidenciais e serão utilizados somente para produção de artigos técnicos científicos. Apenas os pesquisadores terão acesso aos dados, que serão codificados e armazenados em banco de dados, de forma que a identificação por outras pessoas não seja possível. No entanto, essas informações poderão ser requisitadas por você ou pelo seu filho/dependente. Informamos também que serão emitidas duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido devidamente assinada pelo pesquisador, na qual uma destas vias será disponibilizada ao participante do estudo.

Ressaltamos ainda que a participação de seu filho/dependente é voluntária. Portanto, o seu filho/dependente terá a liberdade de se recusar a participar da pesquisa ou retirar seu consentimento, sem qualquer tipo de penalização, a qualquer momento do estudo após comunicar os pesquisadores.

Todas as dúvidas, esclarecimentos, desistência ou retirada dos dados podem ser obtidos pelo e-mail: lucasgaarcia.13@gmail.com/ricardo@tridantas.com.br ou pelo telefone (48) 3721-6248, falar com Lucas e/ou Ricardo.

Desde já, agradecemos antecipadamente a participação de seu filho/dependente, a sua colaboração e colocamo-nos à sua disposição.

CONTATOS:

Lucas Garcia Ferreira

e-mail: lucasgarcia.13@gmail.com

(47) 999143437

Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas

e-mail: ricardo@tridantas.com.br

APÊNDICE B – Termo de consentimento.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado, de forma clara e objetiva, sobre todos os procedimentos do projeto de pesquisa intitulado **Desempenho aeróbio e anaeróbio: Efeitos da idade cronológica e da maturação somática**. Estou ciente que todos os dados a meu respeito serão sigilosos e que posso me retirar do estudo a qualquer momento. Assinando este termo, eu concordo em participar deste estudo.

Nome por extenso _____

Assinatura _____

Florianópolis (SC) _____/_____/_____

Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas
(Pesquisador Responsável/Orientador)

Lucas Garcia Ferreira
(Pesquisador Principal)

APÊNDICE C – Termo de assentimento.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CENTRO DE DESPORTOS

TERMO DE ASSENTIMENTO

Eu _____ aceito participar da pesquisa intitulada " **Desempenho aeróbio e anaeróbio: Efeitos da idade cronológica e da maturação somática** " .

Declaro que o pesquisador Lucas Garcia Ferreira me explicou todas as etapas do estudo que irá acontecer. A primeira etapa é formada por uma avaliação maturacional para medir a minha distância do pico de velocidade em estatura. A segunda etapa é composta pela realização de três testes físicos, os quais serão realizados em campo. O primeiro teste avaliará a minha velocidade em uma distância de 40 m. O segundo teste verificará a minha capacidade de realizar corridas de velocidade (10 vezes de 20 metros) separadas por intervalos de 20 segundos de descanso. O terceiro teste avaliará a minha resistência aeróbia por meio do teste T-CAR.

O pesquisador explicou que o risco dos procedimentos realizados será mínimo, apesar de que, sentirei cansaço em decorrência do esforço na realização dos testes físicos realizados em campo e laboratório.

Compreendi que não sou obrigado a participar da pesquisa, e que eu decido se quero participar ou não. A pesquisadora me explicou também que o meu nome não aparecerá na pesquisa.

Dessa forma, concordo livremente em participar do estudo, sabendo que posso desistir a qualquer momento, se assim desejar.

Assinatura da criança/adolescente: _____

Assinatura dos pais/responsáveis: _____