UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS

LÍVIA BERNARDES DE CASTRO

AVALIAÇÕES FISIOLÓGICAS APLICADAS AO TÊNIS DE MESA: UMA REVISÃO DO ESTADO DA ARTE

Limeira
2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS

LÍVIA BERNARDES DE CASTRO

AVALIAÇÕES FISIOLÓGICAS APLICADAS AO TÊNIS DE MESA: UMA REVISÃO DO ESTADO DA ARTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências do Esporte à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas.

Orientadora: Profa. Dra. Taisa Belli

Limeira
2015

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Renata Eleuterio da Silva - CRB 8/9281

Castro, Lívia Bernardes de, 1993-
B456a Avaliações fisiológicas aplicadas ao tênis de mesa : uma revisão do estado da arte / Lívia Bernardes de Castro. – Campinas, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: Taisa Belli.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Esportes. 2. Raquetes (Jogos). 3. Limiar anaeróbio. 4. Oxigênio - Consumo. 5. Potência crítica. I. Belli, Taisa,1980-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Physiological tests applied to table tennis: a state of the art review
Palavras-chave em inglês:
Sports
Rackets (Games)
Anaerobic threshold
Oxygen - Consumption
Critical potency
Titulação: Bacharel em Ciências do Esporte
Banca examinadora:
Milton Shoiti Misuta
Willian Gabriel Felicio da Silva
Data de entrega do trabalho definitivo: 08-12-2015

Autor: Lívia Bernardes de Castro

Título: Avaliações fisiológicas aplicadas ao tênis de mesa: uma revisão do estado da arte

Natureza: Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências do Esporte

Instituição: Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas

Aprovado em: 08/12/15.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Taisa Belli – Presidente
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

Prof. Dr. Milton Shoiti Misuta – Avaliador
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

Prof. Ms. Willian Gabriel Felicio da Silva – Avaliador
Faculdade de Educação Física (FEF/UNICAMP)

Este exemplar corresponde à versão final da monografia aprovada.

Profa. Dra. Taisa Belli
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

Esse trabalho é dedicado a minha família, principalmente ao meu pai, que sempre me incentivou ao esporte, sua maior paixão, e que hoje também é a minha.

AGRADECIMENTOS

Hoje quero agradecer.

Dizem que perdoar não é fácil, mas também encontro-me com dificuldades para agradecer. Foram tantas pessoas que passaram por essa jornada. Algumas foram persistentes que nem eu, outras foram mais sagazes e já estão formados, trabalhando como personal de corridas, funcional, nutricionista e os desempregados, mas que estão “muito bem, obrigado”; tem até uns no mestrado acredita? Tem aqueles que decidiram fazer intercâmbio agora, deixaram tudo em Limeira e foram se aventurar, eu diria que foi a decisão mais que certa. Tiveram aqueles que simplesmente mudaram de curso, disseram que a noite é melhor, vai entender. Uns desistiram e foram tentar a vida de outra maneira. Mas também teve aquela que deixou saudade, e hoje ela está lá no céu, acho que virou estrela.

Sair de casa com 17 anos não é fácil pra ninguém, mas isso é uma coisa que eu só acho mesmo. Se inscrever na Unicamp e simplesmente descobrir que é em Limeira, quem nunca? Ficar de exame e não querer voltar, porque sua cidade é consideravelmente longe. Foram nesses, entre muitos outros momentos que vocês estiveram lá, para apoiar, acreditar e confiar em mim, e no final ainda dizer “calma, vai dar tudo certo”. E não é que deu? E vocês família, são responsáveis por isso, por suporte, subsídio e confiança, mas também por muito amor, carinho e dedicação. Obrigada por me criarem pra vida, espero voar, alto, e que eu retribua em orgulho pra vocês, pois meu maior orgulho é ter vocês como pais e fazer parte dessa família.

Ainda tem aqueles que não posso esquecer-me de mencionar, que cresceram comigo, viajaram comigo, finais de semanas intermináveis comigo, todos os dias comigo, quantas coisas feitas comigo, credo. Era intenso, suado, regrado e ao mesmo tempo divertido, sempre com cocas, conversas e risadas, churrasco era lei, mas também ouvir o barulho da bolinha fazendo ping pong todo dia não é para qualquer um. Hoje vejo o quanto era bom e o quanto crescemos juntos. Uns jogam, outros não; no caso eu não; e hoje nos tornamos administradores, engenheiros, advogados, educadores físicos, arquitetos, e porque não uma cientista do esporte?

Obrigada Unicamp pelos melhores anos da minha vida, nunca imaginei que seria tão feliz em Limeira. Pelos amigos feitos, família criada, oportunidade do

intercâmbio e vivência de estágio. A equipe de professores, que sempre nos pôs a prova do que somos capazes quando queremos.

E em especial meu muito obrigado a minha orientadora Taisa Belli, por sua paciência e dedicação para a construção desse trabalho e, por compartilhar a mesma paixão pelo esporte, o tênis de mesa.

“Existe um mundo que só quer te ver sorrir”
Natiruts

BERNARDES, Lívia. Avaliações fisiológicas aplicadas ao tênis de mesa: uma revisão do estado da arte. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências do Esporte) – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2015.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi realizar uma revisão literária sobre as avaliações específicas das demandas fisiológicas no tênis de mesa estudadas nos últimos 15 anos. Pode-se notar que apesar da modalidade ter surgido há bastante tempo, o tênis de mesa só se tornou um esporte há 90 anos, o que o torna novo. Esse esporte tem como característica as atividades de esforço e pausa, sendo supridas pelas vias anaeróbias e aeróbias, respectivamente. Dessa maneira, alguns autores preocuparam-se em estudar essas vertentes, já que é visto uma lacuna da modalidade na literatura. Ao decorrer dos anos, testes para medir o sistema aeróbio como o de frequência crítica (Fcrit) e lactato mínino (LACmin), foram validados e tornaram-se reprodutíveis em ergômetro específico (robô) para este desporto. Já no sistema anaeróbio, a capacidade de trabalho anaeróbio (CTA) não se mostrou validada, requerendo mais investigações. A partir disso é possível concluir que nos últimos 15 anos a pesquisa envolvendo o tênis de mesa vem crescendo no âmbito de estudos fisiológicos com as demandas aeróbias possuindo protocolos específicos de avaliação, ao passo que, as avaliações de demandas anaeróbias ainda merecem atenção de futuros estudos.

Palavras-chave: Esportes de raquete 1. Limiar anaeróbio 2. Consumo máximo de oxigênio 3. Potência crítica 4. Wingate 5.

BERNARDES, Lívia. Physiological tests applied to table tennis: a state of the art review. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências do Esporte) – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2015.

ABSTRACT

The aim was to conduct a review about the specific assessments of the physiological demands in table tennis studied in the past 15 years. It is noted that although the modality has emerged long ago, table tennis has become a sport only 90 years ago, making it new. This sport is characterized by the effort activities and pauses, being known by anaerobic and aerobic pathways, respectively. Thus, some authors were concerned to study these aspects, as it is seen a gap in the literature of the sport. Through the years, tests to measure aerobic metabolism, as the critical frequency (Fcrit) and minimum lactate (LACmin), were validated and become reproducible in especific ergometer (robot) for this sport. In the anaerobic metabolism, the anaerobic work capacity (AWC), requiring further investigations. From this, we conclude that the last 15 years research involving table tennis is growing under physiological studies with aerobic demands having specific protocols evaluation whereas, evaluations of anaerobic demands still deserve attention of future studies.

Keywords: Racket sports 1. Anaerobic threshold 2. Maximal oxygen uptake 3. Critical potency 4. Wingate 5.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP	Adenosina Tri Fosfato
CP	Creatina fosfato
CBTM	Confederação Brasileira de Tênis de Mesa
CTA	Capacidade de Trabalho Anaeróbio
EPOC	Consumo de oxigênio em excesso pós exercício
FC	Frequência Cardíaca
Fcrit	Frequência Crítica
ITTF	*Internacional Table Tennis Federation*
K^+	Potássio
LAC	Lactato
LACmin	Lactato Mínimo
LAn	Limiar Anaeróbio
MAOD	Déficit máximo de oxigênio acumulado
min	Minuto
MFEL	Máxima Fase Estável de Lactato
Na^+	Sódio
NP	Grupo nacional
O_2	Oxigênio
OBLA	*Onset of blood lactate accumulation*
PCR	Ponto de compensação respiratória
RAST	*Running-based Anaerobic Sprint Test*
rpm	Rotação por minuto
RP	Grupo regional
s	Segundos
Tlim	Tempo limite
VE	Ventilatório pulmonar
VO_2	Consumo de oxigênio
VCO_2	Produção de dióxido de carbono
W	Watts
W'	Parâmetro de curvatura constante

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....10

2 AVALIAÇÕES AERÓBIAS.....13

2.1 Índices aeróbios aplicados ao esporte.....13

2.2 Protocolos de avaliação aeróbia aplicados ao tênis de mesa.....14

3 AVALIAÇÕES ANAERÓBIAS.....26

3.1 Índices anaeróbios aplicados ao esporte.....26

3.2 Protocolos de avaliação anaeróbia aplicados ao tênis de mesa.....27

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....31

5 REFERÊNCIAS.....32

1 INTRODUÇÃO

O tênis de mesa é uma prática esportiva derivada de um jogo originário na Inglaterra do século XIX. Segundo a *Internacional Table Tennis Federation* (ITTF) (2015) o jogo veio de uma mistura entre badminton e tênis, e recebeu como primeiro nome: *Ping Pong*. Naquela época jogava-se tanto em ambientes abertos como fechados, sem regularidade na altura de rede, diferentes tipos de raquetes (madeira, papelão ou tripa de animal e bolinhas feitas de cortiça ou borracha.

Relatos trazem a primeira ideia de jogo, no qual alunos dispunham livros sobre a mesa para utilizarem como rede, e a mesa não havia um tamanho, de certo eram as que achavam livres e sem uso pela faculdade e já viam a oportunidade de montar e jogar. Segundo a ITTF (2015) o primeiro kit completo com raquetes improvisadas, uma bola de pano e/ou borracha de 30 milímetros, uma cerca de madeira criada em torno do perímetro da mesa, e grandes redes laterais que se estendem ao longo de ambos os lados, surgiu em 1890. Naquela época o jogo podia ser tanto de 10 como de 100 pontos, ficava a critério de quem jogava.

Não havia um nome ou uma identidade, era apenas o gosto pelo jogar, da maneira que fosse possível, ainda não era tênis de mesa, mas era aonde tudo começava.

Foi apenas após a Segunda Guerra Mundial que o jogo tomou fôlego na Inglaterra, com a introdução da bolinha de celulóide que acabou mudando a concepção do jogo e o tornou um sucesso (ITTF, 2015). Sendo assim em 1926 criaram-se códigos e regras internacionais, então o jogo passou a ser um esporte e com a fundação da ITTF, órgão que está no comando até hoje, surgiu o Tênis de Mesa, pois o nome *Ping Pong* já tinha patente e não podia ser utilizado.

Com o surgimento da ITTF, regras, normas e padrões na modalidade foram criados, para haver uma organização e torná-lo um esporte que pudesse ser jogado em qualquer lugar, sendo que com o passar do tempo as regras sofreram e sofrem modificações até os dias de hoje. De acordo com a Confederação Brasileira de Tênis de Mesa (CBTM) (2015) já foram realizados 46 campeonatos mundiais, o que é considerado um número grande de eventos mundiais para o esporte individual, sendo que cada um desses eventos reúne mais de 800 jogadores de 100 países, disputando em 40 mesas, num período de 13 dias. A ITTF conta com cerca de 191

federações filiadas, um dos mais numerosos quadros de sócios entre as federações internacionais dos esportes de raquete.

Atualmente o tênis de mesa é uma modalidade olímpica, e vem crescendo no âmbito nacional por meio da CBTM, órgão responsável pela modalidade no país, que tem como intuito aumentar a prática da modalidade no Brasil em todas as suas manifestações (performance, educação e participação), desempenhar seu papel social por meio do esporte, por meio de uma administração, comunicação otimizada, auto-suficiência financeira, promovendo a perpetuação da CBTM. E segundo Rondinelli (2015) o atual tênis de mesa em nosso país é promissor, uma vez que a CBTM organiza eventos nacionais e internacionais, além de ministrar cursos para arbitragem.

Uma partida em nível nacional possui cinco sets, e em nível internacional 7 sets, todos os sets sendo de 11 pontos. Segundo Zagatto e Gobatto (2007) um jogo de tênis de mesa dura em média de 10 a 25 minutos e possui como característica esforço e pausa. Com isso, o condicionamento físico do jogador de tênis de mesa reúne tanto demandas aeróbias quanto anaeróbias. Para Powers e Edward (2005, p.31)

> A formação de ATP pela degradação do fosfato de creatina e da glicólise não envolve a utilização de O_2 e é denominada via anaeróbica (sem O_2). A formação oxidativa do ATP com o uso de O_2 é denominada metabolismo aeróbico.

O sistema aeróbio é conhecido por sustentar média e/ou baixa intensidades e longa duração, presentes durante o jogo. Para que uma partida ocorra são necessários golpes tanto de direita como de esquerda, esses são considerados anaeróbios, e exigem alta intensidade na execução, mas pouca duração.

Portanto, o tênis de mesa é um esporte que mescla ambas as características. Segundo Powers e Edward (2005), a energia utilizada para promover exercícios de longa duração advém do metabolismo aeróbio, geralmente mantido pelo consumo de oxigênio em exercícios submáximos de duração moderada. E para McArdle, Frank e Victor (2013) a anaerobiose deriva de atividades físicas de curta duração, que exigem um esforço máximo e rápida liberação energia dependem quase exclusivamente de energia dos fosfatos intramusculares de alta energia, via de ATP-CP.

Segundo Powers e Edward (2005, p.51)

> De fato, existem muitas evidências que mostram que, no início do exercício, o sistema ATP-PC é a primeira via bioenergética ativa,

> seguida pela glicólise e, finalmente, pela produção aeróbica de energia. Após o estado estável ter sido atingido, a necessidade orgânica de ATP é satisfeita por intermédio do metabolismo aeróbico; a energia necessária para o exercício não é fornecida simplesmente ativando-se uma única via bioenergética, mas por uma mistura de diversos sistemas metabólicos que operam com uma considerável sobreposição.

A prescrição de treinamento para tênis de mesa ainda é feita de forma empírica, pois os números relativamente pequenos de pesquisas e estudos na área dificultam o acesso às informações científicas sobre procedimentos específicos, perfis fisiológicos e características do tênis de mesa, para treinadores (KONDRIČ, ZAGATTO E SEKULIĆ, 2013). Com isso, surgiu o interesse de alguns autores em se aprofundarem em investigações fisiológicas envolvendo o tênis de mesa.

Na parte aeróbia, Zagatto et al (2004) estudaram lactato mínimo e sua reprodutibilidade em ergômetro convencional; Morel e Zagatto (2008) investigaram a mesma vertente só que em ergômetro específico (robô lançador de bolas) ao passo que Zagatto e Gobatto (2007) validaram o protocolo de frequência crítica, o qual estimou capacidade aeróbia em ergômetro específico.

Já na parte anaeróbia, Zagatto, Papoti e Gobatto (2008) e Zagatto e Gobatto (2012) mensuraram o sistema anaeróbio por meio de testes de Wingate e MAOD, respectivamente.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo apresentar uma revisão da literatura sobre as avaliações das demandas aeróbias e anaeróbias no tênis de mesa, que foram desenvolvidas nos últimos 15 anos.

2 AVALIAÇÕES AERÓBIAS

2.1 Índices aeróbios aplicados ao esporte

O sistema aeróbio pode ser mensurado por duas vertentes, a potência e a capacidade. Vale salientar que todos os sistemas são incorporados, mas como possuem diferenças na quantidade total de energia disponível (capacidade) e na velocidade de produção energética (potência), fica evidente que a contribuição energética para um dado esforço, vai depender da sua intensidade e duração (CAPUTO et al, 2009).

Segundo Caputo et al (2009) o melhor índice para mensurar potência aeróbia é o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2MÁX}$), que é caracterizado por medir a .quantidade máxima de energia que pode ser consumida pelo metabolismo aeróbio em determinado tempo. O VO_2pico é o valor mais alto de consumo de oxigênio consumido durante o exercício, e ainda há a intensidade de VO_2pico (iVO_2) que pode ser definido como a velocidade em que VO_2pico é atingido em testes de cargas incrementais.

Para mensurar a capacidade aeróbia, tendo como índice o limiar anaeróbio, há diversos meios/protocolos de avaliação. Para Caputo et al (2009, p.98)

> Intensidade de máxima fase estável de lactato sanguíneo (MFEL) é a maior intensidade de exercício na qual o lactato produzido e liberado pelos músculos para a corrente sanguínea é semelhante à taxa na qual ele e removido do sangue, existindo ainda um equilíbrio na concentração de lactato ao longo do exercício.

Além disso, ela pode ser mensurada pelas avaliações de potência crítica, limiar ventilatório, lactato mínimo, concentrações fixas de lactato, limiar de lactato e limiar glicêmico (ALTIMARI et al, 2007; AZEVEDO et al, 2009).

O estudo de Caputo et al (2009) aponta que o uso de lactato como marcador fisiológico é um bom índice para determinar a intensidade do exercício. Desse modo, as respostas de lactato sanguíneo são as melhores para representar a capacidade aeróbia, capaz de analisar piores e melhores rendimentos em diversos níveis de atletas.

Outros parâmetros utilizados para medir capacidade aeróbia são os frequencímentros que mensuram frequência cardíaca e os analisadores de gases que medem as trocas gasosas.

2.2 Protocolos de avaliação aeróbia aplicados ao tênis de mesa

O quadro 1 sintetiza os estudos que propuseram protocolos específicos para avaliação aeróbia no tênis de mesa

Quadro 1: Estudos envolvendo protocolos específicos para avaliação aeróbia em mesatenistas:

REFERÊNCIAS	OBJETIVOS E AVALIAÇÕES
Zagatto e Gobatto 2002	Análise da reprodutibilidade do modelo de frequência crítica em ergômetro específico
Zagatto et al 2004	Verificar a possibilidade de uso de concentrações de metabólitos e eletrólitos presentes na saliva no protocolo de lactato mínimo em cicloergômetro e ergômetro de braço para determinar o limiar anaeróbio
Zagatto e Gobatto 2007	Validação do modelo teórico de frequência crítica em ergômetro específico
Morel e Zagatto 2008	Análise do limiar anaeróbio pelo protocolo de lactato mínimo, Fcrit, limiar de lactato e concentrações fixas de lactato em ergômetro específico
Zagatto, Papoti e Gobatto 2008b	Validação do modelo de frequência crítica pelo teste de estado estável de lactato e limiar de lactato em ergômetro específico
Zagatto, Papoti e Gobatto 2009	Comparação entre ergômetro específico e ergômetros convencionais, para determinação de capacidade aeróbia
Zagatto, Morel e Gobatto 2010	Verificar respostas fisiológicas, demandas fisiológicas mensuradas durante competições de tênis de mesa
Zagatto, Miranda e Gobatto 2011	Analisar a correlação entre frequência crítica, PCR, VO_2pico e iVO_2 em ergômetro específico
Zagatto et al 2011	Analisar os valores de intensidade, VO_2 e FC correspondentes ao Lan em diferentes ergômetros convencionais e específico. Verificar se esses índices podem predizer o desempenho.
Zagatto e Gobatto 2013	Análise da potência e capacidade aeróbia por VO_2pico e PCR em ergômetro específico. Análise de potência anaeróbia pelo protocolo de RAST e análise do desempenho anaeróbio alático por meio do IAA
Zagatto et al 2014	Comparar respostas fisiológicas máximas e submáximas em ergômetros específico e convencionais. Verificar a predição do desempenho pelas respostas fisiológicas

Legenda: MFEL: máxima fase estável de lactato, IAA: índice anaeróbio alático, VO_2: consumo de oxigênio, PCR: ponto de compensação respiratória e RAST: *Running-based Anaerobic Sprint Test*, FC: frequência cardíaca

O primeiro estudo com ergômetro específico para o tênis de mesa, o robô, foi realizado em 2002 com o intuito de determinar o limiar anaeróbio (LAn) por meio da potência crítica (ZAGATTO e GOBATTO, 2002).

Para tanto, os atletas foram submetidos a três testes com quatro cargas diferentes e só foi interrompido quando os mesmos chegassem na exaustão ou diminuição na qualidade de jogo, ou seja, as rebatidas só poderiam ser realizadas

de direita (*forehand*) e quando houvesse três erros consecutivos o teste era finalizado. O tempo do início até a exaustão foi cronometrado para poder determinar as capacidades pretendidas. E a frequência cardíaca (FC) também foi registrada por meio de frequencímetros.

Zagatto e Gobatto (2002) apontaram que a determinação da frequência crítica pelo uso do robô mostrou-se reprodutível e apontou que a FC não sofreu variações perante a faixa de trabalho, assim o modelo proposto se tornou importante para prescrição do exercício.

O seguinte estudo de 2004 prezou em analisar o mesmo fenômeno do estudo anterior, determinar o LAn em jogadores de tênis de mesa, porém, utilizando-se de outros meios de avaliação. As avaliações propostas no estudo foram de verificar a possibilidade de realizar o teste de lactato mínimo sanguíneo (LAC_{MIN}) por análises nas concentrações de sódio (Na^+), potássio (K^+) e lactato (LAC) presentes na saliva, por meio de cicloergômetro e ergômetro de braço.

A utilização do lactato tem se mostrado eficaz para determinar a prescrição e monitoramento de treinamento, sendo uma ferramenta precisa para produzir tais parâmetros, contudo, esse tipo de avaliação é considerada invasiva, pois é necessário coletar amostras de sangue para análises, com isso a iniciativa de se estudar outras variáveis não invasivas, como a saliva, considerada um procedimento mais barato, acessível e não invasivo.

Os autores puderam concluir que as intensidades de Lan determinadas nos ergômetros propostos utilizando das concentrações de saliva para medir os eletrólitos e metabólitos parecem não conseguir estimar o LAC_{MIN} determinado por medidas lactacidêmicas, baseados nos baixos coeficiente de regressão obtidos nos ajustes polinomiais e nas fracas correlações encontradas entre os LAns determinados com metabólitos e eletrólitos na saliva e os LAns com amostras de sangue.

Todos os testes aplicados foram readaptados de esportes como natação e corrida, os quais apresentam mais estudos na literatura. Os dois estudos anteriores visaram avaliar a mesma vertente, o LAn, devido à modalidade possuir características da capacidade aeróbia determinantes no jogo (ZAGATTO et al, 2004).

Visto todas as problematizações envolvendo o esporte, em 2007 um estudo buscou validar o protocolo de frequência crítica (Fcrit), que nada mais é o modelo de

potência crítica, adaptado para o tênis de mesa, em ergômetro específico (robô), por método indireto e não invasivo (ZAGATTO E GOBATTO, 2007).

Foram realizados três testes no período de quatro dias, no qual participaram seis atletas de tênis de mesa, do sexo masculino, em treinamento regular de no mínimo quatro anos. Os testes avaliaram a Fcrit, o tempo até a exaustão (Tlim) na intensidade de 150% da Fcrit, e um teste de exercício intermitente com 2 séries na intensidade de 150% da Fcrit com intervalo de recuperação ativa a 100% da Fcrit. Neste último, a primeira série teve duração de metade do Tlim a 150% da Fcrit, após esse termino a intensidade foi diminuída para 100% da Fcrit por 3 min e, na segunda série, a intensidade foi novamente aumentada para 150% da Fcrit até que ocorresse a exaustão do mesatenista.

A velocidade da bola lançada pelo robô bem como sua oscilação lateral foram constantes, podendo só rebatidas de *forehand*, e como critério de exaustão quatro erros consecutivos de ataque ou duas possibilidades aleatórias no alcance de bola o teste seria parado.

Por meio dos Tlim obtidos no teste de exercício intermitente foi possível concluir que ao final da primeira série de exercício com intervalo ativo, ocorreu somente à utilização de metade das reservas anaeróbias, sendo elas totalmente esgotadas no final da segunda série. E ainda, os dados obtidos demonstraram que o exercício realizado na intensidade da Fcrit, que foi utilizado na recuperação entre as séries, não ocorreu nenhuma utilização da reserva anaeróbia para produção energética, com a demanda suprida apenas por energia aeróbia. Sendo assim, foi possível validar o modelo proposto de frequência crítica para avaliação aeróbia.

A partir desse momento a literatura começa a investir fortemente em pesquisas, propondo protocolar testes específicos para o tênis de mesa, por diferentes parâmetros, adaptações de modelos já existentes em outras modalidades para poder correlacionar e verificar o quanto ele é ou não compatível e específico para a modalidade.

O ponto crucial dos testes para o tênis de mesa é o ajuste feito para a mesa, na qual são realizadas simulações que se aproximam do jogo formal, mesmo que o jogo ocorra em ambiente fechado e controlado pelo robô e mantenha um número frequente de bolas lançadas por minutos, a oscilação lateral e o quique da bola, ainda são de extrema importância para medições e validações de testes.

Em 2008, Morel e Zagatto (2008) objetivaram verificar o limiar anaeróbio por meio dos protocolos de lactato mínimo, FCrit e limiar de lactato e concentrações fixas de lactato em ergômetro específico em mesatenistas.

Os principais achados do estudo foram à reprodutibilidade do teste de LAC_{MIN} adaptado para o tênis de mesa e a correlação do LAC_{MIN} com a intensidade de Fcrit. Ou seja, para ambos os testes sua correlação foi ótima, e considerada reprodutível, pois a diferença de resultados não se mostrou significante.

Entretanto, foi possível observar uma diferença significativa entre a intensidade de Fcrit e intensidade de LAn obtida por meio de concentrações fixas de lactato. Em testes é comum se utilizar da concentração fixa de lactato de 3,5 mmol/L, para corridas e natação por exemplo, mas já foi comprovado que esse valor de concentração é dado conforme o estímulo da atividade exercida, e talvez, seja diferente para o tênis de mesa.

Ainda em 2008, Zagatto, Papoti e Gobatto (2008b) buscaram verificar a validade do modelo de frequência crítica em ergômetro específico. Será que o teste de Fcrit é capaz de estimar a capacidade aeróbia em jogadores de tênis de mesa em ergômetro específico?

Para responder essa pergunta, os autores do artigo utilizaram-se de três protocolos específicos para o tênis de mesa: Fcrit, teste de estado estável de lactato e teste incremental com subsequente determinação do limiar de lactato e limiar de concentrações fixas de lactato.

Antes da aplicação de qualquer avaliação, os participantes passaram por uma familiarização com o robô, em dois dias consecutivos por aproximadamente 10min, no qual a velocidade e oscilação se mantiveram iguais as que seriam aplicadas nos testes. Para cada teste houve 4min de aquecimento em intensidade moderada, com disparos de 35 bolas/min em quatro pontos distintos na mesa, podendo só rebater de *forehand*. Os testes foram iniciados após 5min do término do aquecimento. Foi dado como parâmetro de exaustão, o erro de quatro bolas consecutivas ou o próprio atleta entrar em fadiga.

O teste de Fcrit procedeu da seguinte forma: todos os atletas realizaram três ou quatros vezes o mesmo procedimento, respeitando um intervalo de duas horas entre cada sessão e não ultrapassando o número máximo de exercícios na mesa, que no caso eram dois por dia. A cada sessão as frequências das bolas eram

alteradas, começando com aquecimento de 35 bolas/min, primeira sessão de 48, 56, 65 e 72 respectivamente e, também foi contabilizado o Tlim.

O teste de estado estável de lactato aconteceu após os resultados do teste de Fcrit, pois nesse teste foi analisado lactato sanguíneo (LAC) em intensidades de 90% da Fcrit, em 100% e a 106% da Fcrit. Sua duração foi de 20min com cargas constantes e as coletas aconteceram a cada 4min em conjunto com as mudanças de intensidade.

O teste incremental iniciou-se com disparos de 34 bolas/min, e a cada 3min era incrementado 5 bolas/min, até o atleta entrar em exaustão. Após a exaustão foi coletado sangue para medição de lactato em 1, 3, 5 e 7 minutos após o término do exercício e durante as mudanças de intensidade.

Após os testes analisados conclui-se que o teste de Fcrit em ergômetro específico é um bom medidor de capacidade aeróbia, visto que foi encontrado equilíbrio na produção e remoção de LAC nas fases de 90 e 100%, porém, isso não ocorreu quando os níveis subiram para 106% da Fcrit. Além disso, os valores de Fcrit foram significativamente correlacionados com o limiar de lactato.

A partir dos resultados obtidos foi possível responder a pergunta e confirmar que capacidade aeróbia pode ser medida em ergômetro específico pelo teste de Fcrit.

No ano seguinte, Zagatto, Papoti e Gobatto (2009) fizeram uma comparação entre ergômetros específicos e convencionais medindo a capacidade aeróbia de mesatenistas, para analisar alguma possível correlação entre os métodos.

Os testes foram realizados ao decorrer de oito dias, com espaçamento de 48 horas entre cada ensaio. Todos os participantes realizaram familiarização padronizada com os ergômetros, em sessões de 10min variando as intensidades. Para a aplicação do teste, o aquecimento foi padronizado em intensidade moderada e o mesmo só se iniciou após 5min do término do aquecimento.

O LAC_{MIN} em ergômetro de braço consistiu em aplicação do teste de Wingate, pausa de 8min e aplicação do teste incremental, no qual se iniciou com intensidade de 49W e acréscimos de 16W a cada 3min até a exaustão do atleta, sendo que a velocidade fixada foi de 60rpm. Em ambos os testes houve coleta de sangue para análise de lactacidemia, nos minutos 1, 3, 5 e 7.

O teste de LAC_{MIN} aplicado em cicloergômetro manteve a mesma linha do ergômetro de braço, porém, com intensidades diferentes, primeiramente o teste de

Wingate, intervalo de 8min e início do teste incremental, 85W de carga inicial e acréscimo de 17W a cada 3min, com rotação mantida em 70rpm. E as coletas de sangue se mantiveram da mesma maneira para análise.

Para a determinação do LAn em procedimento específico foi aplicado um teste incremental com intensidade inicial de aproximadamente 33 bolas/min e acréscimo de 5 bolas/min a cada estágio de 3min de exercício. Foram realizadas coletas de sangue após cada estágio de exercício (30s) e também aos 3, 5 e 7 minutos após o término do teste. Lembrando que só eram permitidas rebatidas de *forehand*, e os atletas passaram por simulações com o robô antes do teste em si.

Após os testes e as medições de lactacidemia foi possível notar que não há qualquer tipo de relação entre capacidade aeróbia determinada por ergômetro específico para tênis de mesa e capacidade aeróbia em cicloergômetro e ergômetro de braço. Dessa maneira, segundo Zagatto, Papoti e Gobatto (2009) os resultados encontrados fortalecem a hipótese de que é necessário respeitar a especificidade do esporte na avaliação de capacidade aeróbia também nos esportes com raquetes.

No ano de 2010, um estudou visou comparar respostas fisiológicas e suas demandas no tênis de mesa em dois diferentes grupos de jogadores/mesatenistas durante competições oficiais para poder comparar suas igualdades e diferenças. Segundo Zagatto, Morel e Gobatto (2010) ainda não havia qualquer estudo sobre tênis de mesa que mensurasse respostas fisiológicas e suas características, dificultando o conhecimento desse esporte.

Os grupos foram separados em nível regional (RP) e nacional (NP), e as análises feitas são referentes aos batimentos cardíacos, lactato, tempo real de jogo, tempo efetivo de jogo, tempo de descanso, frequência de rebatidas, e rebatidas por *rally*.

As medições realizaram-se em competições com o mesmo ambiente recomendado pela tabela da ITTF, porém, diferenciadas em nível técnico, tanto que em uma das competições do grupo NP não conseguiu usar a pulseira para medição dos batimentos e colocá-la em qualquer outra parte do corpo poderia alterar a performance do atleta, podendo ser prejudicial ao mesmo, já que estávamos falando de uma seletiva pré Olímpica. Segundo Zagatto, Morel e Gobatto (2010) o estudo provou a baixa produção de LAC em partidas de tênis de mesa, resultando na predominância da via ATP-PC. Isso se explica com o tempo estimado do *rally* de 3,4s, o possível responsável pelas baixas concentrações de lactato sanguíneo.

Assim, a via glicólise anaeróbia foi raramente solicitada, a qual é responsável pela produção de lactato sanguíneo. Podendo concluir que o nível baixo de concentração de lactato é uma característica desse esporte de raquete.

Além do ATP-PC, via utilizada nos períodos de esforço, o estudou apontou que o tênis de mesa possui predominância do sistema aeróbio, verificado ao longo dos jogos, que obtiveram duração média de 970s.

O estudo mostrou a importância do descobrimento dos índices fisiológicos predominantes na partida de tênis de mesa para assim poder ser traçado um perfil com suas características para serem utilizadas por treinadores na prescrição e planejamento de treinos para o tênis de mesa e, considerando suas especificidades, engrandecendo o esporte.

Em 2011, nove atletas nacionais passaram por uma bateria de avaliações, a fim de analisar índices aeróbios. Os procedimentos ocorreram no período de dez dias, todos em ergômetro específico da modalidade, e os indivíduos passaram por testes de Fcrit e incremental máximo, dando intervalo de no mínimo 24 horas para iniciar o segundo ensaio. O LAC foi medido apenas no teste incremental, por meio de coletas de sangue nos minutos 3, 5, e 7 após o término da sessão. E a todo o momento os atletas foram encorajados verbalmente e o Tlim mensurado. (ZAGATTO, MIRANDA e GOBATTO, 2011)

O teste incremental máximo foi utilizado para medição de VO_2pico, a intensidade mínima obtida para atingir o VO_2pico nos últimos 30s de esforço e o ponto de compensação respiratória (PCR). Com isso, o teste iniciou-se com o lançamento de 30 bolas/min, com incremento de 4 bolas/min a cada 2min, até o atleta entrar em exaustão ou errar quatro bolas consecutivas.

No de Fcrit os atletas passaram por três ou quatro baterias, com intervalos de 2 horas, sendo que não houve mais de duas repetições no mesmo dia. As intensidades aplicadas variaram de 95% a 130% da frequência do VO_2pico.

Zagatto, Miranda e Gobatto (2011) concluíram que a Fcrit a partir de dois modelos matemáticos apresentou semelhança de resultado com PCR. E esses parâmetros aeróbicos (Fcrit) também apresentaram correlação significativa com PCR e iVO_2pico.

Em estudo subsequente, Zagatto et al (2011) tiveram como proposta comparar os valores de VO_2 e FC correspondente a intensidade do LAn medida durante o teste de exercício incremental máximo em ergômetro específico, esteira

rolante, cicloergômetro e ergômetro de braço. Ainda, objetivaram correlacionar a intensidade de LAn entre esses ergômetros; e por fim, verificar o uso de VO_2 e FC de LAn e intensidade de LAn para predição de desempenho no tênis de mesa.

Onze jogadores participaram do estudo, todos com mais de quatro anos de prática e padrão nível nacional. Todos realizaram cinco sessões de testes, totalizado em duas semanas, respeitando o intervalo de 48 horas entre cada sessão. Três visitas ao laboratório foram necessárias para aplicar o teste incremental máximo nos ergômetros convencionais; e duas sessões utilizaram-se do mesmo teste só que em ergômetro específico; e houve também uma simulação de torneio para que pudesse gerar um *ranking* de desempenho dos próprios atletas.

Para mensurar o teste incremental máximo, foram utilizados cicloergômetro, ergômetro de braço, esteira rolante, e ergômetro específico. O teste consistiu em 3min de estágio de esforço, tendo 20s de pausa entre os estágios, até exaustão voluntária.

No ciclo ergômetro o procedimento foi realizar o teste de incremental com intensidade inicial de 103W e a cada estágio concluído houve o acréscimo de 15W, com os atletas mantendo a cadência de 60rpm, até a exaustão.

No ergômetro de braço aplicou-se o mesmo teste, em bicicleta adaptada para os membros superiores, iniciando com intensidade de 29W com incremento de 15W por estágio concluído, mantendo a cadência de 60rpm, até a exaustão.

O teste de esteira rolante deu-se também pelo incremental máximo, realizado na própria esteira com velocidade inicial de 8 km/h com incremento de 1,5 km/h a cada estágio, a inclinação foi mantida a 1% e o teste se procedeu até a exaustão voluntária do atleta.

No teste em ergômetro específico, o robô lançador de bolas foi utilizado com ajuste de lançamento em dois pontos da mesa, mantendo a velocidade da bola e oscilação lateral padronizados. As intensidades foram modificadas conforme as etapas de estágio de esforço foram sendo concluídas. A frequência de lançamento inicial foi de 30 bolas/min, com incremento de 4 bolas/min ao completar cada ciclo.

Todos os testes de incremento máximo foram padronizados, a pausa de 20s na mudança de estágio ocorreu em todos os testes parar coletar amostras sanguíneas para medição de lactato sanguíneo. Houve coleta também nos minutos 3, 5 e 7 após a exaustão voluntária dos indivíduos. Durante todos os testes o consumo de O_2 foi medido a cada três ciclos de respiração. Os valores de FC foram

registrados continuamente com as trocas gasosas. E a partir dos testes, a FC e RER foram medidos em média a cada 30s e os maiores valores alcançados foram considerados picos. A percepção subjetiva de esforço (RPE) foi medida também após as fases de esforço. E a concentração fixa de lactato (OBLA) foi mantida a 3,5 mmol/L, como consta na literatura.

O *ranking* de desempenho dos atletas foi estimado por meio de um torneio interno entre eles, no qual o jogador teria o direito de perder um jogo e ainda assim poderia ser campeão, mas ao perder dois jogos o mesmo seria eliminado. Porém, esse desempenho não foi correlacionado com qualquer parâmetro medido.

Os principais resultados desse estudo apontam para uma diferença significante dos valores de VO2 e FC relativos ao Lan entre os ergômetros e a não correlação entre os valores de VO2 e FC relativos ao Lan mensurados em todos os ergômetros com o desempenho dos mesatenistas.

Para Zagatto et al (2011) o modelo mais fidedigno para o tênis de mesa foi os resultados no ergômetro específico, pois utilizam movimentos e traços semelhantes aos realizados em partidas, respeitando a validade ecológica do esporte. Parece ser ideal para aplicar em programas de treinamento, no entanto, não se pode calcular o desempenho esperado no tênis de mesa.

E mais recentemente em 2014 foi publicado um estudo que visou comparar respostas fisiológicas de VO_2pico, PCR mensurados durante teste incremental em ergômetro específico, com testes de cicloergômetro, ergômetro de braço e esteira rolante, feitos em laboratório. E verificar ainda se os parâmetros achados poderiam ser utilizados para predizer o desempenho no tênis de mesa (ZAGATTO et al, 2014).

Ao total, onze atletas realizaram o experimento. Foram necessárias de duas a três semanas para efetivação de todos os testes, sendo que os indivíduos tiveram que ir ao laboratório seis vezes, pois era necessário respeitar o intervalo de 48 horas entre cada sessão, sendo que uma das vezes foi reservada para a familiarização com o teste. Para todos os testes de incremento máximo foi utilizado o mesmo padrão, 3min antes de aumentar cada incremento, considerando uma pausa de 20s para coletar lactato sanguíneo, isso até a exaustão voluntária.

O teste incremental máximo em ergômetro específico foi ajustado para lançar bolas aleatórias em dois pontos específicos da mesa, mantendo velocidade e oscilação lateral padronizadas, mas variando intensidade conforme o incremento. O

teste se iniciou com lançamentos de 30 bolas/min e a cada 3min houve o acréscimo de 4 bolas/min, até exaustão.

Para ergômetros convencionais, foi estabelecido que em cicloergômetro e ergômetro de braço a intensidade mantida seria de 60rpm, iniciando-se com 100W e 30W respectivamente, tendo incremento de 15W; e para esteira rolante o início de 8 km/h, com incremento de 1,5 km/h, mantendo a inclinação da esteira em 1%.

Durante todos os testes o VO_2, produção de dióxido de carbono (VCO_2) e o ventilação (VE) foram mensurados a cada três respirações por um analisador de gases; FC também foram medidos; e amostras de sangue foram coletadas no 3º, 5º e 7º minutos após fadiga.

O *ranking* de desempenho foi determinado por meio de torneio interno entre os atletas, no qual o jogador teria direito de perder um jogo e ainda assim teria chance de ser campeão, mas ao perder dois jogos, automaticamente eliminado. Essa intervenção serviu como incentivador de motivação para que os jogadores realizassem melhores performances durante os testes.

O estudo traz como os principais achados as diferentes respostas fisiológicas entre ergômetro específico e ergômetros convencionais mensurados pelo teste incremental máximo; e a incapacidade de prever desempenho no tênis de mesa por meio fisiológico e metabólico, independente do ergômetro utilizado (ZAGATTO et al, 2014).

Com essas análises é possível discutir que há poucos estudos que abordam a capacidade aeróbia em mesatenistas, e um menor número ainda se referindo à capacidade anaeróbia e resquícios que fazem menção a ambas as capacidades no mesmo artigo, porém não podemos deixar de destacar a importância desses estudos na contribuição do presente trabalho de conclusão de curso.

O trabalho sobre “Características Aeróbias e Anaeróbias de Mesatenistas Brasileiros Treinados” (ZAGATTO e GOBATTO, 2013), publicado pela revista de Educação Física Universidade Estadual de Maringá (UEM) foi pioneiro na análise conjunta das características determinantes da modalidade.

Participaram do estudo oito atletas atuantes de duas equipes distintas de São Paulo. Passaram pelo teste incremental realizado na mesa, RAST, e testes de corridas repetidas, respeitando o intervalo de 48 horas entre cada sessão de exercício, totalizando em duas semanas de avaliação. Em todos os testes os atletas foram encorajados verbalmente para alcançarem seu máximo.

Para determinar a aptidão aeróbia Zagatto e Gobatto (2013) submeteram os jogadores ao teste incremental máximo para determinação do VO_2pico, iVO_2 e do PCR.

Para achar essas determinantes os participantes tiveram que rebater as bolas lançadas pelo robô, somente de *forehand*, sendo a velocidade e oscilação lateral mantendo-se os mesmos, só variando a intensidade da bola. O teste incremental iniciou-se com lançamentos de 30 bolas/min e acréscimo de 4 bolas/min a cada 2min, com apenas dois pontos de disparo na mesa, até o atleta entrar em exaustão.

Durante todo o teste os atletas utilizaram analisadores de gases o que permitiu que o ciclo de VO_2 máximo fosse mensurado a cada três respirações, o VO_2pico foi considerado a média máxima nos últimos 30s de esforço e o iVO_2 foi a partir da mínima intensidade encontrada no mesmo ciclo do VO_2pico. E o PCR também foi mensurado.

A potência anaeróbia máxima foi calculada pelo teste de RAST, o qual submeteu os atletas a correrem seis tiros de 35 metros com intervalo de descanso de 10s entre cada série. O tempo de corrida total foi mensurado com o auxílio de fotocélulas e o intervalo através de um software, e todo peso corporal do atleta foi mensurado, inclusive as vestimentas utilizadas durante o esforço. Após o término do teste, foram coletados sangue do lóbulo da orelha nos minutos 3, 5 e 7 para medição da concentração de lactato.

E por fim, a mensuração de desempenho anaeróbio alático por meio do índice anaeróbio alático (IAA) se deu por corridas máximas de 30 metros, com intervalos de 60s entre cada série. Houve o auxílio de fotocélulas e de software para controlarem o tempo. No final do teste foi coletado sangue do lóbulo da orelha para análise de concentração de lactato em 3, 5 e 7 minutos.

Segundo Zagatto e Gobatto (2013) os principais avanços deste estudo foram as mensurações do VO_2pico, iVO_2 e do PCR em procedimento específico para o tênis de mesa; a determinação da potência anaeróbia e do índice anaeróbio alático.

Assim, para Zagatto e Gobatto (2013) o grande avanço do estudo serviu de parâmetro para a comparação com outros atletas e principalmente, poderia ser utilizado como parâmetro para a prescrição de exercício de modo individualizado.

Em relação à aptidão anaeróbia, o texto aponta que apesar de ser o principal sistema energético nos momentos de esforços no jogo de tênis de mesa, ele é o menos investigado cientificamente.

O estudo evidência que as medições realizadas no teste de RAST não são consideradas bons parâmetros, devido a não proximidade do teste com o esporte, mesmo que feito em forma de corrida.

“O IAA baseia-se em que, quanto maior for à aptidão alática do atleta, maior será a velocidade média e menor será a sua concentração de lactato pico após o exercício” (ZAGATTO e GOBATTO, 2013, p.117). Porém, poucos estudos têm utilizado IAA como parâmetro, dificultando relações significantes com a literatura.

Os achados sinalizaram a necessidade de melhorar parâmetros aeróbios e anaeróbios em mesatenistas brasileiros que parece estar baixo quando comparado com mesatenistas europeus e até mesmo com resultados inferiores a indivíduos fisicamente ativos.

Podendo concluir que a aptidão aeróbia em mesatenistas brasileiros de alto nível é considerada moderada, enquanto a aptidão anaeróbia é baixa em relação a outros esportes com raquetes.

O estudo anterior menciona a parte anaeróbia do tênis de mesa, que se mostra fundamental para realização do jogo, a partir disso, faz se necessário a fundamentação da parte anaeróbia no respectivo trabalho.

3 AVALIAÇÕES ANAERÓBIAS

3.1 Índices anaeróbios aplicados ao esporte

O sistema anaeróbio também possui duas vertentes que podem ser mensuradas separadamente, a potência e a capacidade. Ambas se diferem da seguinte forma:

> A potência anaeróbia pode ser definida como o máximo de energia liberada por unidade de tempo por esse sistema, enquanto a capacidade anaeróbia pode ser definida como a quantidade total de energia disponível nesse sistema. (FRANCHINI, 2002, p.11)

O teste anaeróbio de Wingate é realizado em ergômetro (ambiente controlado), tem duração de 30s, no qual o indivíduo realiza força máxima sobre uma resistência imposta, gerando a maior potência possível nesse período. A potência gerada nesse período é chamada de potência média, e a maior potência gerada é a potência pico.

Sendo assim, é definido que a potência pico possui como característica a mensuração da potência anaeróbia, enquanto a potência média mede a capacidade anaeróbia.

O teste de déficit máximo de oxigênio acumulado (MAOD) visa mensurar capacidade anaeróbia, que tem como característica atividades supramáximas, acima do $VO_{2MÁXIMO}$ do atleta, mas segundo Nakamura e Franchini (2006) é necessário estabelecer uma relação da demanda de O_2 e a intensidade do exercício sob condições submáximas, para assim poder dar início aos testes, até o atleta entrar em exaustão. Outro índice que apresenta alta correlação com MAOD é a capacidade de trabalho anaeróbio (CTA), que corresponde a uma reserva fixa de energia muscular vinda das vias de ATP-CP e da glicólise anaeróbia (NAKAMURA et al, 2006).

E o teste *Running-based Anaerobic Sprint Test* (RAST) é usado para mensurar potência anaeróbia, pois segundo Zagatto e Gobatto (2013) o teste constitui em corridas máximas com repousos curtos, uma adaptação do teste de Wingate só que para corrida em ambiente não controlado.

.

3.2 Protocolos de avaliação anaeróbia aplicados ao tênis de mesa

O quadro 2 sintetiza os estudos que propuseram protocolos específicos para avaliação anaeróbia no tênis de mesa

Quadro 2: Estudos envolvendo protocolos específicos para avaliação anaeróbia em mesatenistas:

REFERÊNCIAS	OBJETIVOS E AVALIAÇÕES
Zagatto, Papoti e Gobatto 2008a	Análise da capacidade anaeróbia pelo modelo de frequência crítica por meio da determinação da CTA em ergômetro específico e verificar sua correlação com a potência média obtida por meio do protocolo de Wingate em ergômetro de braço e cicloergômetro.
Zagatto e Gobatto 2012	Análise da capacidade anaeróbia pelo modelo de frequência crítica por meio da determinação do W' e verificar sua validade por meio do protocolo de MAOD, ambos em ergômetro específico

Legenda: CTA: capacidade de trabalho anaeróbio, W': parâmetro da curvatura constante, MAOD: déficit máximo de oxigênio acumulado

Com a constante busca por melhora nos estudos do tênis de mesa, Zagatto, Papoti e Gabatto (2008a) procuraram avaliar a capacidade anaeróbia na modalidade, porque como se sabe que o esporte em si compreende de uma grande demanda de esforço e pausa, contemplando capacidades aeróbias e anaeróbias. A aerobiose foi validada pelo protocolo de potência crítica adaptado para frequência crítica, mas e a anaerobiose? O que sabemos sobre essa demanda no tênis de mesa?

É sabido que ela está presente nos golpes do tênis de mesa, que são de máxima intensidade e curta duração de tempo, mas como quantificar, analisar essa variável? Dessa maneira, alguns estudos foram buscar respostas, algumas com sucesso.

Em 2008 foi publicado o primeiro estudo que abordou de fato o tema anaerobiose como principal linha de estudo do artigo. O trabalho pergunta se é possível ou não medir a capacidade anaeróbia pelo modelo de Fcrit em atletas de alto nível no tênis de mesa. Para isso, os testes aplicados foram de Fcrit em ergômetro específico para determinar a CTA e teste de Wingate tanto em cicloergômetro como em ergômetro de braço para determinar o pico de potência inicial e a potência média (ZAGATTO, PAPOTI e GOBATTO, 2008a).

Como parâmetro de aquecimento para o ergômetro específico bolinhas foram lançadas por 4min com intensidade moderada de 35 bolas/min em quatro pontos distintos na mesa; no ergômetro de braço 49W de potência e de perna 85W. Os

testes iniciaram-se após 5min do término do aquecimento. Ressaltando que entre cada ensaio era permitido um intervalo máximo de 24 horas e a bateria de testes completa realizada no período de duas semanas. Foi feito também uma familiarização dos atletas com o robô, em dois dias consecutivos, bolas lançadas com a mesma frequência e intensidades diferentes, sendo 10min cada sessão.

O teste de Fcrit consistiu em submeter os participantes a três ou quatro repetições, com deslocamentos laterais e as rebatidas somente de *forehand*, até sua exaustão ou quatro erros consecutivos. O Tlim foi registrado e após cada ensaio foram coletadas amostras de sangue aos 1, 3 e 5 minutos depois do exercício para determinar a concentração de lactato sanguíneo.

O teste de Wingate em cicloergômetro foi realizado em potência máxima durante 30s com resistência externa de 7,5% da massa corpórea. No aquecimento não houve qualquer resistência externa, que só foi acrescentada ao início do teste. Posteriormente, a intensidade máxima exercida. Nos minutos 1, 3, 5 e 7 minutos foram feitas coletas de sangue para medição de lactato sanguíneo. A velocidade de rotação foi determinada pela *Monark Anaerobic Teste de Software*, no qual os valores obtidos foram registrados de 5 em 5s.

O teste de Wingate em ergômetro de braço consistiu em 30s em máximo esforço na rotação de 120rpm constante. Os valores foram coletados também a cada 5s e amostras sanguíneas foram recolhidas em 1, 3, 5 e 7 minutos após a finalização da atividade para medir a concentração de lactato sanguíneo.

As mensurações a cada 5s feitas pelo programa do *Monark Anaerobic Teste de Software* medem o pico (na inicial de 5s período), médio (30s), pico relativo, a potência média relativa a saídas, e um índice de fadiga calculado.

Analisando os resultados obtidos, pode-se notar que a potência média obtida em ambos os ergômetros convencionais durante o protocolo de Wingate não foi correlacionada com a CTA obtida por meio do protocolo de frequência crítica no ergômetro especifico. Assim, a hipótese era que CTA pela Fcrit poderia ser utilizado para determinar a capacidade anaeróbia no tênis de mesa, mas esta não foi fundamentada (ZAGATTO, PAPOTI E GOBATTO, 2008a).

Conclui-se que CTA em ergômetro específico baseado no protocolo de Fcrit requer maior delimitação, pois não foi uma boa ferramenta para avaliar a capacidade anaeróbia na modalidade.

O próximo estudo publicado só foi lançado em 2012, pelos mesmos autores do primeiro estudo, mostrando-nos o quanto essa área do tênis de mesa necessita de mais participações científicas.

Zagatto e Gobatto (2012) buscaram verificar a validade do parâmetro de curvatura constante (W') para estimar a capacidade anaeróbia verificando sua correlação com o MAOD, ambos em determinados em ergômetro específico para tênis de mesa.

Para isso, nove atletas nacionais participaram do estudo, todos atuais praticantes envolvidos tanto em campeonatos nacionais como regionais, com no mínimo quatro anos de experiência com a modalidade.

Os testes aplicados ao longo de duas semanas foram de: MAOD e Fcrit; respeitando o intervalo de 24 horas entre cada sessão de exercício. Durante os testes o VO_2 foi mensurado nos 10min que antecederam o aquecimento, durante o aquecimento e os testes, e após 5min depois do término das atividades, para determinar o consumo de oxigênio em excesso pós exercício (EPOC).

Para o teste de Fcrit, amostras de sangue foram coletadas do lóbulo da orelha para mensurar concentração de lactato sanguíneo, ocorrendo nos primeiros 10min de repouso na posição sentada, depois no 5º, 7º e 9º minutos após o término de cada sessão. Todas as sessões foram realizadas em ergômetro específico, no qual foram lançadas bolas alternadamente em dois pontos da mesa, mantendo velocidade, oscilação lateral e só ajustando a intensidade conforme a necessidade de cada teste.

Para determinar MAOD, primeiramente o VO_2pico e iVO_2 foram associados para gerar a partir do teste incremental máximo as respostas esperadas, iniciando-se com 30 bolas/min e a cada 2min o acréscimo de 4 bolas/min, até a exaustão voluntária. Para estimar VO_2 foi definido a maior média de consumo nos últimos 30s do teste e iVO_2 a menor intensidade na qual VO_2 foi alcançada. Após o teste incremental, foram aplicadas quatro sessões de 7min de exercícios submáximos de esforço com intensidades correspondentes a 50, 60, 70 e 80% do VO_2, que foi mensurado ao longo de cada sessão. E por fim, foi aplicado um exercício exaustivo em 110% do iVO_2, com medição de oxigênio o tempo total da atividade. Sendo assim, Zagatto e Gobatto (2012) calcularam MAOD pela diferença entre a demanda de oxigênio por área (produto da demanda de oxigênio estimando e tempo de exaustão) e VO_2 integrado em tempo total em exercício de supramáxima.

Já para estimar W', foi utilizado teste de Fcrit no qual os indivíduos realizaram de três a quatro sessões de exercícios na intensidade de 95 e 130% do iVO_2, aplicados aleatoriamente até a exaustão. As sessões sofreram ajustes para que a exaustão ocorresse entre 2 e 10min e o Tlim foi registrado. Para poder calcular essa vertente, três modelos matemáticos foram utilizados: Tlim, frequência de bola e total de bolas jogadas.

Com isso, Zagatto e Gobatto (2012) obtiveram resultados que concluem a falta de correlação significativa entre W' e MAOD. Nos testes ao aplicar um estudo piloto no qual os atletas teriam que executar o movimento correto do *forehand* em intensidades elevadas resultando no Tlim em 1 minuto ou ainda inferior a isso, os mesmos não foram capazes de realizar tal exercício, descartando essa variável do estudo, portanto readequando o Tlim para 2 a 10min.

Resultados ainda apontaram que W' não estima CTA, mesmo que o teste de Fcrit estime capacidade aeróbia e anaeróbia, não foram encontradas relações significativas, nem no próprio estudo e nem na literatura sobre outras modalidades. Segundo Zagatto e Gobatto (2012) W' não é um bom procedimento para mensurar capacidade anaeróbia e CTA em ergômetro específico para tênis de mesa, confirmando descobertas anteriores.

Sendo assim, é possível concluir que os aspectos práticos do tênis de mesa devem medir sistema anaeróbio utilizando MAOD, mas não por meio de W'. W' pelos três modelos matemáticos não apresentou correlação com MAOD, obtido em cada sessão de exercício no teste de Fcrit, indicando que W' não avalia capacidade anaeróbia e CTA em ergômetro específico.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo comprova que o ergômetro que mais se mostrou fidedigno da modalidade é o robô (ergômetro específico), pois quando comparado com os convencionais não mostrou correlações positivas, ressaltando que o ponto crucial foi o ajuste dos protocolos para a mesa.

Por meio da literatura, alguns protocolos foram adaptados para a modalidade, tornando significante alguns achados, como a validação do modelo de frequência crítica, teste de LACmin e teste de estado estável de lactato bem como os registros de respostas fisiológicas durante torneios oficiais.

É visto também que o sistema aeróbio possui mais estudos quando comparado com o anaeróbio, talvez pelo fato do jogo ter predominância dessa via. Porém, vale ressaltar que o esporte compreende da utilização da via aeróbia, mas a realização do *rally* e/ou golpe utiliza-se da via anaeróbia.

Um dos problemas encontrados é a realização de coletas de sangue para medição lactacidêmica que se mostra muito eficiente, porém, é um processo de alto custo, invasivo ao corpo humano e que acaba distanciando o meio científico da realidade devido a sua não acessibilidade.

A contribuição desse estudo para acadêmicos, técnicos e atletas é a oferta dos estudos existentes nos últimos 15 anos reunidos em um só trabalho de forma sintetizada, a fim de facilitar a compreensão do que vem sendo feito no tênis de mesa, visando desenvolver o esporte em todos os âmbitos e interações entre ciência, técnica e mesatenistas.

Diante dos resultados o tênis de mesa é um esporte cuja pesquisa na área de fisiologia está em ascensão, mas que ainda tem muito a ser estudado. Nesse sentido, futuros estudos poderão comtemplar vertentes ainda pouco exploradas, como as avaliações das demandas anaeróbias nesta modalidade.

5 REFERÊNCIAS

ALTIMARI, J.; ALTIMARI, L.; OKANO, A.; CYRINO, E.; NAKAMURA, F.; MORAES, A.; FONTES, E.; CHACON-MIKAHIL, M.; Determinação da potência crítica e da capacidade de trabalho anaeróbio em ergômetro de braço por meio de duas equações lineares em atletas de canoagem. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 09, n. 02, p. 121-126, 2007.

AZEVEDO, P.; GARCIA, A.; DUARTE, J. M.; RISSATO, G.; CARRARA, V. K.; MARSON, R. A.; Limiar anaeróbio e bioenergética: uma abordagem didática. **Revista de Educação Física/UEM**, v. 20, n. 03, p. 453-464, 2009.

CAPUTO, F.; OLIVEIRA, M.; GRECO, C., DENADAI, B.; Exercício aeróbio: Aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 01, p. 94-102, 2009.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE TÊNIS DE MESA (CBTM). Disponível em <http//:www.cbtm.org.br>. Acesso em: 21 out. 2015

FRANCHINI, E.; Teste anaeróbio de Wingate: conceitos e aplicações. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 01, p. 11-27, 2002.

INTERNATIONAL TABLE TENNIS FEDERATION (ITTF). Disponível em: <http://www.ittf.com/museum/history.html>. Acesso em: 04 nov. 2015

KONDRIČ, M., ZAGATTO, A.; SEKULIĆ, D.; The physiological demands of table tennis: a review. **Journal of Sports and Science and Medicine**, v. 12, p. 362-370, 2007.

MCARDLE, W.; **Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano**/ MCARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V.; traduzido por Giuseppe Taranto, 7ª edição, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013, p. 233.

MOREL, É.; ZAGATTO, A.; Adaptação dos testes de lactato mínimo, potência crítica e limiar anaeróbio para avaliação da transição anaeróbia-anaeróbia em protocolo específico para o tênis de mesa. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, p. 518-522, 2008.

NAKAMURA, F. e FRANCHINI, E.; Máximo déficit acumulado de oxigênio como preditor de capacidade anaeróbia. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 08, n. 01, p. 88-95, 2006.

NAKAMURA, F.; CYRINO, E.; BORGES, T.; OKANO, A.; MELO, J.; FONTES, E.; Variação dos parâmetros do modelo de potência crítica em resposta a treinamento de canoagem. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 08, n. 02, p. 05-12, 2006.

POWERS, S.; **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**/ POWERS, S.; HOWLEY, E.; traduzido por Marcos Ikeda, 5ª edição, Barueri: Manole, 2005, p. 31, 51.

RONDINELLI, P.; "Tênis de Mesa"; *Brasil Escola*. Disponível em <http://www.brasilescola.com/educacao-fisica/tenis-mesa.htm>. Acesso em: 02 nov. 2015.

ZAGATTO, A.; GOBATTO, C. A.; Determinação de um modelo de avaliação aeróbia no tênis de mesa em protocolo específico utilizando robô. **Table tennis player**, São Paulo, v. 15, p. 10-11, 2002.

ZAGATTO, A.; PAPOTI, M.; CAPUTO, F.; MENDES, O.; DENADAI, B. S.; BALDISSERA, V.; GOBATTO, C. A.; Comparação entre a utilização de saliva e sangue para determinação do lactato mínimo em cicloergômetro e ergômetro de braço em mesa tenistas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niteroi, v. 10, n. 06, p. 475-480, 2004.

ZAGATTO, A.; GOBATTO, C. A;. Validação do modelo de frequência crítica em protocolo específico através de método indireto para o tênis de mesa. **Lecturas Educación Física y Deportes**, v. 110, p. 1-7, 2007.

ZAGATTO, A.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C. A.; Anaerobic capacity may not be determined by critical power model in elite table tennis players. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 07, p. 54-59, 2008a.

ZAGATTO, A.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C. A.; Validity of critical frequency test for measuring table tennis aerobic endurance through specific protocol. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 07, p. 461-466, 2008b.

ZAGATTO, A.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C. A.; Comparação entre ergômetros específico e convencionais na determinação da capacidade aeróbia de mesatenistas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, p. 204-208, 2009.

ZAGATTO, A.; MOREL, E.; GOBATTO, C.A.; Physiological responses and characteristics of table tennis matches determined in official tournaments. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 24, p. 942-949, 2010.

ZAGATTO, A.; MIRANDA, M. F.; GOBATTO, C.A.; Critical power concept adapted for the specific table tennis test: comparisons between exhaustion criteria, mathematical modeling, and correlation with gas exchange parameters. **International Journal of Sports Medicine**, v. 32, p. 503-510, 2011.

ZAGATTO, A.; PAPOTI, M.; REIS, I. G.; GOBATTO, C. A.; Comparison of anaerobic threshold, oxygen uptake and heart rate between specific table tennis procedure and conventional ergometers. **International Journal of Table Tennis Sciences**, v. 07, p. 24-29, 2011.

ZAGATTO, A.; GOBATTO, C. A.; Relationship between anaerobic parameters provided from MAOD and critical power model in specific table tennis test. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, p. 613-620, 2012.

ZAGATTO, A.; GOBATTO, C. A.; Características aeróbias e anaeróbias mensuradas em mesatenistas brasileiros treinados. **Revista da Educação física /UEM**, v. 24, p. 111-119, 2013.

ZAGATTO, A.; BECK, W.; REIS, I. G.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C. A.; Analysis of cardiopulmonary and metabolic variables measured during laboratory and sport-specific incremental tests for table tennis performance prediction. **Science & Sports**, v. 29, p. 62-70, 2014.