

JORGE VIEIRA DE MELLO LEITE

**ANÁLISE DAS DEMANDAS METABÓLICAS DO TÊNIS DE MESA POR MEIO DE
VARIÁVEIS TEMPORAIS E FISIOLÓGICAS**

CAMPO GRANDE

2014

JORGE VIEIRA DE MELLO LEITE

**ANÁLISE DAS DEMANDAS METABÓLICAS DO TÊNIS DE MESA POR MEIO DE
VARIÁVEIS TEMPORAIS E FISIOLÓGICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto

CAMPO GRANDE

2014

FOLHA DE APROVAÇÃO

JORGE VIEIRA DE MELLO LEITE

**ANÁLISE DAS DEMANDAS METABÓLICAS DO TÊNIS DE MESA POR MEIO DE
VARIÁVEIS TEMPORAIS E FISIOLÓGICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre.

Resultado _____

Campo Grande (MS), _____ de _____ de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto (Presidente)

Instituição: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Bauru (UNESP)

Prof. Dr. Marcelo Papoti (Membro titular)

Instituição: Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo (USP)

Prof. Dr. Júlio Wilson dos Santos (Membro titular)

Instituição: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Bauru (UNESP)

Prof. Dr. Paulo de Tarso Guerrero Müller (Membro suplente)

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos:

Aos meus pais Jorge Ferreira Leite e Cláudia Ribeiro Vieira de Mello, que sempre me encorajaram, apoiaram e incentivaram em todos os aspectos. Sem o carinho e afeto de vocês eu não teria conquistado absolutamente nada. Agradeço muito por tudo, saibam que eu sinto saudades de vocês todos os dias.

Aos meus familiares, tios, primos, avós, irmãos, pois a família é a base para todas as conquistas que uma pessoa pode ter. Um agradecimento especial ao meu avô Eugênio (*in memoriam*), uma pessoa fundamental durante toda a minha vida, sempre muito brincalhão e companheiro.

À minha namorada Érica Hanaoka, que conheci no meio do mestrado e me ajudou em muitos momentos, sempre me incentivando, principalmente em várias vezes que pensei em desistir. Muito obrigado por ter tomado muitas decisões difíceis ao meu lado. Também te agradeço por ter viajado comigo para as coletas em Jacareí, você foi fundamental para que tudo corresse bem naquela semana.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alessandro Zagatto, pois eu não poderia ter tido outra pessoa para me orientar durante o mestrado. Agradeço por sempre me ajudar quando o procurei, em todas as etapas do projeto, desde a elaboração, aprovação no comitê de ética, coletas, análises, elaboração dos artigos e defesa. Além de um excelente orientador você é um grande amigo. Obrigado pela confiança e tempo dedicado para que eu conseguisse concluir essa etapa tão importante da minha vida.

Aos meus amigos de laboratório da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Willian Eiji Miyagi, Priscilla Gois Basílio, Elvis de Souza Malta e Caroline Kratz, por me auxiliarem em várias etapas, especialmente nas análises de vídeos. Os nossos momentos juntos jamais serão esquecidos, churrascos, conversas e grupos de estudo.

Ao meu amigo Gabriel Ota por ter me hospedado durante os processos seletivos para ingressar no mestrado, assim como na pré-defesa, valeu meu camarada.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, pelas contribuições e exemplos dados em sala de aula.

À Vera Nascimento da Silva (secretária do PPGSD) e Áurea Gobi (auxiliar do PPGSD), sempre muito pacientes e prestativas em todas as vezes que precisei de auxílio.

Aos membros do Comitê de Ética da UFMS, pois sempre fui muito bem atendido quando precisei solucionar dúvidas durante o encaminhamento do projeto.

Aos técnicos de laboratório da UNESP-Bauru, Bruno Viscelli, Sérgio Arcangelo, Rodrigo, Aline, Nelson, pela prontidão em me atender sempre que precisei de algum auxílio durante o período que estive em Bauru, principalmente por me ensinarem a utilizar o analisador de gases. Agradeço especialmente ao Bruno Viscelli por ter me ajudado durante toda a semana nas coletas em Bauru.

Ao Prof. Dr. Júlio Wilson dos Santos por ter permitido minha participação em sua disciplina em Rio Claro, pois a interação com outros alunos de pós-graduação sempre é algo que considero muito benéfico.

Aos mesatenistas voluntários de Bauru (Adilson Toledo, Claudio Massad, Yuri Ivanovas, Yuri Bavaresco e Paulo Rocha) e Jacareí (Alex Sakata, Edvelton Cordeiro, Jefferson Bento, Milton Gabriel e Rodrigo Miyazaki). Sem a participação de vocês nada teria sido possível. Agradeço aos técnicos de Bauru (Adilson Toledo) e Jacareí (Júnior) por abrirem as portas dos seus clubes para a realização deste trabalho.

Aos professores Ricardo Barbieri e Wonder Higino por permitirem a utilização do lactímetro em Lins.

Aos Professores MSc. Brunno Elias e Dr. Paulo de Tarso Guerrero Müller por participarem da minha pré-defesa, assim como pelas contribuições na dissertação.

Aos professores da banca, Prof. Dr. Marcelo Papoti e Prof. Dr. Júlio Wilson dos Santos, pelas contribuições feitas na dissertação e pela disponibilidade em comparecer na minha defesa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro durante todo o mestrado, fundamental para que eu concluísse os meus trabalhos.

Aos responsáveis pelos websites <http://www.tabletennisvideocentral.com> e <http://www.youtube.com/user/olympic> que me autorizaram a analisar os seus vídeos de tênis de mesa.

Ao Professor Romulo Fernandes pelos esclarecimentos sobre a análise estatística adotada no estudo 1.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar as variáveis temporais e demandas metabólicas de partidas de tênis de mesa. Para isso, foram realizados dois estudos. No estudo 1 os objetivos foram: a) investigar a estrutura temporal de jogos oficiais de tênis de mesa realizados entre atletas da elite internacional; b) comparar as variáveis temporais entre três torneios internacionais e c) analisar a influência da fase da competição na estrutura temporal do tênis de mesa, comparando as variáveis temporais obtidas nas quartas de finais, semifinais e finais dos torneios internacionais selecionados. A duração do *rally* (DR), tempo de intervalo entre *rallys* (TI), razão entre esforço e pausa (E:P), duração total do jogo (DTJ) e do *set* (DTS), duração real do jogo (DRJ) e do *set* (DRS), duração efetiva do jogo (DEJ) e do *set* (DES) e número de rebatidas por *rally* (NRR) foram mensuradas em 22 jogos oficiais de tênis de mesa do sexo masculino. Os dados foram apresentados em mediana, amplitude e quartis. Os testes *Kruskal Wallis* e *ANOVA one-way* foram utilizados para comparar as variáveis temporais entre os três eventos internacionais (mundiais de 2009 e 2011 e Jogos Olímpicos de 2012) e entre as três fases da competição (quartas de finais, semifinais e finais) para as variáveis que apresentaram distribuição não-normal e normal respectivamente. A DR (3,3 s) e o TI (18,6 s) dos jogos analisados resultaram em uma E:P de 0,18, DTJ de 45,3 min e DEJ de 14,5%. Foi constatado que a DR diminuiu de 2009 (3,6 s) para 2011 (3,3 s) e para 2012 (3,1 s), enquanto o TI aumentou de 2009 (17,0 s) para 2011 (20,2 s) mas diminuiu em relação a 2012 (18,9 s). A DR diminuiu das quartas de finais (3,5 s) em relação às semifinais (3,2 s) e finais (3,1 s), ao passo que a TI aumentou das quartas de finais (17,3 s) para semifinais e finais (20,1 s). Esses resultados demonstram que a estrutura temporal do tênis de mesa se modificou durante o período analisado (2009-2012) e que as variáveis temporais sofreram influência da fase da competição. Os achados do estudo 1 podem ser utilizados para a prescrição de treinamentos para mesatenistas de elite, com o objetivo de reproduzir o padrão de atividade da competição. No estudo 2, o objetivo foi estimar as contribuições energéticas dos metabolismos aeróbio, anaeróbio alático e anaeróbio láctico em jogos simulados de tênis de mesa. Foram selecionados 10 mesatenistas de nível nacional do sexo masculino (21,4±3,3 anos, 177,6±8,3 cm, 78,4±19,8 kg) para a realização de jogos simulados de tênis de mesa. As contribuições dos sistemas aeróbio (M_{AER}), anaeróbio alático (M_{CP}) e anaeróbio láctico (M_{LAC}) foram estimadas por meio da mensuração do consumo de oxigênio (VO_2) durante o jogo, componente rápido do consumo em excesso de oxigênio obtido após o jogo e também nas pausas entre pontos e intervalos entre *sets*, e pela diferença das concentrações sanguíneas de lactato obtidas após cada *set* e em repouso, respectivamente. *ANOVA one way* de medidas repetidas foi utilizada para comparar as contribuições dos três metabolismos energéticos. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as contribuições dos sistemas aeróbio (72,0±2,2%), anaeróbio alático (27,2±2,4%) e anaeróbio láctico (0,8±0,5%). Portanto, sugeriu-se que as sessões de treinamento para mesatenistas de nível nacional devem ser elaboradas para aprimorar tanto o sistema aeróbio (responsável pela recuperação metabólica durante as pausas), como o sistema anaeróbio alático (responsável pela ressíntese de energia nos esforços).

Palavras-chave: Esportes com raquete. Tênis de mesa. Análise temporal. Sistemas energéticos. Demandas metabólicas.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the metabolic demands of the table tennis matches through temporal and physiological variables. Thus, two studies were conducted. The purposes of the study 1 were: a) to investigate the temporal structure of official table tennis matches realized among international elite athletes; b) to compare the temporal variables between three international tournaments; c) to analyze the influence of competition phase in the temporal structure of table tennis, comparing the temporal variables obtained in the quarter-finals, semifinals and finals of the selected international events. The rally duration (DR), time interval between rallies (TI), effort and pause ratio (E: P), total duration of match (DTJ) and set (DTS), real duration of match (DRJ) and set (DRS), effective duration of match (DEJ) and set (DES), number of hits per rally (NRR) were measured in 22 male official table tennis matches. Data were presented as median, range and quartiles. Kruskal Wallis and one-way ANOVA were used to compare the temporal variables between three international events (2009 and 2011 World Table Tennis Championships and 2012 Olympic Games) and among three competition phases (quarterfinals, semifinals and finals) for variables with non-normal and normal distribution respectively. The DR (3.3 s) and TI (18.6 s) of the analyzed games resulted in E:P of 0.18, 45.3 min for DTJ and 14.5% for DEJ. It was verified that DR decreased from 2009 (3.6 s) to 2011 (3.3 s) and to 2012 (3.1 seconds), while the TI increased from 2009 (17.0 s) to 2011 (20.2 s) but decreased in relation to 2012 (18.9 s). DR decreased from quarter-finals (3.5 s) in relation to the semifinals (3.2 s) and finals (3.1 s), while the TI increased from quarterfinals (17.3 s) to semifinals and finals (20.1 s). These findings demonstrate that the temporal structure of table tennis has changed during the analyzed period (2009-2012) and that temporal variables were influenced by the competition phase. The findings of the study 1 can be used for prescribing training for elite table tennis players, with the goal to reproduce the activity pattern of the competition. The aim of the study 2 was to estimate the energy contributions of aerobic, anaerobic alactic and anaerobic lactic metabolisms in simulations of table tennis matches. Ten male table tennis players of national level were selected (21.4±3.3 years, 177.6±8.3 cm, 78.4±19.8 kg) to realize the table tennis matches. The contributions of aerobic (M_{AER}), anaerobic alactic (M_{CP}) and anaerobic lactic (M_{LACI}) systems were estimated by measuring oxygen consumption (VO_2) during the game, fast component of excess oxygen consumption obtained after the game and also in the pauses between points and intervals between sets, and the difference in blood lactate concentrations obtained after each *set* and resting, respectively. Repeated measures one-way ANOVA was used to compare the contributions of the three energy metabolism. Statistically significant differences were found between the contributions of aerobic ($72.0 \pm 2.2 \%$), anaerobic alactic ($27.2 \pm 2.4 \%$) and anaerobic lactic ($0.8 \pm 0.5\%$) systems. Thus, it was suggested that the training sessions should be designed to enhance both the aerobic system (responsible for metabolic recovery during breaks) and anaerobic alactic system (responsible for the energy resynthesis in efforts).

Keywords: Racket sports. Table tennis. Temporal analysis. Energy systems. Metabolic demands.

LISTA DE TABELAS

ESTUDO 1

Tabela 1 - Características dos mesatenistas de nível elite.....	P.29
Tabela 2 - Características temporais correspondentes a todos os jogos de tênis de mesa de nível elite.....	P.31
Tabela 3 - Características temporais correspondentes ao Mundial 2009, Mundial 2011 e Olimpíadas 2012.....	P.33
Tabela 4 - Características temporais correspondentes as quartas de finais, semifinais e finais dos três eventos internacionais.	P.34

ESTUDO 2

Tabela 1 - Respostas fisiológicas e perceptivas dos mesatenistas obtidas nos jogos simulados de tênis de mesa.....	P.51
Tabela 2 - Contribuições dos metabolismos energéticos nos jogos simulados de tênis de mesa.....	P.52

LISTA DE FIGURAS

ESTUDO 1

- Figura 1 - Frequência da duração do *rally* em determinados períodos de tempo..... P.32
Figura 2 - Frequência do tempo de intervalo em determinados períodos de tempo..... P.32

ESTUDO 2

- Figura 1 - Comportamento do consumo de oxigênio mensurado do início do repouso até o final do período de recuperação do mesatenista 1 P.49
Figura 2 - Estratificação do VO_2 mensurado durante os jogos analisados em relação ao VO_{2max} P.51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

[Lac]	Concentrações sanguíneas de lactato
[Lac] _{REP}	Concentrações sanguíneas de lactato em repouso
[Lac] _{PICO}	Pico de concentrações sanguíneas de lactato
[Lac] _{MÉDIA}	Média de concentrações sanguíneas de lactato
Δ [Lac]	Delta de lactato
ANOVA	Análise de variância
ATP-CP	Sistema anaeróbio alático
CBTM	Confederação Brasileira de Tênis de Mesa
cm	Centímetro
DEJ	Duração efetiva do jogo
DES	Duração efetiva do set
DEXA	Absortometria radiológica de dupla energia
DIS	Duração do intervalo entre sets
DR	Duração do rally
DRJ	Duração real do jogo
DRS	Duração real do set
DTJ	Duração total do jogo
DTR	Duração total da recuperação
DTS	Duração total do set
E:P	Razão entre esforço e pausa
E:P _{JOGO}	Razão entre esforço e pausa nos jogos
E:P _{SET}	Razão entre esforço e pausa nos sets
EPOC	Consumo de oxigênio em excesso após exercício
EPOC _{CR-JOGO}	Componente rápido do consumo de oxigênio em excesso após o jogo
EPOC _{CR-PONTOS}	Componente rápido do consumo de oxigênio em excesso nas pausas entre pontos
EPOC _{CR-SETS}	Componente rápido do consumo de oxigênio em excesso nos intervalos entre sets
FC	Frequência cardíaca

FC_{MAX}	Frequência cardíaca máxima
$FC_{MÉDIA}$	Frequência cardíaca média
FC_{PICO}	Frequência cardíaca pico
ICC	Coefficiente de correlação intraclasse
ITTF	International Table Tennis Federation
kg	Quilograma
kJ	Quilojoule
$km \cdot h^{-1}$	Quilômetros por hora
μL	Microlitro
mL	Mililitro
$mmol \cdot L^{-1}$	Milimol por litro
M_{AER}	Contribuição energética do metabolismo aeróbio
M_{CP}	Contribuição energética do metabolismo anaeróbio alático
$M_{[LAC]}$	Contribuição energética do metabolismo anaeróbio láctico
M_{TOTAL}	Soma das contribuições dos três metabolismos energéticos
NaF	Fluoreto de sódio
NPP	Número de pontos por partida
NPS	Número de pontos por set
NRR	Número de rebatidas por rally
PCR	Ponto de compensação respiratória
PCR- VO_2	Consumo de oxigênio correspondente ao ponto de compensação respiratória
PCR-FC	Frequência cardíaca correspondente ao ponto de compensação respiratória
PCR— V_{MAX}	Ponto de compensação respiratória expresso em relação à velocidade máxima
PCR- VO_2 — VO_{2max}	Consumo de oxigênio correspondente ao ponto de compensação respiratória expresso em relação ao consumo máximo de oxigênio
PSE	Percepção subjetiva de esforço
QR	Quociente respiratório
TI	Tempo de intervalo entre rallys
τ	Tau

V_{CO_2}	Produção de dióxido de carbono
V_E	Ventilação por minuto
VO_2	Consumo de oxigênio
VO_{2-REP}	Consumo de oxigênio em repouso
VO_{2MAX}	Consumo máximo de oxigênio
$VO_{2-MÉDIA}$	Média do consumo de oxigênio durante os sets
VO_{2-PICO}	Pico de consumo de oxigênio
VO_{2-INT}	Média do consumo de oxigênio nos intervalos entre sets
V_E/V_{CO_2}	Equivalente ventilatório de dióxido de carbono
V_{MAX}	Velocidade máxima
W_{CP}	Contribuição energética do metabolismo anaeróbio alático
$W_{[LAC]}$	Contribuição energética do metabolismo anaeróbio láctico
W_{AER}	Contribuição energética do metabolismo aeróbio
W_{TOTAL}	Soma das contribuições dos três metabolismos energéticos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	Esportes com raquete.....	17
2.2	Análise notacional e mensuração das respostas fisiológicas nos esportes com raquete.....	17
2.3	Procedimentos metodológicos para estimar as contribuições individuais dos metabolismos energéticos nos esportes.....	21
3	OBJETIVOS.....	23
3.1	Objetivo geral.....	23
3.2	Objetivos específicos.....	23
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4.1	Delineamento experimental.....	24
5	ESTUDO 1.....	25
5.1	Introdução.....	26
5.2	Metodologia.....	27
5.2.1	Amostra de jogos.....	27
5.2.2	Análise da estrutura temporal de jogos oficiais.....	28
5.3	Análise estatística.....	30
5.4	Resultados.....	30
5.5	Discussão.....	34
5.6	Conclusão.....	37
5.7	Referências.....	38
6	ESTUDO 2.....	42
6.1	Introdução.....	43
6.2	Metodologia.....	44
6.2.1	Amostra.....	44
6.2.2	Procedimentos experimentais.....	45
6.2.3	Mensuração de variáveis respiratórias e metabólicas.....	45
6.2.4	Teste incremental máximo.....	46
6.2.5	Jogos simulados de tênis de mesa.....	47

6.2.6	Cálculo das contribuições dos metabolismos energéticos nos jogos de tênis de mesa.....	48
6.3	Análise estatística.....	49
6.4	Resultados.....	50
6.5	Discussão.....	52
6.6	Conclusão.....	54
6.7	Referências.....	55
7	CONCLUSÕES DA DISSERTAÇÃO.....	61
8	REFERÊNCIAS.....	62
	APÊNDICE.....	68
	ANEXO.....	71

1 INTRODUÇÃO

Os principais esportes com raquete incluem o tênis de quadra, squash, tênis de mesa e badminton¹, sendo todos caracterizados pela alternância entre os períodos de esforço e recuperação durante o jogo^{2,3}. Essas modalidades têm apresentado um crescimento significativo no seu número de praticantes, colaborando para o surgimento de diversas investigações científicas⁴⁻¹⁰ que evidenciaram a importante interação entre fatores técnicos, táticos, físicos e psicológicos para obter bom desempenho nos esportes com raquete¹¹. Os treinamentos dessas modalidades devem visar o aperfeiçoamento de fundamentos técnicos específicos¹², além do desenvolvimento da velocidade, agilidade, potência e força^{11,13}. O planejamento também deve contemplar as características de campeonatos oficiais, como as demandas metabólicas e as variáveis temporais dos jogos (duração do *rally*, tempo de pausa entre *rallys*, duração total da partida e outras)^{3,14}. Para isso, os treinadores podem basear-se em estudos feitos sobre o perfil fisiológico e temporal do tênis de quadra^{9,12}, squash^{15,16}, badminton^{17,18} e tênis de mesa^{3,19}.

Dentre os esportes com raquete, o tênis de mesa é considerado um dos mais populares, praticado de forma competitiva por aproximadamente 40 milhões de mesatenistas²⁰. Contudo, ainda é uma modalidade pouco explorada cientificamente, tendo em vista que raros estudos investigaram as exigências fisiológicas e a estrutura temporal em jogos de tênis de mesa^{3,19}. Dados coletados em campeonatos oficiais realizados entre mesatenistas adultos de nível regional e nacional do sexo masculino demonstraram que as partidas apresentaram uma duração total em torno de 16 minutos, baixos valores para as concentrações sanguíneas de lactato ([Lac]) ($1,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$), duração do *rally* (3,4 s) e tempo de pausa entre *rallys* (8,1 s)³. Resultados similares foram obtidos para as [Lac] ($1,1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) em jogos simulados realizados entre mesatenistas adolescentes de nível internacional do sexo masculino¹⁹. Com base nesses resultados, sugeriu-se que o sistema anaeróbio alático (ATP-CP) é o principal mecanismo de ressíntese de energia durante os períodos de esforço (*rally*), enquanto o sistema aeróbio foi responsabilizado pela maior contribuição energética nas partidas, em virtude de sua atuação durante os intervalos de recuperação e também devido à duração total do jogo de tênis de mesa³. Deste modo, o aprimoramento dos sistemas ATP-CP e aeróbio pode ser buscado nas equipes de tênis de mesa por meio da manipulação das variáveis temporais durante as sessões de treino técnico e físico, com o propósito de mimetizar as respostas fisiológicas e demandas metabólicas encontradas na competição^{3,14,18}.

Contudo, estudos prévios relataram que as variáveis temporais e as respostas fisiológicas podem sofrer influência do nível do desempenho dos atletas^{21,22}. Logo, os técnicos de mesatenistas de elite devem ter cautela ao prescrever os treinamentos com base em achados obtidos para mesatenistas de menor *performance* (nível regional e nacional), de modo que não foram encontradas investigações sobre a estrutura temporal de competições oficiais exclusivas para mesatenistas de elite e que tenham sido realizadas de acordo com os regulamentos adotados atualmente pela Federação Internacional de Tênis de Mesa (ITTF). Além disso, embora tenha sido sugerido que os sistemas aeróbio e anaeróbio alático sejam as principais vias energéticas utilizadas no jogo de tênis de mesa^{3,19}, essas suposições foram baseadas em valores isolados de [Lac], variáveis temporais e consumo de oxigênio (VO_2) mensurados durante o jogo, de maneira que não foram realizados procedimentos para estimar a contribuição individual dos sistemas energéticos. Até o presente momento, nenhum trabalho encontrado estimou a contribuição individual dos metabolismos energéticos em partidas de tênis de mesa, assim como tem sido realizado em pesquisas recentes que estimaram a contribuição individual das vias metabólicas em várias modalidades esportivas (remo, lutas e escalada), por meio de procedimentos metodológicos que utilizaram as [Lac] e o VO_2 mensurados antes, durante e após a atividade²³⁻²⁸. Desta maneira, ao adotar esses métodos, qual seria a contribuição de cada metabolismo energético em jogos de tênis de mesa?

Portanto, em decorrência das lacunas científicas encontradas no tênis de mesa, justifica-se a realização de estudos para analisar aspectos temporais em campeonatos oficiais exclusivos para mesatenistas de elite, além de uma análise mais aprofundada da contribuição dos metabolismos energéticos em jogos oficiais e/ou simulados de tênis de mesa que sejam realizados em conformidade com as regras atuais da ITTF.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Esportes com raquete

Os esportes com raquete são caracterizados pelo uso de raquetes para golpear um objeto (bola ou peteca) por cima de um obstáculo (rede ou linha) dentro de uma determinada área de jogo, com o propósito de impedir que o oponente seja capaz de rebater o objeto com êxito¹. Entre os principais esportes com raquete estão o tênis de quadra, tênis de mesa, squash e badminton, modalidades que apresentaram uma forte valorização comercial e aumento no número de praticantes nos últimos anos¹. Esse crescimento motivou pesquisadores a verificarem diversos aspectos desses esportes e suas relações com o desempenho, resultando no surgimento de estudos que verificaram aspectos fisiológicos^{19,29}, biomecânicos^{30,31} psicológicos^{32,33} e temporais^{3,12} dos esportes com raquete.

A partir dessas investigações, constatou-se que o desempenho nessas modalidades é obtido por meio de uma complexa e constante interação entre componentes técnicos, táticos, físicos e psicológicos¹¹, de modo que os atletas devem ser capazes de executar movimentos dinâmicos envolvendo aceleração, desaceleração, mudanças de direção, movimentação rápida e manutenção do equilíbrio^{11,34}. Além disso, estudos prévios destacam que os técnicos dos esportes com raquete devem elaborar os treinamentos considerando as características específicas da competição^{3,18}.

Dentre vários aspectos da competição que podem ser monitorados, as variáveis da estrutura temporal dos jogos e as respostas fisiológicas vivenciadas pelos atletas são ferramentas de grande aplicação nos treinamentos. O método de análise notacional tem sido o mais utilizado em investigações sobre aspectos temporais, enquanto a mensuração das respostas fisiológicas tem sido feita principalmente por meio das concentrações sanguíneas de lactato ([Lac]), frequência cardíaca (FC) e consumo de oxigênio (VO_2)^{3,9,12,15,17,18}.

2.2 Análise notacional e mensuração das respostas fisiológicas nos esportes com raquete

A análise notacional é uma metodologia caracterizada pelo processo de gravar e analisar os movimentos e gestos esportivos realizados pelos atletas durante o jogo, sendo amplamente utilizada em competições dos esportes com raquete¹. Os dados obtidos pela análise notacional também estão relacionados à posição, ação, tempo e resultado de situações

específicas do jogo, possibilitando obter uma grande quantidade de dados¹. A literatura apresenta cinco funções para a análise notacional: a) análise do movimento; b) avaliação tática; c) avaliação técnica; d) desenvolvimento de uma base de dados e modelagem; e) uso educacional para os jogadores e técnicos³⁵. Todas essas funções contribuem de alguma forma na melhora da *performance* e por isso a análise notacional se tornou uma ferramenta bastante apropriada para a coleta de dados nos esportes com raquete¹.

De modo geral, estudos científicos que adotaram a análise notacional nos esportes com raquete têm investigado com frequência diversas variáveis temporais, como a duração do *rally* (DR), tempo de intervalo entre *rallys* (TI), duração total do jogo (DTJ), duração efetiva do jogo (DEJ), razão entre esforço e pausa (E:P) e número de rebatidas por *rally* (NRR)^{14,29}. Além das variáveis temporais, trabalhos prévios também têm analisado aspectos fisiológicos por meio da mensuração das [Lac], FC, VO₂, ventilação pulmonar (V_E), produção de dióxido de carbono (VCO₂), temperatura corporal, glicose, catecolaminas e outras variáveis^{3,9,14,29,36-38}. Em conjunto, a análise de aspectos temporais e fisiológicos tem possibilitado aos treinadores melhor compreensão das demandas metabólicas e do padrão de atividade das competições dos esportes com raquete.

Considerando os principais esportes com raquete, nota-se que o tênis de quadra foi o mais investigado^{6,8,9,11-14,29,37}. Jogos realizados entre tenistas profissionais do sexo feminino¹⁴ foram analisados por meio da mensuração das [Lac] (2,0 mmol·L⁻¹), FC (161 bpm), DR (8,2 s), TI (17,7 s), E:P (0,4), DEJ (21,9%) e NRR (2,7 rebatidas·*rally*⁻¹), de modo que foram encontrados valores significativamente maiores de FC durante *games* de saque (166 bpm) em relação aos *games* de devolução (156 bpm), enquanto as [Lac] não apresentaram diferenças entre os dois tipos de *game*. Além disso, foram obtidas correlações significativas entre as respostas fisiológicas (FC e [Lac]) e as variáveis temporais (DR e NRR)¹⁴. Análises similares também foram feitas em jogos de tenistas do sexo masculino de nível internacional, evidenciando correlações significativas entre as [Lac] e a DR (7,5 s) e NRR (2,7 rebatidas·*rally*⁻¹)²⁹. Contudo, diferentemente do sexo feminino, nas partidas entre homens foram encontradas [Lac] mais elevadas nos *games* de saque (4,6 mmol·L⁻¹) em relação aos *games* de devolução (3,2 mmol·L⁻¹)²⁹. Em virtude das correlações encontradas entre aspectos fisiológicos e temporais em ambos os estudos, acredita-se que a manipulação das variáveis temporais pelos treinadores permitirá induzir sobrecargas fisiológicas específicas nos atletas durante as diferentes sessões do planejamento^{22,39}. Além disso, constatou-se que as respostas fisiológicas (FC e [Lac]) podem variar conforme o momento do jogo (saque ou devolução)

^{14,29}, o que também deve ser considerado pelos técnicos na prescrição das atividades durante a temporada.

Outro estudo demonstrou que os *games* jogados entre dois tenistas defensivos (atletas que optam por permanecer mais tempo na linha de fundo da quadra) apresentaram maior DR e DEJ em relação aos *games* jogados entre dois tenistas com pelo menos um sendo ofensivo (atletas que optam por se aproximarem à rede com maior frequência para executar voleios), o que resultou em valores significativamente maiores de VO_2 , [Lac] e FC vivenciados pelos tenistas defensivos⁴⁰. Desta forma, sugere-se que o estilo de jogo dos atletas seja considerado na elaboração das sessões de treino técnico e físico, de modo que a preparação de cada jogador seja feita para atender às demandas metabólicas específicas encontradas na competição.

Diferente do tênis de quadra, poucos estudos avaliaram aspectos fisiológicos e temporais no badminton^{17,18}, squash¹⁶ e tênis de mesa^{3,19}. Análises conduzidas em partidas realizadas entre jogadores de badminton de nível internacional permitiram sugerir que essa modalidade é caracterizada por esforços repetitivos sustentados pelo sistema anaeróbio alático, em virtude dos valores encontrados para as [Lac] ($3,7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$), DR (6,4 s), TI (12,9 s) E:P (0,4) e NRR ($6,0 \text{ rebatidas}\cdot\text{rally}^{-1}$)¹⁸. Simulações de jogos foram realizadas entre atletas profissionais de squash do sexo masculino, com o propósito de analisar as demandas metabólicas e a estrutura temporal da modalidade¹⁶. As variáveis temporais das simulações foram representados pela DR (18,6 s), TI (8,0 s), E:P (2,4) e DEJ (69,7%), resultando em respostas fisiológicas significativas, conforme valores encontrados para o VO_2 ($54,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) e FC (177 bpm) que corresponderam a 86 e 92% do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{max}}$) e frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}), respectivamente, além de uma média de $8,3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ para as [Lac]¹⁶. Esses resultados demonstram que o jogo de squash apresenta um período de esforço significativamente mais longo, o que ocasiona em maior participação do metabolismo anaeróbio lático em relação aos demais esportes com raquete.

Em um dos raros estudos que investigaram aspectos temporais e fisiológicos em jogos oficiais de tênis de mesa realizados sob as regras atuais da ITTF, os autores encontraram baixos valores para as [Lac] ($1,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) e curta DR (3,4 s), sugerindo maior participação do metabolismo anaeróbio alático³. Além disso, foi verificado que a DR e as [Lac] não apresentaram diferenças ao comparar dois grupos de diferentes *performances* (nível regional e nacional). Entretanto, o TI foi estatisticamente maior no grupo de nível nacional (9,3 s) em relação ao regional (7,0 s), resultando em menores valores para a E:P (0,3) e DEJ (21,4%) para o grupo de nível nacional, sendo sugerido pelos autores que o maior tempo empregado

nas pausas pelos atletas de melhor desempenho pode ter sido consequência da busca por melhor concentração, recuperação e preparação para o próximo esforço³.

Dados prévios demonstraram moderadas demandas metabólicas, cardiorrespiratórias e perceptivas em jogos simulados de tênis de mesa realizados entre atletas adolescentes de nível internacional do sexo masculino, por meio da mensuração das [Lac] ($1,1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$), FC (126 bpm), VO_2 ($25,6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) e percepção subjetiva de esforço (PSE) (11,8)¹⁹. Os autores destacaram que a capacidade aeróbia pode não limitar o desempenho de mesatenistas dessa faixa etária. Contudo, também foi enfatizado que os adolescentes que competem internacionalmente são submetidos a cargas elevadas de treinamento, além do significativo estresse psicológico dos campeonatos. Por esse motivo, um considerável nível de aptidão física pode ser necessário para que atletas pertencentes a esse grupo tenham uma recuperação mais eficiente e sejam capazes de resistir à fadiga decorrente da grande quantidade de treinamentos e competições¹⁹.

De acordo com a literatura, a E:P é uma forma objetiva de quantificar as demandas físicas de uma atividade intermitente⁴¹. Seguindo esse critério, o tênis de quadra¹⁴, tênis de mesa³ e badminton¹⁸ apresentaram demandas semelhantes, em virtude dos estudos nessas modalidades terem encontrado valores de E:P entre 0,3 e 0,5, diferentemente do squash¹⁶ que apresentou elevados valores para as respostas fisiológicas em virtude de uma elevada E:P (2,4) resultante de esforços com maior duração em relação às pausas. Baseando-se no padrão temporal e nas respostas fisiológicas vivenciadas pelos atletas dos esportes com raquete, tem-se apontado que o sistema anaeróbio alático (ATP-CP) é o principal metabolismo atuante na produção de energia nos momentos de esforço (pontos)^{11,40}. Por outro lado, o sistema aeróbio desempenha uma função importante na recuperação metabólica durante os intervalos entre pontos, *sets* e partidas ao atuar na ressíntese de fosfocreatina utilizada anteriormente no esforço, sendo responsável pela maior contribuição energética dentre os três metabolismos energéticos^{1,3,40,42}. Sendo assim, os técnicos dessas modalidades podem manipular as variáveis temporais como a E:P e número de bolas rebatidas por minuto para tentar reproduzir as respostas fisiológicas vivenciadas pelos atletas durante a competição nas sessões de treino, priorizando a utilização dos sistemas ATP-CP e aeróbio^{3,14,18}.

Contudo, a prescrição de treinamento deve considerar que as respostas fisiológicas durante a prática de esportes com raquete não são influenciadas somente pelas características temporais das partidas. Fatores como a condição do atleta na partida (sacador ou recebedor), sistema de jogo (atletas ofensivos e defensivos), tipo de superfície, sexo, nível técnico, variáveis psicológicas (público, placar, expectativas) e clima também podem alterar as

respostas fisiológicas dos atletas e por isso devem ser considerados na elaboração dos treinamentos^{3,14, 29, 40,43,44}.

Além disso, apesar de trabalhos prévios^{3,19} terem elucidado características fisiológicas e temporais do tênis de mesa, os treinamentos que objetivam reproduzir as demandas metabólicas de jogos reais devem ser elaborados com cautela. Inicialmente nota-se que o único estudo a mensurar o VO_2 em jogos de tênis de mesa adotou partidas de apenas 3 *sets*¹⁹, enquanto as competições internacionais promovidas pela ITTF sempre são constituídas por jogos de até 5 ou 7 *sets*, sendo possível que a quantidade de *sets* disputados e por consequência a duração total do jogo interfiram nas demandas metabólicas. Ainda mais, deve-se considerar que embora a mensuração de variáveis temporais, respostas lactacidêmicas e consumo de oxigênio durante jogos de tênis de mesa permita inferir aspectos da interação entre os metabolismos energéticos na modalidade, não é possível sugerir sobre a magnitude da contribuição individual de cada metabolismo, principalmente para os sistemas anaeróbios, o que pode resultar em erros na estimativa da participação anaeróbia total durante os jogos simulados. Desta forma, novos métodos devem ser buscados na tentativa de estimar com maior precisão a participação e relevância de cada sistema energético no tênis de mesa.

2.3 Procedimentos metodológicos para estimar as contribuições individuais dos metabolismos energéticos nos esportes

Até o presente momento, não foram encontrados estudos científicos que estimem individualmente as contribuições de cada metabolismo energético em partidas oficiais ou simuladas de tênis de mesa. Enquanto a mensuração do consumo de oxigênio durante o exercício permite estimar a participação do sistema aeróbio, a biópsia muscular possibilita analisar os intermediários do metabolismo anaeróbio e por consequência estimar a contribuição do sistema anaeróbio alático e láctico⁴⁹. Contudo, em virtude da característica invasiva desta técnica e da complexidade em se estimar a massa muscular utilizada durante o exercício, outros procedimentos têm sido adotados para analisar a participação dos sistemas anaeróbios.

Para estimar a contribuição do sistema anaeróbio alático, tem-se utilizado o componente rápido do consumo de oxigênio em excesso após exercício, em virtude do restabelecimento dos estoques da fosfocreatina utilizados no exercício ocorrer por meio de processos metabólicos que dependem do consumo de oxigênio⁴⁵⁻⁴⁷. Enquanto isso, para estimar a participação do sistema anaeróbio láctico, tem-se adotado um equivalente de

consumo de oxigênio para a diferença entre as [Lac] obtidas após o esforço e em repouso⁴⁵. Por fim, a estimativa da participação do metabolismo aeróbio é feita por meio da determinação da área sob a curva do VO_2 medido durante todo o exercício utilizando o método de integração trapezoidal²³⁻²⁸. Esses procedimentos foram adotados em estudos que investigaram o perfil bioenergético no remo²³, karate²⁴⁻²⁵, taekwondo²⁶, judô²⁷ e escalada *indoor*²⁸, assim como em protocolos de avaliação.

Esses métodos de análise individual dos metabolismos energéticos podem ser utilizados para exercícios contínuos²³ e intermitentes²⁴⁻²⁸, sendo adaptável para esportes que dificilmente podem ser reproduzidos em ambientes laboratoriais⁴⁸. A partir do desenvolvimento de analisadores de gases portáteis, foi possível utilizar esses procedimentos para avaliar as demandas metabólicas dos esportes em situações muito similares às de competições reais, o que resultou em maior validade ecológica para os estudos⁴⁸. Ademais, o conhecimento sobre as contribuições energéticas é fundamental para o desenvolvimento de estratégias ergogênicas, elaboração de treinamentos e até mesmo para a validação de testes⁴⁸. Portanto, justifica-se investigar a participação dos metabolismos energéticos no jogo de tênis de mesa, com o propósito de caracterizar a modalidade bioenergeticamente, o que auxiliará os treinadores e preparadores físicos na elaboração das sessões específicas de treinamento.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar as variáveis temporais e demandas metabólicas do jogo de tênis de mesa.

3.2 Objetivos específicos

Analisar a estrutura temporal de jogos oficiais de tênis de mesa realizados entre mesatenistas de nível elite internacional.

Verificar se a estrutura temporal do tênis de mesa se alterou no decorrer de 2009 a 2012, comparando três eventos internacionais (Mundial de 2009, Mundial de 2011 e Jogos Olímpicos de 2012).

Analisar a influência da fase da competição na estrutura temporal do tênis de mesa de nível elite, comparando as variáveis temporais obtidas nas quartas de finais, semifinais e finais de três eventos internacionais.

Estimar as contribuições individuais dos metabolismos energéticos (aeróbio, anaeróbio láctico e anaeróbio alático) em jogos simulados de tênis de mesa realizados entre mesatenistas de nível nacional.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Delineamento experimental

A presente dissertação foi dividida e apresentada em dois estudos. O estudo 1 investigou as características temporais referentes a jogos oficiais de tênis de mesa de nível elite, verificando também se as variáveis temporais se modificaram no período de 2009 a 2012 por meio de comparações feitas entre três eventos internacionais (Mundial de 2009, Mundial de 2011 e Jogos Olímpicos de 2012). O estudo 1 também analisou a influência da fase da competição na estrutura temporal ao comparar as variáveis temporais mensuradas nas quartas de finais, semifinais e finais dos três eventos internacionais selecionados. Por não ser possível analisar aspectos fisiológicos e metabólicos dos atletas de elite que participaram dos jogos analisados no estudo 1, realizou-se o estudo 2 para estimar a contribuição individual de cada metabolismo energético (aeróbio, anaeróbio alático e anaeróbio láctico) em jogos simulados de tênis de mesa. Em conjunto, os dois estudos permitiram uma investigação mais aprofundada dos aspectos temporais e bioenergéticos do tênis de mesa, possibilitando aos treinadores a obtenção de informações mais detalhadas para a elaboração da prescrição dos treinamentos técnicos e físicos. Os procedimentos adotados nos dois estudos foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CAAE: 10499512.0.0000.0021/2012).

5 ESTUDO 1

ANÁLISE TEMPORAL EM JOGOS DE TÊNIS DE MESA DE NÍVEL ELITE: COMPARAÇÃO ENTRE EVENTOS INTERNACIONAIS E FASES ELIMINATÓRIAS DA COMPETIÇÃO

RESUMO

Os objetivos do presente estudo foram: a) investigar a estrutura temporal de jogos oficiais de tênis de mesa realizados entre atletas de elite; b) comparar as variáveis temporais entre três torneios internacionais (duas edições do mundial de tênis de mesa e uma edição dos Jogos Olímpicos); c) analisar a influência da fase da competição na estrutura temporal do tênis de mesa, comparando as variáveis temporais obtidas nas quartas de finais, semifinais e finais dos eventos selecionados. A duração do *rally* (DR), tempo de intervalo entre *rallys* (TI), razão entre esforço e pausa (E:P), duração total do jogo (DTJ) e do *set* (DTS), duração real do jogo (DRJ) e do *set* (DRS), duração efetiva do jogo (DEJ) e do *set* (DES), número de rebatidas por *rally* (NRR) foram mensuradas em 22 jogos de tênis de mesa do sexo masculino. Os dados foram apresentados em mediana, amplitude e quartis. A normalidade dos dados foi avaliada por meio dos testes de *Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-Wilk*, enquanto os testes *Kruskal Wallis* e *ANOVA one-way* foram utilizados para comparar as variáveis temporais entre os três eventos internacionais (mundiais de 2009 e 2011 e Jogos Olímpicos de 2012) e entre as três fases da competição (quartas de finais, semifinais e finais) para as variáveis que apresentaram distribuição não-normal e normal respectivamente. A DR (3,3 s) e o TI (18,6 s) dos jogos analisados resultaram em uma E:P de 0,18, DEJ de 14,5% e DTJ de 45,3 min. Foi constatado que a DR diminuiu de 2009 (3,6 s) para 2011 (3,3 s) e para 2012 (3,1 s), enquanto o TI aumentou de 2009 (17,0 s) para 2011 (20,2 s) mas diminuiu em relação a 2012 (18,9 s). A DR diminuiu das quartas de finais (3,5 s) em relação às semifinais (3,2 s) e finais (3,1 s), ao passo que a TI aumentou das quartas de finais (17,3 s) para semifinais e finais (20,1 s). Esses resultados demonstram que a estrutura temporal do tênis de mesa se modificou durante o período analisado (2009-2012) e que as variáveis temporais sofreram influência da fase da competição. Os achados do presente estudo podem ser utilizados para a prescrição de treinamentos para mesatenistas de elite, com o objetivo de reproduzir o padrão de atividade da competição.

Palavras-chave: Tênis de mesa. Análise temporal. Duração do *rally*. Razão entre esforço e pausa. Esportes com raquete.

ABSTRACT

The purposes of this study were: a) to investigate the temporal structure of official table tennis matches realized among elite athletes; b) to compare the temporal variables between three international tournaments (two editions of World Table Tennis Championships and one edition of Olympic Games); c) to analyze the influence of competition phase in the temporal

structure of table tennis, comparing the temporal variables obtained in the quarter-finals, semifinals and finals of the selected events. The rally duration (DR), time interval between rallies (TI), effort and pause ratio (E: P), total duration of match (DTJ) and set (DTS), real duration of match (DRJ) and set (DRS), effective duration of match (DEJ) and set (DES), number of hits per rally (NRR) were measured in 22 male table tennis matches. Data were presented as median, range and quartiles. Data normality was assessed using the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests, while the Kruskal Wallis and one-way ANOVA were used to compare the temporal variables between three international events (2009 and 2011 World Table Tennis Championships and 2012 Olympic Games) and among three competition phases (quarterfinals, semifinals and finals) for variables with non-normal and normal distribution respectively. The DR (3.3 s) and TI (18.6 s) of the analyzed games resulted in E: P of 0.18, 14.5% for DEJ and 45.3 min for DTJ. It was verified that DR decreased from 2009 (3.6 s) to 2011 (3.3 s) and to 2012 (3.1 seconds), while the TI increased from 2009 (17.0 s) to 2011 (20.2 s) but decreased in relation to 2012 (18.9 s). DR decreased from quarter-finals (3.5 s) in relation to the semifinals (3.2 s) and final (3.1 s), while the TI increased from quarterfinals (17.3 s) to semifinals and finals (20,1 s). These findings demonstrate that the temporal structure of table tennis has changed during the analyzed period (2009-2012) and that temporal variables were influenced by the competition phase. The findings of this study can be used for prescribing training for elite table tennis players, with the goal to reproduce the activity pattern of the competition.

Keywords: Table tennis. Temporal analysis. Rally duration. Effort and pause ratio. Racket sports.

5.1 INTRODUÇÃO

Estudos prévios utilizaram a análise notacional¹⁻¹⁰ para investigar diversas variáveis em campeonatos dos esportes com raquete, incluindo índices temporais como a duração do *rally* (DR) e o tempo de intervalo entre *rallys* (TI), o que tem permitido compreender a relação que os esforços e pausas possuem com a *performance* e com as respostas fisiológicas dos atletas^{8,11-14}. Tem-se sugerido que as variáveis temporais podem ser manipuladas para produzir estímulos fisiológicos específicos nos treinamentos^{3,8,12,15} ou para desenvolver protocolos de avaliação utilizando o padrão de atividade da competição¹⁶.

Dentre os principais esportes com raquete, o tênis de quadra tem sido objeto do maior número de pesquisas^{7-9,12,15,17-20}, enquanto poucos estudos analisaram a estrutura temporal do tênis de mesa^{3,21-23}, mesmo sendo um esporte amplamente conhecido e que desde 1988 integra o quadro de modalidades olímpicas¹. Além disso, somente um estudo³ encontrado investigou padrões temporais no tênis de mesa após o ano de 2008, data em que a Federação Internacional de Tênis de Mesa (ITTF) promoveu a alteração mais recente nas regras da modalidade ao proibir os solventes que eram utilizados para potencializar as características das raquetes (velocidade e efeito). Acredita-se que essa proibição poderia resultar em

mudanças na estrutura temporal do tênis de mesa, em virtude de pesquisadores terem verificado um acréscimo na duração do *rally* após a ITTF ter aumentado o tamanho da bola de 38 para 40 mm no ano 2000²².

A investigação mais recente sobre variáveis temporais do tênis de mesa³ demonstrou que jogos oficiais realizados entre mesatenistas brasileiros de nível regional e nacional do sexo masculino duraram por volta de 16 minutos, com DR (3,4 s) e TI (8,1 s) resultando em uma razão entre esforço e pausa (E:P) de 0,4. Baseando-se nessas variáveis e nas respostas das concentrações sanguíneas de lactato ($1,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) mensuradas durante os jogos, os autores puderam sugerir que os sistemas aeróbio e anaeróbio alático foram os principais metabolismos atuantes na ressíntese de energia durante os confrontos analisados³. Logo, pode-se notar a extrema relevância em mensurar variáveis temporais nos esportes com raquete, pois estes além de apresentarem alta aplicabilidade nos treinamentos, também auxiliam na caracterização do perfil energético dessas modalidades^{3,8,12,15}.

Contudo, estudos^{7,10,12,22,24} evidenciaram que as variáveis temporais podem sofrer influência do sexo^{7,12}, estilo de jogo²⁴, nível de desempenho dos atletas^{10,12} e alterações nas regras da modalidade²². Sendo assim, deve-se ter cautela ao planejar os treinamentos para mesatenistas profissionais baseando-se em resultados de análises temporais feitas em competições regionais/nacionais de tênis de mesa³ ou realizadas previamente ao banimento dos solventes²¹⁻²³, de maneira que podem existir diferenças entre os achados desses estudos^{3,21-23} e as características temporais de competições de tênis de mesa exclusivas para atletas de elite que tenham sido realizadas conforme as regras atuais da ITTF.

Portanto, os objetivos do presente estudo foram: a) investigar a estrutura temporal de jogos oficiais de tênis de mesa de nível elite; b) verificar se as variáveis temporais do tênis de mesa se alteraram de 2009 a 2012, comparando três eventos internacionais (Mundial de 2009, Mundial de 2011 e Jogos Olímpicos de 2012); c) analisar a influência da fase da competição na estrutura temporal do tênis de mesa, comparando as variáveis temporais obtidas nas quartas de finais, semifinais e finais dos eventos internacionais selecionados.

5.2 METODOLOGIA

5.2.1 Amostra de jogos

A análise da estrutura temporal foi realizada em vídeos correspondentes a 21 jogos completos de tênis de mesa de 16 mesatenistas do sexo masculino de nível elite. As

características dos mesatenistas foram obtidas no *website* de livre acesso da Federação Internacional de Tênis de Mesa (ITTF) (<http://www.ittf.com>) e são apresentadas na tabela 1.

Os jogos selecionados corresponderam às quartas de finais, semifinais, finais e disputa de 3º e 4º lugares de três eventos internacionais: Campeonato Mundial de Yokohama/Japão-2009, Campeonato Mundial de Roterdã/Holanda-2011 e Jogos Olímpicos de Londres/Inglaterra-2012. Os jogos foram selecionados na tentativa de incluir somente os confrontos realizados entre os mesatenistas de melhor desempenho nas principais competições internacionais organizadas após o ano de 2008. Todos os jogos foram realizados respeitando as regras estabelecidas atualmente pela ITTF, em confrontos de até 7 *sets* (o vencedor da partida necessariamente ganhou quatro *sets*). Dos 22 jogos selecionados, 9 foram realizados entre mesatenistas chineses, representando 100% das finais (n=3), 50% das semifinais (n=3) e 25% das quartas de finais (n=3), demonstrando a superioridade dos atletas chineses no tênis de mesa de nível elite para o sexo masculino. Essa descrição é relevante em decorrência dos chineses apresentarem melhor nível técnico em relação aos atletas de outros países e regiões², o que pode modificar aspectos temporais.

Os 21 vídeos completos foram obtidos em *websites* de livre acesso com autorização prévia dos responsáveis (<http://www.tabletennisvideocentral.com> e <http://www.youtube.com/user/olympic>). As análises foram feitas utilizando o *software* Windows Media Player (Versão 12.0, Microsoft, Redmond, Washington, Estados Unidos). Os procedimentos adotados foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CAAE: 10499512.0.0000.0021/2012)

5.2.2 Análise da estrutura temporal dos jogos oficiais

Inicialmente, a duração de cada *rally* (período de esforço/ponto) e cada intervalo entre *rallys* (pausas entre pontos) foi mensurada individualmente em todos os jogos utilizando relógios com cronômetros (*Marathon 50 Lap Memory Stopwatch T5G811, Timex*, Estados Unidos). A duração de cada *rally* foi medida a partir do último momento em que a bola estava parada na palma da mão livre do mesatenista sacador antes de ser intencionalmente projetada para a execução do saque, até a finalização do *rally*, que sempre foi decidido ou como um saque “queimado” (saque em que a bola tocou na rede antes de tocar no lado do mesatenista recebedor, obrigando a repetição do ponto) ou como *rally* vencido por um dos dois mesatenistas²⁶. O tempo de intervalo de recuperação foi medido a partir desse momento

(finalização do *rally*) até o início do próximo *rally*. Os intervalos de recuperação foram categorizados em tempos técnicos, intervalos entre *sets* e intervalos comuns. Tanto o tempo técnico como o intervalo entre *sets* tiveram duração aproximada de 1 minuto, conforme regulamentado pela ITTF, sendo que o tempo técnico é considerado um recurso opcional que está disponível para cada atleta uma única vez por jogo. Todas as outras pausas que não se enquadraram como tempos técnicos ou intervalos entre *sets* foram classificadas como intervalos comuns. Os procedimentos utilizados para a mensuração da duração do *rally* e pausa entre *rallys* são altamente reprodutíveis e apresentam alta correlação intraclasse (ICC=0,78, $p<0,001$ para os *rallys* e ICC=0,95, $p<0,001$ para as pausas), conforme relatado por Zagatto, Morel e Gobatto (2010)³.

A partir da determinação individual da duração de cada *rally* (DR) e tempo de intervalo entre *rallys* (TI), foram determinadas a razão entre esforço e pausa no jogo (E:P_{JOGO}) e somente dentro dos *sets* (E:P_{SET}), duração total do jogo (DTJ) e do *set* (DTS), duração real do jogo (DRJ) e do *set* (DRS), duração efetiva do jogo (DEJ) e do *set* (DES), duração total da recuperação (DTR), duração do intervalo entre *sets* (DIS), número de rebatidas por *rally* (NRR), número de pontos por partida (NPP) e por *set* (NPS). Todas essas análises foram realizadas para as quartas de finais, semifinais e finais do Campeonato Mundial de Yokohama-Japão/2009, Campeonato Mundial de Roterdã-Holanda/2011 e Jogos Olímpicos de Londres-Inglaterra/2012, além da disputa de 3º e 4º lugares que ocorreu somente em 2012. Os *rallys* que apresentaram o “saque queimado” foram desconsiderados no cálculo da DR, enquanto os tempos técnicos e intervalos entre *sets* também não foram incluídos nos cálculos para obtenção do TI. Essas análises possibilitaram estabelecer referências sobre a estrutura temporal de jogos oficiais de tênis de mesa de nível elite, além de comparar as variáveis temporais entre os três eventos internacionais e entre as três últimas fases eliminatórias das competições selecionadas.

Tabela 1 - Características dos mesatenistas de nível elite.

Idade (anos) (média±desvio padrão)	29,5±3,8
Empunhadura (%)	Clássico (81,2) Classineta (12,5) Caneta quadrada (6,2)
Mão de jogo (%)	Destros (68,7) Canhotos (31,2)

Nacionalidade (%)	Asiáticos (75,0) Europeus (25,0)
Amplitude do <i>ranking</i> dos atletas no mês em que ocorreu cada competição	N = 1—37 (2009) N = 1—12 (2011) N = 1—27 (2012)
Atletas que chegaram ao nº1 do <i>ranking</i> mundial (%)	37,5
Atletas que chegaram ao <i>top10</i> do <i>ranking</i> mundial (%)	75,0

5.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Esse estudo teve um caráter descritivo, de modo que foi utilizada análise estatística descritiva nos dados analisados, com os resultados sendo apresentados em mediana, amplitude e quartis (1° e 3°). Os testes de *Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-Wilk* foram utilizados para avaliar a normalidade dos dados em variáveis com mais de 50 e menos de 50 amostras respectivamente. O teste não paramétrico *Kruskal Wallis* com *post-hoc* de *Dunn* caso necessário foi utilizado para efetuar as comparações das variáveis temporais entre os três eventos (Mundial 2009, Mundial 2011 e Jogos Olímpicos 2012) e entre as três fases (quartas de finais, semifinais e finais) para as variáveis que não apresentaram distribuição normal (DR, TI, NRR, NPS, E:P_{SET}, DTS, DRS, DEJ e DES), enquanto a *ANOVA one-way* com *post-hoc* de *Tukey* caso necessário foi utilizada para executar as mesmas comparações nas variáveis que apresentaram normalidade (NPP, E:P_{JOGO}, DTJ, DRJ, DTR e DIS). Todas as análises foram realizadas por meio do pacote estatístico IBM SPSS Statistics para Windows (Versão 20.0, Armonk, Nova Iorque, Estados Unidos), adotando o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

5.4 RESULTADOS

As variáveis da estrutura temporal correspondentes a todos os jogos analisados (n=21) são apresentadas na tabela 2. A duração do *rally* nas partidas de elite foi de 3,3 segundos, enquanto o tempo de intervalo entre esforços foi de 18,6 segundos (excluindo tempos técnicos e intervalos entre *sets*), resultando em E:P de 0,18. Por volta de 88 pontos foram disputados em cada um dos jogos, que apresentaram uma duração total em torno de 45 minutos, sendo

que os mesatenistas estiveram efetivamente em períodos de esforço (*rally*) somente em aproximadamente 15% do tempo total do jogo.

Os resultados das comparações efetuadas entre os três eventos internacionais (Mundial de Yokokama/2009, Mundial de Roterdã/2011 e Jogos Olímpicos de Londres/2012) e entre as três fases eliminatórias (quartas de finais, semifinais e finais) são apresentadas nas tabelas 3 e 4 respectivamente. A duração total do jogo e do *set* não foi diferente ao comparar os três eventos, mas verificou-se que a duração do *rally* diminuiu significativamente de 2009 (3,6 s) para 2011 (3,3 s) e para 2012 (3,1 s), enquanto a pausa entre esforços aumentou de 2009 (17,0 s) para 2011 (20,2 s) e diminuiu para 2012 (18,9 s), resultando em decréscimo estatisticamente significativo da razão entre esforço e pausa dentro do *set* ($E:P_{SET}$) de 2009 para 2011 e 2012. A comparação entre fases revelou uma queda significativa na duração do *rally* das quartas de finais (3,5 s) em relação às semifinais (3,2 s) e finais (3,1 s), enquanto a pausa entre esforços aumentou das quartas de finais (17,7 s) para semifinais (20,6 s) e finais (20,5 s). As pausas mais longas resultaram em uma diminuição na $E:P_{SET}$ e na duração efetiva do *set* no decorrer das três etapas, sem que ocorressem acréscimos significativos na DTJ de uma fase para outra, mas sendo encontrado um aumento estatisticamente significativo na duração total do *set* das quartas de finais (6,7 min) para semifinais e finais (8,2 min), ocasionado pelo aumento do intervalo entre esforços. Nas figuras 1 e 2 foi apresentada a frequência da duração do *rally* e do tempo de intervalo em determinados períodos de tempo, estratificados conforme adotado em estudo prévio que investigou variáveis temporais no tênis de mesa³. Nota-se que aproximadamente 59,4% dos *rallys* apresentaram duração entre 2,5 e 4,5 segundos, enquanto 54,4% das pausas do jogo duraram entre 15 e 25 segundos.

Tabela 2 - Características temporais correspondentes a todos os jogos de tênis de mesa de nível elite (n=21).

	Mediana (1º quartil – 3º quartil)	Amplitude
DR (s)	3,3 (2,7 – 4,4)	1,1 – 31,2
TI (s)	18,6 (14,5 – 23,4)	1,8 – 93,2
NRR (rebatidas· <i>rally</i> ⁻¹)	4,0 (3,0 – 6,0)	1,0 – 38,0
NPP (pontos·partida ⁻¹)	88,0 (82,0 – 113,0)	60,0 – 134,0
NPS (pontos· <i>set</i> ⁻¹)	18,0 (16,0 – 20,0)	12,0 – 34,0
$E:P_{JOGO}$	0,18 (0,15 – 0,21)	0,14 – 0,28
$E:P_{SET}$	0,19 (0,15 – 0,23)	0,10 – 0,41
DTJ (s)	2708,0 (2232,6 – 3388,3)	1182,3 – 4208,9
DTS (s)	434,6 (355,0 – 544,9)	195,6 – 888,5

DRJ (s)	366,3 (326,2 – 441,7)	240,0 – 603,0
DRS (s)	73,0 (63,57 – 84,4)	40,7 – 121,1
DEJ (%)	14,7 (11,7 – 15,9)	10,6 – 24,2
DES (%)	16,5 (13,9 – 19,9)	7,6 – 30,0
DTR (s)	2335,7 (1897,1 – 2946,6)	895,7 – 3716,0
DIS (s)	90,0 (78,5 – 101,9)	59,4 – 120,0

Legenda: DR = duração do *rally*, TI = tempo de intervalo entre *rallys*, NRR = número de rebatidas por *rally*, NPP = número de pontos por partida, NPS = número de pontos por *set*, E:P_{JOGO} = razão entre esforço e pausa no jogo, E:P_{SET} = razão entre esforço e pausa no *set*, DTJ = duração total do jogo, DTS = duração total do *set*, DRJ = duração real do jogo, DRS = duração real do *set*, DEJ = duração efetiva do jogo, DES = duração efetiva do *set*, DTR = duração total da recuperação, DIS = duração do intervalo entre *sets*.

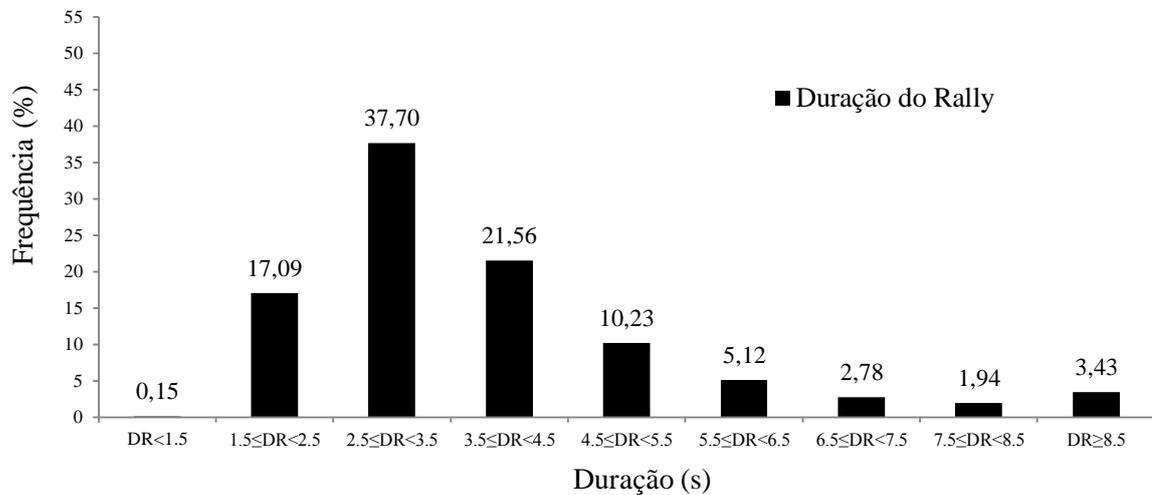


Figura 1 - Frequência da duração do *rally* em determinados períodos de tempo (n=21).

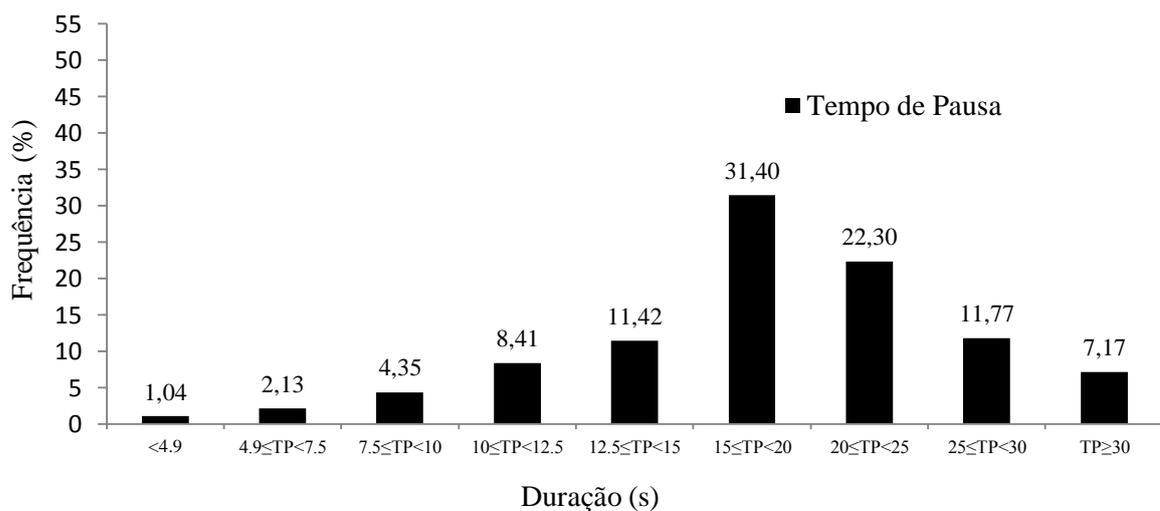


Figura 2 - Frequência do tempo de intervalo em determinados períodos de tempo (n=21).

Tabela 3 - Características temporais correspondentes ao Mundial 2009, Mundial 2011 e Olimpíadas 2012 (n=21).

	Mediana (1° - 3° quartil)		
	Mundial 2009 (n=7)	Mundial 2011 (n=7)	Olimpíadas 2012 (n=7)
DR (s)	3,6 (2,9-4,9)	3,3 (2,7-4,3)*	3,1 (2,5-4,0)* †
TI (s)	17,0 (13,4-21,2)	20,2 (16,1-25,1)*	18,9 (14,7-23,6)* †
NRR (rebatidas· <i>rally</i> ⁻¹)	5,0 (3,0-7,0)	4,0 (3,0-6,0)*	4,0 (3,0-5,3)*
NPP (pontos·partida ⁻¹)	102,0 (85,0-117,5)	84,0 (81,0-114,0)	88,0 (73,5-104,0)
NPS (pontos· <i>set</i> ⁻¹)	19,0 (17,0-20,0)	18,0 (16,0-20,0)	17,0 (15,0-20,0)
E:P _{JOGO}	0,21 (0,19-0,23)	0,16 (0,15-0,19)	0,15 (0,15-0,22)
E:P _{SET}	0,22 (0,19-0,26)	0,16 (0,14-0,19)*	0,17 (0,14-0,20)*
DTJ (s)	2724,0 (2280-2994,0)	2646,0 (2388,0-3522,0)	2706,00 (1872,0-3078,0)
DTS (s)	450,0 (378,0-558,0)	432,0 (384,0-534,0)	438,0 (300,0-552,0)
DRJ (s)	390,0 (366,0-582,0)	348,0 (324,0-432,0)	324,0 (288,0-360,0)
DRS (s)	84,0 (72,0-96,0)	72,0 (60,0-78,0)*	66,0 (60,0-78,0)*
DEJ (%)	15,7 (15,0-17,4)	12,7 (11,6-14,3)	12,0 (11,6-15,3)
DES (%)	19,2 (16,8-21,8)	15,1 (13,8-17,1)*	14,8 (13,1-18,4)*
DTR (s)	2184,0 (1914,0-2490,0)	2340,0 (2064,0-3072,0)	2400,0 (1584,0-2730,0)
DIS (s)	90,0 (72,0-102,0)	90,0 (78,0-96,0)	96,0 (84,0-102,0)

* Diferente de 2009 (p<0,05); † Diferente de 2011 (p<0,05).

Legenda: DR = duração do *rally*, TI = tempo de intervalo entre *rallys*, NRR = número de rebatidas por *rally*, NPP = número de pontos por partida, NPS = número de pontos por *set*, E:P_{JOGO} = razão entre esforço e pausa no jogo, E:P_{SET} = razão entre esforço e pausa no *set*, DTJ = duração total do jogo, DTS = duração total do *set*, DRJ = duração real do jogo, DRS = duração real do *set*, DEJ = duração efetiva do jogo, DES = duração efetiva do *set*, DTR = duração total da recuperação, DIS = duração do intervalo entre *sets*.

Tabela 4 - Características temporais correspondentes as quartas de finais, semifinais e finais dos três eventos internacionais.

	Mediana (1º quartil – 3º quartil)		
	Quartas de final (n=12)	Semifinal (n=6)	Final (n=3)
DR (s)	3,5 (2,8-4,6)	3,2 (2,6-4,2)*	3,1 (2,5-4,1)*
TI (s)	17,3 (13,3-21,8)	20,1 (16,2-24,7)*	20,1 (16,2-25,0)*
NRR (rebatidas· <i>rally</i> ⁻¹)	4,0 (3,0-6,0)	4,0 (3,0-6,0)	4,0 (3,0-6,0)
NPP (pontos·partida ⁻¹)	85,0 (76,8-109,0)	98,5 (89,8-112,5)	113,0 (96,5-116,0)
NPS (pontos· <i>set</i> ⁻¹)	17,5 (15,0-19,0)	19,0 (17,0-20,0)	20,0 (17,0-23,0)*
E:P _{JOGO}	0,21 (0,19-0,24)	0,15 (0,14-0,17)*	0,14 (0,14-0,17)
E:P _{SET}	0,21 (0,17-0,26)	0,16 (0,14-0,18)*	0,15 (0,13-0,19)*
DTJ (s)	2292,0 (2094,0-2880,0)	2724,0 (2712,0-3624,0)	3432,0 (2832,0-3546,0)
DTS (s)	402,0 (318,0-504,0)	492,0 (396,0-582,0)*	492,0 (420,0-630,0)*
DRJ (s)	348,0 (318,0-456,0)	354,0 (312,0-408,0)	396,0 (384,0-432,0)
DRS (s)	72,0 (60,0-84,0)	66,0 (60-78,0)	84,0 (66,0-96,0)
DEJ (%)	15,6 (14,3-18,6)	11,8 (10,9-13,7)*	12,7 (12,1-14,6)
DES (%)	18,0 (15,4-22,4)	14,4 (12,8-16,3)*	14,8 (13,7-17,8)*
DTR (s)	1938,0 (1752,0-2334,0)	2412,0 (2358,0-3234,0)	3036,0 (2448,0-3114,0)
DIS (s)	96,0 (84,0-102,0)	90,0 (78,0-102,0)	84,0 (72,0-90,0)

* Diferente da fase Quartas de Final ($p < 0,05$); † Diferente da fase Semifinal ($p < 0,05$).

Legenda: DR = duração do *rally*, TI = tempo de intervalo entre *rallys*, NRR = número de rebatidas por *rally*, NPP = número de pontos por partida, NPS = número de pontos por *set*, E:P_{JOGO} = razão entre esforço e pausa no jogo, E:P_{SET} = razão entre esforço e pausa no *set*, DTJ = duração total do jogo, DTS = duração total do *set*, DRJ = duração real do jogo, DRS = duração real do *set*, DEJ = duração efetiva do jogo, DES = duração efetiva do *set*, DTR = duração total da recuperação, DIS = duração do intervalo entre *sets*.

5.5 DISCUSSÃO

De acordo com o conhecimento dos autores, esse é o primeiro estudo a investigar a estrutura temporal de jogos oficiais de tênis de mesa de nível elite após o ano de 2008, quando ocorreu a última alteração nas regras da modalidade. Deve-se destacar que os jogos selecionados foram realizados entre mesatenistas de excelente *performance*, considerando que 75% destes já figuraram entre os 10 primeiros colocados do *ranking* mundial e 37,5% alcançaram o 1º lugar.

Os principais achados do presente estudo demonstraram que os jogos de tênis de mesa de nível elite apresentaram *rallys* de 3,3 segundos e pausas de 18,6 segundos, o que resultou em uma E:P de 0,18. As comparações entre torneios internacionais demonstraram que a DR diminuiu significativamente de um evento para o outro no decorrer do período analisado

(2009 a 2012), enquanto o TI aumentou de 2009 para 2011, mas posteriormente diminuiu em 2012. Também constatou-se que a DR diminuiu das quartas de finais em relação às outras fases (semifinais e finais), enquanto o TI apresentou um comportamento inverso, de modo que a menor pausa foi observada nas quartas de finais, enquanto semifinais e finais apresentaram similaridade para as pausas entre pontos.

Inicialmente, ao comparar os resultados obtidos no presente estudo com jogos realizados entre atletas profissionais de outros esportes com raquete, constatou-se que a DR no tênis de quadra (4,3 a 7,7 s)^{7,18-20}, squash (13,6 e 18,6 s)^{5,10} e badminton (6,4 s)⁴ é superior à DR encontrada no tênis de mesa (3,3 s). Por outro lado, o TI mensurado em jogos de squash (~9 s)^{5,10} e badminton⁴ (~13 s) é menor se comparado ao tênis de mesa (~19 s), enquanto o tênis de quadra apresentou intervalos pouco menores (~17 s)⁹ mas também razoavelmente maiores (~25 s)¹⁸. Essas divergências resultaram em uma E:P consideravelmente inferior no tênis de mesa (0,18) em relação ao tênis de quadra (~0,35)^{17,20}, badminton (0,49)⁴ e squash (2,4)⁵, o que explica em parte as diferenças nas respostas fisiológicas vivenciadas pelos atletas desses esportes, como as concentrações sanguíneas de lactato obtidas no squash (8,3 mmol/l)⁵, badminton⁴ e tênis de quadra⁹ (3,8 mmol/l) e tênis de mesa (1,8 mmol/l)³.

Ao comparar a DR (3,6 s) e o TI (9,4 s) mensurados em partidas de mesatenistas de elite que participaram do mundial universitário de tênis de mesa²³ realizado em 1998 com os achados do presente estudo (3,3 s para o DR e 18,6 s para o TI), constatou-se que embora o *rally* praticamente não tenha se modificado de 1998 até o período dos eventos analisados (2009 a 2012), o TI aumentou quase dez segundos, demonstrando que a estrutura temporal do tênis de mesa de elite se modificou com o decorrer dos anos. Foi demonstrado que as alterações feitas pela ITTF nas regras do tênis de mesa no período de 2000 a 2002 (mudança no sistema de contagem de 21 para 11 pontos em cada *set*, proibição da obstrução da bola durante o saque e aumento no tamanho da bola de 38 para 40 mm) induziram os mesatenistas a modificar constantemente suas técnicas e táticas². Essas mudanças nos regulamentos também podem ter colaborado para que os atletas adotassem pausas mais longas entre os *rallys*, sendo possível que a redução no sistema de contagem (21 para 11 pontos) e a proibição do saque obstruído tenham induzido os mesatenistas a atribuir maior importância a cada ponto disputado.

Resultados similares aos do presente estudo foram obtidos para a DR em jogos realizados entre mesatenistas brasileiros de nível nacional (3,2 s) e regional (3,6 s)³ após o ano de 2008 (data da última mudança nas regras da modalidade), sugerindo que a DR em jogos atuais de tênis de mesa não é influenciada pelo grau de desempenho dos atletas. Por outro

lado, foi verificado que os mesatenistas de elite utilizaram intervalos mais prolongados (18,6 s) em comparação aos jogadores brasileiros de nível nacional (9,3 s) e regional (7 s)³, resultando em menores valores de E:P_{JOGO} (0,18) e DEJ (14,7%) para os eventos internacionais em relação aos campeonatos nacionais (0,3 e 21,4%) e regionais (0,5 e 60,7%) de tênis de mesa³. Analisando essas comparações, percebe-se um padrão de comportamento em relação à *performance*, no qual nota-se que quanto melhor o desempenho, menores são a E:P e a DEJ, em decorrência do maior tempo de pausa entre os esforços empregado pelos atletas. Estudos prévios²⁷⁻²⁹ evidenciaram que os mesatenistas frequentemente utilizam estratégias cognitivas e somáticas para enfrentar o estresse, controlar a ansiedade e outros aspectos psicológicos, sendo plausível afirmar que as diferenças obtidas no TI entre os diversos níveis de desempenho (regional, nacional e elite) possivelmente resultam do maior tempo utilizado pelos mesatenistas de elite para obter bons níveis de concentração, assim como para elaborar ou modificar o planejamento tático durante o jogo.

Na comparação entre as variáveis temporais mensuradas nos diferentes campeonatos internacionais, constatou-se que a DR diminuiu significativamente do Mundial de 2009 (3,6 s) para o Mundial de 2011 (3,3 s) e para os Jogos Olímpicos de 2012 (3,1 s). Por outro lado, o TI aumentou significativamente de 2009 (17,0 s) para 2011 (20,2 s), mas voltou a diminuir em 2012 (18,9 s). Essas mudanças resultaram em decréscimos estatisticamente significativos nas variáveis E:P_{SET}, DRS e DES ao comparar o mundial de 2009 com os eventos de 2011 e 2012, além de uma tendência em diminuição das variáveis E:P_{JOGO}, DRJ e DEJ no decorrer do período analisado (2009 a 2012). De acordo com a literatura, a utilização de uma nova técnica de *backhand* para atacar bolas próximas à rede está motivando cada vez mais os mesatenistas de elite a receber o saque adversário com golpes ofensivos³⁰, o que pode ter colaborado na redução da DR ao longo dos anos. Em relação aos diferentes intervalos de tempo, não se sabe a principal causa para que o TI tenha sido maior em 2011 em relação aos eventos de 2009 e 2012. Contudo, acredita-se que os mesatenistas participantes do Mundial de 2011 adotaram intervalos maiores entre os *rallys* por diversos motivos, incluindo a necessidade de controlar fatores psicológicos e a busca por táticas mais eficientes.

Finalmente, também se verificou que a estrutura temporal é alterada conforme a fase eliminatória da competição. Foi constatado que a DR diminuiu significativamente das quartas de final (3,5 s) em comparação às semifinais (3,2 s) e finais (3,1 s), enquanto o TI aumentou significativamente das quartas de final (17,3 s) para as semifinais e finais (20,1 e 20,1 segundos respectivamente). Como consequência de intervalos mais longos, constatou-se que a E:P dos *sets* jogados nas semifinais (0,16) e finais (0,15) foi significativamente menor em

relação as quartas de finais (0,21), além dos mesatenistas estarem efetivamente em esforço durante apenas 14,4 e 14,8% da duração total do *set* nas semifinais e finais respectivamente, enquanto nas quartas de finais esse valor foi de 18%.

Evidências demonstram que os mesatenistas chineses de nível elite possuem melhor efetividade técnica em comparação aos atletas de elite de outros países e regiões, incluindo os fundamentos técnicos utilizados no início dos *rallys* (saque, recepção, 3ª e 4ª bola)². Desta forma, acredita-se que a diminuição na DR ao longo das fases da competição pode ser parcialmente explicada pelo maior número de confrontos entre atletas chineses nas semifinais (50% dos jogos) e finais (100% dos jogos) em relação às quartas de finais (25% dos jogos), sendo plausível afirmar que a superioridade técnica dos chineses nos primeiros golpes utilizados em cada *rally* pode ter resultado em pontos sendo finalizados mais rapidamente. Em relação ao aumento no TI no decorrer das fases, verificou-se uma tendência em ter mais pontos sendo disputados nas finais (113 pontos) em comparação as semifinais (~98 pontos) e quartas de finais (85 pontos), sugerindo maior equilíbrio nas duas últimas fases eliminatórias da competição. Logo, é concebível que por conta de jogos mais disputados, os mesatenistas tenham empregado mais tempo de intervalo entre os *rallys*, seja por questões táticas e psicológicas, ou até mesmo visando melhor recuperação para os pontos seguintes.

5.6 CONCLUSÃO

A prescrição dos treinamentos no tênis de mesa ainda é feita empiricamente em muitas equipes, independentemente do nível técnico dos mesatenistas. Possivelmente isso ocorre por conta da escassa literatura científica sobre a modalidade, dificultando o embasamento dos treinamentos. No presente estudo, concluiu-se que os jogos da elite internacional apresentaram uma curta duração para o *rally* (3,3 s), mas com pausas relativamente mais longas (18,6 s), principalmente ao comparar com jogos de tênis de mesa de níveis inferiores (regional e nacional) ou com partidas de nível elite internacional realizadas antes do ano 2000. Essas divergências nas variáveis temporais entre jogos de diferentes níveis devem ser consideradas no planejamento dos treinadores, de modo que as sessões de treino técnico ou físico que visam simular o padrão de atividade de uma competição atual de nível elite devem ter como referência uma E:P em torno de 0,18. Para utilizar as variáveis temporais no programa de treinamentos, os técnicos poderão utilizar robôs lançadores de bolas de tênis de mesa, metrônomos e cronômetros para manipular a duração dos *rallys* e pausas dos exercícios prescritos. O uso de pausas mais longas possibilitará que os mesatenistas de elite tenham mais

tempo para controlar aspectos táticos e psicológicos, além de permitir melhor recuperação metabólica, o que é recomendável para esportes como o tênis de mesa em que altos níveis de precisão e potência são exigidos por parte dos atletas.

Também constatou-se que as características temporais do tênis de mesa de elite têm se modificado com o decorrer dos anos, sendo necessário que os técnicos acompanhem essas alterações para adequar os treinamentos dos mesatenistas que já estão nesse patamar de *performance*, mas também daqueles atletas que objetivam tornar-se profissionais. Verificou-se que as últimas fases eliminatórias da competição apresentaram diferenças na estrutura temporal, sugerindo que os atletas devem estar preparados para as demandas encontradas em cada etapa de um campeonato, de modo que as fases finais tendem a ser mais equilibradas e podem exigir que os mesatenistas adotem pausas mais longas para obter melhor concentração e recuperação. Futuros protocolos específicos para avaliar mesatenistas profissionais poderão ser desenvolvidos de acordo com as variáveis temporais investigadas, principalmente para criar protocolos intermitentes utilizando robôs lançadores de bolas de tênis de mesa.

5.7 REFERÊNCIAS

- 1- Lanzoni IM, Michele RD, Merni F. A notational analysis of shot characteristics in top-level table tennis players. *Eur J Sport Sci.* 2013.
- 2- Zhang H, Liu W, Hu JJ, Liu RZ. Evaluation of elite table tennis players' technique effectiveness. *J Sports Sci.* 2013.
- 3- Zagatto AM, Morel EA, Gobatto, CA. Physiological responses and characteristics of table tennis matches determined in official tournaments. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(4):942-9.
- 4- Cabello Manrique D, González-Badillo JJ. Analysis of the characteristics of competitive badminton. *Br J Sports Med.* 2003; 37(1):62-6.
- 5- Girard O, Chevalier R, Habrard M, Sciberras P, Hot P, Millet GP. Game analysis and energy requirements of elite squash. *J Strength Cond Res.* 2007; 21(3):909-14.

- 6- Hong Y, Robinson PD, Chan WK, Clark CR, Choi T. Notational analysis on game strategy used by the world's top male squash players in international competition. *Aust J Sci Med Sport.* 1996; 28(1):18-23.
- 7- O'Donoghue P, Ingram B. A notational analysis of elite tennis strategy. *J Sports Sci.* 2001; 19(2):107-15.
- 8- Fernandez-Fernandez J, Mendez-Villanueva A., Fernandez-Garcia B, Terrados, N. Match activity and physiological responses during a junior female singles tennis tournament. *Br J Sports Med.* 2007; 41(11):711-6.
- 9- Mendez-Villanueva A, Fernandez-Fernandez J, Bishop D, Fernandez-Garcia B, Terrados N. Activity patterns, blood lactate concentrations and ratings of perceived exertion during a professional singles tennis tournament. *Br J Sports Med.* 2007; 41(5):296-300.
- 10- Montpetit RR. Applied physiology of squash. *Sports Med.* 1990; 10(1):31-41.
- 11- Lees A. Science and the major racket sports: a review. *J Sports Sci.* 2003; 21(9):707-732.
- 12- Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Pluim BM. Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med.* 2006; 40(5):387-91.
- 13- Ferrauti A, Pluim BM, Weber K. The effect of recovery duration on running speed and stroke quality during intermittent training drills in elite tennis players. *J Sports Sci.* 2001; 19(4):235-242.
- 14- Hughes MG. Physiological demands of training in elite badminton players. In: Reilly T, Hughes M, Lees, A. *Science and Racket Sports.* Londres: E & FN Spon; 1995. p. 32-37.
- 15- Kovacs MS. Applied physiology of tennis performance. *Br J Sports Med.* 2006; 40(5):381-5.

- 16- Davey PR, Thorpe RD, Wilams C. Simulated tennis matchplay in a controlled environment. *J Sports Sci.* 2003; 21(6):459-67.
- 17- Smekal G, von Duvillard SP, Rihacek C, Pokan R, Hofmann P, Baron R, Tschan H, Bachl N. A physiological profile of tennis match play. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(6):999-1005.
- 18- Hornery DJ, Farrow D, Mujika I, Young W. An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *Br J Sports Med.* 2007; 41(8):531-6.
- 19- Fernandez-Fernandez J, Sanz-Rivas D, Fernandez-Garcia B, Mendez-Villanueva A. Match activity and physiological load during a clay-court tennis tournament in elite female players. *J Sports Sci.* 2008; 26(14):1589-95.
- 20- Kovacs MS. A comparison of work/rest intervals in men's professional tennis. *Med Sci Tennis.* 2004; 9(3):10-11.
- 21- Yuza N, Sasaoka K, Nishioka N, Matsui Y, Yamanaka N, Ogimura I, takashima N, Miyashita M. Game analysis of table tennis in top japanese players of different playing styles. *Int J Tab Ten Sci.* 1995; 1:79-89.
- 22- Takeuchi T, Kobayashi Y, Hiruta S, Yuza N. The effect of the 40mm diameter ball on table tennis rallies by elite players. *Int J Tab Ten Sci.* 2002; 5:267-277.
- 23- Drianovski Y, Otcheva G. Survey of the game styles of some of the best asian players at the 12th World University Table Tennis Championships (Sofia, 1998). *Int J Tab Ten Sci.* 2002; 4:3-9.
- 24- Bernardi M, De Vito G, Falvo ME, Marino S, Montellanico, F. Cardiorespiratory adjustment in middle-level tennis players: are long term cardiovovascular adjustments possible? In: Lees A, Maynard I, Hughes M, Reilly T. *Science and Racket Sports II.* Londres: E & F Spon; 1998. p.20-26.

- 25- O'Donoghue P. Notational analysis of rallies in European club championship badminton. In: Hughes M, Tavares F. Notational Analysis of Sport IV. Porto: Faculty of Sports Sciences and Education, University of Porto, Portugal; 2001. p-225-228.
- 26- Federação Internacional de Tênis de Mesa. The Laws of Table Tennis, ITTF Regulation Handbook. Disponível em: http://www.ittf.com/ittf_handbook. Acesso em 19 de setembro de 2013.
- 27- Iizuka CA, Dantas LEPBT, Machado AA, Marinovic W. Controle da ansiedade em mesa-tenistas e a sua relação com o desempenho esportivo. Rev Mack Ed Fis Esp. 2005; 4(4):127-135.
- 28- Lima FV, Samulski DM, Vilani LHP. Estratégias não sistemáticas de “coping” em situações críticas de jogo no tênis de mesa. Rev Bras Edc Fís Esp. 2004; 18(4):363-75.
- 29- Leite JVM, Madrid B, Bezerra RFA. Regulação da ativação fisiológica e cognitiva no tênis de mesa. Rev Motric. 2012; 8(2):1089-1096.
- 30- Huang W, Zhang H. The effect analysis of Zhang Jike's return serve with backhand side-twisted at the 2/3 court-right – 2012 London Olympic table tennis singles. Int J Tab Ten Sci. 2013; 8:71-75.

6 ESTUDO 2

ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES ENERGÉTICAS EM JOGOS SIMULADOS DE TÊNIS DE MESA

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi estimar as contribuições energéticas dos metabolismos aeróbio, anaeróbio alático e anaeróbio láctico em jogos simulados de tênis de mesa. Foram selecionados 10 mesatenistas de nível nacional do sexo masculino ($21,4 \pm 3,3$ anos, $177,6 \pm 8,3$ cm, $78,4 \pm 19,8$ kg) para a realização de jogos de tênis de mesa. As contribuições dos sistemas aeróbio (M_{AER}), anaeróbio alático (M_{CP}) e anaeróbio láctico (M_{LAC}) foram estimadas por meio da mensuração do consumo de oxigênio (VO_2) durante o jogo, componente rápido do consumo em excesso de oxigênio obtido após o jogo ($EPOC_{CR-JOGO}$) e também nas pausas entre pontos ($EPOC_{CR-PONTOS}$) e intervalos entre *sets* ($EPOC_{CR-SETS}$), e pela diferença das concentrações sanguíneas de lactato obtidas após cada *set* e em repouso, respectivamente. O teste de Shapiro Wilk foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados, enquanto a ANOVA *one way* de medidas repetidas foi utilizada para comparar as contribuições dos três metabolismos energéticos. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as contribuições dos sistemas aeróbio ($72,0 \pm 2,2\%$), anaeróbio alático ($27,2 \pm 2,4\%$) e anaeróbio láctico ($0,8 \pm 0,5\%$). Portanto, sugeriu-se que as sessões de treinamento para mesatenistas de nível nacional devem ser elaboradas para aprimorar tanto o sistema aeróbio (responsável pela recuperação metabólica durante as pausas), como o sistema anaeróbio alático (responsável pela ressíntese de energia nos esforços).

Palavras chave: Tênis de mesa. Esportes com raquete. Sistemas energéticos.

ABSTRACT

The aim of this study was to estimate the energy contributions of aerobic, anaerobic alactic and anaerobic lactic metabolisms in simulations of table tennis matches. Ten male table tennis players of national level were selected ($21,4 \pm 3,3$ years, $177,6 \pm 8,3$ cm, $78,4 \pm 19,8$ kg) to realize the table tennis matches. The contributions of aerobic (M_{AER}), anaerobic alactic (M_{CP}) and anaerobic lactic (M_{LAC}) systems were estimated by measuring oxygen consumption (VO_2) during the game, fast component of excess oxygen consumption obtained after the game and also in the pauses between points and sets, and the difference in blood lactate concentrations obtained after each *set* and resting, respectively. The Shapiro Wilk test was used to assess the normality of the data, while the repeated measures one-way ANOVA was used to compare the contributions of the three energy metabolism. Statistically significant differences were found between the contributions of aerobic ($72.0 \pm 2.2\%$), anaerobic alactic ($27.2 \pm 2.4\%$) and anaerobic lactic ($0.8 \pm 0.5\%$) systems. Thus, it was suggested that the training sessions should be designed to enhance both the aerobic system (responsible for metabolic recovery during breaks) and anaerobic alactic system (responsible for the energy resynthesis in efforts).

Keywords: Table tennis. Racket sports. Energy systems.

6.1 INTRODUÇÃO

Os esportes com raquete são caracterizados pelo padrão de esforço intermitente, sendo representados principalmente pelo tênis de quadra, squash, badminton e tênis de mesa¹. Estudos prévios feitos nessas modalidades têm investigado diversos fatores relacionados ao desempenho, incluindo aspectos técnicos e táticos^{2,3}, psicológicos^{4,5} e fisiológicos⁶⁻¹⁰. Tem-se destacado a extrema importância em investigar as respostas fisiológicas vivenciadas pelos atletas durante as partidas dos esportes com raquete, com o propósito de embasar a prescrição dos treinamentos conforme as demandas metabólicas da competição¹⁰⁻¹². Nota-se que dentre esses esportes, os aspectos fisiológicos têm sido mais investigados no tênis de quadra^{6,7,13-16}, enquanto a literatura científica sobre esse tema no tênis de mesa ainda é escassa^{10,17}. Em geral, as habilidades técnicas e táticas dos mesatenistas têm sido consideradas as características mais determinantes para a *performance* no tênis de mesa², o que pode ter colaborado para que raros estudos analisassem o comportamento das variáveis fisiológicas durante partidas dessa modalidade^{10,17}.

Os trabalhos mais recentes encontrados na literatura mensuraram as concentrações sanguíneas de lactato ([Lac]) e a frequência cardíaca (FC) em jogos oficiais ($1,8 \pm 0,7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ e $163,8 \pm 13,7 \text{ bpm}$)¹⁰ e simulados ($1,1 \pm 0,2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ e $125 \pm 22 \text{ bpm}$)¹⁷ de tênis de mesa, enquanto dados referentes ao consumo de oxigênio (VO_2) foram obtidos somente em jogos simulados ($25,6 \pm 10,1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)¹⁷. Em conjunto com as [Lac] e FC, diversas variáveis temporais também foram mensuradas nas partidas oficiais, incluindo a duração do *rally* ($3,4 \pm 1,7 \text{ s}$), tempo de intervalo entre *rallys* ($8,1 \pm 5,1 \text{ s}$) e duração total do jogo ($16,1 \pm 5,6 \text{ min}$)¹⁰. Com base nesses estudos, foram constatadas baixas a moderadas demandas metabólicas e cardiorrespiratórias durante os confrontos analisados, sendo que os metabolismos aeróbio e anaeróbio alático (ATP-CP) foram sugeridos como os principais responsáveis pela produção de energia em jogos de tênis de mesa^{10,17}.

Contudo, embora a mensuração de variáveis fisiológicas e temporais tenha auxiliado na caracterização da natureza bioenergética do tênis de mesa, algumas limitações devem ser consideradas. Inicialmente destaca-se que não foram encontrados estudos relatando o monitoramento do VO_2 em jogos oficiais de tênis de mesa, mas somente em partidas simuladas de 3 *sets*¹⁷, de modo que os campeonatos da ITTF são constituídos por confrontos

de até 5 ou 7 *sets*. Além disso, a mensuração isolada das [Lac], características temporais e VO_2 durante as partidas não possibilita extrair informações sobre a contribuição individual dos metabolismos, principalmente dos sistemas anaeróbios, o que por consequência pode resultar em interpretações errôneas sobre a participação anaeróbia total durante os jogos de tênis de mesa. Até a presente data, não foram encontradas investigações estimando as participações de cada metabolismo energético em jogos oficiais ou simulados de tênis de mesa, de forma similar ao realizado em outros esportes, como o remo¹⁸, karate^{19,20}, taekwondo²¹ e escalada *indoor*²². A metodologia adotada nesses estudos¹⁸⁻²² assume procedimentos anteriormente descritas na literatura²³⁻²⁵, como a utilização do componente rápido do consumo de oxigênio em excesso após exercício para estimar a contribuição do sistema ATP-CP, o uso de um equivalente de consumo de oxigênio para as [Lac] para estimar a participação do sistema anaeróbio láctico, e por fim, o cálculo da área total sob a curva do VO_2 medido durante todo o exercício para obter a participação do sistema aeróbio. A estimativa das contribuições das vias metabólicas por meio desses procedimentos permitirá compreender mais precisamente as características energéticas do tênis de mesa, o que auxiliará os treinadores na elaboração de sessões respeitando as demandas metabólicas da modalidade.

Portanto, com base em mensurações que possibilitam estimar a contribuição de cada metabolismo energético^{20,23-25}, o objetivo do presente estudo foi estimar as contribuições energéticas dos metabolismos aeróbio, anaeróbio alático e anaeróbio láctico em jogos simulados de tênis de mesa realizados entre mesatenistas de nível nacional. Com base nos baixos valores para as [Lac] e DR no tênis de mesa, nossa hipótese é que o sistema ATP-CP apresentará uma contribuição percentual significativamente maior em relação ao sistema anaeróbio láctico, enquanto o sistema aeróbio será responsabilizado pela maior contribuição energética dentre os três metabolismos, em virtude de sua atuação na recuperação metabólica durante as inúmeras pausas do jogo, assim como pela relativa longa duração das partidas de tênis de mesa. No entanto, diferentemente dos métodos utilizados previamente nos estudos sobre o tênis de mesa, conseguiremos mensurar a contribuição individual de cada metabolismo durante o jogo.

6.2 METODOLOGIA

6.2.1 Amostra

A amostra foi composta por 10 mesatenistas de nível nacional do sexo masculino, com idade de $21,4 \pm 3,3$ anos, estatura de $177,6 \pm 8,3$ cm, massa corporal de $78,4 \pm 19,8$ kg e tempo de experiência de $10,5 \pm 3,2$ anos. Os atletas selecionados pertencem às duas primeiras divisões nacionais da Confederação Brasileira de Tênis de Mesa (CBTM), de um total de 14 divisões. De acordo com os técnicos, os atletas estavam treinando entre 4 e 5 vezes por semana, totalizando em um volume semanal entre 12 e 16 horas. Os mesatenistas selecionados não apresentaram histórico de tabagismo, lesões osteomioarticulares, problemas cardíacos, respiratórios ou metabólicos, não estavam sob qualquer tipo de tratamento farmacológico e nem utilizavam equipamentos proibidos pela Federação Internacional de Tênis de Mesa (ITTF). Os atletas foram previamente informados sobre os procedimentos, riscos e benefícios da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes do início dos procedimentos experimentais. Os atletas selecionados apresentaram um percentual de gordura de $22,1 \pm 5,2\%$, massa isenta de gordura de $59,0 \pm 10,9$ kg e massa gorda de $17,5 \pm 8,5$ kg. Esse estudo obedeceu todas as normas estabelecidas pela Declaração de Helsinque (1964) e Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CAAE: 10499512.0.0000.0021/2012).

6.2.2 Procedimentos experimentais

Foram realizadas quatro sessões experimentais, separadas por um intervalo mínimo de 24 horas. Na primeira sessão os mesatenistas foram familiarizados com os equipamentos (analisador de gases) e procedimentos adotados no estudo. Na segunda sessão os atletas foram submetidos ao teste incremental máximo em esteira rolante motorizada (Inbrasport ATL, Brasil) para avaliação do ponto de compensação respiratória (PCR) e consumo máximo de oxigênio ($VO_2\max$), enquanto nas duas últimas sessões foram realizados jogos simulados de forma aleatória entre os mesatenistas, com o propósito de analisar as respostas fisiológicas e as contribuições dos sistemas energéticos no jogo de tênis de mesa. Os mesatenistas foram orientados a não realizar exercícios extenuantes e a não consumir bebidas com álcool, cafeína e estimulantes durante o período experimental, além de serem solicitados a realizar uma refeição leve duas horas antes de cada sessão.

6.2.3 Mensurações de variáveis respiratórias e metabólicas

Durante as três sessões, o consumo de oxigênio (VO_2), produção de dióxido de carbono (VCO_2) e ventilação pulmonar (V_E) foram monitorados continuamente, respiração a respiração, por meio de um analisador de gases portátil com sistema de telemetria (*K4b2 Cosmed*, Roma, Itália)²⁶. O equipamento foi calibrado antes de cada sessão de acordo com as recomendações do manual do fabricante, por meio da utilização do ar ambiente e de amostra de gases com composição conhecida (16% de O_2 e 5% de CO_2). A calibração do fluxo de ar da turbina foi realizada com uma seringa com volume de 3 litros (*Hans Rudolph*, modelo 5530, Kansas City, Missouri, EUA). A frequência cardíaca (FC) também foi monitorada durante todo o tempo por um cardiófrequencímetro (*Polar*, Kempele, Finlândia) acoplado ao analisador de gases. Para diminuição de valores discrepantes, todos os dados obtidos para as variáveis cardiorrespiratórias (VO_2 , VCO_2 , V_E e FC) foram filtrados a cada 5 pontos e interpolados a cada 1 segundo (*OriginPro 8.0*, *OriginLab Corporation*, *Microcal*, Massachusetts, Estados Unidos).

Após o teste incremental e durante e após os jogos simulados, amostras de sangue (25 μL) foram coletadas do lóbulo da orelha para determinação das concentrações sanguíneas de lactato ([Lac]). Essas amostras foram coletadas aos 3, 5 e 7 minutos após o teste incremental máximo, assim como no repouso prévio ao jogo, 30 segundos após o término de cada *set* e 3, 5 e 7 minutos após o término do jogo. As coletas de sangue foram feitas por meio de capilares heparinizados e transferidas para tubos *Eppendorf*® contendo 50 μL de fluoreto de sódio (NaF) a 1%. Para leitura das amostras, o homogenato foi injetado (25 μL) em um analisador de lactato eletroquímico YSI modelo 2300 (*Yellow Springs Instruments*, Yellow Springs, Ohio, Estados Unidos). O equipamento foi calibrado com solução padrão de lactato de 5.0 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ a cada cinco leituras de amostras de sangue.

6.2.4 Teste incremental máximo

Para avaliação da capacidade (PCR) e potência ($\text{VO}_{2\text{max}}$) aeróbia, todos os mesatenistas foram submetidos a um teste incremental máximo em esteira rolante motorizada (*ATL Inbrasport*, Porto Alegre, Brasil). Inicialmente foi realizado um aquecimento a 6,0 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ durante 5 minutos, de modo que 5 minutos após o término do aquecimento iniciou-se o teste a 9,0 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ com incrementos de 1 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada estágio de 2 minutos de exercício²⁷. A inclinação da esteira foi fixada em 1% para o aquecimento e teste incremental. Os indivíduos receberam forte estímulo verbal para atingir o esforço máximo durante todo o teste, de modo que a avaliação foi encerrada somente em caso de exaustão voluntária.

O VO_2 , VCO_2 , V_E e FC foram monitorados continuamente do início do aquecimento até o final do teste. As médias de FC e VO_2 para cada estágio foram definidas utilizando os últimos 30 segundos de cada estágio²⁷, de modo que o VO_2max e a frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}) foram definidos pela maior média de VO_2 e FC encontrada em um determinado estágio do teste incremental. Para determinação do VO_2max , ao menos dois dos seguintes critérios deveriam ser alcançados: Quociente respiratório (QR) $\geq 1,10$; lactato pico $\geq 8,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$; FC_{MAX} do teste $\geq 90\%$ da FC máxima predita ($220 - \text{idade}$); variação de $\text{VO}_2 \leq 2,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ entre o penúltimo e último estágio⁴⁷. A velocidade máxima alcançada foi considerada como V_{MAX} ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), enquanto o PCR correspondeu à intensidade ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) em que ocorreu o aumento sistemático do equivalente ventilatório de CO_2 (V_E/VCO_2)²⁸. Foram calculados os valores de FC (PCR-FC) e VO_2 (PCR- VO_2) correspondentes à intensidade de PCR. O PCR e PCR- VO_2 foram expressos percentualmente em relação à V_{MAX} (PCR— V_{MAX}) e VO_2max (PCR- VO_2 — VO_2max) respectivamente.

6.2.5 Jogos simulados de tênis de mesa

Foram aleatorizadas 10 partidas individuais de tênis de mesa entre os mesatenistas da amostra, respeitando as regras atualmente adotadas pela ITTF, com jogos em melhor de 7 *sets*. Cada mesatenista jogou duas vezes, com intervalo mínimo de 24 horas entre as partidas, mas as respostas fisiológicas de cada participante foram monitoradas em apenas um dos confrontos. Antes de iniciarem os jogos, os mesatenistas foram submetidos aos períodos de repouso (10 minutos) e aquecimento (5 minutos). Durante o aquecimento os mesatenistas alternaram rebatidas de *forehand* e *backhand* conforme adotado pelos atletas em competições oficiais. Os jogos foram iniciados cinco minutos após o término do aquecimento. O VO_2 , VCO_2 , V_E e FC foram monitorados continuamente a partir do início do repouso até o final do jogo. O VO_2 também foi mensurado durante dez minutos após o jogo para análise do consumo de oxigênio em excesso após exercício (EPOC). O VO_2 em repouso ($\text{VO}_{2\text{-REP}}$) foi definido pela média dos últimos 30 segundos de mensuração no período de repouso. Os mesatenistas permaneceram sentados durante o repouso, intervalo após aquecimento e período de recuperação após o jogo. Os picos de VO_2 ($\text{VO}_{2\text{-PICO}}$) e FC ($\text{FC}_{\text{-PICO}}$) foram representados pela média de cinco valores, incluindo o maior valor da partida (pico) e os dois valores mensurados imediatamente antes e após o pico, com o propósito de evitar que erros isolados de mensuração do equipamento representassem essas variáveis. As médias de VO_2 ($\text{VO}_{2\text{-MÉDIA}}$) e FC ($\text{FC}_{\text{-MÉDIA}}$) foram calculadas com base na mensuração somente durante os *sets*,

desconsiderando os dados coletados nos intervalos entre *sets* com o propósito de obter médias que representassem adequadamente os períodos de esforço dos jogos analisados. Também foi calculada a média do VO_2 mensurado somente nos intervalos entre *sets* (VO_{2-INT}). O VO_{2-PICO} , $VO_{2-MÉDIA}$ e VO_{2-INT} foram expressos percentualmente em relação ao VO_{2MAX} , enquanto a FC_{PICO} e a $FC_{MÉDIA}$ foram expressas percentualmente em relação à FC_{MAX} obtida no teste incremental. O VO_2 mensurado durante todo o jogo foi estratificado em quatro faixas de intensidade em relação ao VO_{2max} : a) igual ou maior que 90% do VO_{2max} ; b) entre 70 e 90% do VO_{2max} ; c) entre 50 e 70% do VO_{2max} e d) menor que 50% do VO_{2max} .

O valor de lactato em repouso ($[Lac]_{REP}$) foi obtido no último minuto do período de repouso, enquanto a média de lactato do jogo ($[Lac]_{MÉDIA}$) foi determinada utilizando os valores de lactato obtidos após cada *set* e o maior valor de lactato encontrado após o jogo. O maior valor de lactato obtido durante ou após o jogo foi considerado como lactato pico ($[Lac]_{PICO}$). A percepção subjetiva de esforço (PSE) dos mesatenistas correspondente ao jogo foi avaliada trinta minutos após o término da partida por meio da escala 6-20 de Borg²⁹. Todos os jogos foram filmados (*Sony Handycam DCR-SR47*, Tóquio, Japão) para posterior análise das variáveis temporais (duração do *rally*, tempo de pausa, razão entre esforço e pausa e outras), conforme procedimentos confiáveis e reprodutíveis adotados em estudo prévio (ICC=0,78, $p<0,001$ para o *rally* e ICC=0,95, $p<0,001$ para as pausas entre *rallys*)¹⁰.

6.2.6 Cálculo das contribuições dos metabolismos energéticos nos jogos de tênis de mesa

As contribuições energéticas dos metabolismos aeróbio (M_{AER}), anaeróbio láctico ($M_{[LAC]}$) e anaeróbio alático (M_{CP}) foram estimadas durante os jogos de tênis de mesa conforme: 1- A M_{AER} correspondeu à diferença entre a área do VO_2 durante o jogo (calculada pelo método de integração trapezoidal) pela área do VO_2 em repouso (calculado pelo produto entre o VO_2 em repouso e a duração total do jogo)^{21,22,25}; 2- A $M_{[LAC]}$ foi estimada pelo delta de lactato ($\Delta[Lac]$) (diferença entre o lactato obtido após cada *set* e em repouso), assumindo um equivalente de 3 mL O_2 por kg de massa corporal para cada 1,0 mmol·L⁻¹ de $\Delta[Lac]$ ²⁴. Desse modo, a $M_{[LAC]}$ total correspondeu à somatória das contribuições lácticas de todos os *sets*; 3- A M_{CP} foi estimada por meio da somatória do componente rápido do EPOC mensurado após cada ponto (EPOC_{CR-PONTOS}), após os *sets* (EPOC_{CR-SETS}) e após o jogo (EPOC_{CR-JOGO}) ($M_{CP} = EPOC_{CR-JOGO} + EPOC_{CR-PONTOS} + EPOC_{CR-SETS}$). O EPOC_{CR-PONTOS} e EPOC_{CR-SETS} foram calculados pela área total do EPOC encontrado nas pausas entre pontos e entre *sets* respectivamente, devido à duração dos intervalos entre pontos ($3,4 \pm 1,7$ s)¹⁰ e entre

sets (~60 s)³⁰ no tênis de mesa ser menor do que o tempo necessário para ressíntese completa da fosfocreatina³¹, enquanto que o $EPOC_{CR-JOGO}$ foi calculado pelo produto entre a amplitude e o tau (equação 1) obtidos por meio do ajuste biexponencial do VO_2 (equação 2)²⁵ (*OriginPro 8.0, OriginLab Corporation, Microcal, Massachusetts, Estados Unidos*).

Equação 1. $EPOC_{JOGO} = A \cdot \tau_a$, onde A é a amplitude e τ_a é a constante de tempo tau.

Equação 2. $VO_2(t) = A[e^{-(t/\tau_a)}] + B[e^{-(t/\tau_b)}] + C$, onde $VO_2(t)$ é o consumo de oxigênio no tempo t , A e B são as amplitudes dos componentes rápido e lento respectivamente, τ_a e τ_b são respectivas constantes de tempo e C é o consumo de oxigênio em repouso.

A soma das contribuições dos três metabolismos energéticos ($M_{AER} + M_{CP} + M_{[LAC]}$) correspondeu ao custo energético total (M_{TOTAL}). Os dados foram apresentados em $mL O_2 \cdot kg^{-1}$ e quilojoule (kJ), de modo que cada litro de O_2 foi considerado equivalente a 20,9 kJ^{21,32}. As contribuições dos três metabolismos energéticos também foram expressas em percentuais em relação ao M_{TOTAL} .

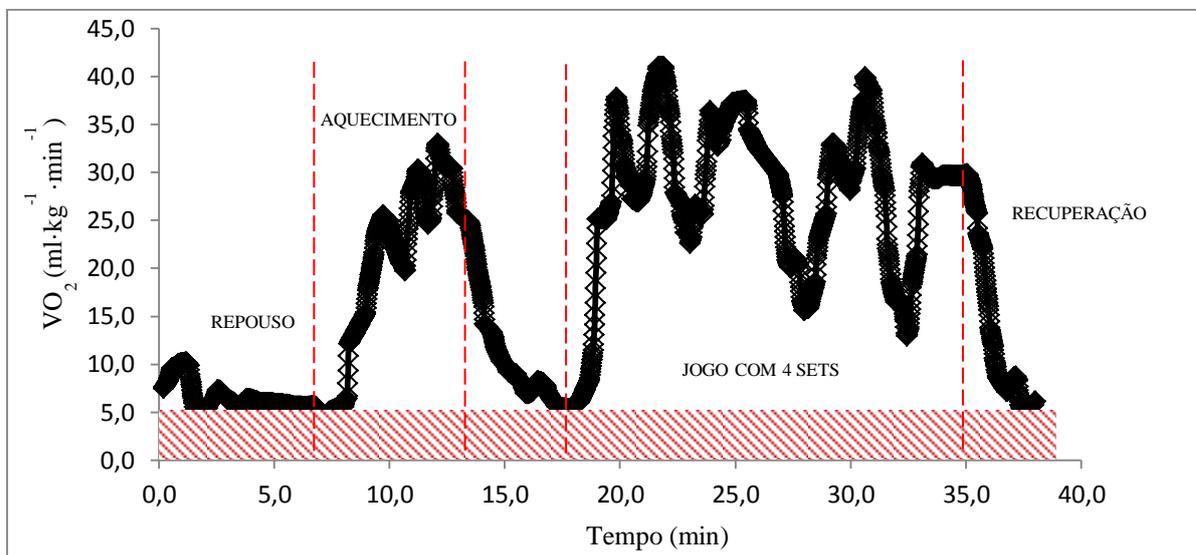


Figura 1 - Comportamento do consumo de oxigênio mensurado do início do repouso até o final do período de recuperação do mesatênista 1.

6.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de Shapiro Wilk foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados. Todos os resultados foram apresentados em média e desvio padrão, exceto para as variáveis temporais DR, TP, NRR, DTJ e E:P que foram relatadas em mediana, em decorrência dessas variáveis não terem apresentado distribuição normal. Foi utilizada *ANOVA one way* de medidas repetidas para comparar o tempo dispendido nas faixas utilizadas para a estratificação do VO_2 mensurado durante o jogo ($\geq 90\%$ do $\text{VO}_{2\text{MAX}}$, 70-90% do $\text{VO}_{2\text{MAX}}$, 50-70% do $\text{VO}_{2\text{MAX}}$ e $< 50\%$ do $\text{VO}_{2\text{MAX}}$) e também para comparar as contribuições dos três metabolismos energéticos em todas as unidades ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$, kJ e %). O teste de *Mauchly* foi aplicado para análise da esfericidade que caso violada, foi adotada a correção de *Greenhouse-Geisser*. O *post-hoc* de *Bonferroni* foi utilizado caso necessário. Todas as análises foram feitas no pacote estatístico IBM SPSS Statistics (versão 20.0) e o nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$).

6.4 RESULTADOS

A análise dos resultados obtidos no teste incremental demonstrou que o $\text{VO}_{2\text{max}}$, FC_{MAX} , V_{MAX} e PCR dos mesatenistas foram de $42,4 \pm 5,2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, $187,0 \pm 8,5 \text{ bpm}$, $13,6 \pm 1,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ e $10,8 \pm 0,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ respectivamente. O PCR- VO_2 e PCR-FC foram de $38,6 \pm 4,6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $165,7 \pm 9,0 \text{ bpm}$ respectivamente, enquanto o PCR correspondeu a $79,4 \pm 4,7\%$ da V_{MAX} e o PCR- VO_2 representou $91,3 \pm 4,5\%$ do $\text{VO}_{2\text{max}}$. Os resultados para o VO_2 , FC, [Lac] e PSE obtidos nos jogos de tênis de mesa são apresentados na tabela 1. A estratificação do VO_2 mensurado durante todo o jogo em faixas de intensidade expressas percentualmente em relação ao $\text{VO}_{2\text{max}}$ foi apresentada na figura 2. Diferenças significativas foram encontradas entre as faixas de 70 a 90% do $\text{VO}_{2\text{max}}$ e maior ou igual a 90% do $\text{VO}_{2\text{max}}$ ($p = 0,001$). Além disso, as variáveis temporais apresentadas em medianas (1^o-3^o quartil) corresponderam a 3,1 (2,5-4,0 s) e 7,5 segundos (5,6-10,0 s) para o DR e TI respectivamente, o que resultou em 0,4 para a E:P, enquanto o NRR foi de 4,0 (2,0-5,0) a DTJ foi de 25,6 minutos. A análise das contribuições dos metabolismos energéticos evidenciou que o sistema aeróbio foi o mais utilizado ($72,0 \pm 2,2\%$) nos jogos de tênis de mesa, seguido pelo sistema anaeróbio alático ($27,2 \pm 2,4\%$) e anaeróbio láctico ($0,8 \pm 0,5\%$) (tabela 2).

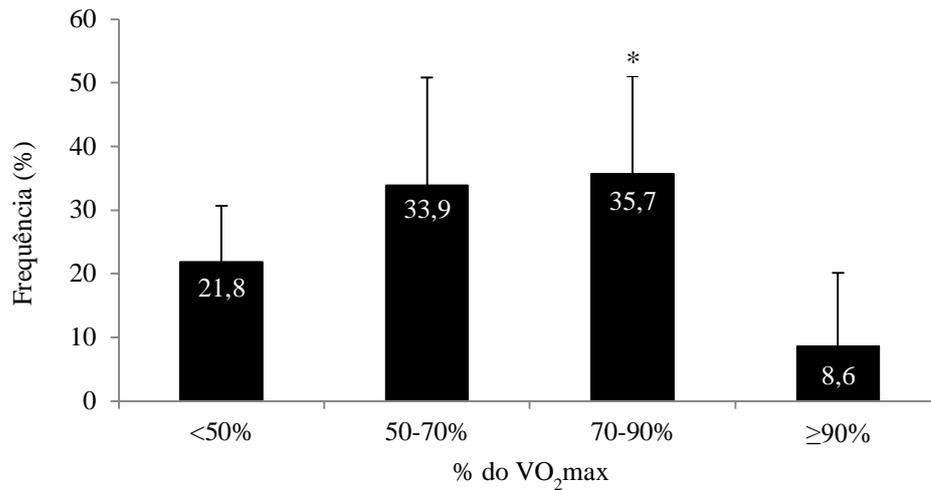


Figura 2 - Estratificação do VO₂ mensurado durante os jogos analisados em relação ao VO₂max.

* Diferente da faixa ≥90% do VO₂max.

Tabela 1 - Respostas fisiológicas e perceptivas dos mesatenistas obtidas nos jogos simulados de tênis de mesa.

Variável	Média±Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)	Amplitude
VO _{2-REP} (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	5,5±1,1	19,1	3,8-7,7
VO _{2-PICO} (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	40,9±6,8	16,6	31,1-52,2
VO _{2-MÉDIA} (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	29,5±5,0	17,0	21,4-37,6
VO _{2-INT} (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	21,6±4,0	18,5	15,9-27,8
FC-PICO (bpm)	165,3±16,7	10,1	133,4-183,0
FC-MÉDIA (bpm)	139,3±13,7	9,9	116,0-157,2
[Lac] _{REP} (mmol·L ⁻¹)	1,4±0,4	30,9	0,9-2,3
[Lac] _{MÉDIA} (mmol·L ⁻¹)	1,5±0,5	33,6	0,8-2,5
[Lac] _{PICO} (mmol·L ⁻¹)	1,9±0,8	39,2	0,9-3,2
PSE	13,3±2,0	15,1	9,0-15,0
VO _{2-PICO} —VO _{2MAX} (%)	96,5±11,7	12,1	79,4-116,0
VO _{2-MÉDIA} —VO _{2MAX} (%)	70,5±9,4	13,3	56,8-82,3
VO _{2-INT} —VO _{2MAX} (%)	51,0±6,7	13,1	41,6-59,3
FC-PICO—FC _{MAX} (%)	87,9±10,5	11,9	69,5-103,4
FC-MÉDIA—FC _{MAX} (%)	74,1±8,9	12,0	60,4-90,2

Legenda: VO_{2-REP} = consumo de oxigênio em repouso, VO_{2-PICO} = consumo pico de oxigênio, $VO_{2-MÉDIA}$ = média do consumo de oxigênio durante os *sets*, VO_{2-INT} = média do consumo de oxigênio nos intervalos entre *sets*, FC_{PICO} = frequência cardíaca pico, $FC_{MÉDIA}$ = frequência cardíaca média, $[Lac]_{REP}$ = concentrações sanguíneas de lactato em repouso, $[Lac]_{MÉDIA}$ = média das concentrações sanguíneas de lactato, $[Lac]_{PICO}$ = pico das concentrações sanguíneas de lactato, PSE = percepção subjetiva de esforço, $VO_{2-PICO}-VO_{2MAX}$ = consumo pico de oxigênio expresso percentualmente em relação ao consumo máximo de oxigênio, $VO_{2-MÉDIA}-VO_{2MAX}$ = média do consumo de oxigênio durante os *sets* expresso percentualmente em relação ao consumo máximo de oxigênio, VO_{2-INT} = média do consumo de oxigênio nos intervalos entre *sets* expresso percentualmente em relação ao consumo máximo de oxigênio, $FC_{PICO}-FC_{MAX}$ = frequência cardíaca pico expressa percentualmente em relação à frequência cardíaca máxima do teste incremental, $FC_{MÉDIA}-FC_{MAX}$ = frequência cardíaca média expressa percentualmente em relação à frequência cardíaca máxima do teste incremental.

Tabela 2 - Contribuições dos metabolismos energéticos nos jogos simulados de tênis de mesa.

	Aeróbio	Anaeróbio alático	Anaeróbio láctico	Total
ml $O_2 \cdot kg^{-1}$	514,7±194,4 ^{a,b}	193,9±77,3 ^b	6,2±4,7	714,8±271,0
kJ	802,0±228,5 ^{a,b}	303,7±98,9 ^b	9,1±6,3	1114,8±323,1
kcal	191,9±54,7	72,7±23,6	2,2±1,5	266,7±77,3
%	72,0±2,2 ^{a,b}	27,2±2,4 ^b	0,8±0,5	100,0

a = Diferente da contribuição do sistema anaeróbio alático ($p < 0,001$)

b = Diferente da contribuição do sistema anaeróbio láctico ($p < 0,001$)

6.5 DISCUSSÃO

De acordo com o conhecimento dos autores, esse é o primeiro estudo a estimar as contribuições individuais dos metabolismos energéticos em jogos de tênis de mesa. Os principais achados demonstram que os sistemas aeróbio (72,0%) e anaeróbio alático (ATP-CP) (27,2%) foram os principais metabolismos exigidos durante os jogos, de modo que a participação do metabolismo anaeróbio láctico é quase desprezível (0,8%).

Diversos trabalhos têm relatado que o sistema aeróbio possui funções importantes nos esportes com raquete^{9,12,13,15}, em virtude de sua atuação durante as pausas para restaurar os estoques da fosfocreatina utilizada nos esforços, pela produção de energia nos períodos de baixa e moderada intensidade e também por permitir a realização de vários esforços repetidos em alta intensidade³³⁻³⁶. Desta forma, a maior duração das pausas (7,5 s) em relação aos esforços (3,1 s) e a estratificação do VO_2 do jogo em relação ao VO_{2max} fundamentam o predomínio do sistema aeróbio dentre os três metabolismos no tênis de mesa, de modo que a demanda aeróbia exigida no jogo é inferior à demanda correspondente ao ponto de compensação respiratória (~91% do VO_{2max}) em aproximadamente 90% da duração total das partidas (figura 2). Esses resultados são reforçados pela PSE (13,3±2,0) e $FC_{MÉDIA}$ (~75% da

FC_{MAX}) encontradas no estudo, demonstrando que o tênis de mesa é caracterizado por baixas a moderadas demandas fisiológicas, tal como vem sendo sugerido por outros autores^{10,17}.

Em decorrência do predomínio do sistema aeróbio nos jogos de tênis de mesa, esperava-se que o VO₂max dos mesatenistas participantes fosse inferior ao de atletas de *endurance* (70,6±4,5 ml·kg⁻¹·min⁻¹)³⁷, mas que ao menos seria similar ao encontrado em atletas dos esportes com raquete. Contudo, o VO₂max dos mesatenistas avaliados foi significativamente inferior (42,4±5,2 ml·kg⁻¹·min⁻¹) em comparação aos atletas do tênis de quadra (57,3±5,1 ml·kg⁻¹·min⁻¹)³⁸, badminton (56,9±3,7 ml·kg⁻¹·min⁻¹)³⁹, squash (63,6±3,0 ml·kg⁻¹·min⁻¹)⁹, assim como em relação aos mesatenistas de nível elite (62,1±5,1 ml·kg⁻¹·min⁻¹) e regional (48,6±4,8 ml·kg⁻¹·min⁻¹) da República Tcheca⁴⁰.

Embora os mesatenistas do presente estudo pertençam às duas primeiras divisões nacionais brasileiras dentre um total de 14 divisões, em termos de aptidão aeróbia esses atletas são semelhantes a mesatenistas recreacionais (42,7±4,2 ml·kg⁻¹·min⁻¹)⁴⁰, sugerindo que para competir nas principais divisões do tênis de mesa brasileiro não é necessário possuir valores elevados de VO₂max. A elevada participação aeróbia verificada nos jogos do presente estudo evidencia a importância desse metabolismo no tênis de mesa, mas infelizmente nota-se que aparentemente a melhora do sistema aeróbio não é explorada nos treinamentos dos mesatenistas brasileiros de nível nacional, principalmente ao considerar que o VO₂max dos nossos voluntários é bastante inferior ao de mesatenistas de elite⁴⁰. De modo geral, esse contexto é compreensível, de modo que poucos técnicos no mundo dão importância à aptidão aeróbia em virtude da maioria dos treinadores acreditarem que os treinamentos no tênis de mesa devem contemplar somente aspectos técnicos e táticos⁴¹.

Ao passo que o sistema aeróbio atua nos intervalos de recuperação, o sistema ATP-CP é o principal responsável pela ressíntese de energia durante os períodos de esforço nos esportes com raquete, que são representados pelos pontos disputados entre os atletas para determinar o vencedor da partida^{10,11,14,17}. Enquanto isso, a participação do sistema anaeróbio láctico durante os jogos analisados foi insignificante (menor que 1%). Esses resultados são justificados pela curta duração do *rally* (3,1 s) e pela discreta diferença entre a [Lac]_{MÉDIA} (1,5±0,5 mmol·L⁻¹) e [Lac]_{PICO} (1,9±0,5 mmol·L⁻¹) em relação a [Lac]_{REP} (1,4±0,4 mmol·L⁻¹). Resultados similares foram obtidos para a média lactacidêmica em confrontos oficiais realizados entre mesatenistas de nível nacional (1,7±0,5 mmol·L⁻¹) e regional (1,9±0,8 mmol·L⁻¹)¹⁰, assim como em jogos simulados realizados entre mesatenistas de nível internacional (1,1±0,2 mmol·L⁻¹)¹⁷, indicando que a participação do sistema anaeróbio láctico no tênis de mesa é baixa independentemente do nível de *performance* dos atletas. Portanto,

sugere-se que o aprimoramento dos metabolismos aeróbio e ATP-CP seja buscado pelos treinadores e preparadores físicos de mesatenistas de todos os níveis.

Estudos prévios já haviam sugerido que os sistemas aeróbio e ATP-CP eram as vias energéticas mais exigidas em jogos de tênis de mesa, embasando essa suposição por meio da mensuração de variáveis temporais, respostas lactacidêmicas e consumo de oxigênio^{10,17}. Entretanto, o uso isolado desses fatores não permitiu estimar individualmente a contribuição de cada metabolismo energético, principalmente os sistemas ATP-CP e glicolítico, o que pode resultar em erros na estimativa da participação anaeróbia total. Por esses motivos, no presente estudo foram adotados procedimentos metodológicos mais robustos para estimar as contribuições dos sistemas energéticos no tênis de mesa, baseando-se em condições relatadas em investigações prévias^{23-25,42}, de maneira que os mesmos procedimentos foram utilizados em diversos esportes, como remo¹⁸, karate^{19,20}, taekwondo²¹, escalada²² e judô⁴³, assim como em protocolos de avaliação^{25,44}.

Esses procedimentos metodológicos permitiram estimar as contribuições energéticas de esportes e exercícios que são difíceis de serem reproduzidos em um ambiente laboratorial⁴⁵, de modo que até o presente momento, esse é o único procedimento validado⁴⁶ capaz de discriminar individualmente a contribuição dos três sistemas energéticos. Contudo, esse método apresenta algumas limitações, como os custos elevados para obter os equipamentos necessários (analisador de gases e lactímetro) para estimar as participações metabólicas, exigindo também a presença de pessoas especializadas e treinadas durante a coleta de dados. Além do lactato sanguíneo não representar exatamente o lactato total produzido pelo músculo durante o exercício⁴⁵, deve-se considerar que as contribuições anaeróbias neste método são dependentes do valor assumido para o equivalente de oxigênio do delta de lactato e da suposição sobre o componente rápido do EPOC estimar apropriadamente a participação do metabolismo anaeróbio alático.

6.6 CONCLUSÃO

Foi constatado que os sistemas aeróbio (72,0%) e anaeróbio alático (27,2%) são os metabolismos energéticos mais utilizados em jogos de tênis de mesa, enquanto o sistema anaeróbio láctico teve uma participação bastante reduzida (0,8%). A natureza bioenergética do tênis de mesa deve ser considerada na elaboração dos treinamentos técnicos e físicos, de modo que os atletas estejam preparados para as demandas metabólicas específicas encontradas em jogos da modalidade. Deve-se considerar que os procedimentos

metodológicos utilizados no presente estudo apresentam limitações, de modo que os resultados representam estimativas das contribuições dos sistemas energéticos e não uma determinação exata da participação de cada metabolismo. Contudo, no estado atual do conhecimento científico, este método é o único procedimento que tem possibilitado estimar individualmente a contribuição percentual de cada via metabólica. Novos estudos devem ser realizados para investigar a influência do sexo, nível de desempenho e estilo de jogo nas contribuições dos sistemas aeróbio e anaeróbios durante partidas de tênis de mesa, além de comparar os aspectos metabólicos entre jogos oficiais e simulados, pois até o presente momento não foram encontradas investigações relatando as respostas fisiológicas e contribuições bioenergéticas em competições oficiais de tênis de mesa.

6.7 REFERÊNCIAS

- 1- Lees A. Science and the major racket sports: a review. *J Sports Sci.* 2003; 21(9):707-732.
- 2- Lanzoni IM, Michele RD, Merni F. A notational analysis of shot characteristics in top-level table tennis players. *Eur J Sport Sci.* 2013.
- 3- Zhang H, Liu W, Hu JJ, Liu RZ. Evaluation of elite table tennis players' technique effectiveness. *J Sports Sci.* 2013.
- 4- Coelho RW, Keller B, Kuczynski KM, Ribeiro E Jr, Lima MC, Gregoggy D, Stefanello JM. Use of multimodal imagery with precompetitive anxiety and stress of elite tennis players. *Percept Mot Skills.* 2012; 114(2):419-28.
- 5- Leite JVM, Madrid B, Bezerra RFA. Regulação da ativação fisiológica e cognitiva no tênis de mesa. *Rev Motric.* 2012; 8(2):1089-1096.
- 6- Smekal G, Duvillard SPV, Rihacek C, Pokan R, Hofmann P, Baron R, Tschan H, Bachl N. A physiological profile of tennis match play. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(6):999-1005.

- 7- Hornery DJ, Farrow D, Mujika I, Young W. An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *Br J Sports Med.* 2007; 41(8):531-6.
- 8- Montpetit RR. Applied physiology of squash. *Sports Med.* 1990; 10(1):31-41.
- 9- Girard O, Chevalier R, Habrard M, Sciberras P, Hot P, Millet GP. Game analysis and energy requirements of elite squash. *J Strength Cond Res.* 2007; 21(3):909-14.
- 10- Zagatto AM, Morel EA, Gobatto CA. Physiological responses and characteristics of table tennis matches determined in official tournaments. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(4):942-9.
- 11- Fernandez-Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Fernandez-Garcia B, Terrados N. Match activity and physiological responses during a junior female singles tennis tournament. *Br J Sports Med.* 2007; 41(11):711-16.
- 12- Manrique DC, González-Badillo JJ. Analysis of the characteristics of competitive badminton. *Br J Sports Med.* 2003; 37(1):62-66.
- 13- Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Pluim BM. Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med.* 2006; 40(5):387-91.
- 14- Mendez-Villanueva A, Fernandez-Fernandez J, Bishop D, Fernandez-Garcia B, Terrados N. Activity patterns, blood lactate concentrations and rating of perceived exertion during a professional singles tennis tournament. *Br J Sports Med.* 2007; 41(5):296-300.
- 15- Kovacs MS. Applied physiology of tennis performance. *Br J Sports Med.* 2006; 40(5):381-5.
- 16- Fernandez-Fernandez J, Sanz-Rivas D, Fernandez-Garcia B, Mendez-Villanueva A. Match activity and physiological load during a clay-court tennis tournament in elite female players. *J Sports Sci.* 2008; 26(14):1589-95.

- 17- Sperlich B, Koehler K, Holmberg H-C, Zinner C, Mester J. Table Tennis: cardiorespiratory and metabolic analysis of match and exercise in elite junior national players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011; 6(2):234-42.
- 18- Mello FC, Bertuzzi RCM, Grangeiro PM, Franchini E. Energy systems contributions in 2,000 m race simulation: a comparison among rowing ergometers and water. *Eur J Appl Physiol.* 2009;107(5):615-9.
- 19- Doria C, Veicsteinas A, Limonta E, Maggioni MA, Aschieri P, Eusebi F, Fano G, Pietrangelo T. Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes. *Eur J Appl Physiol.* 2009; 107(5):603-10.
- 20- Beneke R, Beyer T, Jachner C, Erasmus J, Hutler M. Energetics of karate kumite. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 92(4-5):518-23.
- 21- Campos FA, Bertuzzi R, Dourado AC, Santos VG, Franchini E. Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *Eur J Appl Physiol.* 2012; 112(4):1221-8
- 22- Bertuzzi RCM, Franchini E, Kokubun E, Kiss MAPDM. Energy system contributions in indoor rock climbing. *Eur J Appl Physiol.* 2007; 101(3):293-300.
- 23- Margaria R, Edwards HT, Dill DB. The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. *Am J Physiol.* 1933; 106:689-715.
- 24- Di Prampero PE, Ferreti G. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. *Respir Physiol.* 1999; 118(2-3):103-15.
- 25- Beneke R, Pollmann C, Bleif I, Leithäuser RM, Hütler M. How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans? *Eur J Appl Physiol.* 2002; 87(4-5):388-92.

- 26- Hausswirth C, Bigard AX, Le Chevalier JM. The Cosmed K4 telemetry system as an accurate device for oxygen uptake measurements during exercise. *Int J Sports Med*. 1997; 18(6):449-53.
- 27- Zagatto A, Miranda MF, Gobatto CA. Critical power concept adapted for the specific table tennis test: comparisons between exhaustion criteria, mathematical modeling, and correlation with gas exchange parameters. *Int J Sports Med*, 2011; 32(7):503-10.
- 28- Meyer T, Lucia A, Earnest CP, Kindermann W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters--theory and application. *Int J Sports Med*. 2005; 26(Suppl 1):S38-48.
- 29- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14(5):377-81.
- 30- Federação Internacional de Tênis de Mesa. The Laws of Table Tennis, ITTF Regulation Handbook. Disponível em: http://www.ittf.com/ittf_handbook. Acesso em 11 de agosto de 2013.
- 31- Tomlin DL, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med*. 2001; 31(1):1-11.
- 32- Gastin P. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*. 2001; 31(10):725-741.
- 33- Essen B. Studies in regulation of metabolism in human skeletal muscle using intermittent exercise as an experimental model. *Acta Physiol Scand*. 1978; 454(Supl):1-32.
- 34- Girard O, Lattier G, Micallef JP et al. Changes in exercise characteristics, maximal voluntary contraction, and explosive strength during prolonged tennis playing. *Br J Sports Med*. 2006; 40:521-6.
- 35- König D, Huanker M, Schmid A, et al. Cardiovascular, metabolic and hormonal parameters in professional tennis players. *Med Sci Sports Exerc*. 2001; 33:654-8.

- 36- Glaister M. Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sport Med.* 2005; 35:757-777.
- 37- Wilhite DP, Mickleborough TD, Laymon AS, Chapman RF. Increases in VO_2max with "live high-train low" altitude training: role of ventilatory acclimatization. *Eur J Appl Physiol.* 2013; 113(2):419-26.
- 38- Smekal G, Duvillard SPV, Pokan R, Tschan H, Baron R, Hofmann P, Wonisch M, Bachl N. Changes in blood lactate and respiratory gas exchange measures in sports with discontinuous load profiles. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(5):489-95.
- 39- Ooi CH, Tan A, Ahmad A, Kwong KW, Sompong R, Ghazali KA, Liew SL, Chai WJ, Thompson MW. Physiological characteristics of elite and sub-elite badminton players. *J Sports Sci.* 2009; 27(14):1591-9.
- 40- Suchomel A. A Comparison of Exercise Intensity on Different Player Levels in Table Tennis. *Int J Tab Ten Sci.* 2010; 6:79-82.
- 41- Kondrič M, Zagatto AM, Sekulić D. The physiological demands of table tennis: a review. *J Sports Sci Med.* 2013; 12(3):362-70.
- 42- Haseler LJ¹, Hogan MC, Richardson RS. Skeletal muscle phosphocreatine recovery in exercise trained humans is dependent on O_2 availability. *J Appl Physiol.* 1985; 86(6):2013-8.
- 43- Franchini E, Sterkowicz S, Szmatlan-Gabrys U, Gabrys T, Garnys M. Energy system contributions to the special judo fitness test. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011; 6(3):334-43.
- 44- Bertuzzi R, Nascimento EM, Urso RP, Damasceno M, Lima-Silva AE. Energy system contributions during incremental exercise test. *J Sports Sci.* 2013; 12(3):454-60.

- 45- Artioli GG, Bertuzzi RC, Roschel H, Mendes SH, Lancha AH Jr, Franchini E. Determining the contribution of the energy systems during exercise. *J Vis Exp.* 2012; 61:3413.
- 46- Bertuzzi RC, Franchini E, Ugrinowitsch C, Kokubun E, Lima-Silva AE, Pires FO, Nakamura FY, Kiss MA. Predicting MAOD using only a supramaximal exhaustive test. *Int J Sports Med.* 2010. 31(7):477-81.
- 47- Howley ET, Basset DR, Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Me Sci Sports Exerc.* 1995. 27(9):1292-301.

8 CONCLUSÕES DA DISSERTAÇÃO

No estudo 1, foi constatado que os jogos de tênis de mesa de elite apresentaram esforços (3,3 s) com uma duração aproximadamente 6 vezes menor em relação às pausas (18,6), o que resultou em uma razão entre esforço e pausa de 0,18. A estrutura temporal do tênis de mesa de elite sofreu modificações ao longo do período investigado (2009-2012) e no decorrer das fases eliminatórias (quartas de finais, semifinais e finais), de modo que a duração do *rally* diminuiu ao longo dos três eventos, enquanto a pausa aumentou de 2009 para 2011 e voltou a diminuir em 2012. O *rally* também teve sua duração reduzida ao comparar quartas de finais com as semifinais e finais, enquanto a pausa entre esforços aumentou ao comparar quartas de finais com semifinais e finais.

No estudo 2, concluiu-se que os metabolismos aeróbio (72,0%) e anaeróbio alático (27,2%) foram os sistemas energéticos mais atuantes nos jogos simulados de tênis de mesa realizados entre mesatenistas de nível nacional, de modo que a participação do metabolismo anaeróbio láctico pode ser considerada insignificante (0,8%).

8 REFERÊNCIAS

- 1 Lees A. Science and the major racket sports: a review. *J Sports Sci.* 2003; 21(9):707-732.
- 2 Zagatto AM, Papoti M, Gobatto CA. Anaerobic capacity may not be determined by critical power model in elite table tennis players. *J Sports Sci Med.* 2008; 7(1):54-9.
- 3 Zagatto AM, Morel EA, Gobatto CA. Physiological responses and characteristics of table tennis matches determined in official tournaments. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(4):942-9.
- 4 Steininger K, Wodick RE. Sports-specific fitness testing in squash. *Br J Sports Med.* 1987; 21(2):23-6.
- 5 Mahoney CA, Todd MK. The psychological skills of Britain's top young squash players. In: Lees A, Maynard I, Hughes M, Reilly T. *Science and Racket Sports II.* Londres: E & FN Spon; 1998. p.168-183.
- 6 Smekal G, Pokan R, Duvillard SPV, Baron R, Tschan H, Bachl N. Comparison of laboratory and "on-court" endurance testing in tennis. *Int J Sports Med.* 2000; 21(4):242-9.
- 7 Girard O, Sciberras P, Habrard M, Hot P, Chevalier R, Millet GP. Specific incremental test in elite squash players. *Br J Sports Med.* 2005; 39(12):921-26.
- 8 Girard O, Lattier G, Micallef J-P, Millet GP. Changes in exercise characteristics, maximal voluntary contraction, and explosive strength during prolonged tennis playing. *Br J Sports Med.* 2006; 40(6):521-26.
- 9 Hornery DJ, Farrow D, Mujika I, Young W. An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *Br J Sports Med.* 2007; 41(6):531-36.

- 10 Wilkinson M, Leedale-Brown D, Winter EM. . Validity of a squash-specific fitness test. *Int J Sports Physiol Perform.* 2009; 4(1):29-40.
- 11 Kovacs MS. Tennis physiology: Training the competitive athlete. *Sports Med.* 2007; 37(3):189-98.
- 12 Johnson CD, Mchugh MP. Performance demands of professional male tennis players. *Br J Sports Med.* 2006; 40(8):696-99.
- 13 Roetert EP, Brown SW, Piorkowski PA, Woods RB. Fitness comparisons among three different levels of elite tennis players. *J Strength Cond Res.* 1996; 10(6):139-43.
- 14 Fernandez-Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Fernandez-Garcia B, Terrados N. Match activity and physiological responses during a junior female singles tennis tournament. *Br J Sports Med.* 2007; 41(11):711-16.
- 15 Mercier M, Beillot J, Gratas A, Rochcongar P, Lessard Y. Adaptation to work load in squash players: Laboratory tests and on-court recordings. *J Sports Med Phys Fitness.* 1987; 27(1):98-104.
- 16 Girard O, Chevalier R, Habrard M, Sciberras P, Hot P, Millet PG. Game analysis and energy requirements of elite squash. 2007; 21(3):909-914.
- 17 Carlson J, Tyrrell J, Naughton G, Laussen S, Portier B. Physiological responses during badminton games by elite Australian players. *Badminton Sidelines.* 1985; 13:17-20.
- 18 Manrique DC, González-Badillo JJ. Analysis of the characteristics of competitive badminton. *Br J Sports Med.* 2003; 37(1):62-66.
- 19 Sperlich B, Koehler K, Holmberg H-C, Zinner C, Mester J. Table Tennis: cardiorespiratory and metabolic analysis of match and exercise in elite junior national players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011; 6(2):234-42.

- 20 Comitê Olímpico Internacional. Table Tennis Equipment and History. Disponível em: <<http://www.olympic.org/table-tennis-equipment-and-history?tab=history>>. Acesso em 04 de agosto de 2012.
- 21 Montpetit RR. Applied physiology of squash. *Sports Med.* 1990; 10(1):31-41.
- 22 Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Pluim BM. Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med.* 2006; 40(5):387-91.
- 23 Mello FC, Bertuzzi RCM, Grangeiro PM, Franchini E. Energy systems contributions in 2,000 m race simulation: a comparison among rowing ergometers and water. *Eur J Appl Physiol.* 2009;107(5):615-9.
- 24 Beneke R, Beyer T, Jachner C, Erasmus J, Hutler M. Energetics of karate kumite. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 92(4-5):518-23.
- 25 Doria C, Veicsteinas A, Limonta E, Maggioni MA, Aschieri P, Eusebi F, Fano G, Pietrangelo T. Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes. *Eur J Appl Physiol.* 2009; 107(5):603-10.
- 26 Campos FA, Bertuzzi R, Dourado AC, Santos VG, Franchini E. Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *Eur J Appl Physiol.* 2012; 112(4):1221-8
- 27 Franchini E, Sterkowicz S, Szmatlan-Gabrys U, Gabrys T, Garnys M. Energy system contributions to the special judo fitness test. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011; 6(3):334-43.
- 28 Bertuzzi RCM, Franchini E, Kokubun E, Kiss MAPDM. Energy system contributions in indoor rock climbing. *Eur J Appl Physiol.* 2007; 101(3):293-300.
- 29 Mendez-Villanueva A, Fernandez-Fernandez J, Bishop D, Fernandez-Garcia B, Terrados N. Activity patterns, blood lactate concentrations and rating of perceived

- exertion during a professional singles tennis tournament. *Br J Sports Med.* 2007; 41(5):296-300.
- 30 Sprigings E, Marshall R, Elliot B, Jennings L. A 3-D kinematic method for determining the effectiveness of arm segment rotations in producing racket head speed. *J Biomech.* 1994; 27(3):245-54.
- 31 Bahamonde RE. Changes in angular momentum during the tennis serve. *J Sports Sci.* 2000; 18(8):579-92.
- 32 Terry PC. Mental training for junior tennis players resident at the Rover L. T. A. School, Bisham Abbey 1987-1993: issues of delivery and evaluation. In: Reilly T, Hughes M, Less A. *Science and Racket Sports.* Londres: E & F Spon; 1995. p.212-220.
- 33 Leite JVM, Madrid B, Bezerra RFA. Regulação da ativação fisiológica e cognitiva no tênis de mesa. *Rev Motric.* 2012; 8(2):1089-1096.
- 34 Girard O, Millet GP. Neuromuscular fatigue in racquet sports. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2009; 20(1):161-73.
- 35 Hughes M. The application of notational analysis to racket sports. In: Lees A, Maynard I, Hughes M, Reilly T. *Science and Racket Sports II.* Londres: E & F Spon; 1998. p.211-220.
- 36 Baron R, Petschnig R, Bachl N, Raberger G, Smekal G, Kastner P. Catecholamine excretion and heart rate as factors of psychophysical stress in table tennis. *Int J Sports Med.* 1992 Oct;13(7):501-5.
- 37 Ferrauti A, Bergeron MF, Pluim B, Weber K. Physiological responses in tennis and running with similar oxygen uptake. *Eur J Appl Physiol.* 2001; 85(1-2):27-33.

- 38 Smekal G, Duvillard SPV, Pokan R, Tschan H, Baron R, Hofmann P, Wonisch M, Bachl N. Changes in blood lactate and respiratory gas exchange measures in sports with discontinuous load profiles. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(5):489-95.
- 39 Kovacs MS. Applied physiology of tennis performance. *Br J Sports Med.* 2006; 40(5):381-5.
- 40 Smekal G, Duvillard SPV, Rihacek C, Pokan R, Hofmann P, Baron R, Tschan H, Bachl N. A physiological profile of tennis match play. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(6):999-1005.
- 41 Duthie G, Pyne D, Hooper S. Applied physiology and game analysis of rugby union. *Sports Med.* 2003; 33(13):973-91.
- 42 Wonisch W.; Hofmann P.; Schwabberger G, Duvillard SPV, Klein W. Validation of a field test for the non-invasive determination of badminton specific aerobic performance. *Br J Sports Med.* 2003; 37(2):115-118.
- 43 Therminarias A, Dansou P, Chirpaz MF, Eterradosi J, Frave-Juvin A. Cramps, heat stroke and abnormal biological responses during a strenuous tennis match. In: Reilly T, Hughes M, Lees A. *Science and Racket Sports.* Londres: E & FN Spon; 1995. p. 28-31.
- 44 O' Donoghue P, Ingram B. A notational analysis of elite tennis strategy. *J Sports Sci.* 2001; 19(2):107-15.
- 45 Di Prampero PE, Ferreti G. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. *Respir Physiol.* 1999; 118(2-3):103-15.
- 46 Beneke R, Pollmann C, Bleif I, Leithäuser RM, Hütler M. How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans? *Eur J Appl Physiol.* 2002; 87(4-5):388-92.

- 47 Margaria R, Edwards HT, Dill DB. The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. *Am J Physiol.* 1933; 106:689-715.
- 48 Artioli GG, Bertuzzi RC, Roschel H, Mendes SH, Lancha AH Jr, Franchini E. Determining the contribution of the energy systems during exercise. *J Vis Exp.* 2012; 61:3413.
- 49 MedbØ, JI, Tabata, I. Anaerobic energy release in working muscle during 30 s to 3 min of exhausting bicycling. *J App Phy.* 1993; 75(4):1654-1660.

APÊNDICE

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Este estudo está sendo conduzido pelo pesquisador Jorge Vieira de Mello Leite.

O objetivo geral desse estudo é analisar as características notacionais e bioenergéticas do jogo de tênis de mesa, parâmetros da aptidão cardiorrespiratória e técnica de mesatenistas de nível nacional, além de verificar as associações entre esses parâmetros (cardiorrespiratórios e técnicos) e o desempenho.

Para participar desse estudo você deve ter entre 16 e 35 anos, ser do sexo masculino, praticar tênis de mesa consecutivamente a no mínimo 3 anos e pelo menos 8 horas semanais, ter participado de duas competições nacionais em 2012 e estar com seu *ranking* atualizado pela Confederação Brasileira de Tênis de Mesa. Além disso, você não poderá ser voluntário do estudo se você for fumante ou apresentar histórico e/ou risco de lesões osteomioarticulares, problemas cardíacos, respiratórios, metabólicos, funcionais ou utilizar materiais de jogo proibidos pela Federação Internacional de Tênis de Mesa (ITTF). Para detectar esses fatores, você será submetido a uma anamnese e a uma aferição da pressão arterial de repouso.

Os procedimentos experimentais desse estudo envolvem sua participação em duas partidas de tênis de mesa jogadas até 7 *sets*, sendo que em uma das partidas você utilizará um analisador de gases portátil preso ao tórax e uma máscara para análise das variáveis respiratórias. Nessa mesma partida também serão coletadas pequenas quantidades de sangue do lóbulo da orelha utilizando lancetas descartáveis e tubos capilares, para que sejam determinadas as concentrações sanguíneas de lactato. Durante os jogos você também utilizará um cardiofrequencímetro. Além das partidas de tênis de mesa, você será submetido a três testes, sendo um teste incremental na esteira e um teste incremental no robô lançador de bolas de tênis de mesa. O terceiro teste será um teste intermitente no robô lançador de bolas para simular uma partida contra o robô. Os testes incrementais serão testes máximos, até que você entre em exaustão voluntária, ou seja, que corresponde ao momento que você não suporte mais a intensidade de exercício imposta no teste. Nos três testes você utilizará o analisador de gases portátil preso ao tórax, o frequencímetro e também serão feitas coletas de sangue do lóbulo da orelha. Todos os procedimentos serão feitos utilizando luvas cirúrgicas e matérias descartáveis individuais. Durante os testes, sua frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço serão monitoradas para aumentar sua segurança durante os procedimentos.

Para analisar a sua composição corporal, você será submetido a um exame no equipamento de absorptometria com Raios-X de dupla energia (DEXA), modelo Hologic Discovery C NP703-1, possibilitando mensurar a sua massa corporal, percentual de gordura, massa magra, massa gorda e densidade mineral óssea.

Durante sua participação no estudo, você não poderá participar de treinamentos ou outros exercícios físicos, pois esses podem comprometer o seu desempenho nas avaliações. Também solicitaremos que você não consuma bebidas com álcool, cafeína ou estimulantes durante sua participação no estudo, que terá a duração de 1 semana. Todos os testes serão realizados no período matutino e vespertino. Também será solicitado a você que faça uma refeição leve sempre duas horas antes de cada teste. Nesse estudo tem-se o objetivo de avaliar em torno de 15 pessoas.

Esses procedimentos experimentais (análise das variáveis respiratórias, análise da frequência cardíaca, composição corporal, coletas de sangue) já foram realizados em diversos outros estudos científicos, inclusive no tênis de mesa, de modo que a parte metodológica desses procedimentos já está bem estabelecida, entretanto as respostas fisiológicas durante os jogos e testes que serão investigados ainda não estão totalmente esclarecidas. O pesquisador responsável possui experiência em todos os procedimentos de coleta.

Durante os testes, você pode apresentar desconfortos respiratórios e dores musculares em virtude do esforço exigido, como qualquer outro esforço realizado durante exercícios da rotina de treinamentos a qual você já é frequentemente submetido. Será dado o tempo necessário para a sua recuperação entre um teste e outro e antes dos testes você será familiarizado com os procedimentos. A coleta de 1 gota de sangue capilarizado do lóbulo da orelha pode resultar em dor no local da picada da lanceta.

A análise da contribuição energética em jogos de tênis de mesa e a determinação de fatores que predizem o desempenho na modalidade serão úteis para que técnicos prescrevam treinamentos cada vez mais direcionados e específicos para o rendimento. Essas análises poderão potencializar o treinamento em relação à eficiência da relação entre esforço e recuperação e também na prescrição mais individualizada das intensidades de esforço.

Será gerado um relatório individual com os resultados de cada atleta. Além disso, o pesquisador se compromete a auxiliar no uso dos relatórios para a prescrição dos treinamentos que objetivam respeitar aspectos fisiológicos do jogo.

Os dados coletados serão confidenciais e serão utilizados somente para fins acadêmicos, mas também serão disponibilizados aos seus técnicos para que eles utilizem na elaboração dos treinamentos.

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo, Comitê de Ética independente e inspetores de agências regulamentadoras do governo terão acesso a suas informações para verificar as informações do estudo.

Você será informado periodicamente de qualquer nova informação que possa modificar a sua vontade em continuar participando do estudo.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo ligue para Jorge Vieira de Mello Leite (67-81414341 e 67-91662152).

Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo ligue para o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (067) 33457187.

Sua participação no estudo é voluntária. Você pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento. Você não perderá qualquer benefício ao qual você tem direito. Você não será proibido de participar de novos estudos. Você poderá ser solicitado a sair do estudo se não cumprir os procedimentos previstos ou atender as exigências estipuladas. Você receberá uma via assinada deste termo de consentimento.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e que sou voluntário a tomar parte neste estudo.

Assinatura do voluntário
pesquisador

Assinatura do

___/___/_____
Data

ANEXO

ANEXO 1 – ACEITE DO COMITÊ DE ÉTICA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Pesquisador: JORGE VIEIRA DE MELLO LEITE

Título da Pesquisa: ASSOCIAÇÃO ENTRE APTIDÃO FISIOLÓGICA, TÉCNICA E O DESEMPENHO NO TÊNIS DE MESA

Instituição Proponente: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

Versão: 2

CAAE: 10499512.0.0000.0021

Área Temática:

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Número do Parecer: 173.043

Data da Relatoria: 13/12/2012

DADOS DO PARECER

O projeto apresentado está vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, nível Mestrado.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Zagatto.

Pretende analisar aspectos técnicos, táticos e bioenergéticos do tênis de mesa, pois, este apesar de ser considerado o esporte mais popular no mundo pelo Comitê Olímpico Internacional, é também um dos menos investigados cientificamente. Assim sendo, foi dividido em três estudos:

Estudo 1: Investigação de aspectos temporais, técnicos, táticos e situacionais do tênis de mesa profissional, por meio de procedimentos de análise notacional em vídeos de jogos oficiais de tênis de mesa.

Estudo 2: Estimativa das contribuições energéticas dos metabolismos aeróbio, anaeróbio alático e anaeróbio láctico em jogos de tênis de mesa de mesatenistas de nível nacional.

Estudo 3: Avaliação da capacidade aeróbia, potência aeróbia e parâmetros técnicos de mesatenistas de nível nacional, além da verificação de associações entre os parâmetros aeróbios (capacidade e potência), aspectos técnicos e o desempenho dos mesatenistas baseado no ranking nacional.

Apresentação do Projeto:

Analisar as características notacionais e bioenergéticas do jogo de tênis de mesa, parâmetros da aptidão cardiorrespiratória e técnica dos mesatenistas, além de verificar as associações entre esses parâmetros e o desempenho.

Objetivo Secundário:

- Investigar as características do tênis de mesa profissional por meio de análise notacional em jogos oficiais de eventos internacionais

- Estimar as contribuições energéticas dos metabolismos aeróbio, anaeróbio láctico e alático em jogos de tênis de mesa.

- Verificar as associações entre a capacidade aeróbia, potência aeróbia, aptidão técnica e o desempenho dos mesatenistas com base no ranking nacional.

Riscos: O autor relata que durante os testes dos estudos 2 e 3, os voluntários podem apresentar desconfortos respiratórios e dores musculares em virtude do esforço exigido. Entretanto, justifica que os atletas são submetidos frequentemente a essa rotina. Caso isso aconteça será garantido o tempo necessário para a recuperação dos atletas entre um teste e outro. Garante que antes dos testes todos eles serão familiarizados com os procedimentos. Outro risco apontado pelo autor é que durante a coleta de 1 gota de sangue capilarizado do lóbulo da orelha pode resultar em dor no local da picada da lanceta. Entretanto, os riscos aqui apresentados não inviabilizam a proposta.

Benefícios: As variáveis que serão investigadas pela análise notacional nesse projeto auxiliarão técnicos a elaborarem os treinamentos visando o aperfeiçoamento de componentes técnicos e táticos com base em competições de tênis de mesa de nível profissional.

Avaliação dos Riscos e Benefícios: A temática proposta é relevante e justifica sua execução em função da necessidade constante de aperfeiçoamento da aptidão física dos atletas. Assim sendo, o estabelecimento de protocolos de avaliação que investigam as contribuições dos metabolismos energéticos e técnicas específicas de esportes as características notacionais do tênis de mesa de forma pormenorizada, que consigam prever o desempenho na competição são fundamentais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A temática proposta é relevante e justifica sua execução em função da necessidade constante de aperfeiçoamento da aptidão física dos atletas. Assim sendo, o estabelecimento de protocolos de avaliação que investigam as contribuições dos metabolismos energéticos e técnicas específicas de esportes as características notacionais do tênis de mesa de forma pormenorizada, que consigam prever o desempenho na competição são fundamentais.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A temática proposta é relevante e justifica sua execução em função da necessidade constante de aperfeiçoamento da aptidão física dos atletas. Assim sendo, o estabelecimento de protocolos de avaliação que investigam as contribuições dos metabolismos energéticos e técnicas específicas de esportes as características notacionais do tênis de mesa de forma pormenorizada, que consigam prever o desempenho na competição são fundamentais.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequado.

Recomendações:

Por orientação da CONEP, quando o TCLE tiver mais de uma página, incluir em todas espaço para rubrica dos pesquisador e do voluntario, por tanto solicito incluir tais espaço em seu TCLE.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Situação do Parecer:

Aprovado.

Necessita Apreciação da CONEP:

Não.

Considerações Finais a critério do CEP:

Por orientação da CONEP, quando o TCLE tiver mais de uma página, incluir em todas espaço para rubrica dos pesquisador e do voluntario, por tanto solicito incluir tais espaço em seu TCLE.

CAMPO GRANDE, 14 de Dezembro de 2012

Edilson dos Reis
(Coordenador)