

1 INTRODUÇÃO

O Futsal, modalidade esportiva coletiva com bola, começou a ser praticado no Brasil na década de trinta. Há duas correntes sobre sua origem: a primeira indica que é uma modalidade esportiva genuinamente brasileira, nascida das “peladas” com bolas de meias; e a segunda que considera o Futsal um esporte originário do Uruguai e trazido para o Brasil pela Associação Cristã de Moços (ACM) (TOLUSSI, 1982).

Os jogos de Futsal são praticados em quadras de 25 a 42 metros (m) de comprimento e de 15 a 22 m de largura. São permitidos cinco jogadores em quadra por equipe, sendo um goleiro e quatro jogadores de linha. A bola de jogo pode pesar entre 400 a 440 gramas, e o tempo de jogo se divide em dois períodos de 20 minutos (cronometrados) com 10 minutos de intervalo entre ambos (FIFA, 2006).

O Futsal se caracteriza por uma sucessão de movimentos de alta velocidade, em espaços reduzidos (5-10 m), com contínuas trocas de direção e sentido, intercalados com pausas de recuperação ativas e incompletas (MEDINA, SALINA, VIRÓN & MARQUETA, 2002). Estas pausas, de maneira geral, não permitem uma recuperação completa, sendo uma sucessão de processos anaeróbios e aeróbios (MEDINA et alii, 2002). Para BARBANTI (1996), esses ciclos são enormemente imprevisíveis, resultantes da espontaneidade do jogador, ou impostos pelos padrões de jogo.

Segundo MORENO (2001), os jogadores percorrem uma distância média de 6000 m, sendo que 11% da distância total percorrida ocorre em um ritmo de 0 a 1 m.s^{-1} , 46% em um ritmo de 1 a 3 m.s^{-1} , 26% a um ritmo de 3 a 5 m.s^{-1} e 15% a um ritmo de 5 a 7 m.s^{-1} . Como demonstram os dados de MORENO (2001), 98% das atividades são de predominância aeróbia, sendo que, para BARBANTI (1996), uma sólida base de resistência aeróbia deveria ser desenvolvida na fase de preparação geral e se possível mantida durante a temporada. MEDINA et alii (2002) complementam que, uma boa potência aeróbia deve ser o requisito básico para obter uma alta capacidade de rendimento no jogo. Para esses autores, nas pausas da partida, o jogador bem treinado em resistência se recupera mais rapidamente, e de forma mais completa.

Para BARBANTI (1996) e MEDINA et alii (2002), jogadores de modalidades esportivas coletivas tendem a apresentar altos valores de $VO_2\text{max}$, demonstrando que a capacidade de produção de energia pelos processos aeróbios acontece de forma elevada. Isto indica que este tipo de metabolismo é importante para o desempenho em partida.

Estudos com jogadores brasileiros de Futsal, encontraram valores de $VO_2\text{max}$ de $60,70 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (SANTOS, GIAROLA & FIGUEIRA, 1991) e $53,57 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (KRABBE, COLPANI, TOURINHO & RIBEIRO, 1996). Em estudo mais recente, MEDINA et alii (2002) determinaram a potência aeróbia máxima em jogadores espanhóis de futsal encontrando valores de $57,80 \pm 2,53 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. No Brasil, realizamos testes periódicos com equipes de Futsal, em nível nacional, e encontramos valores médios de $VO_2\text{max}$ de $53,38 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

Contudo para STICKLAND, PETERSEN e BOUFARD (2003), e McNAUGHTON, HALL e COOLEY (1996), os testes de $VO_2\text{max}$ são normalmente realizados em laboratório, com o uso de esteiras ergométricas ou cicloergômetros, necessitando de materiais sofisticados e caros. Porém, na tentativa de avaliar um grande número de atletas, LEGER e LAMBERT (1982) desenvolveram o teste de 20 m de ida-e-volta, que apresenta algumas vantagens sobre os anteriores: é um teste de baixo custo e atende a especificidade de movimentos da modalidade em questão. A especificidade é um importante critério na seleção de um teste, pois é determinada através da semelhança entre a característica do esporte praticado pelo atleta avaliado e o movimento executado durante o teste (LIMA & KISS, 2003).

Com as medidas obtidas no Teste de 20 m de ida-e-volta, a prescrição do treinamento tem sido baseada em porcentagem do $VO_2\text{max}$, ou mais especificamente, em porcentagem da velocidade máxima atingida no teste acima citado. Contudo, para DWYER e BYBEE (1983), a prescrição do treinamento baseado em porcentagens do $VO_2\text{max}$ não distingue entre o trabalho realizado acima ou abaixo do limiar anaeróbio, lembrando-se que o limiar anaeróbio não é uma porcentagem constante do $VO_2\text{max}$ para todos os indivíduos. Portanto, o exercício realizado a uma intensidade específica, variando entre 50-85% do $VO_2\text{max}$, pode resultar em diferentes esforços para indivíduos com limiares anaeróbios diferentes, mas com $VO_2\text{max}$ similares.

Para AHMAIDI, COLLOMP e CAILLAUD (1992), o treinamento aumenta a capacidade de endurance e performance quando a intensidade prescrita corresponde ao acúmulo sanguíneo de lactato. Ainda segundo os autores, na tentativa de ajustar o treinamento à capacidade do indivíduo, ou ao objetivo do treinamento, a intensidade deve estar baseada no consumo de oxigênio, ou frequência cardíaca, ou na velocidade correspondente ao limiar ventilatório ou ao início do acúmulo do lactato sanguíneo (OBLA). Para HELGERUD, ENGEN, WISLOFF e HOFF (2001), o limiar de lactato parece ser um melhor preditor da performance aeróbia do que o $VO_2\text{max}$, sendo que para o autor, o limiar de lactato pode sofrer mudanças em função do treinamento, sem que haja mudanças no $VO_2\text{max}$. O autor ainda cita que um jogador com limiar mais alto, teoricamente, pode manter uma média maior de atividade em alta intensidade, sem acúmulo de lactato sanguíneo.

Assim como para os testes de potência aeróbia, os testes comumente usados para a determinação das concentrações fixas de lactato são testes de laboratório, embora um menor número de estudos aplique testes em campo (KISS, FLEISHMANN, GORDANI, KALINOVSKY, COSTA, OLIVEIRA & GAGLIARDI, 1995). Para esses autores, existe uma lacuna na literatura científica relativa à validação e identificação das velocidades de limiar da concentração de lactato sanguíneo com metodologias de campo, similares às aquelas de laboratório, não havendo determinação direta do máximo estado estável de lactato em testes realizados em quadra.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é a validação da medida de limiar anaeróbio com o teste escalonado intermitente de 20 m de ida-e-volta em quadra, comparando-o com teste escalonado em esteira e com o máximo estado estável de lactato em teste retangular simulado, em jogadores de Futsal.

2.1 Objetivos específicos

- a) verificar se a velocidade relativa a $3,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ ($V_{3,5}$) obtida no teste de 20 m de ida-e-volta representa um estado de equilíbrio metabólico em cargas retangulares em quadra (em jogadores de Futsal),
- b) comparar a $V_{3,5}$ em quadra com a $V_{3,5}$ de laboratório,
- c) verificar o comportamento da frequência cardíaca na $V_{3,5}$ em quadra, em laboratório e no teste de máximo estado estável de lactato.

3 JUSTIFICATIVA

A capacidade aeróbia, mais especificamente, as velocidades correspondentes às concentrações fixas de lactato, é o marcador mais sensível do estado de treinamento e também mais comumente usado para avaliação, prescrição e verificação dos efeitos do treinamento, além de ser mais treinável que o VO_2max . (KISS, COLANTONIO, REGAZZINI, BARROS & REGAZZINI, 2003; LUCAS, ROCHA, BURINI & DENADAI, 2000).

Um dos métodos mais usados para a determinação da capacidade aeróbia, através da determinação do lactato sanguíneo, é o máximo estado estável de lactato (MLSS). O MLSS é a maior intensidade de exercício em que há um balanço entre a taxa de aparecimento do lactato no sangue e a taxa de remoção do mesmo (BENEKE & VonDUVILLARD, 1996).

A determinação do MLSS tem basicamente uma desvantagem, ela requer a performance de quatro a seis séries de exercícios de carga constante, de aproximadamente 30 minutos de duração e a presença dos atletas nos laboratórios por vários dias (DENADAI, GOMIDE & GRECO, 2005). HECK, MADER, HESS, MUCKE, MULLER e HOLLMAN (1985) propuseram a determinação indireta do MLSS baseado em um único teste usando a concentração fixa de 4 mmol.l^{-1} de lactato sanguíneo. Porém, poucos estudos com concentrações fixas de lactato sanguíneo tem sido realizados com testes de campo (KISS et alii, 1995). Os autores ainda complementam que, assim como o treinamento com atletas de alto nível tem como objetivo adaptações específicas ao esporte, na avaliação funcional, esse princípio também é verdadeiro, sendo que para HECK et alii (1985), os dados obtidos

em esteira rolante, embora nos forneçam informações bastante seguras, são insuficientes para o controle adequado das diferentes intensidades de treinamento. Complementando, para SZOGY (1987), os estudos de campo nos fornecem dados mais úteis para guiarmos o treinamento.

Como nesse estudo, a modalidade a ser avaliada é o Futsal, escolheu-se o teste de 20 m de ida-e-volta (LÉGER & LAMBERT, 1982), por se tratar, assim como o Futsal, de um teste intermitente, que pode ser realizado em quadra, no mesmo ambiente em que os atletas estão acostumados a treinar. Porém, para DENADAI et alii (2002), poucos são os estudos que analisaram a resposta do lactato sanguíneo durante o teste de 20 m de ida-e-volta. Para tanto, em nosso estudo o teste foi adaptado a estágios de três minutos, pois segundo HECK et alii (1985), as concentrações fixas de lactato sanguíneo são protocolo-dependente e a determinação da capacidade aeróbia por meio de limiar de lactato a ponto fixo de 2 mmol.l^{-1} e 4 mmol.l^{-1} deve ser realizada por protocolo intermitente de três minutos ou preferencialmente de cinco minutos por estágio (KISS et alii, 2003).

4 REVISÃO DE LITERATURA

A Revisão de literatura contemplará os principais pontos relacionando ao objetivo da pesquisa como: limiar anaeróbio, métodos de detecção e fatores de influência na determinação; teste de 20 metros de ida-e-volta; monitoramento da condição aeróbia durante o jogo e o treino através da frequência cardíaca, sendo está relacionada com fatores fisiológicos submáximos como o lactato sanguíneo; uma breve revisão sobre validade e por fim a caracterização da modalidade esportiva Futsal.

4.1 Limiar Anaeróbio

Tema central de inúmeras pesquisas realizadas nas últimas décadas, o “Limiar Anaeróbio” (LA), apresenta-se como um dos assuntos mais polêmicos e controversos dentro da história recente da fisiologia do exercício (DENADAI, 1995). Poucos conceitos no campo da ciência do exercício tem gerado tanto debate como o limiar anaeróbio (SVEDAHL & MACINTOSH, 2003).

Uma das razões para tanto debate, é a falta de um consenso na definição do limiar anaeróbio. Outro ponto de polêmica são as diferentes maneiras de detectar a intensidade de exercício à ele associada.

Segundo HOLLMANN (2001), 42 anos se passaram e nem os participantes do 3º Congresso Pan-Americano de Medicina do Esporte em 1959, onde o autor apresentou os conceitos de limiares ventilatórios e de ácido láctico, assim como o método para suas determinações, poderiam imaginar que as diferentes versões e determinações destes limiares levariam à centenas de publicações desde então.

No artigo de 2001, em que HOLLMANN (2001) descreve os 42 anos de desenvolvimento dos conceitos de limiares ventilatórios e de lactato, o autor cita que de 1922 a 1925 Hill e colaboradores relataram que o consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$) é a variável que melhor representa a máxima capacidade humana de performance, sendo que os melhores atletas alcançavam valores de $VO_2\text{max}$ próximos de 4 l/min (HOLLMANN, 2001). Porém, somente em 1954, com o desenvolvimento tecnológico, é que apareceram sistemas com capacidade de medir valores de $VO_2\text{max}$ acima de 6000 l/min. Desde então, exames espirométricos passaram a ser utilizados em pacientes com diferentes doenças, baseando-se na mensuração do $VO_2\text{max}/\text{min}$.

Contudo, para HOLLMAN (2001) a mensuração do $VO_2\text{max}/\text{min}$ possuía duas desvantagens:

- a) O resultado era muito influenciado pela motivação do paciente examinado;
- b) A entrada no limite da capacidade de performance de um indivíduo com doença cardiorespiratória, metabólica ou sanguínea, pode provocar a ocorrência de acidentes.

Para RIBEIRO e DE ROSE (1980), o $VO_2\text{max}$ é reconhecido universalmente como um dos melhores indicadores da capacidade para o trabalho de longa duração, sendo que esta variável pode ser influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos, como: altitude, treinamento, sexo e idade. Entretanto, segundo BOUCHARD, DIONNE, SIMONEAU e BOULAY (1992), embora o $VO_2\text{max}$ possa ser modificado pelo treinamento, os efeitos da hereditariedade ainda não são conclusivos, mas podem responder de 25 a 50% da variabilidade do $VO_2\text{max}$

RIBEIRO (1995) lembra que a manutenção de um exercício prolongado também depende da capacidade do organismo em tolerar altas intensidades de trabalho em elevado percentual do $VO_2\text{max}$, independentemente do seu valor absoluto, ou seja, atletas altamente condicionados para eventos aeróbios são capazes de manter esforços próximos a seu $VO_2\text{máx}$. Por isso, a utilização do $VO_2\text{max}$ como preditor de performance em atletas de endurance pode ser questionado. Estudos têm mostrado baixa associação entre o $VO_2\text{max}$ e resultados obtidos em provas de longa duração em atletas de endurance. Além disso, é observada melhora de performance em atletas de endurance mesmo sem haver qualquer alteração nos resultados de $VO_2\text{max}$ obtidos em testes laboratoriais (WELTMAN, 1995).

Apesar das limitações do $VO_2\text{max}$ em discriminar performance em atletas de endurance, parece que o mesmo não ocorre para detectar adaptações do treinamento em jogadores de futebol e diferenciar características individuais de acordo com o posicionamento que o jogador desempenha no jogo (SVENSSON & DRUST, 2003). Contudo, o $VO_2\text{max}$ não é visto como o melhor indicador para a capacidade de realizar o exercício intermitente específico, como o requerido pelo jogo. Para os autores, o $VO_2\text{max}$ é utilizado para diferenciar jogadores em relação a diferentes populações e/ou para avaliar mudanças (evolução) no condicionamento, como por exemplo na pré temporada, onde se espera que tais mudanças no condicionamento sejam grandes. Ainda para SVENSSON e DRUST (2003), o $VO_2\text{max}$ não é um indicador suficientemente sensível de condicionamento para uso regular durante a fase competitiva, quando as mudanças na performance serão menores e devem refletir preferencialmente as mudanças periféricas do que as mudanças centrais.

Em 1950 Hollmann e seus colaboradores começaram a procurar um critério fidedigno de determinação do comportamento da performance física durante o trabalho submáximo. Segundo RIBEIRO e DE ROSE (1980), esse ponto se caracterizaria pelo momento no qual o metabolismo anaeróbio passasse a participar de uma forma mais significativa na transferência de energia.

HOLLMANN et alii introduziram (HOLLMANN,1985), entre 1957 e 1963, o conceito de “início do metabolismo anaeróbio para medir a capacidade cardiopulmonar e periférica da performance aeróbia”. Os pesquisadores observaram

que durante o exercício com incremento na bicicleta ergométrica, um ponto é alcançado em que a ventilação pulmonar aumenta acima do consumo de oxigênio. Pensava-se que as mudanças na ventilação e no lactato sanguíneo eram constantes, então HOLLMAN definiu esse ponto de quebra ventilatória como “ponto de ótima eficiência ventilatória”. O autor ainda cita que em 1964 WASSERMAN e McILROY, propuseram o termo “limiar anaeróbio”. Como HOLLMAN, eles queriam identificar a intensidade de exercício que produzisse uma substancial, mas ainda segura, quantidade de estresse físico para pacientes com problemas cardíacos e sugeriram que a troca de gases pulmonares poderia ser usada para se estimar o ponto de quebra de lactato, ou ao que era referido como “início da acidose (lática) metabólica”.

Aplicações práticas da determinação do LA incluem a prescrição da intensidade adequada de exercício, predição de performance e a avaliação dos efeitos do treinamento aeróbio, principalmente durante um acompanhamento longitudinal. O LA tem sido descrito como um marcador mais sensível do estado de treinamento (KISS et alii, 2003).

Os principais métodos utilizados atualmente para a determinação do limiar anaeróbio são: o método respiratório e o método metabólico.

4.1.1 Método respiratório

O Limiar Ventilatório é definido como a intensidade de exercício na qual o aumento na ventilação se torna desproporcional ao aumento na transferência de energia ou da velocidade de locomoção durante um teste incremental de exercício (SVEDAHL & MacINTOSH, 2003). Para WASSERMAN (1984) durante um exercício incremental, um ponto é alcançado no qual a demanda de oxigênio do metabolismo do músculo em atividade é maior do que o fornecimento às mitocôndrias. Este desequilíbrio entre fornecimento e demanda, onde a demanda é maior do que a disponibilidade, resulta em aumento na conversão anaeróbia do piruvato em lactato. Na tentativa de minimizar a magnitude da mudança do pH, vários sistemas de tamponamento estão envolvidos, incluindo o sistema bicarbonato. A reação do H^+ com o bicarbonato resulta na formação do ácido carbônico, que se dissocia em H_2O e CO_2 . O excesso de CO_2 e a queda no pH estimulam a ventilação e um aumento na ventilação resulta em excreção extra de CO_2 (SVEDAHL & MacINTOSH, 2003).

Os limiares ventilatórios têm sido determinados pela observação de diferentes variáveis que podem ser derivadas das medidas de trocas gasosas obtidas durante o exercício progressivo (TABELA 1).

“O método respiratório foi descrito por Wasserman e seus colaboradores, partindo da própria definição de Limiar Anaeróbio e dos princípios fisiológicos que inter-relacionam a acidose e sua compensação respiratória” (RIBEIRO & DeROSE, 1980).

TABELA 1 - Diferentes variáveis derivadas das medidas de trocas gasosas obtidas durante exercício progressivo.

Ventilação	Ve
Produção de CO ₂	CO ₂
Razão de troca respiratória (VCO ₂ /VO ₂)	R
Fração expirada de O ₂	Fe O ₂
Fração expirada de CO ₂	Fe CO ₂
Pressão parcial de O ₂ no final da expiração	PET O ₂
Equivalente ventilatório para o O ₂	VE/VO ₂
Equivalente ventilatório para o CO ₂	VE/VCO ₂

Posteriormente, em estudos realizados no final da década de 70 e início da década de 80, WASSERMAN e colaboradores refinaram sua metodologia não invasiva para determinar o limiar anaeróbio. Como a metodologia proposta utiliza-se de parâmetros ventilatórios, alguns autores preferem o termo “Limiar Ventilatório” (LV), principalmente para se diferenciar dos métodos que utilizam o lactato sanguíneo que, em função disso, freqüentemente empregam o termo Limiar de Lactato (LL) (DENADAI,1995).

SKINNER e McLELLAN (1980) propuseram três fases na transição do metabolismo aeróbio para o metabolismo anaeróbio, e onde esta transição ocorre.

Segundo os autores, durante o que eles chamaram de fase I, exercício de intensidade baixa, uma grande quantidade de oxigênio é retirada pelos tecidos, resultando em uma pequena fração de oxigênio no ar expirado (FeO₂). Como

conseqüência, mais CO_2 está sendo produzido e expirado (FeCO_2). Há também, um aumento linear no consumo de oxigênio (VO_2), na ventilação, no volume de CO_2 expirado (VCO_2) e na frequência cardíaca. Até este momento pouco ou nenhum lactato está sendo formado e valores de 0,7 – 0,8 para a razão de troca respiratória (R) são encontrados durante esta fase de baixa intensidade em exercício constante.

Durante a segunda fase, que tem como característica um aumento na intensidade de exercício até valores entre 40% a 60% do $\text{VO}_{2\text{max}}$, o VO_2 e a FC continuam a crescer linearmente e há um pequeno aumento no lactato (La) para valores duas vezes acima do valor de repouso, por volta de 2mmol.l^{-1} . O H^+ produzido pelo La é principalmente tamponado pela base bicarbonato (HCO_3^-), resultando no aumento da produção de CO_2 pela dissociação de ácido carbônico (H_2CO_3) e um contínuo aumento no FeCO_2 ($\text{H} + \text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$). Como tentativa de compensar o aumento na acidose, o centro respiratório é estimulado para aumentar o VE; a combinação do efeito do aumento na VE e aumento nos níveis de CO_2 no sangue produzem um maior VCO_2 . Até que o lactato atinja valores por volta de 4mmol.l^{-1} durante esta segunda fase, a compensação respiratória parece ter efeito efetivo.

Os valores de R também aumentam com o crescimento do VE e do VCO_2 acima do crescimento do VO_2 . Como, neste momento, o corpo não consome mais O_2 do que está sendo necessário para repor o ATP que está sendo utilizado, o aumento extra no VE resulta numa extração baixa de O_2 por volume de ar ventilado e há então um aumento correspondente no FeO_2 .

Basicamente o que se procura identificar durante um exercício com incremento de carga é o momento em que existe um aumento do VE/VO_2 e do PETO_2 , sem uma mudança equivalente do VE/VCO_2 e no PETCO_2 . De acordo com a teoria proposta, o fato de o VE/VCO_2 não aumentar na mesma intensidade em que ocorre o aumento do VE/VO_2 , permanecendo estável mesmo após alguns incrementos de carga, implica que a PCO_2 arterial não se altera na região em que supostamente existe o tamponamento do ácido láctico, justificando o termo tamponamento isocápnico (isocapnic buffering). Para alguns autores esta intensidade de exercício corresponde ao LV1 (McLELLAN, 1985).

Com o aumento de intensidade entre 65 a 90% do VO_2 max, o aumento linear entre o VO_2 e a F.C. continua até próximo à carga máxima, quando eles

iniciam um platô. No início desta fase, o La está próximo a 4 mmol.l^{-1} e cresce rapidamente antes que o indivíduo atinja seu $VO_2\text{max}$. Na tentativa de se compensar este aumento grande do La , há também um grande aumento no VE e um contínuo aumento no VCO_2 . Neste momento, a hiperventilação não pode compensar adequadamente e há uma queda no $FeCO_2$, enquanto o FeO_2 continua a crescer.

À medida que a intensidade do exercício aumenta acima do LV1, existe um aumento da acidose metabólica, determinando uma queda acentuada do pH e com isso, um aumento também do VE/VCO_2 e queda do $PETCO_2$. Neste momento atinge-se para alguns autores o “ponto de compensação respiratória da acidose metabólica” ou LV2 (DENADAI, 1995).

4.1.2 Método Metabólico

Para RIBEIRO e DE ROSE (1980), o método metabólico consiste na coleta seriada de amostras de sangue durante um exercício físico progressivo, para posterior análise das curvas de concentração de ácido láctico ou das alterações do equilíbrio ácido-básico expressa pelo pH, excesso de base e bicarbonato.

A avaliação da resposta do lactato sanguíneo ao exercício é uma medida rotineira em vários laboratórios e em campo. Muitos investigadores têm utilizado a dosagem sanguínea de lactato como representativa da produção de lactato e a participação da glicólise anaeróbia no sistema de transferência de energia para o exercício.

A quantidade de lactato presente no sangue está relacionada tanto à taxa de produção quanto à taxa de remoção de lactato. A concentração de lactato no sangue e suas variações, resulta do balanço entre a adição de lactato no sangue proveniente da produção de lactato no músculo e da remoção do mesmo do sangue (WELTMAN, 1995).

A musculatura esquelética é a grande produtora de ácido láctico, tanto no repouso quanto no exercício, sendo também o maior sítio de captação, músculos que não participam do exercício durante e após o exercício (WELTMAN, 1995). Tanto músculos esqueléticos que participam do exercício como os que não participam, contribuem para a troca (Exchange) de lactato durante o exercício. O papel preciso dos músculos ativos e dos que não participam do exercício é difícil de ser

determinado *in vivo* durante o exercício, pela dificuldade em isolar a circulação de músculos específicos em animais intactos (STAINSBY, BRECHURE & O'DROBINAK, 1991). O intestino, o fígado, o rim e o coração também são sítios de "limpeza" do lactato durante o exercício (WELTMAN, 1995). O fígado tem sido normalmente aceito como tecido responsável pela remoção do lactato, pela gliconeogenesis a partir do ácido láctico, e pela síntese do glicogênio. Contudo, tem ficado aparente, que o fígado regula não somente a homeostase da glicose sanguínea, mas também todo o suprimento de carboidrato. O fígado pode tanto consumir lactato e liberar glicose ou armazenar glicogênio, como também pode liberar lactato em um esforço para manter o fornecimento do substrato.

WELTMAN (1995) lembra que há considerável controvérsia em relação ao controle da produção de lactato e de sua remoção durante o exercício.

É sabido que a produção de ácido láctico é acelerada quando as contrações iniciam. O metabolismo oxidativo tem uma alta inércia e o maior tempo necessário para que o sistema oxidativo seja acelerado, resulta na necessidade de se fazer uso do sistema de fosfagênio e, por vezes, do sistema láctico (STAINSBY, BRECHURE & O'DROBINAK, 1991). Um aumento na produção de lactato também é observado em 50-70% do consumo máximo de oxigênio, bem antes da potência aeróbia ser alcançada na sua totalidade. Contudo, os mecanismos para o aumento do lactato ainda não estão totalmente entendidos. A explicação clássica tem sido que no músculo que está contraindo há um déficit de oxigênio e, portanto, parte da energia necessária deve ser suplementada pelo aumento do fornecimento anaeróbio de ATP.

Para SVEDAHL e MACINTOSH (2003) não há dúvida que quando a disponibilidade de oxigênio é limitada, o ácido láctico será formado no músculo participando de uma rede de contribuição para a provisão de energia. Porém, para os autores, a afirmação anterior não permite concluir que a presença de ácido láctico no músculo significa que a limitada disponibilidade estava restringindo o metabolismo oxidativo. MAUGHAM, GLEESON e GREENHAFF (2000) concluem que, embora a conversão da glicose em lactato seja um processo anaeróbio, ele ocorre mesmo quando o oxigênio se encontra disponível livremente para o músculo e a liberação de lactato não implica necessariamente a inadequação do suprimento de oxigênio. Em músculos *in situ*, perfundidos com o sangue do animal durante contrações repetidas,

ou fásicas, e condições normais, não há evidências claras de que a falta de oxigênio limita o consumo de oxigênio em nenhum nível ou tenha qualquer papel direto na produção ou remoção de lactato. As conclusões para essas evidências para o exercício são as mesmas (STAINSBY & BROOKS, 1990).

A glicólise que resulta na formação de ácido láctico deve ser interpretada como um processo que ocorre sem o uso de oxigênio, não necessariamente na falta de oxigênio (SVEDAHL & MACINTOSH, 2003), sendo um processo multifatorial que não está sempre relacionado à disponibilidade de oxigênio (GOLLNICK, BAYLI & HODGSON, 1986).

Segundo SVEDAHL e MACINTOSH (2003), muitos fatores podem promover a formação de ácido láctico no músculo, e um destes fatores pode ser a acelerada glicogenólise e a glicólise resultantes de atividades simpaticoadrenal. Esse efeito simpaticoadrenal pode ser o mecanismo primário para a marcante elevação do lactato sanguíneo, ou plasmático, durante um teste com incremento de carga. Tem sido sugerido que quando a epinefrina sanguínea cresce, na mesma proporção da intensidade do exercício, a glicólise é estimulada causando um aumento na produção de lactato no músculo e ao mesmo tempo um decréscimo na remoção de lactato por outros tecidos, resultando em um aumento na concentração de lactato (STAINSBY & BROOKS, 1990).

O aumento da glicólise com a intensidade do exercício ocorre através da estimulação dos β -adrenoreceptores. Esse aumento na atividade adrenérgica, leva a uma vasoconstrição hepática, renal e dos músculos inativos, levando a uma redução na remoção do ácido láctico e conseqüentemente ao seu aumento no sangue (BILLAT, SIRVENT, KORALSTEIN & MERCIER, 2003).

Resultados obtidos em exercícios com humanos suportam as conclusões alcançadas nos experimentos com animais. Lactato no sangue arterial e as concentrações de epinefrina estão altamente correlacionadas, e o ponto de inflexão do lactato sanguíneo coincide com o de inflexão da epinefrina em exercícios escalonados (BROOKS, 1991).

A grande responsável pela estimulação da glicogenólise e, em conseqüência, da glicólise, é a epinefrina, que ativa a enzima chave fosforilase, enzima responsável pelo desdobramento do glicogênio (MATSUSHIGUE, LIMA & KISS, 2003). Os autores ainda citam a estimulação adrenérgica, a liberação de cálcio

e a diminuição das reservas de creatina fosfato para a ativação completa da fosforilação oxidativa, como mecanismos que levam à maior rapidez na resposta do sistema láctico na limitação na utilização do sistema oxidativo na fase de transição do repouso para o esforço físico.

As causas da produção de lactato no músculo e por todo o corpo são várias. Ao nível tecidual de um músculo isolado, fatores como os padrões das contrações, duração das contrações, disponibilidade de substratos, hipóxia e a estimulação β -adrenérgicas têm papel fundamental. Por todo o corpo, os níveis de lactato sanguíneo circulante dependem do balanço da liberação do lactato e da retirada pelos diversos tecidos, que podem, dependendo das condições, passarem de uma rede de produtores, para consumidores, e vice-e-versa. A limitação de oxigênio para o metabolismo pode aumentar a produção de lactato e aumentar os níveis circulantes, mas a hipoxia é apenas um dos fatores da elevação da produção e do acúmulo de lactato. Normalmente, a limitação do oxigênio para o metabolismo, não é a causa da produção de lactato. O maior produtor de lactato no sangue é sistema receptor β -adrenérgico (STAINSBY & BROOKS, 1990).

4.1.2.1 Fatores que afetam a Resposta do Lactato Sanguíneo ao Exercício

4.1.2.1.1 Tipo de Fibra Muscular

O músculo esquelético é composto de dois tipos fundamentais de fibras musculares, fibras rápidas (tipo II) e fibras lentas (tipo I), contendo as seguintes diferenças metabólicas e estruturais (KARLSSON & JACOBS, 1982; MATSUSHIGUE, FRANCHINI & KISS, 2003) (TABELA 2):

TABELA 2 - Características dos tipos de Fibras Muscular

	Oxidação Lenta (Tipo I)	Oxidação Rápida (Tipo IIa)	Glicólise Rápida (Tipo IIb)
Contração	Contração Lenta	Contração Rápida	Contração Rápida
Tamanho da Fibra	Pequeno	Intermediário	Grande
Cor	Vermelha	Vermelha	Branca
Concentração de mioglobina	Alta	Alta	Baixa
Conteúdo Mitocôndrial	Alta	Alta	Baixa

4.1.2.1.1.1 Fibras Tipo I

As fibras tipo I possuem um maior número de capilares, maior capacidade oxidativa e maior atividade da isoenzima da desidrogenase láctica, o que favorece a oxidação do lactato a piruvato. São mais adaptadas para assegurar contrações relativamente pequenas quanto à força, porém, quanto à duração, próprias ao trabalho de resistência (VERKOSHANSKI, 2001). Realizam a ressíntese de ATP predominantemente por meio do sistema de transferência de energia aeróbio (McARDLE, KATCH & KATCH, 1992). Para MAUGHAM, GLEESON e GREENHAFF (2000), possuem alta capacidade para o metabolismo oxidativo, sendo resistentes à fadiga.

Para WASSERMAN, HANSEN, SUE, CASABURI e WHIPP (2005) a propriedade contrátil mais lenta das fibras tipo I parece resultar basicamente da baixa atividade da miosina ATPase na miofibrila que catalisa a quebra do fosfato de alta energia do ATP, a atividade mais baixa do Ca^{++} da proteína regulatória, troponina, e a taxa diminuída da captação de Ca^{++} pelo retículo sarcoplasmático. Estas mesmas propriedades parecem conferir uma resistência relativamente alta à fadiga das fibras tipo I. Tendem a ter níveis significativamente mais altos de enzimas oxidativas do que as fibras do tipo II.

4.1.2.1.1.2 Fibras Tipo II

Possuem uma maior atividade da miosina ATPase, lembrando-se que é a miosina ATPase que fraciona o ATP para fornecer energia para a contração muscular. Estas fibras possuem alta capacidade para a transmissão eletroquímica dos potenciais de ação, um nível rápido de liberação e captação de cálcio pelo retículo sarcoplasmático e um alto nível de reenervação das pontes cruzadas, características, que segundo McARDLE, KATCH e KATCH (1992) se relacionam com a capacidade que estas fibras possuem para gerar energia para produzir contrações rápidas e vigorosas.

Complementando, para MAUGHAM, GLEESON e GREENHAFF (2000), as fibras Tipo II (especialmente as fibras tipo IIb), possuem um tempo de relaxamento e contração relativamente rápidos e, conseqüentemente, possuem uma produção máxima de energia cerca de três vezes maior que as fibras tipo I. Segundo MATSUSHIGUE, FRANCHINI e KISS (2003), essas fibras tem como características: poucas mitocôndrias, são pobres no aporte sanguíneo e possuem pouca mioglobina.

Para VERKHOSHANSKI (2001), as fibras tipo II produzem maior lactato, sendo que as fibras Tipo I extraem ininterruptamente o lactato do sangue e das fibras Tipo II, oxidando-o. O autor conclui, que como nas fibras tipo II o metabolismo se realiza mais rapidamente que nas fibras tipo I, essa diferença de velocidade nestes processos contribuirá para o acúmulo de lactato no músculo e no sangue.

4.1.2.1.2 Disponibilidade dos Substratos

A quantidade de glicogênio armazenada no músculo, segundo os estudos de GOLLNICK, BAYLY e HODGSON (1986), está diretamente relacionada com a formação de lactato. Para os autores, altos valores de lactato são produto da grande utilização de glicogênio. Quando a concentração de glicogênio muscular diminui em função tanto da dieta como do exercício, a concentração de lactato fica abaixo do que as obtidas quando o músculo se encontra com concentrações normais de glicogênio.

A taxa de utilização do glicogênio e a concentração de lactato no sangue têm sido demonstradas como dependentes da concentração de glicogênio (KATZ & SAHLIN, 1990). No estudo de GOLLNICK, BAYLY e HODGSON (1981), onde sujeitos realizaram exercício em bicicleta, usando ambas as pernas, sendo que em uma das pernas havia conteúdo normal de glicogênio e na outra conteúdo reduzido. Apesar da quantidade similar de trabalho realizado, a perna com taxa normal de glicogênio liberou lactato enquanto aquela com depleção de glicogênio extraiu lactato. Para KATZ e SAHLIN (1990), dos dados de GOLLNICK et alii (1981), pode ser estimado que a taxa glicolítica foi marcadamente reduzida no estado depletado de glicogênio.

Para McARDLE, KATCH e KATCH (1992), grandes reservas de glicogênio possibilitam uma grande utilização do mesmo, e a grande utilização de glicogênio, por sua vez, resulta em altos valores de lactato.

O substrato demonstra sua importância na produção de lactato, já que para determinadas cargas máximas de trabalho, o acúmulo de lactato pode ser significativamente alterado pela manipulação dietética pré-exercício. Mudanças nas concentrações de insulina e na glicose sanguínea estimulam a glicólise e o aumento na concentração sanguínea de lactato, enquanto o aumento dos níveis circulantes de AGL durante o exercício aumentam significativamente a oxidação lipídica e leva a uma diminuição do acúmulo de ácido láctico.

Para VIRU e VIRU (1993), os efeitos do treinamento nos estoques de glicogênio são conhecidos desde 1927. No caso do treinamento de resistência o sucessivo esvaziamento e recarga dos reservatórios energéticos ao longo do tempo, resulta num aumento dos mesmos. A cada vez que um reservatório é recarregado, seu nível inicial é superado em um determinado valor, o que pode resultar num aumento de até 100% de glicogênio muscular e hepático (VERKHOSHANSKI, 2001).

4.1.2.1.3 Estado de treinamento

Tem sido demonstrado que o treinamento físico desempenha papel importante na regulação do metabolismo do lactato.

A diminuição na produção de lactato sanguíneo em função do treinamento está ligada a fatores fisiológicos como:

a) Aumento da densidade mitocondrial do músculo;

Na medida do crescimento da intensidade da carga e a ativação da glicólise, o fator a limitar a capacidade de trabalho é a capacidade do sistema mitocondrial de utilizar o piruvato. Quanto maior for essa capacidade, menor será o teor de lactato nos músculos passando ao sangue (VERKHOSHANSKI, 2001).

Para MAUGHAN, GLEESON e GREENHAFF (2000) a capacidade do músculo esquelético também é melhorada por um aumento acentuado, tanto do tamanho quanto do número, de mitocôndrias por unidade de área e por uma ampliação da área de superfície da membrana das mitocôndrias do músculo.

Um típico treino de resistência, é o responsável pelo aumento no número e volume observado nas mitocôndrias (VIRU & VIRU, 1993).

b) Aumento da atividade enzimática – o treinamento de endurance produz um grande aumento na alanina transaminase, criando assim uma alternativa para a remoção do piruvato no músculo, com a conversão de piruvato a alanina, sendo que, para SALTIN e KARLSSON (citados por SKINNER & McLELLAN, 1980), esta via alternativa demonstra ser a possível explicação porque atletas de endurance parecem produzir menos lactato, mesmo com taxas similares de glicose;

O treinamento aeróbio garante uma grande participação de enzimas oxidativas e o aumento da sua velocidade de reação (VERKHOSHANSKI, 2001).

c) Aumento da densidade capilar – a maior densidade capilar aumenta a liberação de lactato dos músculos em exercício. Tem sido demonstrado que o número de capilares por fibra muscular aumenta com o treinamento intensivo de endurance.

d) Alterações nas respostas hormonais ao exercício – Há aumentos menores nas concentrações de epinefrina e noraepinefrina para cargas iguais, ou relativas de trabalho, depois do treinamento, comparando-se com resultados pré-treinos (GOLLNICK, BAYLY & HODGSON, 1986).

e) Diminuição da taxa de utilização do glicogênio muscular e da glicose durante o exercício.

B. Saltin; J. Karlsson. Muscle ATP, CP and lactate during exercise after physical conditioning. In: B. PERNOW & B.SALTIN, Muscle during exercise. New York: Plenum, 1971

f) Aumento na concentração dos carreadores de lactato (MCT). Os MCT e suas isoformas (MCT1, MCT4) são sensíveis ao treinamento de endurance (BILLAT et alii, 2003).

4.1.2.2 Limiar de Lactato (LL)

O estudo da cinética de lactato no sangue e no músculo introduziu uma nova dimensão à fisiologia muscular e à ciência do exercício (KARLSSON & JACOBS, 1982).

Os termos, limiar anaeróbio, limiar de lactato, estado de máximo equilíbrio de lactato ou máximo “steady state”, início do acúmulo do lactato sanguíneo, ponto de quebra de lactato, entre outros, são termos que têm sido usados para definir a intensidade de exercício em que há um aumento não linear na concentração de lactato sanguíneo.

Neste estudo, nos deteremos especificamente ao estado de máximo equilíbrio de lactato (MLSS) e ao início do acúmulo do lactato sanguíneo (OBLA).

4.1.2.2.1 Estado de máximo equilíbrio de lactato (MLSS)

O MLSS é definido como a maior concentração de lactato sanguíneo e carga de trabalho que pode ser mantida por um longo período (25 a 30 minutos) sem um acúmulo contínuo de lactato (BILLAT et alii, 2003). Em outras palavras, o MLSS indica a intensidade individual de trabalho acima da qual a taxa de produção de lactato excede a remoção do mesmo.

A taxa de trabalho que corresponde à taxa de trabalho do MLSS, representa a intensidade mais alta de trabalho submáximo (MLSS intensity) que pode ser realizada sem a energia do metabolismo anaeróbio (HECK et alii, 1985). Acima da intensidade do MLSS, a produção de piruvato excede a remoção do lactato, a concentração muscular de creatina fosfato e o pH muscular e sanguíneo decrescem, o que causa o fim do exercício. (BENEKE, HUTLER & LEITHAUSER, 2000). No estudo sobre a independência do MLSS em relação à performance, BENEKE, HUTLER e LEITHAUSER (2000) demonstraram que o MLSS não indica uma dada

carga, mas uma intensidade de exercício. Ainda para os autores, a intensidade do MLSS corresponde a uma intensidade forte de treino de endurance.

Há várias razões para tentar quantificar esta intensidade de exercício, incluindo acesso à saúde cardiovascular ou pulmonar, evolução de programas de treinamento, prescrição de intensidades apropriadas de exercício e categorização da intensidade de exercício como moderada, forte ou severa (DENADAI, FIGUERA, FAVARO & GONÇALVES, 2004).

A interpretação dos achados relacionados ao MLSS é complicada pelo fato dos diferentes protocolos e definições do MLSS utilizados no passado. Em princípio, todos os métodos diferem em respeito à duração do teste, ao período de carga constante de exercício observada para a interpretação da cinética de lactato, e ao máximo aumento na concentração de lactato aceito (BENEKE, 2003). Em seu estudo sobre os aspectos metodológicos nos testes de MLSS, BENEKE (2003) comparou três métodos para a identificação do MLSS:

MLSS I – O MLSS I foi determinado através da análise da concentração de lactato sanguíneo entre o décimo e o trigésimo minuto de um exercício com carga constante. Durante este período, o aumento na concentração do lactato sanguíneo não poderia ser maior do que 1mmol.l^{-1} . O MLSS I foi calculado como a média da concentração sanguínea de lactato medida no décimo quinto, vigésimo, vigésimo quinto e trigésimo minuto.

MLSS II – O MLSS II foi baseado nas mudanças na concentração de lactato sanguíneo ocorridas durante o décimo e vigésimo minuto. Durante este período de exercício com carga constante, o aumento máximo na concentração sanguínea de lactato foi limitado em não mais do que $0,5\text{mmol.l}^{-1}$, o que era similar ao aumento por unidade de tempo definido para o MLSS I ($0,5\text{mmol.l}^{-1}.\text{min}^{-1}$), mas com a duração do teste reduzido em 33%.

MLSS III – Para o MLSS III, as mudanças ocorridas na concentração de lactato sanguíneo, também foram consideradas entre o décimo e o vigésimo minuto. Aqui, o MLSS foi definido como o aumento na concentração de lactato sanguíneo não sendo maior do que $0,2\text{mmol.l}^{-1}$.

Os MLSS II e III foram calculados como a média dos valores da concentração de lactato sanguíneo medidos no décimo quinto e vigésimo minutos do teste.

Neste estudo (BENEKE, 2003), 26 homens, sendo 18 triatletas e oito fisicamente ativos, realizaram teste para determinar a carga correspondente à concentração de $3,0 \text{ mmol.l}^{-1}$ de lactato. Depois de detectada a carga correspondente à concentração de $3,0 \text{ mmol.l}^{-1}$ de lactato, todos os indivíduos realizaram três testes de carga constante. No primeiro teste de carga constante, a carga era correspondente a $3,0 \text{ mmol.l}^{-1}$ de lactato. No caso de, durante o primeiro teste, um estado contínuo na concentração do lactato, ou mesmo um decréscimo fossem observados, os testes subsequentes teriam um aumento de carga de 3 a 10% na intensidade do exercício até que a concentração de lactato sanguíneo apresentasse um estado de equilíbrio. Caso a primeira carga de exercício apresentasse um aumento claro na concentração do lactato sanguíneo ou o teste fosse interrompido por exaustão, as cargas seguintes seriam reduzidas.

O estudo de BENEKE (2003) demonstrou que métodos distintos de determinação do MLSS resultam em diferentes valores para o MLSS e para as cargas relativas ao MLSS. Para o autor, numerosos estudos adotados para a determinação do MLSS não consideraram adequadamente a cinética da concentração do lactato sanguíneo durante testes prolongados com carga constante, tanto por duração insuficiente dos testes, como negligência do atraso na adaptação da concentração do lactato sanguíneo a uma dada carga constante. Baseado nos resultados do estudo, testes com cargas constantes com duração de pelo menos trinta minutos e com aumento na concentração de lactato sanguíneo não maior do que 1 mmol.l^{-1} depois do décimo minuto, parecem ser mais eficazes com respeito à validade dos resultados testados.

4.1.2.2.2 Início do acúmulo do lactate sanguíneo (OBLA)

A intensidade de exercício que corresponde ao ponto onde o lactato começa a crescer exponencialmente tem sido demonstrada como um bom preditor de performance de corrida de endurance e tem sido referido como a intensidade de exercício no OBLA (SJODIN & JACOBS, 1981)

OBLA é definido como a intensidade do exercício em que o lactato sanguíneo atinge valores de 4 mmol.l^{-1} durante um teste com incremento de carga (HECK et alii, 1985).

O valor de limiar de 4 mmol.l^{-1} resulta das observações que atletas de endurance podem tolerar as cargas respectivas por longos períodos de tempo e que cargas mais altas normalmente resultam em um aumento contínuo do lactato (HECK et alii, 1985). Para BILLAT et alii (2003), a média da concentração de lactato no início do acúmulo do lactato sanguíneo medido na população é de 4 mmol.l^{-1} .

Um das razões para selecionar 4 mmol.l^{-1} como a concentração de lactato associada ao OBLA é o reconhecimento de que à concentração de 4 mmol.l^{-1} de lactato muscular, a concentração de lactato no músculo e a concentração de lactato sanguíneo estão relacionados (SVEDAHL & MacINTOSH, 2003). Para KARLSON e JACOBS (1982), quando a concentração de lactato no músculo está por volta de $4\text{-}5 \text{ mmol.kg}^{-1}$ um platô é atingido para a liberação e remoção de lactato.

OBLA é tipicamente medido com um teste de exercício de protocolo incremental com subsequente interpolação para determinar a intensidade que é esperada para que ocorra os 4 mmol.l^{-1} de lactato (SVEDAHL & MacINTOSH, 2003). O atleta realiza um teste de exercício incremental em que a carga é aumentada em intervalos regulares de 3 a 4 minutos. A concentração de lactato sanguíneo é determinada no final de cada intervalo e plotada contra a velocidade neste intervalo, para se produzir o chamado perfil do lactato. O limiar anaeróbio determinado em tais testes incrementais demonstram grande correlação com o ritmo em provas de endurance (HOPKINS, 1991). Segundo HECK et alii (1985), em testes de exercícios incrementais, valores médios de lactato de 4 mmol.l^{-1} para 5 min de intervalo e $3,5$ para 3 minutos foram encontrados em cargas correspondentes a cargas do MLSS.

As concentrações de lactato sanguíneo podem ser medidas durante sessões normais de treinamento de ritmo constante, quando o objetivo é caracterizar ou acertar a intensidade de treino diretamente em termos de uma concentração específica de lactato (HOPKINS, 1991).

Está bem estabelecido, que em relação às cargas de intensidades relativas, indivíduos treinados têm um OBLA tardio se comparado com sujeitos não treinados. Baseado em estudos mais recentes, parece razoável especular que o treinamento por si só não é o único fator a induzir um acúmulo tardio de lactato, mas uma maior quantidade de fibras tipo I dever ter uma vantagem neste caso. Algumas outras características do músculo, além do tipo de fibra, que podem estar associadas com um OBLA tardio é a densidade capilar, a capacidade respiratória muscular e as

altas taxas de atividades das enzimas oxidativas em relação às glicolíticas (KARLSSON & JACOBS, 1982).

A vantagem de se usar os 4mmol.l^{-1} como critério para se estimar o OBLA é que isto fornece uma avaliação objetiva do limiar de lactato. Já o problema em se usar concentrações fixas de lactato é a insensibilidade para indivíduos fisiologicamente diferentes. Muitos fatores afetam a produção e distribuição pelo corpo em exercício. Como discutido anteriormente o estado de treinamento e a disponibilidade de substratos, particularmente os estoques de glicogênio (SVEDAHL & MacINTOSH, 2003).

4.2 Teste de 20 m de ida-e-volta

O consumo máximo de oxigênio (VO_2max) é reconhecido universalmente como um dos melhores indicadores da capacidade para o trabalho de longa duração (RIBEIRO & De ROSE, 1980). Para McNAUGHTON et alii (1996), o VO_2max é alcançado quando o indivíduo é incapaz de consumir oxigênio adicional mesmo com um aumento da carga de trabalho durante teste progressivo. Para o autor, os testes progressivos são usualmente realizados em esteira, bicicleta ou remo ergométrico, portanto reservados a ambientes de laboratórios, o que não permite testar um grande número de sujeitos, necessitam de técnicos treinados e demandam equipamentos caros. STICKLAND, PETERSEN e BOUFFARD (2003) ainda acrescentam que, além dos problemas citados acima, os testes realizados em laboratório podem não ser apropriados para algumas aplicações específicas, o que tem levado a um aumento no interesse em testes preditivos que sirvam como alternativas à mensuração direta do VO_2max .

Um dos testes mais conhecidos e usados, como alternativa à mensuração direta do VO_2max , é o teste de 12 minutos (KISS, 1987). Porém, LÈGER e LAMBERT (1982) lembram que o teste de 12 minutos é contrário à tendência de usar testes de multi-estágios em adultos já que é um teste máximo do início ao término do período de 12 minutos.

Segundo BAUMGARTNER e JACKSON, 1975 (citado por MECHELEN, HLOBIL & KEMPER, 1986), as correlações encontradas na literatura entre o teste de 12 minutos e o $VO_2\text{max}$ diferem largamente: $r = 0,20$ a $r = 0,90$. Os autores justificam essa diferença lembrando que a performance no teste de 12 minutos é altamente influenciada pela motivação do indivíduo e pela habilidade em controlar o ritmo ou a velocidade de corrida.

Com o objetivo de testar a capacidade aeróbia de grandes grupos a um custo mínimo LÈGER e LAMBERT (1982) desenvolveram o teste máximo de corrida de ida e volta de 20m de múltiplos estágios para predizer a potência aeróbia máxima ($VO_2\text{max}$) em adultos. O teste consiste em corrida de ida-e-volta entre duas linhas afastadas 20 metros entre si. Há uma área de dois metros de fundo de cada lado. O ritmo de corrida é marcado por sinal sonoro, emitido por fita cassete pré-gravada e o tempo é anunciado a cada meio minuto de cada estágio (FIGURA 1).

O indivíduo que realiza o teste é instruído a completar o máximo de estágios possíveis. O teste é interrompido quando o indivíduo não consegue acompanhar o ritmo marcado pelo sinal sonoro: por exemplo, não consegue por três vezes seguidas alcançar a área de fundo dos vinte metros.

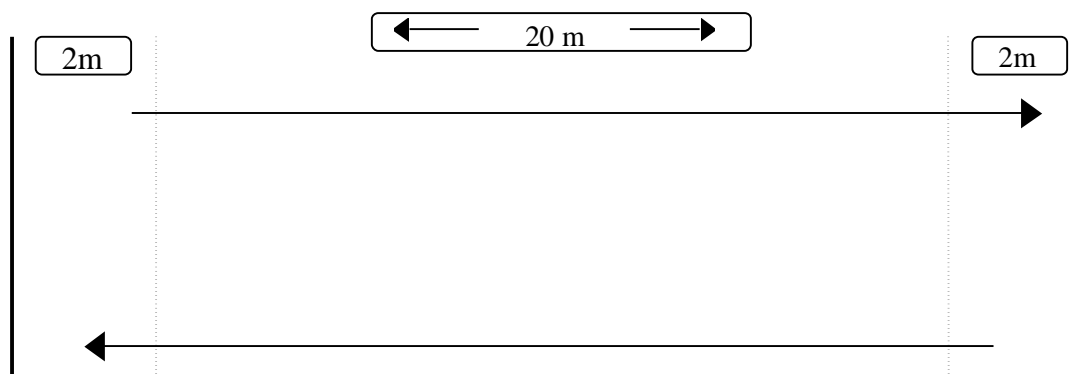


FIGURA 1 - Representação esquemática do teste de 20m de ida-e-volta

Em sua primeira versão, os estágios começavam com a velocidade de 8,5 km.h⁻¹ com incremento de 1km.h⁻¹ a cada 2 min até que o sujeito não pudesse mais manter o ritmo de corrida. A velocidade máxima era usada para predizer o VO₂max (r=0,84). Posteriormente, no estudo de LÈGER e GADOURY (1989), o teste foi validado para incremento de carga de 1 km.h⁻¹ a cada 1 min, sendo segundo os autores, mais fácil de administrar e mais motivante do que o incremento a cada 2 minutos.

Segundo McNAUGHTON et alii (1996) há duas versões para se estimar o VO₂max, a partir dos trabalhos de LEGER e LAMBERT (1982). Os autores classificaram estas versões como a versão europeia (ET) e a versão canadense (CT). A diferença entre estas versões é pequena, sendo a velocidade inicial na versão europeia de 8km.h⁻¹ enquanto na versão canadense a velocidade inicial é de 8,5 km.h⁻¹.

No presente estudo, analisaremos a versão canadense, que foi validada no trabalho de LÈGER, MECIER, GADOURY e LAMBERT (1988). Em seu estudo, 139 crianças e garotos, com idade entre de 6 e 16 anos, e 81 homens e mulheres, com idade entre 20 e 45 anos, realizaram o teste de 20m ida-e-volta duas vezes, com intervalo de uma semana, com o objetivo de testar a fidedignidade. O teste de 20m se mostrou fidedigno tanto para crianças (r=0,89) quanto para adultos (r=0,95). Não foi encontrada diferença significativa (P>0,05) entre teste e reteste. Em crianças (até 16 anos), o VO₂max pode ser predito a partir da velocidade máxima de corrida e pela idade, utilizando-se a equação:

$$VO_2\max=31,025+3,238X1-3,248X2+0,1536X1*X2,$$

sendo X1 = km.h⁻¹; e X2 = idade. Em adultos, o VO₂max foi relacionado apenas à velocidade máxima com resultados similares para homens e mulheres, como também para sujeitos abaixo e acima de 35 anos de idade., utilizando-se a equação:

$$Y= -24,4+6,0*X1 \quad (X1= \text{km.h}^{-1}).$$

O teste de 20m de ida-e-volta é um teste de campo ideal para medir a aptidão cardiorespiratória. O teste possui um protocolo com incremento de velocidade, o que está de acordo com o padrão de sobrecarga para um teste de VO₂max. O método de acompanhamento do resultado também é fácil de administrar e interpretar. Para aqueles cujos esportes envolvem freqüentes paradas, saídas e mudanças de direção, este teste parece ser mais específico do que os testes de

corrida contínua. Os problemas associados à aprendizagem do ritmo são eliminados já que o ritmo é controlado por um sinal sonoro. Outra grande vantagem do teste de 20m de ida-e-volta é a utilização do mesmo protocolo para todas as idades, sendo possível fazer comparações longitudinais e transversais (LEGER et alii, 1988; LIU, PLOWMAN & LOONEY, 1992; MAHONEY, 1992; MECHELEN, HLOBIL & KEMPER, 1986).

4.3 Monitoramento da condição aeróbia

Desde a década de 50, quando pela primeira vez se estabeleceu uma relação clara entre a falta de exercício e o risco de desenvolver doenças coronarianas, o interesse em uma metodologia em que se possa quantificar a atividade física diária das populações tem aumentado (GLEESON & LAMBERT, 1998).

Segundo GILMAN (1996), a intensidade do treinamento é crítica para a performance do atleta. Porém, para HOPKINS (1991) pouca atenção tem sido dada à metodologia de quantificação de treinos. GILMAN (1996) ainda cita que um programa de treinamento de baixa intensidade não melhorará a aptidão aeróbia, enquanto um programa de treinamento muito intenso causará contusões ou “overtraining”. Conforme descrito por LAMBERTS, LEMMINK, DURANDT e LAMBERT (2004), assumindo-se que a F.C. à uma dada carga submáxima decresce em função da melhora da condição aeróbia, uma F.C. elevada em uma dada intensidade de exercício submáxima pode indicar um estado de “overtraining” ou falta de condicionamento aeróbio.

O monitoramento, como forma de se atingir o objetivo específico da sessão de treino e não incorrer nos erros acima citados, pode ser dividido, em três formas usuais: questionário retroativo e ou diários, monitoramento fisiológico e observação diária (HOPKINS, 1991). Em seu estudo, o autor lembra que os questionários retroativos apesar de serem o método mais barato e de fácil entendimento por técnicos e jogadores, apresentam como principal problema a natureza subjetiva das medidas: as questões podem ser mal entendidas, as respostas podem ser distorcidas com ou sem intenção ou o item a ser respondido pode ter sido esquecido. Os diários levam vantagem em relação aos questionários, já

que os dados são registrados com grande proximidade temporal. Já o fato de ter que registrar os treinos por longos períodos causa desinteresse por parte dos atletas. Isso pode ocasionar registros simples e curtos.

O monitoramento fisiológico se divide em dois grupos: aquele que produz a medida integral ou parcial de um certo período de tempo e aquele que reproduz a sessão de treinamento. Um grande número de variáveis fisiológicas muda durante o exercício, mas apenas o consumo de oxigênio, frequência cardíaca (F.C.) e concentração de lactato tem sido usados para monitorar sessões em progresso.

4.3.1 Freqüência Cardíaca

Muitas tentativas têm sido feitas para demonstrar a relação entre vários marcadores fisiológicos submáximos e de intensidade. Essas tentativas incluem o monitoramento da F.C., a mensuração do lactato sanguíneo e o pH, os valores de equivalentes metabólicos e a taxa de troca respiratória. Com particular relevância para a prescrição de exercícios para a população está o uso dos marcadores submáximos de intensidade de exercícios, sendo que o monitoramento da F.C. é indiscutivelmente o melhor e mais seguro (HILLS, BYRNE & RAMAGE 1998)

A monitoração da F.C. é provavelmente a metodologia mais usada para a prescrição de exercício em adultos saudáveis e atletas (KARVONEN & VUORIMAA, 1988). A sua importância levou à realização em dezembro de 1997 da Conferência Internacional de Monitoração da F.C. e Exercício, realizada na África do Sul (edição especial do Journal of Sports Sciences, 1998).

Como uma nova área de investigação, VUORI (1998) indica como principal objeto de estudo da monitoração da F.C., a caracterização de maneira quantitativa das relações entre os estímulos, a atividade física nas suas mais diferentes formas e o resultado favorável ou não para a saúde. Para o esporte, KARVONEN e VUORIMAA (1988) classificam o uso da F.C. como o meio mais usado para se estimar a intensidade do exercício durante atividades realizadas fora do laboratório, já que é fácil de ser aferida com o uso dos monitores cardíacos portáteis, que permitem ao sujeito realizar seus exercícios livremente durante a coleta de dados.

Para VUORI (1998), a F.C. pode ser usada para estudos observacionais e estudos de intervenção. Como exemplo de estudos observacionais, a F.C. pode ser usada como instrumento para medir e comparar a intensidade de tipos diferentes de atividades físicas para se estimar o esforço máximo cardiovascular, ou seja, o risco cardiovascular. Em estudos de intervenção, a F.C. pode ser usada para acessar, monitorar e ajustar a zona alvo de treinamento para se assegurar a efetividade e a segurança da atividade.

Há, atualmente, na literatura muitos trabalhos nos quais a F.C. está comumente ligada ao índice de trabalho realizado pelo sujeito (COEN, URHAUSEN & KINDERMANN 1996; GILMAN & WELLS, 1993; RAYSON, DAVIES, BELL & RHODE-JAMES, 1995; SWAIN, ABERNATHY, SMITH, LEE & BUNN 1994; WELTMAN, WELTMAN, RUTT, SEIP, LEVINE, KAISER & ROGOL, 1989). A sua relativa facilidade de aferimento permite encontrar um índice significativo do trabalho produzido e, posteriormente, pode constituir um exame indireto com relativa aproximação dos processos metabólicos intervenientes durante o esforço.

Segundo McARDLE, KATCH e KATCH (1992), para cada pessoa, a frequência cardíaca e o consumo de oxigênio tendem a se relacionar linearmente durante grande parte da variação do trabalho aeróbio. Se essa relação exata for conhecida, a frequência cardíaca do exercício poderá ser utilizada para estimar o consumo de oxigênio, e a seguir computar o gasto energético. Essa abordagem pode ser usada quando o consumo de oxigênio não pode ser medido durante a atividade.

Uma boa alternativa consiste em utilizar a frequência cardíaca para classificar o exercício em termos de intensidade relativa e para estabelecer um protocolo de treinamento. Essa prática se baseia no fato de o percentual do $VO_2\text{max}$. e o percentual da frequência cardíaca máxima de alguém estarem relacionados de maneira previsível, independente do sexo, do nível de aptidão ou da idade. No entanto, perto de cargas máximas a linearidade entre F.C. e VO_2 . nem sempre é encontrada (ASTRAND & RODAHL, 1980). Para McARDLE, KATCH e KATCH (1992), neste caso, assumimos uma linearidade entre F.C. e carga de trabalho, assim a F.C. refletirá a carga de trabalho atual.

Para GRANT e McMILLAN (2001 citado por SVENSSON & DRUST, 2003), pelo monitoramento de variáveis fisiológicas como a frequência cardíaca durante testes incrementais, as intensidades de treinos podem ser pré-selecionadas de acordo com os objetivos da sessão de treinamento. Tais procedimentos podem ajudar na efetividade de estímulos isolados e em qualquer intervenção.

A prescrição de treino baseada na F.C. relacionada a marcadores metabólicos com subsequente monitoração da F.C. deve permitir a treinadores e técnicos administrar pontualmente a intensidade de treino (GILMAN & WELLS, 1993).

4.3.1.1 Monitoramento de Frequência Cardíaca durante o jogo e o treino.

Os primeiros estudos que procuraram quantificar a carga fisiológica imposta em treinos e jogos só podiam “gravar” a frequência cardíaca (F.C.) antes e depois da partida, o que segundo alguns autores (RAMSEY, AYOUB & DUDEK, 1970) não reflete a variação da F.C. durante a partida. Tecnicamente, os equipamentos comumente usados eram considerados impraticáveis e inconvenientes para o sujeito. Somente com o desenvolvimento dos primeiros frequencímetros portáteis, no início dos anos 80, é que se tornou comum o uso da FC como indicador da intensidade do exercício em campo (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003).

Atualmente, com o avanço tecnológico no monitoramento da F.C. e os testes de laboratório, é comum o uso da F.C. para medir a carga de trabalho imposta durante os treinos e as partidas, sendo possível o uso de monitores de F.C. tanto para resposta imediata para o exercício como para se armazenar e estudar posteriormente os dados. Em esportes onde há contato, como o Futsal, é importante que o equipamento seja pequeno, leve e não ofereça nenhum risco de dano ao praticante (RHODE & ESPERSEN, 1988).

S.GRANT; K.McMILLAN. The role of blood lactate response to sub-maximal exercise in the monitoring of aerobic fitness in footballers. *Insight: The FA Coaches Association Journal*, v.4, n.2, p.34-35, 2001.

ALI e FARRALY (1991) encontraram como resultado, que o uso de rádio de telemetria de curto alcance (como Sport Tester PE3000, ou equipamento similar) permite uma medição realística da carga fisiológica em jogadores de futebol durante as partidas. Os autores ainda recomendam o intervalo de 5 segundos para se gravar a F.C. durante jogos e treinos. Esse intervalo fornece detalhadamente o comportamento da F.C. durante a partida, já que a cada 5 segundos ou menos, há uma mudança no tipo de deslocamento durante uma partida. Para os autores, o intervalo de 5 segundos também consegue ser sensível à mudança no ritmo dos deslocamentos. Contudo, segundo IMPELLIZERI, RAMPININI e MARCORA (2005), a validade destas informações, pode ser questionada pela natureza intermitente dos treinos e performance no futebol. Para CHRISTMASS, RICHMOND, CABLE, ARTHUR e HARTMANN (1998) a F.C. não reflete imediatamente as variações na intensidade durante o exercício intermitente. ACHTEN e JEUCKENDRUP (2003) ainda complementam que em relação às mudanças rápidas nos exercícios, de baixa para alta intensidade (e vice-versa), a resposta da F.C. ocorre de forma mais lenta, o que segundo os autores, levaria a um pequeno erro quando a F.C. é usada para prever o gasto energético ou prever o $VO_2\text{max}$. durante atividades intermitentes. CHRISTMASS et alii (1998) ainda acrescenta que fatores como estresse emocional e o acúmulo de metabólitos podem alterar a relação F.C./ VO_2 .

Mesmo com os problemas metodológicos apresentados acima, alguns autores (DEUTSCH, MAW, JENKINS & REABURN 1988; GILMAN, 1996; GILMAN & WELLS 1993) recomendam a subdivisão da F.C. gravada para se determinar o tempo gasto acima ou abaixo do limiar de lactato, lembrando-se que como a intensidade do exercício está associada com o lactato sanguíneo, a correlação entre o lactato e a F.C. pode ser usada para se estimar a solicitação fisiológica durante o jogo. Esta subdivisão é expressa pela porcentagem da F.C. máxima. DEUTSCH et alii (1988) dividem a F.C. em quatro zonas de treinamento (TABELA 3):

TABELA 3- Zonas de treinamento determinadas pela subdivisão da F.C. máxima (DEUTSCH et alii, 1988).

Máxima	> 95% F.C. Máxima
Supra Limiar	85-95% F.C. Máxima
Limiar Anaeróbio	75-84% F.C. Máxima
Sub- Limiar	<75% F.C. Máxima

Para GILMAN (1996) os dados coletados podem servir de ferramenta de pesquisa para cientistas estudarem tanto exemplos de treinos de atletas de sucesso como os que apresentam “overtraining”.

Recentemente, para verificar a utilidade da frequência cardíaca para monitorar a carga do treinamento aeróbio intervalado no futebol, IMPELLIZERI, RAMPININI e MARCORA (2005) quantificaram a carga de treinamento de um grupo de 15 jogadores de futebol, da categoria júnior, gravando a F.C. durante todas as sessões durante sete semanas de uma temporada. Antes e depois deste período de treinamento, os jogadores realizaram um teste incremental em esteira para medição das modificações da condição aeróbia. Baseado na relação individual entre a F.C. e o lactato durante estes testes, os autores determinaram o tempo em minutos gastos em três zonas: abaixo do limiar de lactato, entre o limiar de lactato e o OBLA, e acima do OBLA. Os autores encontraram uma correlação positiva significativa entre o percentual de aumento do VO_2 no OBLA e os minutos gastos acima do OBLA durante o treinamento ($r=0,55$; $p<0,05$). Para os autores, os jogadores que treinaram mais tempo acima do OBLA, demonstraram um aumento significativamente maior na capacidade aeróbia comparados com os outros jogadores, que na verdade, demonstraram sinais de destreinamento. Segundo os autores, esses resultados sugerem que a F.C., ainda que com fatores limitantes, pode fornecer informações proveitosas sobre o treinamento aeróbio e sua efetividade.

A determinação da F.C. pode dar uma indicação do quão forte um jogador está trabalhando e pode ser usada para avaliar se o objetivo do treinamento está sendo cumprido. A monitoração corrente da F.C. durante os treinamentos pode também produzir um ótimo estímulo aos jogadores para trabalharem forte (BANGSBO, 1994)

4.4 Validade

O progresso em uma área está estritamente ligado à eficiência dos instrumentos de medida. A existência de instrumentos eficientes merece consideração quanto à sua validade e fidedignidade. A validade refere-se à extensão que um instrumento mede o que se propõe a medir (SAFRIT & WOOD, 1995). Um teste, portanto, é válido quando mede o que diz que mede. A fidedignidade ou confiabilidade, por outro lado, refere-se à extensão a qual o instrumento é consistente, ou seja, nas mesmas condições oferece resultados semelhantes.

A validade da medida indica o grau no qual o teste, ou instrumento, mede o que se espera o que ele supostamente deva medir. Assim, validade refere-se à segurança da interpretação de um teste, que é a mais importante consideração em medição (THOMAS & NELSON, 2002).

A validade poder ser dividida em vários tipos diferentes: validade relacionada ao conteúdo, validade relacionada ao critério e validade relacionada à construto (MORROW JUNIOR, JACKSON, DISCH & MOOD, 2003). As medidas utilizadas em estudos de pesquisa são frequentemente válidas contra algum critério.

A validade relacionada ao critério, baseia-se na existência de uma medida de critério verdadeira disponível. A validade é a evidência de que um teste possui uma relação estatística com a prova que está sendo medida. Para validar um teste de $VO_2\max$, em algum momento, os sujeitos devem completar o teste de critério (“golden standard”) e o teste a ser utilizado para estimar o critério. Se um forte relacionamento é descoberto entre o critério e o teste alternativo, os sujeitos não precisam completar a medida de critério, mas podem ter o seu valor no critério estimado a partir da medida alternativa, ou medida substituta (MORROW JUNIOR et alii, 2003).

A validade de critério é utilizada em dois contextos principais: validade concorrente e validade preditiva.

A validade de predição refere-se à extensão a qual o teste prediz futuros desempenhos de indivíduos. Um teste tem validade para predizer quando, efetivamente, indica como o objetivo em estudo desenvolverá no futuro uma outra tarefa ou incumbência. Este tipo de validade é muito importante para testes que são usados com o propósito de selecionar e classificar (SAFRIT & WOOD, 1995;

THOMAS & NELSON, 1990). A validade preditiva envolve o uso de um critério a ser predito. Frequentemente o critério é algum comportamento posterior, por exemplo, os exames de vestibular são utilizados para predizer o sucesso posterior (THOMAS & NELSON, 2002).

A validade concorrente refere-se à relação entre escores de um instrumento e o critério disponível ao mesmo tempo. Na validade de predição, a relação é feita entre escores individuais em um teste e o desenvolvimento do indivíduo em uma função determinada posteriormente, enquanto na validade simultânea, após localizar-se um critério aceitável e contemporâneo, o instrumento sob estudo é correlacionado com o mesmo. A validade concorrente é um processo que não depende de acompanhamento do objeto em estudo, nem da complementação de um programa. É, portanto, mais acessível em relação ao tempo, visto que os resultados podem ser obtidos simultaneamente (SAFRIT & WOOD 1995; THOMAS & NELSON, 1990). A validade concorrente envolve um instrumento de medida sendo correlacionado com algum critério que é administrado quase que ao mesmo tempo (concorrentemente). A validade concorrente é usualmente empregada quando os pesquisadores desejam substituir um critério que é difícil de medir por um teste mais curto e mais facilmente administrado (THOMAS & NELSON, 2002). A escolha do critério é crítica no método da validade concorrente. Tudo o que as correlações podem determinar é o grau de relação entre uma medida e o critério. Se o critério é inadequado, então o coeficiente de validade concorrente é de pouca importância (THOMAS & NELSON, 2002).

Uma limitação de tais estudos é que a validade tende a diminuir quando a fórmula de predição é utilizada com uma nova amostra. O problema é que as correlações são únicas para a amostra e quando os resultados são aplicados a outra amostra (mesmo se for similar à primeira), nem sempre a relação é sustentada. Conseqüentemente, o coeficiente de validade diminui substancialmente (THOMAS & NELSON, 2002).

Uma parte importante da validade é a fidedignidade, que diz respeito à consistência, ou à possibilidade da repetição de uma medida. Um teste não pode ser considerado válido se não for fidedigno. Em outras palavras, se o teste não for consistente – se não se pode confiar que testes sucessivos produzam os mesmos resultados - então não se pode confiar no teste. Um teste deve primeiro ser

reprodutível, para então ser válido, para verdadeiramente medir o que ele pretende medir (MORROW JUNIOR et alli, 2003).

4.5 FUTSAL

Como citado anteriormente, o Futsal, modalidade coletiva de colaboração e oposição, se caracteriza por períodos de alta intensidade e curta duração, intercalados com períodos de baixa intensidade e pausas incompletas, que não permitem recuperação completa (MEDINA et alii, 2002)

A elaboração de um modelo de treinamento específico nos esportes de equipe requer uma análise das exigências físicas, fisiológicas e energéticas impostas na competição. Partindo de seus conhecimentos, pode-se estabelecer programas adequados dirigidos para as qualidades condicionais especiais, propondo um processo de treinamento rigoroso, científico e adaptado às necessidades da modalidade (ALVAREZ, 1998).

Quanto às exigências físicas citadas anteriormente, para REILLY (1997), a intensidade do exercício durante a partida de futebol pode ser indicada pela distância total coberta por cada jogador. Outros autores (REILLY & THOMAS, 1976; PLISK, 1991) lembram que o perfil das atividades em partida serve para indicar, ainda que indiretamente, o sistema energético e a demanda fisiológica predominante em competição. REILLY (1997) lembra que a atividade poder ser classificada de acordo com o tipo de ação ou movimento, intensidade (qualidade), duração (distância) e frequência.

Segundo ARAÚJO, ANDRADE, FIGUEIRA e FERREIRA (1996) os jogadores de futsal percorrem uma distância total de 4300 a 4900m por jogo, sendo que para esse total percorrido, dividindo-se por posição, temos a seguinte distribuição: fixo: 4.494 m; ala: 4877 m, pivô: 4304 m. Outros estudos também tem demonstrado o total percorrido por jogadores de futsal durante a partida (TABELA 4). As diferenças na técnica utilizada para mesurar o deslocamento em partida e a diferença nos níveis das equipes podem explicar a variação nos valores encontrados.

TABELA 4 - Distância percorrida durante a partida (metros)

	Fixo	Ala	Pivô
ARAÚJO et alii (1996)	4.494	4.877	4.304
MOLINA (1996)	1.940	3.042	1.967
MORENO (2001)	6.014,17	7.876,97	5.893,15

O tempo médio de permanência em quadra é de aproximadamente 30 minutos (MOLINA, 1996), e as diferentes formas de deslocamento (andando, costas, trote e corrida) são mostradas na TABELA 5.

TABELA 5 - Valores de distância percorrida em partida por jogadores de Futsal em função das posições.

Posição	Total	Andando %	Costas %	Trote %	Corrida %
Fixo	4.494 m	24,0	23,0	12,6	40,1
Ala	4.877 m	20,1	12,2	13,6	53,9
Pivô	4.304 m	26,3	25,2	14,4	33,9

*Fonte: ARAÚJO et alii (1996)

Como demonstrado anteriormente pelo estudo de MORENO (2001), 88% das atividades são de predominância aeróbia, sendo que para SANCHEZ, HERNANDEZ, MARTIN e CABEZON (2005), há uma aleatoriedade na ocorrência dos esforços físicos durante o jogo, que exigem do atleta a capacidade de mobilizar, de maneira imediata, grandes quantidades de energia, assim como manifestar uma ótima resistência para recuperar-se destas cargas de trabalho e manter um nível de rendimento de acordo com as demandas competitivas.

Quanto às respostas fisiológicas e energéticas, para REILLY (2005), as respostas fisiológicas ao jogo incluem o monitoramento de variáveis metabólicas (como consumo de oxigênio, acúmulo de lactato sanguíneo, glicose e a utilização de ácidos graxos), respostas termoreguladoras, metabólitos circulantes e concentrações hormonais. Para HOPKINS (1991) um grande número de variáveis fisiológicas muda durante o exercício, mas apenas o consumo de oxigênio, frequência cardíaca e concentração de lactato têm sido usados para monitorar sessões em progresso.

Segundo MEDINA et alii (2002), os jogadores de Futsal, apresentam valores médios de F.C. de 165 ± 10 bpm com valores máximos e mínimos de 181 e 141 bpm, respectivamente. O autor encontrou, ao relacionar a F.C. média dos jogadores, com suas F.C. máximas, valores entre 80-90% da F.C. máx. Já ALVAREZ, VERA e HERMOSO (2004) encontraram valores um pouco maiores, sendo a F.C. máx. média 192 ± 1 bpm, F.C. média 172 ± 4 bpm e F.C. mínima de 119 ± 11 bpm. O autor encontrou ao relacionar a F.C. máxima individual com a F.C. média valores de 89,5% da F.C. máx.

Para ALVAREZ, VERA e HERMOSO (2004), que pese o caráter intermitente dos esforços no futsal, frequências cardíacas médias tão altas, superiores do que as da maioria das modalidades esportivas coletivas, indicam elevadas exigências do componente cardiovascular requerido pela competição. Para HOFF (2005), a média de frequência cardíaca entre 80 e 90 % da frequência cardíaca máxima, representa uma média de intensidade próxima à intensidade do limiar anaeróbio.

Já em relação ao lactato sanguíneo, os jogadores apresentaram no primeiro tempo, concentração média de $4,5\text{mmol.l}^{-1}$ e $3,8\text{mmol.l}^{-1}$ no segundo tempo (MOLINA et alii, 1996).

Apesar dos "sprints" repetitivos, das disputas de bola, chutes e trocas de sentido estarem vinculados a exercícios anaeróbios, quase toda atividade realizada durante o jogo emprega o metabolismo aeróbio, sendo então uma boa potência aeróbia o requisito básico para se obter um alto rendimento no jogo. Quanto melhor desenvolvido, de forma mais econômica se efetuará a síntese de (ATP-CP), que representam as fontes de energia mais decisivas nos exercícios de jogos intermitentes. Uma boa capacidade aeróbia assegura desta forma, um nível de esforço ótimo, com uma regeneração, recuperação e não menos importante resistência ao esforço. Quanto mais alto o limiar anaeróbio, mais alto será o ritmo médio de jogo que se poderá manter ao largo da partida (MEDINA et alii, 2002).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 População e Amostra

Para este estudo, considerou-se como amostra: nove jogadores de Futsal das categorias infante e juvenil, nível nacional, participantes dos campeonatos série Ouro da Federação Paulista de futsal em 2005.

5.1.2 Critérios de inclusão

- Sexo masculino.
- Idade entre 16 e 20 anos.
- Ser atleta devidamente registrado pela equipe (nível nacional) em 2005.

5.2 Coleta de Dados

Após leitura e assinatura do termo de consentimento, os atletas compareceram no Laboratório de Desempenho Esportivo da Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo para realizarem as baterias de testes propostos a seguir:

5.2.1 Medidas antropométricas

Foram consideradas: Massa corporal, estatura, espessuras de dobras cutânea tricipital, subescapular, supra-ilíaca, abdominal, panturrilha (LOHMAN, 1992).

Espessura de dobra cutânea tricipital: Com o avaliado em pé, braço relaxado ao longo do corpo, a espessura foi medida na parte posterior do braço, no ponto que se situa no meio da medida entre o acrômio e o olécrano, sendo a medida feita no eixo longitudinal do corpo.

Espessura de dobra cutânea subescapular: Com o avaliado em pé, ombros relaxados e braços ao lado do corpo, a espessura da dobra cutânea foi

medida a dois centímetros do ângulo inferior da escápula, sendo obtida obliquamente ao eixo longitudinal, seguindo a orientação dos arcos costais.

Espessura de dobra cutânea supra-íliaca: Com o avaliado em pé, em postura ereta e de lado para o avaliador, o avaliado afastava levemente o braço direito para trás, tendo sido então a medida realizada no sentido oblíquo, a dois centímetros da crista ilíaca ântero-superior na altura da linha axilar anterior.

Espessura de dobra cutânea abdominal. O avaliado se em pé, postura ereta. A espessura foi determinada a aproximadamente dois centímetros à direita da borda lateral da cicatriz umbilical, paralelamente ao eixo longitudinal.

Espessura de dobra cutânea da panturrilha medial: Com o avaliado na posição sentada, perna e coxa direita formando um ângulo de 90°, sem apoiar o pé direito no chão. A dobra foi tomada ao nível da maior circunferência longitudinal da perna.

Para o estudo do comportamento da gordura corporal nos atletas, este estudo optou por utilizar o método de somatória de dobras: somatória de dobras cutâneas tricipital e panturrilha medial (gordura subcutânea de membros) e somatória de dobras cutâneas subescapular, supra íliaca e abdominal (gordura subcutânea de tronco (GAGLIARDI, 1996)

5.2.2 Teste escalonado na esteira com coleta de sangue para determinação da $V_{3,5}$ – Protocolo de HECK et alli (1985)

5.2.2.1 Procedimentos e explicações

Antes do início do teste, foi feita a coleta de sangue do lóbulo da orelha direita para avaliar a concentração do lactato sanguíneo em repouso. Para a análise do lactato, foi utilizado o aparelho Yellow Spring 1500®.

Foram feitos registros de eletrocardiograma em repouso e em esforço (micromedics® com 12 derivações), para análise do traçado eletrocardiográfico e critério de prosseguimento do teste de esforço.

O teste foi composto por uma caminhada de 5 minutos na velocidade 6 km.h^{-1} a 1% de inclinação para acomodação do atleta na esteira (InbraSport® - SUPER ATL) e para aquecimento.

Após o aquecimento foi utilizado um protocolo progressivo, com velocidade inicial de 6 km.h^{-1} com incrementos de $1,2 \text{ km.h}^{-1}$ a cada três minutos e com uma inclinação constante de 1% até alcançar a exaustão do atleta, caracterizando-se como teste máximo.

O critério utilizado como identificação do teste máximo, além da manifestação de fadiga relatada pelo atleta e da concentração de lactato sanguíneo maior que 8 mmol.l^{-1} .

Durante a aplicação do teste foram feitos registros eletrocardiográficos, coleta de amostras de sangue arterializado do lóbulo da orelha direita para avaliar a concentração do lactato sanguíneo após cada intervalo de carga.

5.2.3 Teste de 20 m de ida-e-volta escalonado

Na quadra de futsal, os atletas realizaram teste de potência aeróbia – teste de 20 m de ida e volta (LÉGER & LAMBERT, 1982) adaptado – com estágios de três minutos, velocidade inicial de $8,5 \text{ km.h}^{-1}$ com incremento de $1,0 \text{ km.h}^{-1}$ a cada três minutos. Durante a aplicação do teste foram feitos registros dos batimentos cardíacos pelo frequencímetro da marca Polar®, coletas de amostras de sangue arterializado do lóbulo da orelha direita para avaliar a concentração do lactato sanguíneo após cada intervalo de carga. Foram feitas coletas de sangue no primeiro, terceiro e quinto minutos após o término do teste.

5.2.4 Teste retangular para determinação da MLSS

Após a determinação da $V_{3,5}$ no teste de 20 m de ida e volta adaptado, foi realizado teste retangular nessa velocidade, em quadra (20 m ida e volta), para a verificação da VMSSL. Os atletas realizaram testes de 30 minutos com a velocidade correspondente à $V_{3,5}$ (determinada no teste de 20 m de ida e volta). A determinação da VMSSL seguiu a definição de BENEKE et alii (2003), na qual o MLSS é atingido quando a concentração sanguínea de lactato varia menos do que 1 mmol.l^{-1} durante os 20 minutos finais. Como houve variação maior que 1 mmol.l^{-1} de

lactato, os atletas realizaram o mesmo teste, porém em carga inferior, até encontrar valores de variação menores que 1 mmol.l^{-1} .

6. ESTATÍSTICA

Foi realizada a análise descritiva para frequência cardíaca, concentração de lactato, peso, estatura, somatória de dobras cutâneas de tronco, somatória de dobras cutâneas de membros, velocidades máximas e velocidades de limiar atingidas no teste de esteira e teste de quadra. Foram calculadas as velocidades no limiar e as velocidades de MLSS. Para as mesmas variáveis, foi realizada a correlação de Pearson entre os dados de esteira e quadra (FC esteira x FC quadra; [LA] esteira x [LA] quadra).

A validade da determinação da V_{3,5} no Teste de 20 m de ida-e-volta foi realizada estatisticamente através da correlação dos resultados obtidos no teste retangular com as velocidades do teste de MLSS.

Foi feito ANOVA com medidas repetidas para comparação entre as intensidades de limiares no teste de quadra, limiares no teste de esteira e no MLSS.

7 RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados, divididos da seguinte forma: 1 – análise descritiva e, 2- correlações e comparações.

1-Análise Descritiva

Foram sujeitos deste estudo nove jogadores de Futsal (17 ± 1 anos, $71,56 \pm 6,73$ kg, $175,56 \pm 5,36$ cm) (ANEXO VI).

Na TABELA 6 encontram-se os valores médios e desvio padrão, valores máximos e mínimos referentes às variáveis somatória de dobras cutâneas de tronco e somatória de dobras cutâneas de membros, observadas nos jogadores de Futsal categorias infante e juvenil (ANEXO VII).

TABELA 6 - Valores médios, desvio padrão, valores máximos e mínimos referentes às variáveis somatória de dobras cutâneas de tronco (ÓSDT – mm) e somatória de dobras cutâneas de membros (ÓSDM – mm).

	ÓSDM (mm)	ÓSDT (mm)
Médias	23,71	39,98
D.P.	5,83	9,67
Max	33,4	59
Min	13,3	28,8

Durante o teste de 20 metros de ida-e-volta, os jogadores percorreram uma distância total média de 2936,11 metros \pm 574,88, sendo a média da velocidade máxima atingida no teste de 12,94 \pm 0,88 km.h⁻¹. A média de velocidade equivalente ao limiar de 3,5 mmol.l⁻¹ foi de 11,62 \pm 0,66 km.h⁻¹, o que equivale em média a 90% da velocidade máxima atingida no teste.

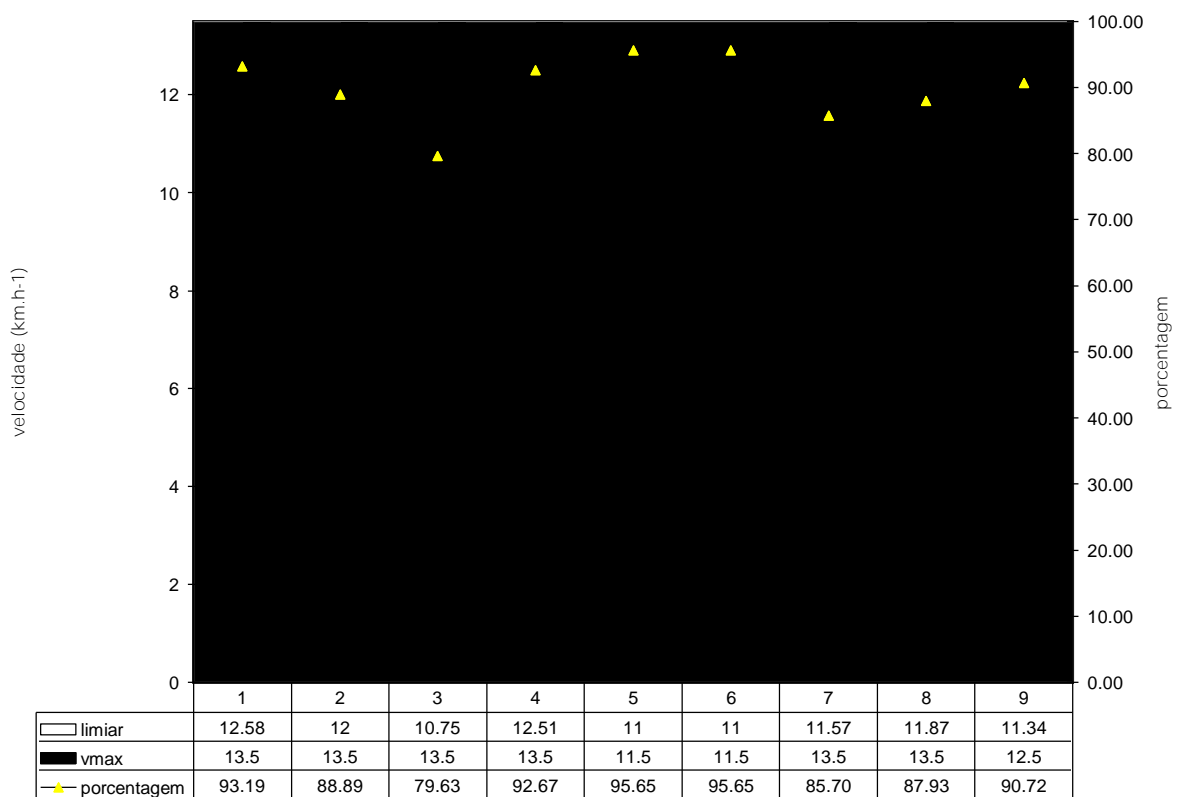


FIGURA 2 – Valores individuais da V.Max (km.h⁻¹), V3,5 (km.h⁻¹) e porcentagem da V.Max alcançadas no teste de 20 m de ida-e-volta.

A média da FC máxima atingida no teste de 20 metros de ida-e-volta foi $190 \pm 12,46$ bpm, sendo a F.C. média de limiar $178 \pm 11,37$ bpm. A média da F.C. de limiar, quando comparada com a FC máxima atingida no teste, representa em média 93,61% da FC máxima.

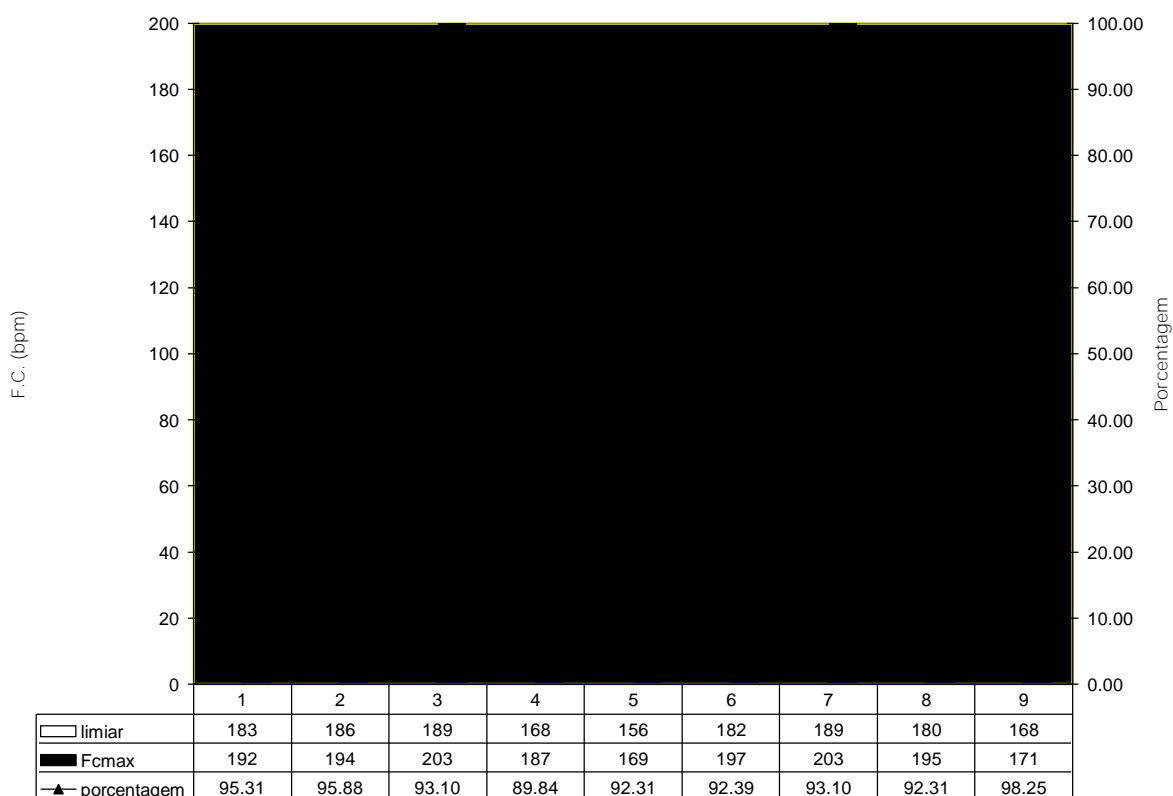


FIGURA 3 – Valores individuais da F.C. Max (bpm) e F.C. nos limiares (bpm) alcançados no teste de 20 metros de ida-e-volta.

No teste de esteira, protocolo de HECK et alii (1985), os atletas alcançaram média de velocidade máxima de $16,53 \pm 0,94$ km.h⁻¹. A velocidade média de limiar alcançada no teste de esteira foi de $14,20 \pm 1,33$ km.h⁻¹, equivalente a 85,87 % da velocidade máxima no teste.

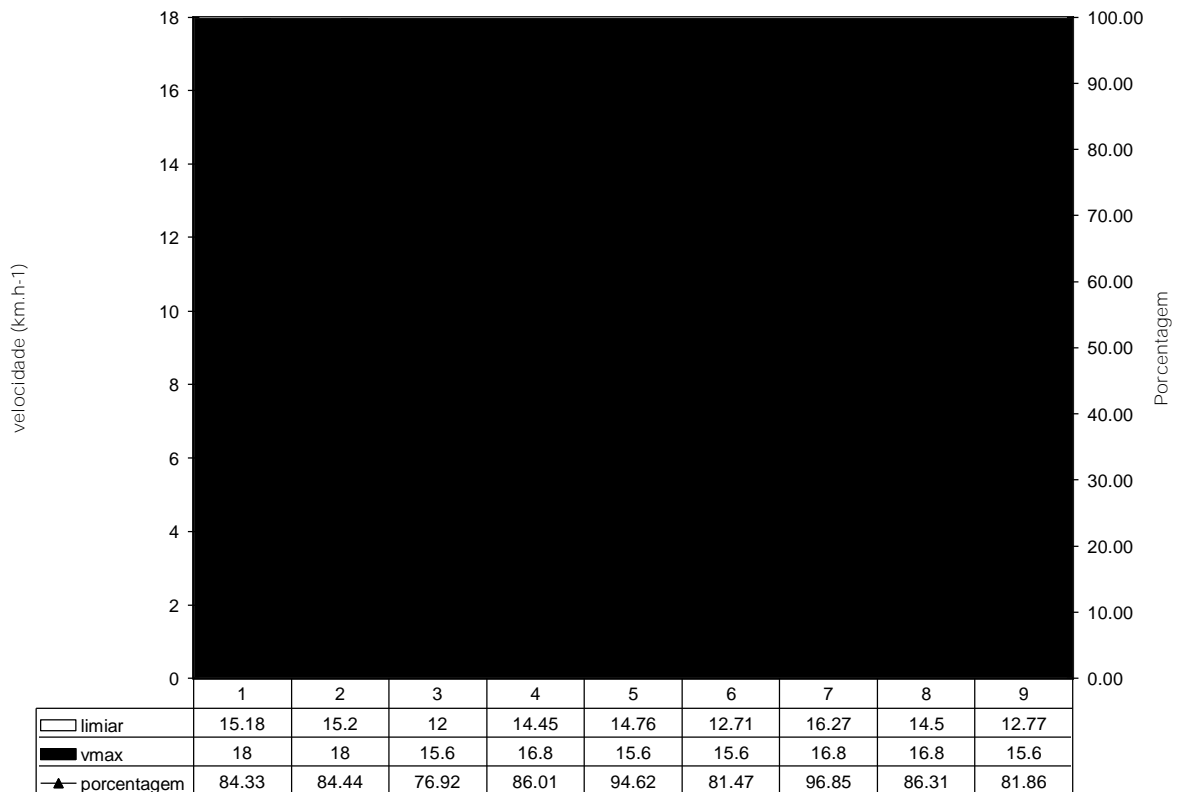


FIGURA 4 - Valores individuais da V.Max (km.h⁻¹), V3,5 (km.h⁻¹) e percentagem da V.Max alcançadas no protocolo de HECK.

A F.C. máxima média alcançada durante o teste foi de 189 ± 12 bpm, sendo a F.C. média de limiar 177 ± 12 , o que equivale, em média, a 93,43% da F.C. máxima alcançada no teste.

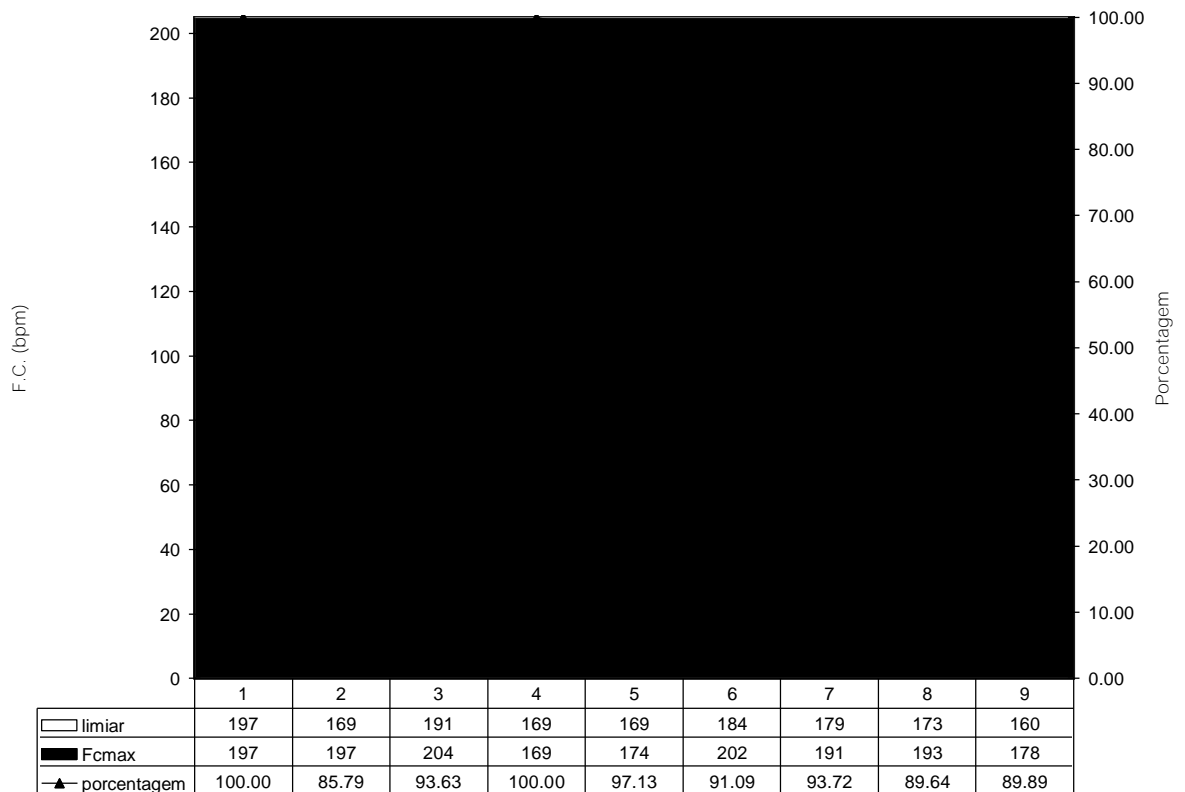


FIGURA 5 - Valores individuais da F.C. Max (bpm) e F.C. nos limiares (bpm) alcançados no protocolo de HECK.

No MLSS, os atletas realizaram o teste há uma velocidade média de $11 \pm 0,5 \text{ km.h}^{-1}$, com F.C. média durante o teste de $155 \pm 7 \text{ bpm}$.

TABELA 7 – Valores individuais, média e desvio padrão, valores máximos e mínimos da velocidade, [LA] média e F.C. média encontrados no MLSS

	Velocidade (km.h^{-1})	[LA] mml.l^{-1}	F.C. (bpm)
1	11,5	4,64	158
2	11,5	4,86	157
3	10,5	3,81	165
4	11,5	3,65	138
5	10,5	4,01	151
6	10,5	3,4	158
7	11,5	6,98	161
8	11	3,13	154
9	10,5	4,08	154
Média	11	4,28	155
D.P.	0,5	1,15	7,62
Max	11,5	6,98	165
Mínimo	10,5	3,13	138

2- Correlações

Para verificar se houve correlação entre as intensidades relativas ao 3,5 mmol.l⁻¹ de lactato no teste de esteira e no teste de quadra, e se houve correlação entre essas intensidades e a intensidade do MLSS, realizou-se a correlação de Pearson. Houve correlação positiva entre a V3,5 encontrada no teste de 20 m de ida-e-volta e a intensidade no MLSS ($r=0,86$; $p=0,003$). Entre a V3,5 encontrada no protocolo de esteira e a intensidade no MLSS, a correlação foi de $r=0,78$ ($p=0,012$). Já entre a V3,5 encontrada no protocolo de esteira e a V3,5 encontrada no teste de 20 metros de ida-e-volta, a correlação foi de $r=0,59$, porém com $p=0,095$.

Para verificar se houve diferença estatística entre as médias, realizou-se ANOVA pra medidas repetidas, completada pelo TUKEY TEST.

TABELA 8 - Comparação de limiares: Anova com medidas repetidas

	Df	MS	Df	MS		
	Effect	Effect	Error	Error	F	p-level
1	2	25,97219	16	0,425943	60,97581	0,00000

Como o nível de significância do teste (0,00) foi inferior ao nível de significância fixado (0,05), rejeita-se a hipótese nula de que as médias são todas iguais. Para detectar entre quais médias está a diferença, utilizamos um teste de comparações múltiplas, neste caso o TUKEY TEST.

TABELA 9 - Tukey HSD Test – limiares Heck (1), 20 m (2) e MLSS (3)

	{1}	{2}	{3}
	14,20444	11,62444	11,00000
1{1}			
2{2}	0,000168		
3{3}	0,000168	0,137275	
Heck > 20 m e MLSS			
Sem diferença estatística entre 20m e MLSS			

O teste de comparações múltiplas (TUKEY TEST) detectou que existe diferença ($p < 0,05$) entre as médias de intensidade de MLSS e HECK e entre HECK e 20 metros de ida-e-volta. Já entre 20 metros de ida-e-volta e MLSS, o teste não detectou diferença significativa.

Também para verificar se houve correlação entre as F.C. de limiares, relativas à V3,5 no teste de esteira e no teste de quadra, assim como para essas F.C. com a F.C. no MLSS, realizou-se a correlação de PEARSON. A correlação entre a F.C. relativa á intensidade de $3,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ no protocolo de esteira e no protocolo de 20 metros de ida-e-volta foi de $r=0,60$ ($p=0,085$). Entre a F.C. de limiar no teste de esteira e a F.C. no MLSS $r = 0,55$ ($p=0,120$). A correlação entre a F.C. de limiar no teste de 20 metros de ida-e-volta e a F.C. no MLSS foi de $r=0,70$ ($p=0,036$).

Para verificar se houve diferença estatística entre as médias, realizou-se ANOVA pra medidas repetidas, completada pelo TUKEY TEST.

TABELA 10 - Comparação das F.C. nos limiares – ANOVA com medidas repetidas

	Df	MS	Df	MS		
	Effect	Effect	Error	Error	F	p-level
1	2	1484,259	16	45,67593	32,49544	0,00000

Como o nível de significância do teste (0,00) foi inferior ao nível de significância fixado (0,05), rejeita-se a hipótese nula de que as médias são todas iguais.

TABELA 11 - TUKEY HSD test – F.C. nos limiares: Heck (1), 20m (2) e MLSS (3)

	{1}	{2}	{3}
	176,7778	177,8889	155,1111
1{1}			
2{2}	0,935511		
3{3}	0,000174	0,000174	
MLSS < Heck e 20 m			
Sem diferença estatística entre Heck e 20 m			

O teste de comparações múltiplas (TUKEY TEST) detectou que existe diferença ($p < 0,05$) entre as médias de F.C. entre 20m e MLSS e entre HECK e MLSS. Já entre 20m e HECK, o teste não detectou diferença significativa.

8 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi analisar a validade da V_{3,5} durante os teste de 20 m de ida-e-volta em jogadores de Futsal.

Estudos com jogadores de Futsal (TOURINHO, 2001) têm demonstrado altos valores de VO₂max, o que indica que o metabolismo aeróbio é um importante fator de desempenho para jogadores de Futsal. Contudo, em atletas com VO₂max similares, fatores fisiológicos submáximos, como o limiar anaeróbio, têm sido identificados como melhores preditores para discriminar diferenças na performance de corredores de endurance (JONES & DOUST, 1998). Para MEDINA et alii (2002), quanto mais alto o limiar anaeróbio do jogador de Futsal, e por consequência, a resistência aeróbia, mais alto será o ritmo médio que o jogador poderá manter durante a partida.

Para SVENSSON e DRUST (2003), é importante que com a avaliação funcional em atletas, aspectos como o limiar anaeróbio, forneçam informações quanto à condição do jogador, para que, a partir destas informações, técnicos e preparadores físicos possam desenvolver estratégias ótimas de treinamento. Contudo, segundo DENADAI, HIGINO, FARIA, NASCIMENTO e LOPES (2002) um dos aspectos mais importantes dentro do processo de avaliação funcional de atletas de alto nível é o princípio da especificidade do movimento. Como citado anteriormente, o teste de 20 m de ida-e-volta tem sido usado como um teste específico para a determinação da potência aeróbia em jogadores de futebol e futsal, sendo que poucos são os estudos que analisaram a resposta do lactato sanguíneo durante o teste de 20 m de ida-e-volta (DENADAI et alii, 2002). Essas informações podem ser interessantes, já que a determinação do lactato sanguíneo, durante o exercício submáximo, pode fornecer informações sobre a capacidade aeróbia.

Em nosso estudo, nove jogadores de Futsal realizaram o teste incremental em esteira, protocolo de HECK e o teste de 20 m de ida-e-volta (com estágios de três minutos) para determinação da V_{3,5} e, três testes de trinta minutos,

com velocidade constante para a determinação do MLSS. O padrão ouro (*gold standard*) para a validação da V_{3,5} no teste de 20 metros de ida-e-volta foi o MLSS.

Nossos dados demonstraram que a V_{3,5} encontrada no teste de 20 m de ida-e-volta é um instrumento válido para se estimar a intensidade no MLSS ($r=0,86$), não havendo diferença estatística entre as intensidades. No estudo DENADAI et alii (2005) que procurou validar a velocidade de 3,5 mmol.l⁻¹ de lactato no teste de 20 metros de ida-e-volta para jogadores de Futebol, os autores também utilizaram o MLSS como padrão ouro, porém em esteira, encontrando uma correlação alta de $r=0,80$ (valores estatisticamente diferentes). Em nosso estudo, o MLSS foi realizado no mesmo circuito do teste de 20 metros de ida-e-volta.

Para BENEKE e VonDUVILLARD (1996) o padrão do exercício pode influenciar os valores de lactato correspondentes ao MLSS, sendo que este parece depender do padrão motor do exercício e pode ser uma função da relação entre a produção de potência por unidade de massa muscular e a massa do músculo principal envolvido na atividade (BENEKE, 2003). Para o autor, a resposta da concentração do lactato sanguíneo ao exercício, demonstra uma grande sensibilidade em relação à especificidade da tarefa.

Ainda em relação à especificidade da tarefa, quando comparamos as velocidades de limiar encontradas no teste de 20 m de ida-e-volta e as velocidades de limiar encontradas no protocolo de esteira, encontramos uma correlação de ($r=0,58$), havendo diferença estatística entre as médias. No estudo de DENADAI et alii (2002), os autores encontraram uma correlação de $r=0,82$, também havendo diferença significativa entre as médias.

Para ENISELER (2005) é essencial que se determine métodos válidos e práticos na quantificação das cargas de exercício, para a melhora da performance atlética. Segundo o autor, métodos como a F.C. e as concentrações de lactato sanguíneo são válidos e de fácil acesso para se estimar as cargas de exercício durante atividade física. Ainda segundo ENISELER (2005), como o lactato sanguíneo está associado com a intensidade do exercício, este pode ser correlacionado com a frequência cardíaca de jogadores durante partidas de futebol e sessões de treinamento, para avaliar as necessidades energéticas. Como cada jogador tem um limiar de lactato diferente, que corresponde aos seus valores específicos de F.C., a interpretação durante várias atividades no futebol como jogo oficial, jogo reduzido

(meio campo), jogo adaptado (mudança no número de jogadores e nas regras, treino técnico e treino tático) são individualizadas.

No estudo de DENADAI et alii (2002) os autores encontraram correlação de $r=0,65$ entre a FC de limiar encontrada no teste de 20 m de ida-e-volta com a F.C. de limiar no teste de esteira (valores estatisticamente diferentes). Em nosso estudo encontramos correlação de $r=0,60$ entre a FC de limiar no Teste de 20 m de ida-e-volta e a FC de limiar no teste de esteira (não havendo diferença estatística).

Quando comparamos as FC de limiares entre o Teste de 20m de ida-e-volta e a intensidade no MLSS encontramos correlação de $r=0.70$ (estatisticamente diferente). A FC no MLSS quando comparada com o protocolo em esteira, apresenta correlação de 0,55, havendo diferença estatística.

Os valores médios encontrados para a FC de limiar no teste de 20 m de ida-e-volta são 177,89 ($\pm 11,37$) o que equivale em média 93,99% da F.C. máxima encontrada no teste. No estudo de BARROS, RAZUCK, VENTURINI, LIMA e KISS (1996) ao compararem os valores da deflexão da F.C. (teste de Conconi) durante o teste de 20 metros de ida e volta, para jogadores de futsal, masculino e feminino, categoria infante, os autores encontraram o ponto de deflexão da F.C. a 92,3% da F.C. máx para o masculino e 95,7% para o feminino.

A porcentagem da F.C. max. durante uma partida de Futsal, permanece próxima do limiar anaeróbio, normalmente entre 85 a 90% da F.C. máx (MEDINA et alii 2002). Por tanto, a FC. equivalente ao limiar anaeróbio parece ser um bom instrumento para avaliação e controle do treinamento. Para ENISELER (2005), como não se observa "steady-state" para os valores de F.C. durante o jogo de futebol, é difícil de interpretar a solicitação fisiológica do jogo usando apenas este valor. Por isso, em seu estudo, o autor usou as concentrações fixas de lactato (2 e 4 mmol.l^{-1}) encontradas no teste de 20 m (com 4 minutos de estágio, com velocidade inicial de 8 km.h^{-1} , e incremento de 1,2 km.h^{-1}) como referência para a F.C., considerando que este parâmetro é uma referência conveniente para se analisar as diferenças individuais. Esta referência foi usada para cada jogador para se determinar as intensidades em diferentes atividades durante os treinos de Futebol. Como resultado, o autor encontrou que os valores de F.C. abaixo, entre e acima das linhas de referências de 2 e 4 mmol.l^{-1} mudaram conforme o tipo de atividade. Durante as partidas e jogos adaptados a F.C. permaneceu respectivamente 50 e 25 % acima da

referência de 4mmol.l^{-1} . As porcentagens em relação ao treino técnico e tático foram 4,5 e 0%. Assumindo que a resposta da F.C. acima da referência de 4mmol.l^{-1} indica um trabalho intenso anaeróbio, as porcentagens aeróbias e anaeróbias durante a partida, jogos adaptados, treinos táticos e treinos técnicos devem ser aproximadamente 50:50%, 75:25%, 96:4% e 100:0% respectivamente. As razões para esta alta porcentagem de trabalho anaeróbio na atividades relacionadas com a partida, pode ser explicada como resultado de acelerações frequentes, desacelerações, mudanças rápidas, “sprints” intermitentes, saltos, “carrinhos”, e movimentações laterais e de costas.

Assim, a quantificação e o acesso à carga fisiológica imposta aos jogadores de futsal durante as atividades de treinamento são fatores de fundamental importância para programas de treinamento. Como o acesso à F.C. não é complicada e não causa nenhum inconveniente ao atleta, pode-se especular que os valores de F.C. podem ser usados como uma importante ferramenta para se estimar as intensidades durante estas atividades, especialmente quando as F.C. estão relacionadas com valores com as [LA] sanguíneo.

9 CONCLUSÕES

- A) Houve validade na determinação da $V_{3,5}$ com o teste de 20 m;
- B) As medidas de laboratório superestimaram tanto os resultados do teste escalonado em quadra quanto o teste retangular.

REFERÊNCIAS

ACHEN, J.; JEUKENDRUP, A.E. Heart rate monitoring. applications and limitations. Sports Medicine, Auckland, v.33, n. 7, p. 517-538, 2003.

AHMAIDI, S.; COLLOMP, K.; CAILLAUD, C.; PRÉFAUT, C. Maximal and functional aerobic capacity as assessed by two graduated field methods in comparison to laboratory exercise testing in moderately trained subjects. International Journal Sports Medicine, Stuttgart, v.13, n.3, p. 243-248, 1992.

ALI, A.; FARRALY, M. Recording soccer players' heart rates during matches. Journal of Sports Sciences, Londres, v.9, p. 183-189, 1991.

ALVAREZ, J.C.B. El entrenamiento de los deportes de equipo basados em estudios biomecanicos (análises cinemático) y fisiologicos (frecuencia cardíaca) de la competicion. Lecturas: educacion física y deportes revista digital, Buenos Aires, v.11, 1998. Disponivel em: <http://www.efdeportes.com/efd11a/biomec.htm>. Acesso em: 10 de out., 2005.

ALVAREZ, J.C.B.; VERA, J.G.; HERMOSO, V.M.S. Análisis de la frecuencia cardíaca durante la competición en jugadores profesionales de fútbol sala. Apunts, Catalunya, p. 71-78, 2004.

ARAUJO, T.L.; ANDRADE, D.R.; FIGUEIRA, A.J.; FERREIRA, M. Demanda fisiológica durante o jogo de futebol de salão, através da distância percorrida. Revista da Associação dos professores de Educação Física de Londrina, Londrina, v.11, n.19, p.12-20, 1996.

ASTRAND P.O.; RODAHL, K. Tratado de fisiologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BANGSBO, J. Fitness training in football: a scientific approach. HO +STORM, Copenhagen: Bagsvaerd, 1994

BARBANTI, V.J. Treinamento físico: bases científicas. São Paulo: CLR Balieiro, 1996

BARROS, L.F.P.; RAZUCK, C.R.; LIMA, J.R.P.; KISS, M.A.P.D.M. Teste de Conconi com corrida intermitente. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 20., 1996, São Paulo. Anais... São Paulo: CELAFISCS, 1996. p.132

BARROS, L.F.P.; RAZUCK, C.R.; VENTURINI, C.A.; LIMA, J.R.P.; KISS, M.A.P.D.M. Teste de Conconi com corrida intermitente em jogadores de Futsal masculino e feminino. In: Congresso de iniciação Científica, 3.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO, 3., 1996, São Paulo. Anais... São Paulo: EEFUEUSP, 1996. p.92.

BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state – implications for performance testing. European Journal of Applied Physiology, Berlim, n. 89, p. 95-99, 2003.

BENEKE, R.; HUTTLER, M.; LEITHAUSER, M. Maximal lactate-steady state independent of performance. Medicine and Science in Sports and Exercise, Madison, Vol. 32, n.6, p. 1135-1139, 2000.

BENEKE, R.; VonDUVILLARD, S.P. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. Medicine and Science in Sports and Exercise. Madison, v. 28, n. 2, p. 241-246, 1996.

BILLAT, V. L.; SIRVENT, P.; PY, G.; KORALSTEIN, J-P.; MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady State. A Bridge Between Biochemistry, Physiology and Sport Science. Sports Medicine, Auckland, v.33, n.6, p.407-426, 2003.

BOUCHARD, C.; DIONNE, F.T.; SIMONEAU, J.A.; BOULAY, M.R. Genetics of aerobic and anaerobic performances. Exercise and Sports Sciences Review. Nova York, v.20, p.27-58, 1992.

BROOKS, G.A. Current concepts in lactate exchange. Medicine and Science in Sports and Exercise. Madison, v. 23, n. 8, 1991.

COEN, B.; URHAUSEN, A.; KINDERMANN, W. Verification of the heart rate threshold. European Journal of Applied Physiology, Berlim, v.72, p.281-282. 1996.

CHRISTMASS, M.A.; RICHMOND, S.E.; CABLE, N.T.; ARTHUR, P.G.; HARTMANN, P.E. Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. Journal of Sports Sciences, Londres, v. 16, p.739-747. 1998

DENADAI, B.S. Limiar anaeróbio: considerações fisiológicas e metodológicas. Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde, Londrina v.1, n.2. p. 74 - 88, 1995.

DENADAI, B.S.; FIGUERA, T.R.; FAVARO, O.R.P.; GONÇALVES, M. Effect of the aerobic capacity on the validity of the anaerobic threshold for determination of the maximal lactate steady state in cycling. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, Ribeirão Preto, v. 37, p. 1551-1556. 2004

DENADAI, B.S.; GOMIDE, E.B.G.; GRECO, C.C. The relationship between onset blood lactate accumulation, critical velocity, and maximal lactate steady state in soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research, Champaign, v. 19, n. 2, p.364-368, 2005

DENADAI, B.S.; HIGINO, W.P.; FARIA, R.A.; NASCIMENTO, E.P.; LOPES, E.W. Validade e reprodutibilidade da resposta do lactato sanguíneo durante o teste de shuttle run em jogadores de futebol. Revista Brasileira da Ciência e do Movimento, v. 10, n. 2, p. 71-78, 2002.

DEUTSCH, M.U.; MAW, G.J.; JENKINS, D.; REABURN, P. Heart rate, blood lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union players during competition. Journal of Sports Sciences, Londres, v.16, p.561-570, 1988.

DWYER, J.; BYBEE, R. Heart rate indices of the anaerobic threshold. Medicine and Science in Sports and Exercise, Madison, v.15, n.1, p.72-76, 1983.

ENISELER, N. Heart rate and blood lactate concentrations as predictors of physiological load on elite soccer players during various soccer training activities. Journal of Strength and Conditioning Research, Champaign, v.19, n. 4, p. 799-804. 2005.

FIFA. Regras oficiais. Disponível em < <http://access.fifa.com>>. Acesso em: 30 de março. 2006.

GAGLIARDI, J.F.L. Estudo das equações de estimativa de densidade e composição corporal em atletas do sexo masculino. 1996. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GILMAN, M. B.; The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training. Sports Medicine, Auckland, v.21, n.2, p. 73-79, 1996.

GILMAN, M.B.; WELLS, C.L. The use of heart rates to monitor exercise intensity in relation to metabolic variables. International Journal of Sports Medicine, Stuttgart, v.14, p.339-344, 1993.

GLEESON, M.; LAMBERT, M.I. Heart rate during exercise. Journal of Sports Sciences, Londres, 16, S1-S2, 1998.

GOLLNICK, P.D.; BAYLY, W.M.; HODGSON, D.R. Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood. Medicine and Science in Sports and Exercise, Madison, v. 18, n.3, p. 334-340, 1986.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOLLMAN, W. Justification of the 4 - mmol/l lactate threshold. International Journal of Sports Medicine, Stuttgart, v. 6, p.117-130, 1985.

HELGERUD, J.; ENGEN, L.C.; WISLOFF, U.; HOFF, J. Aerobic training improves soccer performance. Medicine and Science in Sports and Exercise, Madison, v. 33, n. 11, p. 1925-1931, 2001.

HILLS, A.P.; BYRNE, N.M.; A.J. RAMAGE. Submaximal markers of exercise intensity. Journal of Sports Sciences, Londres, v.16, S71-S76, 1998.

HOFF, J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. Journal of Sports Sciences, Londres, v. 23, n. 6, p. 573-582, 2005.

HOLMANN, W. Historical remarks on the development of the aerobic-anaerobic threshold up to 1966. International Journal Sports Medicine, Stuttgart, v.6, n.3, p.109-116, 1985

_____. 42 Years ago development of the concepts of ventilatory and lactate threshold. Sports Medicine, Auckland, v.31, n.5, p.315-320, 2001.

HOPKINS, W.G. Quantification of training in competitive sports. Methods and Applications. Sports Medicine, Auckland, v.12, n.3, p.161-183., 1991.

IMPELLIZZERRI, F.M.; RAMPININI, E.; MARCORA, S.M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. Journal of Sports Sciences, Londres, v.23, n.6, p.583-592, 2005

JONES, A.M.; DOUST, J.H. The validity of the minimum test for determination of the maximal lactate steady state. Medicine and Science in Sports and Exercise, Madison, v.30, n.8, p.1304-1313, 1998

KARLSSON, J.; JACOBS, I. Onset of blood lactate accumulation during muscular exercise as a threshold concept: I theoretical considerations. International Journal Sports Medicine, Stuttgart, v.3, p.190-201, 1982.

KARVONEN, J.; VUORIMAA, T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. Sports Medicine, Auckland, v.5, p.303-312, 1988.

KATZ, A.; SAHLIN, K. Role of oxygen in regulation of glycolysis and lactate production in human skeletal muscle. Exercise and Sports Science Review, Nova York, v.18, p.1-28, 1990

KISS, M.A.P.D.M. Avaliação em Educação Física: aspectos biológicos e educacionais. São Paulo: Manole, 1987

KISS, M.A.P.D.M.; COLANTINO, E.; REGAZZINI, V.M.; BARROS, R.V.; REGAZZINI, M. Variável aeróbia. In: KISS, M.A.P.D.M, Esporte e exercício: avaliação e prescrição. São Paulo: Roca, 2003. p. 125-163.

KISS, M.A.P.D.M; FLEISHMANN, E.; CORDANI, L.K.; KALINOVSKY, F.; COSTA, R.; OLIVEIRA, F.R.; GAGLIARDI, J.F.L. Validade da velocidade de limiar de lactato de $3,5\text{mmol.l}^{-1}$ identificada através de teste em pista de atletismo. Revista Paulista de Educação Física, São Paulo, v.9, n1, p. 16-25, 1995.

KRABBE, S.; COLPANI, N.; TOURINHO, H.F.; RIBEIRO, L.S.P. Aspectos funcionais e neuromusculares de jogadores de futsal, Série Ouro, RS. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 1996, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 1996. p. 142.

LAMBERTS, R.P.; LEMMINK, K.A.P.M.; DURANDT, J.J.; LAMBERT, M.I. Variation in heart rate during submaximal exercise: implicatios for monitoring training. Journal of Strength and Conditioning Research, Champaign, v.18, n.3, p.641-645, 2004.

LEGER, L.; GADOURY, C. Validity of the 20m shuttle run test with 1 minute stages to predict VO_2max in adults. Canadian Journal of Sports Science, Champaign v.4, p.21-26, 1989.

LÉGER, L.A.; LAMBERT, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO_2max ., European Journal of Applied Physiology, Berlim, v.49, p.1-12, 1982.

LEGER, L.A.; MECIER, D.; GADOURY, C.; LAMBERT, J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness, Journal of Sports Sciences, Londres, v.6, p.93-101, 1988.

LIMA, J.R.P.; UGRINOWITSCH, C.; KISS, M.A.P.D.M. Teste progressivo por estágios com corrida intermitente. In: Congresso de iniciação Científica, 3.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO, 3., 1996, São Paulo. Anais... São Paulo: EEFUEUSP, 1996. p.89.

LIMA, J.R.P.; KISS, M.A.P.D.M. Critérios de seleção de testes. In: KISS M.A.P.D.M. Esporte e exercício: avaliação e prescrição. São Paulo: Roca, 2003. p. 21-41.

LIU, N.Y.S.; PLOWMAN, S.A.; LOONEY, M.A. The reliability and validity of the 20-meter shuttle test in american students 12 to 15 Years Old. Research Quartely for Exercise and Sport, Reston, v.63, n.4, p.360-365, 1992.

LOHMAN, T.G. Advances in body composition assesment. Champaign: Human Kinetics, 1992.

LUCAS, R.D.; ROCHA, R.; BURINI, R.C.; DENADAI, B.S. Comparação das intensidades correspondentes ao lactato mínimo, limiar de lactato e limiar anaeróbio durante o ciclismo em atletas de endurance. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, São Paulo, v.6, n. 5, 2000.

MAHONEY, C. 20-MST and PWC170 validity in non-Caucasian children in the UK. British Journal of Sports Medicine, Vitoria, v.26, n.1 p.45-47, 1992.

MATSUSHIGUE, K.A.; FRANCHINI, E.; KISS, M.A.P.D.M. Potência e capacidade anaeróbias. In: KISS, M.A.P.D.M., Esporte e exercício: avaliação e prescrição. São Paulo: Roca, 2003. p. 165-197

MATSUSHIGUE, K.A.; LIMA, J.R.P.; KISS, M.A.P.D.M. Bases biológicas de testes funcionais. In: KISS, M.A.P.D.M., Esporte e exercício: avaliação e prescrição. São Paulo: Roca, 2003. p.63-90.

MAUGHAM, R.; GLEESON, M.; GREENHAFF, P.L. Bioquímica do exercício e treinamento. São Paulo: Manole, 2000.

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

McLELLAN, T.M. Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocols: a comparison of methods. International Journal of Sports Medicine, Stuttgart, v.16, n.1, p.30-35, 1985.

McNAUGHTON, L.; COOLEY, D.; KEARNEY, V.; SMITH, S. A comparison of two different Shuttle Run tests for the estimation of VO₂max. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v.36, p. 85-89, 1996.

McNAUGHTON, L.; HALL, P.; COOLEY, D. Validation of several methods of estimating maximal oxygen uptake in young men. Perceptual and Motor Skills, Torino, v.87, p.575-584, 1998.

MECHELEN, W.V., HLOBIL, H., KEMPER, H.C.G. Validation of two running tests as estimates of maximal aerobic power in children. European Journal of Applied Physiology, Berlim, v.55, p.503-506, 1986.

MEDINA, J.A.; SALILLAS, L.G.; VIRÓN, P.C.; MARQUETA, P.M. Necesidades cardiovasculares y metabólicas del fútbol sala: análisis de la competición. Apunts, v.67, p. 45-51, 2002

MOLINA, R. Lactato sanguíneo em partida de futsal: relações com o condicionamento físico e com o desempenho. 1996. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

MORENO, J.H. Análisis de los parámetros espacio y tiempo en el fútbol sala. La distancia recorrida, el ritmo y dirección del desplazamiento del jugador durante un encuentro de competición. Apunts, Catalunya, v. 65, p.32-44, 2001.

MORROW JUNIOR, J.R.; JACKSON, A.W.; DISCH, J.G.; MOOD, D.P. Medida e avaliação do desempenho humano. Porto Alegre: Artmed, 2003.

PLISK, S.S. Anaerobic metabolic conditioning: a brief review of theory, strategy and practical application. Journal Applied Sport Science Research, v.5, p.22-34, 1991

RAYSON, M.P.; DAVIES, A.; BELL, D.G.; RHODES-JAMES, E.S. Heart rate and oxygen uptake relationship: a comparison of load marching and running in women. European Journal Applied Physiology, Berlim, v.71, p. 405-408. 1995.

REILLY, T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. Journal of Human Movement Studies, Edinburgh, v.15, p. 257-263, 1997.

_____. An ergonomics model of the soccer training process. Journal of Sports Sciences, Champlain, June, v.23, n.6, p: 561-572, 2005.

REILLY, T.; THOMAS, V. A motion analysis of work rate in different positional roles in professional football match-play. Journal of Human Movement Studies, Edinburgh, v. 2, n. 87-97, 1976.

RHODE, H.C.; ESPERSEN, T. The work intensity during soccer training and match-play. In: REILLY, T. et alli. (Eds). Science and football: proceedings of the First World Congress of Science and Football. London: E & F.N. Spon,1988.

RIBEIRO, J.P. Limiares metabólicos e ventilatórios durante o exercício. aspectos fisiológicos e metodológicos. Arquivo Brasileiro de Cardiologia, São Paulo, v.64, n.2, 1995.

RIBEIRO, J.P.; De ROSE, E.H. Limiar anaeróbio – uma alternativa no diagnóstico da capacidade para realizar exercícios físicos de longa duração. Revista Brasileira de Ciências do Esporte, Campinas, v.2, n.1, 1980.

SAFRIT, M.J.; WOOD, T. M. Introduction to measurement in physical education and exercise science. St. Louis: Mooby, 1995.

SANCHEZ, J.S.; HERNANDEZ, F.B.; MARTIN, A.G.; CABEZON, J.M.Y. La resistencia a la velocidad como factor condicionante del rendimiento del futbolista. Apunts, Catalunya, p. 47-60, 2005.

SANTOS, A.F.; GIAROLA, R.A.; FIGUEIRA, A.J. Perfil de aptidão física de jogadores de futebol de salão. In: BIENAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 2., 1991, São Caetano do Sul. Anais... São Caetano do Sul: CELAFISCS, 1991. p.21.

SJODIN, B.; JACOBS, I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. International Journal of Sports Medicine, Stuttgart, v..2, p.23-26, 1981.

SKINNER, J.S.; McLELLAN, T.H. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. Research Quarterly for Exercise and Sport, Reston, v. 51, n. 1, p.234-248. 1980.

STAINSBY, W.N.; BRECHUE, W.F.; O'DROBINAK, D.M. Regulation of muscle lactate production. Medicine Science and Sports and Exercise, Madison, v.23, p. 907-911, 1991.

STAINSBY, W.N.; BROOKS, G.A. Control of lactic acid metabolism in contracting muscles and during exercise. Exercise and Sports Sciences Review, New York, v.18, p 29-63, 1990.

STICKLAND, M.K.; PETERSEN, S.R.; BOUFFARD, M. Prediction of maximal aerobic power from the 20-m multi-stage shuttle run test, Canadian Journal of Applied Physiology, Champaign v.28. n.2, p.272-282, 2003.

SVEDAHL, K.; MacINTOSH, B.R. Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. Canadian Journal of Applied Physiology, Champaign, v.28, n.2, p.299-323, 2003.

SVENSSON, M. DRUST, B. Testing soccer players. Journal of Sports Sciences, Londres, v. 23, n.6, p. 601-618, 2003.

SZOGY, A. Sports-medical training using aerobic and anaerobic field tests. International Journal of Sports Medicine, Stuttgart, v.9, n.2, p.133,1987.

SWAIN, D.P.; ABERNATHY, K.S.; SMITH, C.S.; LEE, S.J.; BUNN, S.A. Target heart rates for the development of cardiorespiratory fitness. Medicine and Science in Sports and Exercise, Madison, p.112-116, 1994.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. Métodos de pesquisa em atividade física. Porto Alegre: Artmed, 2002.

TOLUSSI, F.C. Futebol de salão: tática, regra e história. São Paulo: editora Brasipal Ltda, 1982.

TOURINHO, H.F. Periodização de treinamentos antagônicos: um estudo sobre o futsal. 2001. Tese (Doutorado). Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VERKHOSHANSKI, Y.V. Treinamento desportivo: teoria e metodologia. Porto Alegre: Artmed, 2001.

VIRU A.; VIRU, M. The specific nature of training on muscle: a review. Sports Medicine Training and Rehabilitation, Nants, v.4, pp. 79-98, 1993.

VUORI, I. Experiences of heart rate monitoring in observational and intervention studies. Journal of Sports Sciences, Londres, v.16, S25-S30. 1998.

WASSERMAN, K. The anaerobic threshold measurement to evaluate exercise performance. American Review of Respiratory Disease, New York, v.129, S35-S40, 1984.

WASSERMAN, K.; HANSEN, J.E.; SUE, D.Y.; CASABURI, R.; WHIPP, B.J. Provas de esforço: princípios e interpretações. Rio de Janeiro: Revinter, 2005

WELTMAN, A. The blood lactate response to exercise. Champaign: Human Kinetics, 1995.

WELTMAN, A; WELTMAN, J.; RUTT, R.; SEIP, R.; LEVINE, S.; KAISER, D.; ROGOL, A. Percentage of maximal heart rate, heart rate reserve, and VO_2 peak for determining endurance training intensity in sedentary women. International Journal of Sports Medicine, Stuttgart, v.10, p. 212-216, 1989

ANEXO I – Termo de consentimento

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME DO INDIVÍDUO

.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : M F

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO..... Nº..... APTO.....

BAIRRO..... CIDADE

CEP:..... TELEFONE:(.....)

2. RESPONSÁVEL

LEGAL:.....

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador, etc.)

DOCUMENTO DE IDENTIDADE : SEXO: M F

DATA NASCIMENTO.:/...../.....

ENDEREÇO: Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE:

CEP: TELEFONE: DDD (.....).....

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Limiar de lactato em teste de quadra: validade em jogadores de Futsal

2. PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Profa. Dra. Maria Augusta Peduti Dal’Molin Kiss

3. CARGO/FUNÇÃO: Professora Titular

4. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO S

RISCO MÉDIO

RISCO BAIXO

RISCO MAIOR

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

5. DURAÇÃO DA PESQUISA : a pesquisa terá a duração de três meses.

ANEXO I – Termo de consentimento (continuação)

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

1. Justificativa e os Objetivos da Pesquisa.

1.1 Justificativa da Pesquisa

A avaliação da condição física dos jogadores durante a temporada, já é algo comum aos atletas. Essas avaliações procuram determinar o estágio (condição) em que os atletas se encontram, para a partir dos dados encontrados, prescrever o treinamento.

O que se tem procurado nos últimos anos é adaptar os testes a realidade do atleta, realizar o teste o mais próximo possível da modalidade em que ele está inserido, e ao mesmo tempo não perder a qualidade da medida.

Este estudo propõe uma modificação em um teste já existente (teste de 20 metros de ida-e-volta), na tentativa de se encontrar uma medida que seja mais confiável na avaliação e prescrição do treinamento. Para tanto, os atletas realizarão cinco avaliações físicas, uma em esteira e quatro em quadra, onde serão coletadas amostras de sangue do lóbulo da orelha, para avaliação da concentração do lactato sanguíneo, na tentativa de se encontrar a velocidade de $3,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ de lactato sanguíneo, velocidade que será usada como parâmetro de treino para o desenvolvimento da capacidade aeróbia.

1.2 Objetivo da Pesquisa

Verificar a validade da velocidade de limiar de $3,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ de lactato no teste de ida-e-volta de 20 metros, com estágios de 3 minutos e incremento de carga de 1 km.h^{-1}

ANEXO I – Termo de consentimento (continuação)

1.3 Procedimentos que serão utilizados para a realização da pesquisa.

1. Idade: os atletas que participarão da pesquisa deverão ter idade entre 16 e 30 anos.
2. Sexo: masculino.
3. Devidamente inscritos nos campeonatos da Federação Paulista de Futsal – série ouro
4. Duração da Pesquisa: a pesquisa terá a duração de dois meses.
5. Fase I:

(1) Procedimentos iniciais.

Reunião prévia com cada atleta, para esclarecimentos, explicações, dúvidas a respeito de todos os procedimentos, etapas que compõem o estudo, os testes que serão realizados e assinaturas do termo consentimento do atleta concordando em participar do estudo.

(2) Anamnese (questionário) clínica.

Os atletas deverão responder a um questionário médico de perguntas relacionadas à saúde.

(3) Teste ergoespirométrico na esteira com coleta de lactato

Procedimentos e explicações.

3.1 Teste na esteira:

- (1) Antes do início do teste, será feita uma coleta de sangue no lóbulo da orelha direita para avaliar a concentração o lactato sanguíneo em repouso (quantidade de ácido láctico no sangue).
- (2) Serão feitos registros de eletrocardiograma em repouso (registros dos batimentos cardíacos em repouso), para análise do traçado eletrocardiográfico (traçado dos batimentos cardíacos) e critério de prosseguimento do teste de esforço.

ANEXO I – Termo de consentimento (continuação)

- (3) O teste será composto por uma caminhada de 5 minutos na velocidade 6 km.h a 1% de inclinação para acomodação do atleta na esteira e eventual aquecimento. Dependendo da característica do padrão de passadas do atleta, o tempo de acomodação ou adaptação á esteira, poderá ser prorrogado até que o atleta apresente maior naturalidade e segurança no movimento.
- (4) Após o aquecimento, o teste então será iniciado. Será aplicado um protocolo (tipo de medida na esteira) progressivo, que terá aumento da velocidade a cada três minutos e com uma inclinação constante. O protocolo será aplicado progressivamente até alcançar a exaustão do atleta, caracterizando-se como teste máximo.
 - (I) O critério utilizado como identificação do teste máximo, além da manifestação de fadiga relatada pelo atleta, será através da concentração de lactato sanguíneo (concentração de ácido láctico no sangue).
 - (II) O teste será realizado utilizando-se uma esteira ergométrica, composta por grade de proteção e segurança para o atleta. Durante a aplicação do teste serão feitos registros eletrocardiográficos (registros dos batimentos cardíacos) e coleta de amostras sanguíneas para avaliar a concentração do lactato sanguíneo, após cada intervalo de carga e análise de dados obtidos em cada respiração, através da utilização da máscara descrita no ítem (1). Serão feitas coletas de sangue no primeiro, terceiro e quinto minuto logo após o término do teste na esteira.
 - (III) O teste de esteira também será utilizado como instrumento de detecção de eventuais problemas de saúde que será acompanhado pelo médico cardiologista do laboratório.

ANEXO I – Termo de consentimento (continuação)

(4). Teste de 20 metros de ida-e-volta:

Na quadra de futsal, as atletas realizarão teste de potência aeróbia – teste de ida e volta de 20m (LÈGER & LAMBERT) adaptado – com estágios de 3 min, velocidade inicial de $8,5 \text{ km.h}^{-1}$ com incremento de $1,0 \text{ km.h}^{-1}$ a cada minuto. Durante a aplicação do teste serão feitos registros dos batimentos cardíacos pelo frequencímetro da marca Polar®, coletas de amostras de sangue arterializado (lóbulo da orelha direita) para avaliar a concentração do lactato sanguíneo após cada intervalo de carga. Serão feitas coletas de sangue no primeiro, terceiro e quinto minuto logo após o término do teste.

O teste consiste em corrida de ida-e-volta entre duas linhas afastadas 20 metros entre si. Há uma área de dois metros de fundo de cada lado. O ritmo de corrida é marcado por sinal sonoro, emitido por fita cassete pré-gravada e o tempo é anunciado a cada meio minuto de cada estágio. O indivíduo que realiza o teste é instruído a completar o máximo de estágios possíveis. O teste é interrompido, quando o indivíduo não consegue acompanhar o ritmo marcado pelo sinal sonoro (ex: não consegue por três vezes seguidas alcançar a área de fundo dos vinte metros).

Apos análise do sangue coletado, sera calculada a velocidade correspondente a concentracao sanguinea de $3,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ de lactato (V3,5).

(5). Teste retangular

Após a determinação da V3,5 no teste de 20 metros de ida e volta adaptado, será realizado teste retangular, em quadra (20 metros ida e volta), para a verificação da maxima velocidade em que a concentracao de lactato permanece constante (VMSSL). Os atletas realizarão testes de 30 min com a velocidade correspondente à V3,5. A determinação da VMSSL deverá seguir a definição de BILLAT et alii (2003), onde o MLSS é atingido quando a concentração sanguínea varia menos do que 1 mmol.l^{-1} durante os 20 minutos finais.

ANEXO I – Termo de consentimento (continuação)

Desconfortos e possíveis riscos para o atleta: não há nenhum risco para o atleta em participar deste estudo, pois ele manterá o ritmo normal dos seus treinamentos sem que a pesquisa interfira em absolutamente nada nos seus resultados ou treinos. Não existe nenhum risco de interferência negativa de toda a pesquisa sobre o desempenho de jogos e treinos. Os possíveis desconfortos encontrados pelo atleta na participação desta pesquisa poderão ocorrer durante o teste na esteira com a adaptação do atleta à mesma, com a adaptação do atleta à máscara para coleta do ar expirado e com a adaptação do atleta à coleta de sangue (que não será dolorida), pois haverá apenas uma picada na orelha para coleta de 2 ou 3 gotas de sangue e depois para as demais coletas, a orelha será pressionada e não mais picada.

Benefícios da participação do atleta na pesquisa: **colaboração do atleta para que novos conhecimentos relacionados ao futsal possam ser descobertos e aplicados de forma positiva à esta modalidade esportiva.**

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

1. O atleta terá acesso integral a todos os seus dados, a qualquer momento durante a pesquisa, que estarão à disposição com o responsável pela pesquisa.
2. O atleta terá total liberdade de retirar seu consentimento de participação na pesquisa a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência;
3. Todos os dados coletados de cada atleta serão mantidos em sigilo absoluto com total privacidade.
4. Haverá disponibilidade de assistência no Hospital Universitário ou HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

ANEXO I – Termo de consentimento (continuação)

Prof. Luis Fernando Nogueira Paes de Barros

Av. Santo Amaro, 5328 apto. 124 Bairro: Brooklin

Tel. res: 11 – 5181-1411

Tel. Cel.: 11- 9131-0998

Email: luispbarros@ig.com.br

Profa. Dra. Maria Augusta Peduti Dal’Molin Kiss

Rua: Itajaçu, n º 106 Bairro: Pacaembu

Tel res.: 11- 3672-4336

Email: mapedamk@usp.br

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa

São Paulo, de de 20 .

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)

ANEXO II – Cineantropometria morfológica

Nome:			Sexo:		
Data Nasc.:	Idade: anos	Reg. Ladesp	Nº teste		
Etnia:	Procedência:				
Nível de Instrução:	Profissão:		Estado Civil:		
Data do Teste:	Período: manhã tarde		Esporte:		
Endereço:				Nº	
Bairro:	Cidade:	Estado:	Telefone:		

Dobras Cutâneas

	1ª	2ª	3ª	Resultado
Dobra Tricipital (mm)				
Dobra Subscapular (mm)				
Dobra Axilar Média (mm)				
Dobra Suprailíaca (mm)				
Dobra Torácica (mm)				
Dobra Abdominal (mm)				
Dobra Supra espinal (mm)				
Dobra Coxa (mm)				
Dobre Perna (mm)				

ANEXO III - Ficha para o teste em esteira, protocolo de HECK (1985).

Nome:			Sexo:		
Data Nasc.:	Idade:	anos	Reg. Ladesp	Nº teste	
Etnia:	Procedência:				
Nível de Instrução:	Profissão:			Estado Civil:	
Data do Teste:	Período:	manhã	tarde	Esporte:	
Endereço:				Nº	
Bairro:	Cidade:	Estado:	Telefone:		

	Tempo	Vel.	Inc.	PA	FC	VO ₂	La
T	Rep.						
	Ex.1						
	2						
	3						
R	0,5						
T	1						
	2						
	3						
R	0,5						
T	1						
	2						
	3						
R	0,5						
T	1						
	2						
	3						
R	0,5						
T	1						
	2						
	3						
R	0,5						
T	1						
	2						
	3						
R	0,5						
T	1						
	2						

ANEXO IV – Ficha para o teste de 20 m de ida-e-volta

Teste de 20 m de ida-evolta (3 minutos)

Estágio Rep.	Velocidade (Km.h-1)	[LA]	F.C.
1	8.5		
2	9.5		
3	10.5		
4	11.5		
5	12.5		
6	13.5		
7	14.5		
8	15.5		
9	16.5		
10	17.5		
Rec1			
Rec3			
Rec5			

ANEXO V – Ficha para o teste de MLSS

MLSS

	Velocidade	LA	F.C.
rep.			
10 min			
15 min			
20 min			
25 min			
30 min			
rec1			
rec2			
rec3			

ANEXO VI - Valores individuais, média, desvio padrão, valores mínimos e máximos para idade, massa corporal e estatura.

	Idade	Estatura	Massa Corporal
	17	180	78
	16	172	59.9
	16	164	63
	16	176	74.4
	17	180	80.6
	17	178	70
	20	172	70
	16	180	75.6
	17	178	72.5
médias	16.89	175.56	71.56
D.P.	1.27	5.36	6.73
Max.	20	180	80.6
Min.	16	164	59.9

ANEXO VII - Valores individuais, média, desvio padrão, valores mínimos e máximos para as somatórias de dobras cutâneas de membros e somatórias de dobras cutâneas de tronco.

Somatória de Dobras		
	Membros	Tronco
1	23.8	33.5
2	28.6	34.7
3	23.8	36.5
4	25.8	38.2
5	13.3	28.8
6	33.4	52.9
7	22.7	59
8	24.6	37.2
9	17.4	39
Médias	23.71	39.98
D.P.	5.83	9.67
Max	33.4	59
Min	13.3	28.8

ANEXO VIII - Valores individuais, média, desvio padrão, valores mínimos e máximos para distância total percorrida (m) durante o teste de 20 m de ida-e-volta

	Distância (m)
1	3300
2	3300
3	3300
4	3300
5	2000
6	2000
7	3300
8	3300
9	2625
Média	2936,11
S.D.	574,88
Max	3300
Mínimo	2000

ANEXO IX - Valores individuais, média e desvio padrão, valor máximo e mínimo da V. Max e das velocidades nos limiares obtidos no protocolo de HECK

	V. Max.(km.h ⁻¹)	V.Limar(km.h ⁻¹)
1	18	15,18
2	18	15,2
3	15,6	12
4	16,8	14,45
5	15,6	14,76
6	15,6	12,71
7	16,8	16,27
8	16,8	14,5
9	15,6	12,77
Média	16,53	14,20
S.D.	1	1,4
Máximo	18	16,27
Mínimo	15,6	12

ANEXO X - V3.5 (km.h⁻¹) encontrada no Teste de 20 m de ida-e-volta, no protocolo de HECK (km.h⁻¹) e a intensidade referente ao MLSS (km.h⁻¹). Diferença entre a intensidade de limiar no teste de 20m de ida-e-volta e a realizada no MLSS

Limiaries Estimados				
	HECK	20m	MLSS	diferença
1	15,18	12,58	11,5	1,08
2	15,2	12	11,5	0,65
3	12	10,75	10,5	0,15
4	15,65	12,51	11,5	1,01
5	14,76	11	10,5	0,5
6	12,71	11	10,5	0,6
7	11,57	15,73	11,5	0,07
8	14,5	11,87	11	0,87
9	12,77	11,34	10,5	0,84
Média	14,20	11,64	11	0,64
S.D.	1,41	0,68	0,5	0,36
Máximo	16,27	12,58	11,5	1,08
Mínimo	12	10,65	10,5	0,07

ANEXO XI - Frequência cardíaca média individual em batimentos por minuto, média e desvio padrão, valores máximos e mínimos nos limiares anaeróbios observadas nos testes retangulares e escalonados

FC nos Limiares			
Sujeitos	HECK	20 m	MLSS
1	197	183	158
2	169	186	157
3	191	189	165
4	169	168	138
5	169	156	151
6	184	182	158
7	179	189	161
8	173	180	154
9	160	168	154
Medias	176,78	177,89	155,16
D.P.	11,97	11,37	7,55
max.	197	189	165
Min	160	156	138

ANEXO XII - Matriz de correlação entre as variáveis observadas nos testes em esteira e nos testes em quadra.

	VO ₂ MAX	VMax HECK	VMax 20M	LIM HECK	LIM 20m	MLSS	FCLIM HECK	FCLIM 20m	FCLIM MLSS	FCMax HECK
VMaxHECK	0,6466 p=,060									
VMax20M	0,99 p=,000	0,6614 p=,052								
LIMHECK	0,2946 p=,442	0,6986 p=,036	0,3339 p=,380							
LIMIAR20	0,5733 p=,107	0,8446 p=,004	0,5939 p=,092	0,5899 p=,095						
MLSS	0,7044 p=,034	0,9000 p=,001	0,7087 p=,033	0,7877 p=,012	0,8603 p=,003					
FCLHECK	0,208 p=,591	0,195 p=,615	0,2119 p=,584	-0,0658 p=,867	0,0181 p=,963	0,1045 p=,789				
FCL20	0,5585 p=,118	0,3927 p=,296	0,5663 p=,112	0,0437 p=,911	0,0544 p=,890	0,3407 p=,370	0,6041 p=,085			
FCMLSS	0,048 p=,902	-0,0547 p=,889	0,0661 p=,866	-0,1688 p=,664	-0,4901 p=,180	-0,2296 p=,552	0,5566 p=,120	0,6994 p=,036		
FCMaxHEC	0,1799 p=,643	0,1761 p=,650	0,1925 p=,620	-0,2025 p=,601	-0,2216 p=,567	-0,0394 p=,920	0,7026 p=,035	0,8593 p=,003	0,8374 p=,005	
FCMax20	0,536 p=,137	0,3156 p=,408	0,5408 p=,133	0,0713 p=,855	0,0613 p=,876	0,361 p=,340	0,6371 p=,065	0,9242 p=,000	0,5156 p=,155	0,7621 p=,017

*marked correlations are significant at $p < 0,05000$

n=9 (casewise deletion of missing data)