

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**WILLIAM MEWES DIAS DE SIQUEIRA**

**DOMÍNIOS DE INTENSIDADE DO EXERCÍCIO E MARCADORES FISIOLÓGICOS:  
REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA**



**CURITIBA  
2024**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WILLIAM MEWES DIAS DE SIQUEIRA

DOMÍNIOS DE INTENSIDADE DO EXERCÍCIO E MARCADORES FISIOLÓGICOS:  
REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como requisito parcial para a conclusão do Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Orientador: Prof. Dr. Sérgio Gregório da Silva.

CURITIBA  
2024

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus...

Agradeço a meus pais, Osva Dias de Siqueira e Cacilda Mewes Dias de Siqueira, que sempre confiaram em mim e apoiaram a minha profissão.

Agradeço a minha namorada, pela inúmeras horas de leitura e estudo compartilhadas.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação, em especial ao Prof. Dr. Sergio Gregório, que me ajudou muito nestes dois anos de curso e que foi essencial para o meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíam para que eu concluísse o Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício.

## RESUMO

A prevalência das doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) como principais causas de morte é um desafio global. O sedentarismo e o excesso de peso estão ligados ao desenvolvimento dessas doenças. Este estudo explora a importância da atividade física e do exercício na prevenção ao desenvolvimento das DCNTs, destacando a necessidade da prescrição com base nas recomendações para a prática da atividade física, além do controle e monitoramento da intensidade do exercício. Esta revisão narrativa da literatura, explana sobre recomendações para a prática da atividade física e examina a relação entre os domínios de intensidade do exercício e seus marcadores fisiológicos, buscando nortear profissionais de saúde na prescrição adequada da atividade física na saúde pública. A diretriz para a prática da atividade física, destaca benefícios como redução da mortalidade por todas as causas, prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e melhorias na saúde física e mental. Recomenda-se para indivíduos adultos pelo menos 150 minutos/semana de atividade moderada ou 75 minutos/semana de atividade vigorosa, combinando diferentes tipos de exercício. Portanto, com base nos domínios de intensidade do exercício e seus marcadores fisiológicos é possível prescrever a atividade física e o exercício físico, possibilitando controle e monitoramento das perturbações fisiológicas e respostas metabólicas.

**Palavras-chave:** Atividade Física; Domínios de Intensidade do Exercício; Marcadores Fisiológicos

## **ABSTRACT**

The prevalence of chronic non-transmissible diseases (NCDs) as the main causes of death is a global challenge. A sedentary lifestyle and being overweight are linked to the development of these diseases. This study explores the importance of physical activity and exercise in preventing the development of NCDs, highlighting the need for prescription based on recommendations for physical activity, in addition to controlling and monitoring exercise intensity. This narrative review of the literature explains recommendations for the practice of physical activity and examines the relationship between exercise intensity domains and their physiological markers, seeking to guide health professionals in the appropriate prescription of physical activity in public health. The guideline for practicing physical activity highlights benefits such as reduced mortality from all causes, prevention of chronic non-communicable diseases and improvements in physical and mental health. It is recommended for adults at least 150 minutes/week of moderate activity or 75 minutes/week of vigorous activity, combining different types of exercise. Therefore, based on the exercise intensity domains and their physiological markers, it is possible to prescribe physical activity and physical exercise, enabling control and monitoring of physiological disturbances and metabolic responses.

**Keywords:** Physical Activity, Domains Intensity Exercise, Physiological Markers

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. CAMINHO METODOLÓGICO.....	8
3. DESENVOLVIMENTO.....	9
4. CONCLUSÕES.....	23
REFERÊNCIAS.....	25

## 1. INTRODUÇÃO

Das 36 milhões de mortes ocorridas pelo mundo no ano de 2008, 63% apresentavam algum tipo de doença crônica não transmissível (DCNT): doenças no aparelho circulatório, obesidade, diabetes, câncer e doenças respiratórias crônicas (LEE et al 2012).

O desenvolvimento de tais doenças está fortemente associado a fatores de risco como excesso de tempo em comportamento sedentário, caracterizado por um comportamento de vigília com gasto energético inferior ou igual 1,5 equivalentes metabólicos (METs), enquanto estiver sentado, reclinado ou deitado (TREMBLAY et al., 2017). Outro fator associado a DCNTs é a incapacidade de um indivíduo em atingir o mínimo de atividade física conforme as recomendações mundiais vigentes (LEE et al., 2012; WHO, 2010).

Em contraponto a atividade física é um comportamento que envolve os movimentos voluntários do corpo, com gasto de energia acima do nível de repouso, promovendo interações sociais e com o ambiente, podendo acontecer no tempo livre, no deslocamento, no trabalho ou estudo e nas tarefas domésticas. O exercício físico é uma categoria de atividade física que possui planejamento, estruturação e é realizada de forma repetitiva com a finalidade de melhora ou manutenção das capacidades físicas e estabilidade da massa corporal tornando-se ferramenta essencial para a prevenção, bem como para o controle e tratamento das DCNTs (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023; WHO, 2010).

A partir deste conhecimento profissionais de saúde podem fundamentar suas prescrições com base nas recomendações para a prática da atividade física. Na comunidade científica é consenso que a intensidade do exercício possui papel fundamental nas respostas fisiológicas e requer controle e monitoramento (JAMNICK et al., 2020). Portanto esta revisão narrativa da literatura tem por finalidade descrever as recomendações para a prática da atividade física, aprofundar os conhecimentos sobre domínios de intensidade do exercício e seus marcadores fisiológicos além de verificar a aplicabilidade da utilização destes marcadores na prescrição da intensidade do exercício, com base nos preceitos de validade e confiabilidade dos métodos.

## 2. CAMINHO METODOLÓGICO

O presente estudo trata-se de uma revisão narrativa da literatura (RNL), o qual possui propósito aberto para descrever e desenvolver determinado assunto. A finalidade deste modelo de pesquisa é proporcionar ao leitor um panorama atual de determinada área, identificar lacunas do conhecimento, relações, contradições e inconsistências na literatura, além de auxiliar na resolução de problema (KOLLER; DE PAULA COUTO; VON HOHENDORFF, 2020).

A pesquisa teve início a partir de buscas na base de dados online, o periódico PubMed, em junho do ano de 2023, com a utilização dos descritores em língua inglesa (“domains intensity exercise” AND “oxygen consumption”) e (“domains intensity exercise” AND “lactate threshold”).

Por conseguinte, foram selecionadas as obras filtrando pelo título e posteriormente pelo resumo, sendo incluídas as obras que possuísem relação direta ao tema de interesse. Houve a inclusão de obras que foram referenciadas pela literatura inclusa no estudo.

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 RECOMENDAÇÕES PARA A PRÁTICA DA ATIVIDADE FÍSICA

Com a finalidade de fornecer orientações aos profissionais da saúde para a prescrição de exercícios físicos, o Colégio Americano de Medicina do Esporte, por meio de seu pronunciamento, disponibilizou recomendações para a prática da atividade física voltadas para indivíduos adultos aparentemente saudáveis e demais populações resguardando suas individualidades.

Evidências científicas que apontam inúmeros benefícios da prática da atividade física e do exercício para a saúde física e mental, entre elas estão a redução da mortalidade por todas as causas, redução de doenças coronarianas, acidente vascular cerebral, prevenção e tratamento do diabetes tipo 2, previne inúmeros tipos de câncer, reduz a pressão arterial, melhora o perfil lipídico e outros biomarcadores, ajuda no controle da massa corporal total, preserva a massa muscular e óssea, previne risco de quedas (população idosa), aumenta a expectativa de vida, melhora o bem-estar, funções cognitivas e reduz o risco de problemas cognitivos, como por exemplo a demência. Complementa que os benefícios para a saúde estão relacionados com a aptidão cardiorrespiratória, força muscular, composição corporal, flexibilidade e aptidão neuro motora.

Para a obtenção desses benefícios recomenda-se trinta minutos por dia de atividade física cardiorrespiratória, cinco vezes por semana em intensidade moderada, totalizando cento e cinquenta minutos por semana e/ou aproximadamente vinte minutos por dia de atividade física cardiorrespiratória em intensidade vigorosa, três vezes por semana, totalizando setenta e cinco minutos por semana e/ou uma combinação entre exercícios moderados e vigorosos que atinjam um gasto energético total de quinhentos a múltiplos de equivalentes metabólicos (METs) por semana e mais dois dias na semana de treinamento resistidos envolvendo trabalho de força dos principais grupos musculares, equilíbrio, agilidade e coordenação motora (ACSM, 2010).

### 3.2 INTENSIDADE DO EXERCÍCIO

A intensidade do exercício é uma variável de extrema relevância no âmbito da Fisiologia do Exercício, tanto para a performance humana, quanto para a obtenção dos benefícios relacionados a saúde, através dela podemos controlar as respostas e os efeitos fisiológicos do exercício afim de atingir resultados satisfatórios (IANETTA et al., 2020).

### 3.3 DOMÍNIOS DE INTENSIDADE DO EXERCÍCIO

Os domínios de intensidade do exercício são padrões de comportamentos fisiológicos durante exercícios cardiorrespiratórios, classificados em três categorias distintas (domínio moderado, pesado e severo), são quantificados por características no consumo do oxigênio ( $VO_2$ ) através da utilização de um analisador de gases e respostas de lactato sanguíneo, que para tal necessita de amostras de sangue venoso/capilar e um analisador metabólico (JAMNICK et al., 2020).

#### 3.3.1 Domínio de intensidade moderado

O domínio moderado de intensidade do exercício caracteriza-se pela obtenção de um estado estacionário estável do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) entre o segundo e terceiros minutos de exercício após seu início. Os níveis de concentração de lactato no sanguíneo são similares aos níveis de repouso. Ou seja, a predominância da produção de energia deriva da produção de adenosina trifosfato (ATP) através da fosforilação oxidativa; recrutando de fibras musculares do tipo I, com baixa taxa de depleção do glicogênio muscular e do fluxo de cálcio (JAMNICK et al., 2020; GAESSER; POOLE, 1996).

#### 3.3.2 Domínio de intensidade pesado

O domínio pesado tem por característica o surgimento do componente lento do consumo de oxigênio, gerando um atraso no estado estacionário estável do consumo

de oxigênio. O lactato sanguíneo aumenta, ocorre um platô na concentração intramuscular de lactato, ou seja a taxa de trabalho fica acima do limiar de lactato, gerando diminuição na eficácia contrátil da musculatura esquelética decorrente do aumento da citólise do turnover de ATP, o recrutamento das fibras musculares do tipo II predominam neste domínio, existe uma taxa moderada de depleção do glicogênio muscular e do fluxo de cálcio, além da redução e subsequente platô do potencial hidrogeniônico muscular (GAESSER; POOLE, 1996; JAMNICK et al., 2020).

### 3.3.3 Domínio de intensidade severo

Portanto no domínio severo é impossível obter um estado estável no consumo de oxigênio e paralelamente acontece um aumento contínuo nas concentrações de lactato sanguíneo, sendo assim os exercícios físicos realizados neste domínio podem induzir ao consumo máximo de oxigênio ou muito perto disto. As respostas fisiológicas para exercício neste domínio levam o indivíduo a uma exaustão física precoce, estas respostas são presença de altos níveis de metabólitos e de fadiga, pela contribuição predominante da fosfocreatina para o turnover de ATP, elevadas taxas de depleção de glicogênio muscular e do fluxo de cálcio, além da redução no potencial hidrogeniônico muscular (GAESSER; POOLE, 1996; JAMNICK et al., 2020).

## 3.4 MARCADORES FISIOLÓGICOS

A prescrição de programas de treinamento possui diversas variáveis manipuláveis relevantes que demandam controle, por exemplo, números de sessões, duração de cada sessão, trabalho total, intervalo de recuperação; mas é consenso que a intensidade do exercício é uma variável complexa e é fator determinante (JAMNICK et al., 2020). A utilização de marcadores fisiológicos tem sido amplamente utilizada na prescrição de programas de treinamento para o desempenho atlético e no âmbito da saúde (FOLLADOR et al., 2018; JONES et. al, 2019). Observa-se na literatura há existência diversos métodos para a prescrição da intensidade do exercício, tais métodos utilizam de marcadores fisiológicos para o domínio desta variável. Os Marcadores fisiológicos podem ser classificados em: máximos, submáximos e de reserva, estes indicadores derivam geralmente de testes

laboratoriais e/ou de campo. Comumente são utilizados percentuais fixos destas âncoras para a prescrição da intensidade do exercício (IANETTA et al., 2020).

Alguns destes métodos possuem características metodológicas complexas para a mensuração adequada (JONES et al., 2010). Além disto estes marcadores causam efeitos na bioquímica muscular e sanguínea, nas respostas cardiorrespiratórias, nos processos de fadiga e na percepção subjetiva de esforço, de modo que as respostas fisiológicas são distintas entre si e por vezes podem ser confundidas e interpretadas equivocadamente. Entretanto alguns destes marcadores são adequados para delimitar a transição fisiológicas entre os domínios de intensidade do exercício (JONES et al., 2019).

### 3.5 MÉTODOS PARA A PRESCRIÇÃO DA INTENSIDADE DO EXERCÍCIO

Em 2020 foi publicado um artigo de revisão cujo objetivo foi avaliar a validade de constructo dos métodos mais comuns utilizados para determinar a intensidade do exercício, discutir sua confiabilidade e validade com base em sua capacidade de produzir perturbações homeostáticas distintas e/ou homogêneas (JAMNICK et al., 2020).

### 3.6 MARCADORES MÁXIMOS DE INTENSIDADE DO EXERCÍCIO

#### 3.6.1 Consumo máximo de oxigênio

O consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) é definido como a taxa mais alta na qual o oxigênio pode ser absorvido e utilizado pelo corpo durante exercícios intensos. É uma das principais variáveis na área da fisiologia do exercício, sendo frequentemente utilizada para indicar a aptidão cardiorrespiratória de um indivíduo. Na literatura científica, o aumento do  $VO_{2máx}$  é o método mais comum para demonstrar o efeito do treinamento. Além disso, o  $VO_{2máx}$  é frequentemente utilizado no desenvolvimento de uma prescrição de exercício (ACSM, 2010).

Para o controle e monitoramento deste marcador exige-se constante análise para verificar se as respostas do consumo de oxigênio são mantidas durante exercício

prolongado (SCHARHAG-ROSENBERGER et al., 2010; EGAN et al., 2010; COYLE; COGGAN; HOOPER, 1988).

Alguns pesquisadores utilizam uma taxa de trabalho do consumo máximo de oxigênio obtida através de um teste de exercício com carga incremental, baseado na suposição linear entre o consumo de oxigênio e a taxa de trabalho (LANSLEY et al., 2011; FIORENZA et al., 2018; POOLE; GAESSER, 1985), porém este relacionamento muda de linear para curvilíneo durante os últimos estágios de um teste de exercício com carga incremental (ZOLADZ; DUDA; MAJERCZAK, 1998; ZOLADZ; RADEMAKER; SARGEANT, 1995; BOONE; BOURGOIS, 2012).

Outro ponto é a utilização de uma porcentagem constante do  $VO_{2máx}$  durante exercício no domínio de intensidade pesado que requer ajustes regulares na taxa de trabalho para compensar o aumento contínuo do consumo de oxigênio, proveniente do fenômeno “componente lento” (GAESSER; POOLE, 1996; SCHARHAG-ROSENBERGER et al., 2010). Considerando ainda que o monitoramento das trocas gasosas em tempo real ser para a maioria dos casos é impraticável.

Autores citam que uma taxa de trabalho de aproximadamente 70% do  $VO_{2máx}$  resultou em concentrações maiores de marcadores plasmáticos associados ao estresse metabólico em sujeitos não treinados em comparação a sujeitos treinados (BALDWIN; SNOW; FEBBRAIO, 2000). Outro estudo com estímulo entre 60 e 75% do  $VO_{2máx}$  demonstrou uma grande variabilidade na concentração do lactato sanguíneo entre os indivíduos (SCHARHAG-ROSENBERGER et al., 2010). Há evidências de alta variabilidade entre indivíduos altamente treinados na utilização do glicogênio muscular e nas taxas de trocas gasosas ao pedalarem a aproximadamente 79% do  $VO_{2máx}$  (COYLE; COGGAN; HOOPER, 1988). Ou seja, a prescrição da intensidade do exercício com base em uma porcentagem do consumo máximo de oxigênio não é um método válido para provocar perturbações metabólicas homogêneas em indivíduos diferentes. Então a prescrição da intensidade do exercício através da utilização de porcentagens fixas do  $VO_{2máx}$  não possui sustentação válida para se obter perturbações homeostáticas homogêneas ou perturbações fisiológicas específicas do domínio de intensidade do exercício (JAMNICK et al., 2020).

### 3.6.2 Frequência cardíaca máxima

A frequência cardíaca máxima “FC<sub>máx</sub>” é normalmente mensurada através de um teste de exercício com cargas incrementais, juntamente com a medição do VO<sub>2máx</sub> (MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013; AUNOLA; RUSKO, 1984; LOURENÇO et al., 2011). No entanto em testes de campo são observados valores mais elevados (SANTOS et al., 2005; COUTINHO et al., 2017; SEMIN et al., 2008). Como mencionado para o VO<sub>2máx</sub>, a prescrição da intensidade do exercício a partir de uma porcentagem da FC<sub>máx</sub> exige controle e monitoramento constante, do mesmo modo que observa em exercícios intensos ao VO<sub>2</sub> acontece com a FC, existe um componente lento observado (PETTITT et al., 2007); entende-se, portanto, que essa metodologia está sujeita a limitações do modo semelhante ao VO<sub>2</sub> a partir de dados de testes incrementais. A grande utilização da FC para a prescrição da intensidade do exercício existe dada sua simplicidade, então continua sendo um elemento básico para prescrever a intensidade do exercício.

## 3.7 MARCADORES FISIOLÓGICOS SUBMÁXIMOS

### 3.7.1 Medidas de lactato sanguíneo

A prescrição da intensidade do exercício baseado nas medidas de lactato sanguíneo parece ser um método alternativo mais utilizado para normalizar a intensidade do exercício comparando com as porcentagens fixas de VO<sub>2máx</sub> (BALDWIN; SNOW; FEBBRAIO, 2000). As mensurações de lactato sanguíneo podem ser obtidas através de testes de cargas incrementais e os valores obtidos são utilizados para definir, Limiar de Lactato 1 (LT1) e Limiar de Lactato 2 (LT2), através de cálculos para assim definir os níveis ou zonas de treinamento (FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009). Alguns autores definem que o LT1 (limiar aeróbico), representa um pequeno aumento na concentração de lactato sanguíneo acima da linha de base, e assumindo assim um demarcador fisiológico entre os níveis moderado e pesado de domínio de intensidade do exercício e o LT2 (limiar anaeróbico) representa a aceleração das respostas de lactato sanguíneo e supostamente demarca os domínios pesados e severo do exercício (FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009).

Outro método alternativo utiliza de valores de lactato sanguíneo mensurados a partir de uma série de taxas de trabalho constante (BENEKE, 2003) ou uma única sessão com taxa de trabalho ajustada em tempo real (HERING et al., 2018) para estabelecer o máximo estado estável de lactato “MLSS”. (JAMNICK et al., 2020).

### 3.7.2 Limiares de lactato

Não existe acordo amplamente aceito para os protocolos de teste de carga incremental para estabelecer os limiares de lactato, porém recomenda-se protocolos com estágios de ao menos três minutos de duração (BENTLEY; NEWELL; BISHOP, 2007), existem protocolos variados que utilizam estágios de um a dez minutos de duração (JAMNICK et al., 2018; PALLARÉZ et al., 2016). Alguns autores propõem um protocolo personalizado que possa garantir uma homogeneidade entre os testes de cargas incrementais (PETTITT et al., 2013; JAMNICK et al., 2018).

Na literatura pode-se encontrar mais de trinta métodos diferentes que são utilizados para estabelecer os limiares de lactato, e a taxa de trabalho calculada para cada um dos limiares de lactato pode variar aproximadamente 30% dependendo do método escolhido (FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009). A taxa de trabalho relacionada há um método é influenciada pelo protocolo de teste utilizado (JAMNICK et al., 2018; BENTLEY; MCNAUGHTON; BATTERHAM, 2001). Logo a validade qualquer de qualquer método para identificar o limite entre os domínios de exercício dependerá do protocolo e método utilizado (JAMNICK et al., 2020).

A confiabilidade de muitos métodos ainda não foi confirmada para delinear os domínios de intensidade do exercício, embora esses métodos tenham sido frequentemente utilizados para a prescrição da intensidade do exercício e para delinear os domínios de intensidade do exercício (JAMNICK et al., 2020).

### 3.7.3 Limiar de lactato 1

Este marcador presume demarcar o limite entre os domínios moderado e pesado de intensidade do exercício (JONES et al., 2010; JONES; BURNLEY; VANHATALO, 2018). Porém não existem estudos investigando diretamente a validade

de qualquer estimativa do Limiar de Lactato (LT1) para delinear os domínios de intensidade do exercício (JAMNICK et al., 2020).

Mesmo com a falta de pesquisas relevantes, a utilização de um método de limiar de lactato para a prescrição da intensidade do exercício parece produzir resultado positivo quando comparado com a prescrição da intensidade do exercício por uma porcentagem fixa do  $VO_{2máx}$  nas perturbações homeostáticas homogêneas, por exemplo, 95% da taxa de trabalho associada a um aumento de 1mmol/L acima da linha de base (linha de base + 1,0 mmol/L) produziu perturbações homeostáticas mais homogêneas do que a 70% de  $VO_{2máx}$  (BALDWIN; SNOW; FEBBRAIO, 2000).

A conclusão demonstrou que esta abordagem é superior quando comparado com porcentagens fixas do  $VO_{2máx}$  para produzir perturbações homeostáticas homogêneas. Não há evidências que apoiam a eficácia da linha base + 1mmol/L como um método válido para delinear qualquer um dos domínios do exercício (JAMNICK et al., 2018, PALLARÉZ et al., 2016).

#### 3.7.4 Limiar de lactato 2

Este marcador é frequentemente utilizado como um limite válido para demarcar zonas de treinamento, assim com os domínios pesado e severo de intensidade do exercício. Porém não há nenhuma pesquisa que investigue diretamente a validade do Limiar de Lactato (LT2) para fazer esses delineamentos. Na literatura podem ser identificados mais de 30 métodos que objetivam delinear este marcador, em suas conclusões os autores aconselham cautela na interpretação dos resultados, devido aos procedimentos específicos, não reprodutíveis e/ou com carência de análise estatística adequada (JAMNICK et al., 2020).

Dois métodos que apesar de serem básicos para determinar o limiar de lactato método  $D_{máx}$  (CHENG et al., 1992) e método  $D_{máx}$  modificado (BISHOP, JENKINS, MACKINNON, 1998) não possuem evidência científica que sejam capazes de delinear os domínios pesado e severo de intensidade do exercício. Tais métodos são modelos de ajuste de curva que podem ser influenciados pela duração do estágio durante um teste de carga incremental (JAMNICK et al., 2018), pelo modelo de regressão empregado (MACHADO; NAKAMURA; MORAES, 2012) e o valor final de lactato (CHALMERS et al., 2015).

A utilização de concentração fixa de lactato sanguíneo 2,0 mmol/L é um modelo proposto para delinear o domínio moderado e pesado de intensidade do exercício, bem como, a concentração de 4,0 mmol/L foi proposta para delinear o domínio pesado para o severo (SKINNER; MCLELLAN, 1980; KINDERMANN; SIMON; KEUL, 1979). No entanto os autores originais alertaram contra o uso destas concentrações fixas para estimar o MLSS (HECK et al., 1985), isto decorrente a alta gama de níveis de concentrações de lactato quando o exercício é realizado no limite dos domínios (POOLE et al., 1988). Diante disto a avaliação da validade deve basear-se nas perturbações homeostáticas específicas do domínio ao invés de concordâncias com outra ancora submáxima (JAMNICK et al., 2020).

### 3.7.5 Máximo estado estável de lactato

Inicialmente considerava-se o máximo estado estável de lactato (MLSS) a concentração sanguínea de lactato fixa em 2,2 mmol/L (LaFONTAINE et al., 1981; PRIEST; HAGAN, 1987); porém o valor com mais frequência utilizado são 4 mmol/L (SJODIN; SVEDENHAG, 1982; STEGMANN; KINDERMANN, 1982; HECK et al., 1985).

Descobertas surgiram evidenciando que o lactato sanguíneo variava consideravelmente entre indivíduos e tipos de exercício (BENEKE; VON DUVILLARD, 1996; BENEKE et al., 2001).

Posteriormente estudos modificaram o conceito de MLSS, como o nível mais alto de produção de energia no qual o aumento do lactato sanguíneo é menor que 1mmol/L entre 10 e 30 minutos de exercício (BENEKE; VON DUVILLARD, 1996; JONES; DOUST, 1998).

Outro conceito define máximo estado estável de lactato como a intensidade mais alta de trabalho no qual o acúmulo e a remoção do lactato sanguíneo estão em equilíbrio (BILLAT et al., 2003).

O exercício realizado acima do MLSS produziu valores de lactato acima dos critérios de estado estacionário de lactato e estabilidade no consumo de oxigênio (IANETTA et al., 2018; KEIR et al., 2015), que impede a obtenção de  $VO_{2máx}$  (PRINGLE; JONES, 2002). Estas respostas fisiológicas condizem com o domínio

moderado de intensidade do exercício, o que causou críticas a este método (MARWOOD; GOULDING; ROCHE, 2019).

O protocolo de teste de vista única (HERING et al., 2018) que necessita de ajustes na taxa de trabalho em tempo real tendo como referência as respostas de lactato no sangue, demonstra ser uma alternativa promissora para a determinação do MLSS (JAMNICK et al., 2020). Este protocolo avalia um acúmulo rápido de lactato sanguíneo em relação a um baixo aumento na taxa de trabalho (HERING et al., 2018), no qual foi verificado respostas fisiológicas que indicam aumento de unidade motoras e a incapacidade do fornecimento de energia ATP via fosforilação oxidativa (HERING et al., 2018; STAINSBY; BROOKS, 1990; BROOKS, 1985). Este protocolo fornece evidências de exercício não estacionário, porém o método está em fase de verificação e a validade para delinear a transição entre os domínios pesado e severo de intensidade do exercício necessita ser confirmada. (JAMNICK et al., 2020).

### 3.8 MEDIDAS DE AR EXPIRADO

Alguns marcadores fisiológicos baseiam-se nas medições de ar expirado, sendo exemplos: limiar de trocas gasosas (GET), limiar ventilatório (VT) e ponto de compensação respiratória (RCP), eles têm por finalidade detectar desproporções na ventilação e produção de gás carbônico em relação ao consumo de oxigênio (BEAVER; WASSERMAN; WHIPP, 1986; WHIPP; DAVIS; WASSERMAN, 1989; WASSERMAN et al., 1973). Estes marcadores indicam mudanças na taxa metabólica, na utilização de substrato dentro da musculatura esquelética em atividade e auxiliam a demarcar os domínios de intensidade do exercício (KEIR; POGLIAGHI; MURIAS, 2018; KEIR et al., 2015).

#### 3.8.1 Limiar ventilatório e limiar de trocas gasosas

O limiar ventilatório (LV) e o limiar de trocas gasosas (GET) são determinados por método não invasivo que mensura indiretamente um aumento desproporcional na produção não metabólica de CO<sub>2</sub>, uma consequência do acúmulo de H<sup>+</sup> e aumento da rotatividade de ATP citosólico (ROBERGS; GHIASUAND; PARKER, 2004; BEAVER; WASSERMAN; WHIPP, 1986; WHIPP; DAVIS; WASSERMAN, 1989;

PÉRONNET; AGUILANIU, 2006). Ambos os marcadores ocorrem em intensidades semelhantes ao LT1, pois possuem bases mecanicista intimamente ligadas (BEAVER; WASSERMAN; WHIPP, 1986; PALLARÉZ et al., 2016; DAVIS et al., 1983; GASKILL et al., 2001; SIMON et al., 1986).

O limiar de trocas gasosas (GET) é a taxa metabólica respiratória na qual ocorre excesso na produção gás carbônico portanto aumentando o volume de gás carbônico expirado e este aumento acontece de modo proporcional ao decréscimo na concentração ( $H_2CO_3$  - ácido carbônico) no sangue e na musculatura esquelética (WASSERMAN et al., 1973).

O limiar ventilatório (LV) é determinado como o primeiro ponto de inflexão no volume expirado, definido como um sistemático aumento na proporção volume expirado e consumo de oxigênio (WASSERMAN; MCILROY, 1964), ponto de pressão do consumo de oxigênio e o ponto da pressão final de gás carbônico expirado começa a estabilizar (POSNER et al., 1987).

As performances destes marcadores são influenciadas pelo protocolo de teste e dependem de uma técnica padronizada para extrapolar o consumo de oxigênio correspondente a uma taxa de trabalho associada. Resumidamente, um protocolo de teste de carga incremental com maior duração promoverá um consumo de oxigênio e uma taxa de trabalho menores. Devido a influência da inclinação do protocolo de testes nestas âncoras, a duração ideal para os protocolos de testes de cargas incrementais deve ser de 8 a 12 minutos (AMANN et al., 2004; MCLELLAN, 1985; LEO et al., 2017; PETTIT et al., 2013).

Recomenda-se a utilização de métodos informatizados para o estabelecimento destes marcadores e a combinação dos métodos para maximizar a confiabilidade. Há evidências que suportam a validade tanto do limiar de trocas gasosas quanto do limiar ventilatório para normalizar a intensidade do exercício e a produção homeostáticas específicas dos domínios de intensidade (JAMNICK et al., 2020).

Estas evidências mostraram que realizar exercício abaixo do GET ou VT produz um platô no  $VO_2$  e as concentrações sanguíneas e intramusculares de lactato permanecem na linha de base. Já o exercício realizado acima do GET ou VT resultou em um componente lento do  $VO_2$ , um platô de lactato sanguíneo acima da linha de base e um aumento nos níveis intramusculares acima ao de repouso (ROSTON et al., 1987; BLACK et al., 2017; BELL et al., 2001). Ressalta-se, porém, que estes achados

foram obtidos utilizando porcentagem fixas do GET e VT (80, 90 e 120% do GET ou VT).

### 3.8.2 Ponto de compensação respiratória

O ponto de compensação respiratória (RCP) conhecido como limiar ventilatório 2 (VT<sub>2</sub>), é um indicador não invasivo causado pela hiperventilação, consequente a um acúmulo de íons de hidrogênio (H<sup>+</sup>), que indica um aumento concomitante de lactato sanguíneo e íons de hidrogênio (H<sup>+</sup>) maior que a taxa de descarte (WHIPP; DAVIS; WASSERMAN, 1989; PÉRONNET; AGUILANIU, 2006; MEYER et al., 2004). Durante um teste de carga incremental com delineamento de 8 a 12 minutos, considerado o delineamento ideal, o RCP é determinado pelo segundo ponto de ruptura em volume expiratório (VE), um ponto claro de ruptura em VE/VCO<sub>2</sub> e o ponto onde a pressão expirada final de gás carbônico (PETCO<sub>2</sub>) inicia sua queda após um aparente estado estacionário (BEAVER; WASSERMAN; WHIPP, 1986; WHIPP; DAVIS; WASSERMAN, 1989).

Semelhante aos marcadores fisiológicos já citados (GET e o VT), o RCP é influenciado diretamente pelos protocolos de testes, estes normalmente utilizam de um tempo médio de resposta de 60 segundos como técnica para a extrapolação (BOONE; BOURGOIS, 2012; KEIR et al., 2016). Tal abordagem desconsidera o aumento no tempo médio de resposta com o aumento da intensidade do exercício (BOONE; BOURGOIS, 2012, KEIR et al., 2016).

Este aumento no tempo médio de resposta é associado ao componente lento durante exercícios em domínios de intensidade do exercício pesado e severo, o que confunde o ganho em VO<sub>2</sub> em relação a taxa de trabalho (KEIR et al., 2015; ÖZYENER et al., 2001; LEO et al., 2017; SCHEUERMANN; KOWALCHUK, 1988). Ou seja, com a utilização da taxa de trabalho constante no RCP decorrente de um teste de carga incremental o consumo de oxigênio é diferente ao consumo de oxigênio observado durante o teste de cargas incrementais (IANNETTA et al., 2019). Além do mais, publicações recentes demonstram técnicas para explicar a não linearidade da relação entre o consumo de oxigênio com a taxa de trabalho obtida durante um teste de carga incremental (KEIR et al., 2016; IANNETTA et al., 2019).

Bem como o GET e VT, recomenda-se o uso de combinação de técnicas informatizadas para estabelecer e maximizar a confiabilidade do RCP, o autor complementa citando que não identificou nenhuma pesquisa que confirme diretamente a validade do RCP em produzir resultados homeostáticos específicos a perturbações fisiológicas dos domínios de intensidade do exercício (JAMNICK et al., 2020). Além disto, completa que, não existem pesquisas confirmando a eficácia do RCP como uma técnica válida para produzir perturbações homeostáticas específicas dos domínios de intensidade do exercício, é pouco provável este ser um método apropriado para tal, devido grande parte ser influenciado pela relação curvilínea do  $VO_2$  e a taxa de trabalho.

### 3.9 POTÊNCIA E VELOCIDADE CRÍTICA

A potência e velocidade crítica representam a maior intensidade possível sem uma perda progressiva da homeostase (JONES et al., 2010), são considerados como determinantes válidos da fronteira entre o domínio pesado e severo da intensidade do exercício (JONES et al., 2010; BURNLEY; JONES, 2007; VANHATALO et al., 2016; POOLE et al., 1988; JONES).

Evidências apoiam a validade do método para delinear a transição entre os domínios pesado e severo de intensidade do exercício. Final da década de 1980, um estudo avaliou as respostas homeostáticas iguais e superiores a potência crítica (PC) derivadas do método tradicional (POOLE et al., 1988), confirmando a validade da PC para estabelecer a fronteira entre o exercício no domínio pesado e severo.

Os achados foram confirmados por inúmeros estudos e reproduzidos várias vezes (PRINGLE; JONES, 2002; VANHATALO et al., 2016; JONES et al., 2008; BLACK et al., 2017; DE LUCAS et al., 2013; HARTMAN et al., 2019; BURNLEY; VANHATALO; JONES, 2012).

Pesquisas futuras devem abordar as inconsistências na metodologia necessária para determinar CP e CS, e validar a CP e CS derivadas de séries de exercícios acima e abaixo (por exemplo, nos limites de concordância) enquanto monitoram as respostas sistêmicas (JAMNICK et al., 2020).

### 3.10 MARCADORES FISIOLÓGICOS DE RESERVA

#### 3.10.1 Consumo de oxigênio de reserva e a frequência cardíaca de reserva

As âncoras de reserva são obtidas através de um simples cálculo da diferença entre as âncoras máxima e seu correspondente valor de repouso (ROSTON et al., 1987; GRANATA et al., 2017; CASABURI et al., 1987; KARVONEN, 1957).

A reserva do consumo de oxigênio e frequência cardíaca de reserva são utilizados para prescrever a intensidade do exercício com base na diferença entre os valores máximos (ou seja,  $VO_{2máx}$  e  $FCmáx$ ) e de repouso (ou seja,  $VO_{2repouso}$  e  $FCrepouso$ ) (KARVONEN, 1957). Estes métodos até o momento não possuem pesquisas que investigam diretamente a confiabilidade da determinação da intensidade do exercício a partir da frequência cardíaca de reserva ( $FCreserva$ ) e consumo de oxigênio de reserva ( $VO_{2reserva}$ ); além disto, a confiabilidade desses parâmetros é correlacionada com a confiabilidade das mensurações âncoras máximas  $VO_{2máx}$  (PETTIT; JAMNICK; CLARK, 2012; JAMNICK et al., 2018; BENEKE, 2003; JAMNICK et al., 2016; KIRKEBER et al., 2011; CLARK; MURRAY; PETTIT, 2013; DICKS et al., 2016), ( $VO_{2repouso}$ ) (COMPHER et al., 2006), “ $FCmáx$ ” (MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013; AUNOLA; RUSKO, 1984; LOURENÇO et al., 2011) e “ $FCrepouso$ ” (MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013; STANFORTH, 2000).

Adicionalmente a extrapolação da relação linear entre as variáveis destes métodos causam distorções (CUNHA et al., 2010), sabe-se que o aumento do consumo de oxigênio tem relação curvilínea, o que resulta em valores maiores e distintos aos previstos (CUNHA et al., 2011).

## 4. CONCLUSÕES

Este Trabalho de Conclusão de Curso é norteado pelo objetivo de descrever as recomendações para a prática da atividade física, aprofundar os conhecimentos sobre domínios de intensidade do exercício e seus marcadores fisiológicos, além de analisar a validade e a confiabilidade da utilização destes marcadores para a prescrição da intensidade do exercício.

Diante disto, conclui-se que a prática da atividade física é uma aliada da saúde física e mental, previne morte precoce, desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, alguns tipos de câncer, entre outros benefícios. Sua prática deve ser realizada de acordo com as recomendações vigentes, e com base nestas recomendações é possível fundamentar a prescrição de exercícios físicos.

Atualmente existe uma variada gama de marcadores fisiológicos utilizados para a prescrição da intensidade do exercício, esta revisão identificou cinco categorias (máxima, submáxima, medidas de ar expirado, potência/velocidade crítica e reserva).

Com base nos preceitos de validade e confiabilidade das perturbações fisiológicas homogêneas tendo como pilares os domínios de intensidade do exercício, foi identificado que os marcadores (limiar ventilatório, limiar de trocas gasosas e limiar de lactato 1) são medidas adequadas e demarcam a fronteira entre os domínios moderado e pesado. Ou seja, é possível prever as perturbações fisiológicas provenientes da realização de exercícios físicos abaixo destes marcadores, as quais podendo ser consultadas (ver seção 3.3.1). Adicionalmente a potência/velocidade crítica são atualmente os marcadores fisiológicos adequados para demarcar a fronteira entre os domínios pesado e severo. Diante disto o exercício realizado acima destes marcadores tem características do domínio severo (ver seção 3.3.3) e o exercício realizado abaixo possuirá perfil do domínio pesado (ver seção 3.3.2) ou do domínio moderado, conforme a taxa de trabalho empregada.

Portanto a prescrição da intensidade do exercício, bem como, o monitoramento do treinamento são fatores primordiais para a obtenção dos resultados e benefícios advindos da prática da atividade física no âmbito da saúde e performance esportiva. Ressalta-se a importância em aprofundar os conhecimentos sobre os métodos escolhidos, como por exemplo, aplicação correta do protocolo de determinação do

marcador fisiológicos escolhido, suas aplicações na prática, ou seja a qual população é destinado tal método.

## REFERÊNCIAS

- ACSM. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. 2011. Disponível em: <[https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2011/07000/quantity\\_and\\_quality\\_of\\_exercise\\_for\\_developing.26.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2011/07000/quantity_and_quality_of_exercise_for_developing.26.aspx)>. Acesso em: 10 jun. 2023
- AMANN, M.; SUBUDHI, A.; FOSTER, C. Influence of testing protocol on ventilatory thresholds and cycling performance. **Med Sci Sports Exerc.** 36(4):p. 613–22, 2004. Disponível em: <[https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2004/04000/influence\\_of\\_testing\\_protocol\\_on\\_ventilatory.10.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2004/04000/influence_of_testing_protocol_on_ventilatory.10.aspx)>. Acesso em: 05 fev. 2024.
- AUNOLA, S.; RUSKO, H. Reproducibility of aerobic and anaerobic thresholds in 20–50 year old men. **Eur J Appl Physiol.** 53(3):p. 260–6, 1984. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00776600>>. Acesso em: 11 nov. 2023.
- BALDWIN, J.; SNOW, R. J.; FEBBRAIO, M. A. Effect of training status and relative exercise intensity on physiological responses in men. **Med Sci Sports Exerc.** 32(9):p. 1648–54, 2000. Disponível em: <[https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2000/09000/effect\\_of\\_training\\_status\\_and\\_relative\\_exercise.20.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2000/09000/effect_of_training_status_and_relative_exercise.20.aspx)>. Acesso em: 17 nov. 2023.
- BEAVER, W.; WASSERMAN, K.; WHIPP, B. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. **J Appl Physiol.** 60(6):p. 2020–7, 1986. Disponível em: <[https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1986.60.6.2020?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1986.60.6.2020?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org)>. Acesso em: 02 mar. 2024.
- BELL, C.; *et al.* A comparison of modelling techniques used to characterise oxygen uptake kinetics during the on-transient of exercise. **Exp Physiol.** 86(05):p. 667–76, 2001. Disponível em: <<https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1113/eph8602150>>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. **Eur J Appl Physiol.** 89(1):p. 95–9, 2003. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-002-0783-1>>. Acesso em: 13 dez. 2023.
- BENEKE, R.; LEITHÄUSER, R. M.; HÜTLER, M. Dependence of maximal lactate steady state on the motor pattern of exercise. **Br J Sports Med.** 35(3):p. 192-6, 2001. Disponível em: <<https://bjsm.bmj.com/content/35/3/192>>. Acesso em: 14 abr. 2024.
- BENEKE, R.; VON DUVILLARD, S.P. Determination of maximal lactate steady response in selected sports events. **Med Sci Sports Exerc.** 28(2):p. 241-6, 1996.

Disponível em: [https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/1996/02000/determination\\_of\\_maximal\\_lactate\\_steady\\_state.13.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/1996/02000/determination_of_maximal_lactate_steady_state.13.aspx). Acesso em: 09 abr. 2024.

BENTLEY, D. J.; NEWELL, J.; BISHOP, D. Incremental exercise test design and analysis. **Sports Med.** 37(7):p. 575–86, 2007. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200737070-00002>. Acesso em: 11 jan. 2007.

BENTLEY, D.; MCNAUGHTON, L.; BATTERHAM, A. Prolonged stage duration during incremental cycle exercise: effects on the lactate threshold and onset of blood lactate accumulation. **Eur J Appl Physiol.** 85(3–4):p. 351–7, 2001. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s004210100452>. Acesso em: 27 jan. 2024.

BILLAT, V. L.; *et al.* The concept of maximal lactate steady state. **Sports Med.** 33(6):p. 407–26, 2003. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200333060-00003>. Acesso em: 23 abr. 2024.

BISHOP, D.; JENKINS, D. G.; MACKINNON, L. T. The relationship between plasma lactate parameters,  $W_{peak}$  and 1-h cycling performance in women. **Med Sci Sports Exerc.** 30(8):p. 1270–5, 1998. Disponível em: [https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/1998/08000/the\\_relationship\\_between\\_plasma\\_lactate.14.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/1998/08000/the_relationship_between_plasma_lactate.14.aspx). Acesso em: 12 fev. 2024.

BISHOP, D. J.; JENKINS, D. G.; MACKINNON, L. T. The effect of stage duration on the calculation of peak  $VO_2$  during cycle ergometry. **J Sci Med Sport.** v. 1, n. 3, p. 171–8, 1998. Disponível em: [https://www.jsams.org/article/S1440-2440\(98\)80012-1/abstract](https://www.jsams.org/article/S1440-2440(98)80012-1/abstract). Acesso em: 12 set. 2023.

BLACK, M. I.; *et al.* Muscle metabolic and neuromuscular determinants of fatigue during cycling in different exercise intensity domains. **J Appl Physiol.** v. 122, n. 3, p. 446–59, 2017. Disponível em: [https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappphysiol.00942.2016?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappphysiol.00942.2016?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org). Acesso em: 01 fev. 2024.

BOONE, J.; BOURGOIS, J. The oxygen uptake response to incremental ramp exercise. **Sports Med.** v.42, n.6, p. 511–26, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.2165/11599690-000000000-00000>. Acesso em: 11 nov. 2023.

BROOKS, G. A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. **Med Sci Sports Exerc.** v.17, n.1, p. 22–31, 1985. Disponível em: [https://journals.lww.com/acsm-msse/abstract/1985/02000/anaerobic\\_threshold\\_\\_review\\_of\\_the\\_concept\\_and.5.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/abstract/1985/02000/anaerobic_threshold__review_of_the_concept_and.5.aspx). Acesso em: 29 mai. 2024.

BURNLEY, M.; JONES, A. M. Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. **Eur J Sport Sci.** v.7, n.2, p. 63–79, 2007. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17461390701456148>. Acesso em: 16 abr. 2024.

BURNLEY, M.; VANHATALO, A.; JONES, A. M. Distinct profiles of neuromuscular fatigue during muscle contractions below and above the critical torque in humans. **J Appl Physiol.** v.113, n.2, p. 215–23, 2012. Disponível em: [https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappphysiol.00022.2012?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappphysiol.00022.2012?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org). Acesso em: 25 abr. 2024.

CASABURI, R.; *et al.* Effect of endurance training on possible determinants of VO<sub>2</sub> during heavy exercise. **J Appl Physiol.** v.62, n.1, p. 199–207, 1987. Disponível em: [https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1987.62.1.199?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1987.62.1.199?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org). Acesso em: 03 nov. 2023.

CHALMERS, S.; *et al.* Standardization of the Dmax method for calculating the second lactate threshold. **Int J Sports Physiol Perform.** v.10, n.7, p. 921–6, 2015. Disponível em: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/10/7/article-p921.xml>. Acesso em: 22 fev. 2024.

CHENG, B.; *et al.* A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds. **Int J Sports Med.** v.13, n.7, p. 518–22, 1992. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2007-1021309>. Acesso em: 02 fev. 2024.

CLARK, I. E.; MURRAY, S. R.; PETTITT, R. W. Alternative procedures for the three-minute all-out exercise test. **J Strength Cond Res.** v.27, n.8, p. 2104–12, 2013. Disponível em: [https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2013/08000/alternative\\_procedures\\_for\\_the\\_three\\_minute.8.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2013/08000/alternative_procedures_for_the_three_minute.8.aspx). Acesso em: 13 nov. 2023.

COMPHER, C.; *et al.* Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. **J Am Diet Assoc.** v.106, n.6, p. 881–903, 2006. Disponível em: [https://www.jandonline.org/article/S0002-8223\(06\)00146-5/abstract](https://www.jandonline.org/article/S0002-8223(06)00146-5/abstract). Acesso em: 24 nov. 2023.

COUTINHO, C.; *et al.* Maximal heart rate differs between laboratory and field conditions among female athletes. **J Hum Sport Exerc.** v.12, n.2, 2017. Disponível em: <https://www.jhse.ua.es/article/view/2017-v12-n2-maximal-heart-rate-laboratory-field-conditions-femal>. Acesso em: 02 dez. 2023.

COYLE, E. F.; *et al.* Determinants of endurance in well-trained cyclists. **J Appl Physiol.** v.64, n.6, p. 2622–30, 1988. Disponível em: [https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1988.64.6.2622?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1988.64.6.2622?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org). Acesso em: 12 out. 2023.

CUNHA, F.; *et al.* Influence of cardiopulmonary exercise testing protocol and resting VO<sub>2</sub> assessment on % HR<sub>max</sub>, %HRR, %VO<sub>2max</sub> and %VO<sub>2R</sub> relationships. **Int J Sports Med.** v.31, n.5, p. 319–26, 2010. Disponível em: <<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0030-1248283>>. Acesso em: 7 dez. 2023.

CUNHA, F. A.; *et al.* The relationship between oxygen uptake reserve and heart rate reserve is affected by intensity and duration during aerobic exercise at constant work rate. **Appl Physiol Nutr Metab.** v.36, n.6, p. 839–47, 2011. Disponível em: <[https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/h11-100?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori:rid:crossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%20%20pubmed](https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/h11-100?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed)>. Acesso em: 27 fev. 2023.

CUNHA, F. A.; FARINATTI, P.; MIDGLEY, A. W. Methodological and practical application issues in exercise prescription using the heart rate reserve and oxygen uptake reserve methods. **J Sci Med Sport.** v.14, n.1, p. 46–57, 2011. Disponível em: <[https://www.jsams.org/article/S1440-2440\(10\)00159-3/abstract](https://www.jsams.org/article/S1440-2440(10)00159-3/abstract)>. Acesso em: 23 fev. 2023.

DAVIS, J.; *et al.* Does the gas exchange anaerobic threshold occur at a fixed blood lactate concentration of 2 or 4 mM? **Int J Sports Med.** v.4, n.2, p. 89–93, 1983. Disponível em: <<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2008-1026018>>. Acesso em: 10 fev. 2024.

DE LUCAS, R.; *et al.* Time to exhaustion at and above critical power in trained cyclists: the relationship between heavy and severe intensity domains. **Sci Sports.** v.28, n.1, p. e9–e14, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0765159712000639>>. Acesso em: 03 mai. 2024.

DICKS, N. D.; *et al.* Load determination for the 3-minute all-out exercise test for cycle ergometry. **Int J Sports Physiol Perform.** v.11, n.2, p.197–203, 2016. Disponível em: <<https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/11/2/article-p197.xml>>. Acesso em: 04 maio. 2024.

EGAN, B.; *et al.* Exercise intensity-dependent regulation of peroxisome proliferator-activated receptor  $\gamma$  coactivator-1 $\alpha$  mRNA abundance is associated with differential activation of upstream signalling kinases in human skeletal muscle. **J Physiol.** v.588, n.10, p. 1779–900, 2010. Disponível em: <<https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1113/jphysiol.2010.188011>>. Acesso em: 09 out. 2023.

FAUDE, O.; KINDERMANN, W.; MEYER, T. Lactate threshold concepts. **Sports Med.** v.39, n.6, p. 469–90, 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200939060-00003>>. Acesso em: 07 dez. 2023.

FIORENZA, M.; *et al.* Metabolic stress-dependent regulation of the mitochondrial biogenic molecular response to high-intensity exercise in human skeletal muscle. **J Physiol.** v.596, n.14, p. 2823–40, 2018. Disponível em: <<https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1113/JP275972>>. Acesso em: 23 out. 2023.

FOLLADOR, L. *et al.* Physiological, perceptual, and affective responses to six high-intensity interval training protocols. **Perceptual and Motor Skills.** v. 125, n. 2, p. 329–350, 2018. Disponível em: <[https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0031512518754584?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori:rid:crossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%20%20pubmed](https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0031512518754584?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed)>. Acesso em: 5 set. 2023.

GAESSER, G. A.; POOLE, D. C. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. **Exerc Sport Sci Rev.** v. 24, n.1, p. 35–71, 1996. Disponível em: <<https://asu.elsevierpure.com/en/publications/the-slow-component-of-oxygen-uptake-kinetics-in-humans>>. Acesso em: 15 ago. 2023.

GASKILL, S. E.; *et al.* Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. **Med Sci Sports Exerc.** v.33, n.11, p. 1841–8, 2001. Disponível em: <[https://journals.lww.com/acsm-sse/fulltext/2001/11000/validity\\_and\\_reliability\\_of\\_combining\\_three.7.aspx](https://journals.lww.com/acsm-sse/fulltext/2001/11000/validity_and_reliability_of_combining_three.7.aspx)>. Acesso em: 20 mar. 2024.

GRANATA, C.; *et al.* Sprint interval but not continuous exercise increases PGC-1 $\alpha$  protein content and p53 phosphorylation in nuclear fractions of human skeletal muscle. **Sci Rep.** 7:44227, 2017. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/srep44227>>. Acesso em: 07 maio. 2024.

HARTMAN, M. E.; *et al.* Dynamics of pleasure–displeasure at the limit of exercise tolerance: conceptualizing the sense of exertional physical fatigue as an affective response. **J Exp Biol.** v.222, n.3, jeb186585, 2019. Disponível em: <<https://journals.biologists.com/jeb/article/222/3/jeb186585/20729/Dynamics-of-pleasure-displeasure-at-the-limit-of>>. Acesso em: 15 mar. 2024.

HECK, H.; *et al.* Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **Int J Sports Med.** v.03, n.6, p. 117–30, 1985. Disponível em: <<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2008-1025824>>. Acesso em: 04 mar. 2023.

HERING, G. O.; *et al.* A lactate kinetics method for assessing the maximal lactate steady state workload. **Front Physiol.** v.9, n.310, p. 310, 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5884876/>>. Acesso em: 06 jan. 2024.

IANNETTA, D.; *et al.* Establishing the  $\dot{V}O_2$  versus constant-work rate relationship from ramp-incremental exercise: Simple strategies for an unsolved problem. **J Appl Physiol.** v.127, n.6, p. 1519–27, 2019. Disponível em: <[https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/japplphysiol.00508.2019?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/japplphysiol.00508.2019?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org)>. Acesso em: 27 fev. 2024.

IANNETTA, D.; *et al.* Metabolic and performance-related consequences of exercising at and slightly above MLSS. **Scand J Med Sci Sports.** v.28, n.12, p. 2481–93, 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sms.13280>>. Acesso em: 28 abr. 2024.

IANNETTA, D.; MURIAS, J. M.; KEIR, D. A. A simple method to quantify the  $VO_2$  mean response time of ramp-incremental exercise. **Med Sci Sports Exerc.** v.51, n.5, p. 1080–6, 2019. Disponível em: <[https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2019/05000/a\\_simple\\_method\\_to\\_quantify\\_the\\_v\\_o2\\_mean\\_response.29.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2019/05000/a_simple_method_to_quantify_the_v_o2_mean_response.29.aspx)>. Acesso em: 20 mar. 2024.

IANNETTA, D.; *et al.* A critical evaluation of current methods for exercise prescription in women and men. **Med Sci Sports Exerc.** v.52, n.2, p. 466–473, 2020. Disponível em: <[https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2020/02000/a\\_critical\\_evaluation\\_of\\_current\\_methods\\_for.23.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2020/02000/a_critical_evaluation_of_current_methods_for.23.aspx)>. Acesso em: 20 ago. 2023.

JAMNICK, N. A.; *et al.* Manipulating graded exercise test variables affects the validity of the lactate threshold and  $VO_{2peak}$ . **PLoS ONE.** v.13, n.7, p. e0199794, 2018. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0199794>>. Acesso em: 15 jan. 2024.

JAMNICK, N. A.; *et al.* Comparison of the YMCA and a custom submaximal exercise test for determining  $VO_{2max}$ . **Med Sci Sports Exerc.** v.48, n.2, p. 254–9, 2016. Disponível em: <[https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2016/02000/comparison\\_of\\_the\\_ymca\\_and\\_a\\_custom\\_submaximal.10.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2016/02000/comparison_of_the_ymca_and_a_custom_submaximal.10.aspx)>. Acesso em: 10 dez. 2023.

JAMNICK, N. A. *et al.* An Examination and Critique of Current Methods to Determine Exercise Intensity. **Sports Med.** v. 50, n. 10, p. 1729–1756, 2020. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-020-01322-8>>. Acesso em: 01ago. 2023.

JONES, A. M.; BURNLEY, M.; VANHATALO, A. **Aerobic Exercise Performance: Kinanthropometry and Exercise Physiology.** Routledge, 2018.

JONES, A. M.; *et al.* The maximal metabolic steady state: redefining the ‘gold standard’. **Physiol Rep.** v.7, n.10, p. e14098, 2019. Disponível em: <<https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.14814/phy2.14098>>. Acesso em: 23 set. 2023.

JONES, A. M.; DOUST, J. H. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. **Med Sci Sports Exerc.** v.30, n.8, p. 1304-13, 1998. Disponível em: [https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/1998/08000/the\\_validity\\_of\\_the\\_lactate\\_minimum\\_test\\_for.20.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/1998/08000/the_validity_of_the_lactate_minimum_test_for.20.aspx).

Acesso em: 19 mar. 2024.

JONES, A. M.; *et al.* Critical power: implications for determination of VO<sub>2</sub>max and exercise tolerance. **Med Sci Sports Exerc.** 42(10):p. 1876–90, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/guaju.v3i2.55105>. Acesso em: 03 out. 2023.

JONES, A. M.; *et al.* Muscle metabolic responses to exercise above and below the “critical power” assessed using 31P-MRS. **Am J Physiol-Regul Integr Comp Physiol.** v.294, n.2, p. R585–R593, 2008. Disponível em: [https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpregu.00731.2007?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpregu.00731.2007?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org). Acesso em: 20 mar. 2024.

KARVONEN, M. J. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. **Ann Med Exp Biol Fenn.** v.35, n.3, p. 307–15, 1957. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4114950/mod\\_resource/content/1/Karvonen%20et%20al.%20%281957%29.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4114950/mod_resource/content/1/Karvonen%20et%20al.%20%281957%29.pdf) >. Acesso em: 03 abr. 2024.

KEIR, D.; POGGIAGHI, S.; MURIAS, I. The respiratory compensation point and the deoxygenation break point are valid surrogates for critical power and maximum lactate steady state. **Med Sci Sports Exerc.** v.50, n.11, p. 2375–8, 2018. Disponível em: [https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2018/11000/the\\_respiratory\\_compensation\\_point\\_and\\_the.23.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2018/11000/the_respiratory_compensation_point_and_the.23.aspx). Acesso em: 12 mar. 2024.

KEIR, D.; *et al.* Influence of muscle metabolic heterogeneity in determining the  $\dot{V}O_2p$  kinetic response to ramp-incremental exercise. **J Appl Physiol.** v.120, n.5; p. 503–13, 2016. Disponível em: [https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappphysiol.00804.2015?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappphysiol.00804.2015?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org). Acesso em: 11 fev. 2024.

KEIR, D. A.; *et al.* Exercise intensity thresholds: identifying the boundaries of sustainable performance. **Med Sci Sports Exerc.** v.47, n.9, p. 1932–40, 2015. Disponível em: [https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2015/09000/exercise\\_intensity\\_thresholds\\_\\_identifying\\_the.20.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2015/09000/exercise_intensity_thresholds__identifying_the.20.aspx). Acesso em: 02 mai. 2024.

KEIR, D.; *et al.* The influence of metabolic and circulatory heterogeneity on the expression of pulmonary oxygen uptake kinetics in humans. **Exp Physiol.** v.101, n.1, p. 176–92, 2016. Disponível em: <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1113/EP085338>>. Acesso em: 6 mar. 2024.

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. **Eur J Appl Physiol.** v.42, n.1, p. 25–34, 1979. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00421101>>. Acesso em: 01 mar. 2024.

KIRKEBERG, J.; *et al.* Validity of 3 protocols for verifying VO<sub>2</sub>max. **Int J Sports Med.** v.32, n.04, p. 266–70, 2011. Disponível em: <<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0030-1269914>>. Acesso em: 11 jan. 2024.

KOLLER, S, H.; *et al.* **Manual de produção científica.** Porto Alegre; Penso Editora, 2014.

LaFONTAINE, T.P. *et al.* The maximal steady state versus selected running events. **Med Sci Sports Exerc.** v.13, n.3, p.190-193, 1981. Disponível em: <[https://journals.lww.com/acsm-msse/abstract/1981/03000/the\\_maximal\\_steady\\_state\\_versus\\_selected\\_running.8.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/abstract/1981/03000/the_maximal_steady_state_versus_selected_running.8.aspx)>. Acesso em: 14 mar. 2024.

LANSLEY, K.; *et al.* A new method to normalise exercise intensity. **Int J Sports Med.** v.32, n.07, p. 535–41, 2011. Disponível em: <<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0031-1273754>>. Acesso em: 17 out. 2023.

LEE, I. M.; *et al.* Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: na analysis of burden of disease and life expectancy. **Lancet.** v.380, n.9838, p. 219-29, 2012. Disponível em: <[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(12\)61031-9/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(12)61031-9/abstract)>. Acesso em: 20 jul. 2023.

LEO, J. A.; *et al.* The respiratory compensation point is not a valid surrogate for critical power. **Med Sci Sports Exerc.** v.49, n.7, p. 1452–60, 2017. Disponível em: <[https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2017/07000/the\\_respiratory\\_compensation\\_point\\_is\\_not\\_a\\_valid.22.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2017/07000/the_respiratory_compensation_point_is_not_a_valid.22.aspx)>. Acesso em: 24 jan. 2024.

LOURENÇO, T. F.; *et al.* Reproducibility of an incremental treadmill VO<sub>2</sub>max test with gas exchange analysis for runners. **J Strength Cond. Res.** v.25, n.7, p. 1994–9, 2011. Disponível em: <[https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2011/07000/reproducibility\\_of\\_an\\_incremental\\_treadmill.30.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2011/07000/reproducibility_of_an_incremental_treadmill.30.aspx)>. Acesso em: 19 nov. 2023.

MACHADO, F. A.; NAKAMURA, F. Y.; MORAES, S. Influence of regression model and incremental test protocol on the relationship between lactate threshold using the maximal-deviation method and performance in female runners. **J Sports Sci.** v.30, n.12, p. 1267–74, 2012. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640414.2012.702424>>. Acesso em: 19 fev. 2024.

MANN, T.; LAMBERTS, R. P.; LAMBERT, M. I. Methods of prescribing relative exercise intensity: physiological and practical considerations. **Sports Med.** v.43, n.7, p. 613–25, 2013. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-013-0045-x>>. Acesso em: 07 nov. 2023.

MARWOOD, S.; GOULDING, R. P.; ROCHE, D. M. Determining the upper limit of the metabolic steady state. **Med Sci Sports Exerc.** v.51, n.3, p. 602, 2019. Disponível em: <[https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2019/03000/determining\\_the\\_upper\\_limit\\_of\\_the\\_metabolic.29.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2019/03000/determining_the_upper_limit_of_the_metabolic.29.aspx)>. Acesso em: 17 maio. 2023.

MCLELLAN, T. Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocols: a comparison of methods. **Int J Sports Med.** v.6, n.1, p. 30–5, 1985. Disponível em: <<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2008-1025809>>. Acesso em: 17 mar. 2024.

MEYER, T.; *et al.* Is lactic acidosis a cause of exercise induced hyperventilation at the respiratory compensation point? **Br J Sports Med.** v.38, n.5, p. 622–5, 2004. Disponível em: <<https://bjsm.bmj.com/content/38/5/622.long>>. Acesso em: 07 nov. 2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **O impacto da obesidade: Entenda por que as consequências vão muito além das questões de saúde pública.** Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-queroter-peso-saudavel/noticias/2022/o-impacto-da-obesidade>>. Acesso em: 28 jul. 2023.

ÖZYENER, F.; *et al.* Influence of exercise intensity on the on-and of-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. **J Physiol.** v.533, n.3, p. 891–902, 2001. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2278649/>>. Acesso em: 05 mar. 2024.

PALLARÉS, J. G. *et al.* Validity and reliability of ventilatory and blood lactate thresholds in well-trained cyclists. **PLoS One.** v.11, n.9, p. e0163389, 2016. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0163389>>. Acesso em: 20 jan. 2024.

PÉRONNET, F.; AGUILANIU, B. Lactic acid buffering, nonmetabolic CO<sub>2</sub> and exercise hyperventilation: a critical reappraisal. **Respir Physiol Neurobiol.** v.150, n.1, p. 4–18, 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S156990480500100X?via%3Dihub>>. Acesso em: 07 jan. 2024.

PETTITT, R.; *et al.* Gas exchange threshold and VO<sub>2</sub>max testing for athletes: an update. **J Strength Cond Res.** v.27, n.2, p. 549–55, 2013. Disponível em: <[https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2013/02000/gas\\_exchange\\_threshold\\_and\\_v\\_combining\\_dot.36.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2013/02000/gas_exchange_threshold_and_v_combining_dot.36.aspx)>. Acesso em: 24 jan. 2024.

PETTITT, R.; JAMNICK, N.; CLARK, I. 3-min all-out exercise test for running. **Int J Sports Med.** v.33, n.06, p. 426–31, 2012. Disponível em: <<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0031-1299749>>. Acesso em: 17 mar. 2024.

PETTITT, R.; et al. Adjustment for gas exchange threshold enhances precision of heart rate-derived VO<sub>2</sub> estimates during heavy exercise. **Appl Physiol Nutr Metab.** v.33, n.1, p. 68–74, 2007. Disponível em: <[https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/H07-133?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori:rid:crossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%20%20pubmed](https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/H07-133?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed)>. Acesso em: 29 nov. 2023.

POOLE, D. C.; et al. Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. **Ergonomics.** v.31, n.9, p.1265–79, 1988. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140138808966766>>. Acesso em: 09 mar. 2024.

POOLE, D. C.; GAESSER, G. A. Response of ventilatory and lactate thresholds to continuous and interval training. **J Appl Physiol.** v.58, n.4, p. 1115–21, 1985. Disponível em: <[https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1985.58.4.1115?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1985.58.4.1115?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org)>. Acesso em: 30 out. 2023.

POSNER, J. D.; *et al.* Ventilatory threshold: measurement and variation with age. **J Appl Physiol.** v.63, n.4, p. 1519–25, 1987. Disponível em: <[https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1987.63.4.1519?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1987.63.4.1519?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org)>. Acesso em: 21 jan. 2024.

PRIEST, J. W.; HAGAN, R. D. The effects of maximum steady state pace training on running performance. **Br J of Sports Med.** v.21, n.1, p. 18-21, 1987. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1478616/>>. Acesso em: 19 mar. 2024.

PRINGLE, J. S.; JONES, A. M. Maximal lactate steady state, critical power and EMG during cycling. **Eur J Appl Physiol.** v.88, n.3, p. 214–26, 2002. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-002-0703-4>>. Acesso em: 13 mai. 2024.

ROBERGS, R. A.; GHIASVAND, F.; PARKER, D. Biochemistry of exercise induced metabolic acidosis. **Am J Physiol-Regul Integr Comp Physiol.** v.287, n.3, p. R502–R516, 2004. Disponível em: <[https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpregu.00114.2004?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpregu.00114.2004?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org)>. Acesso em: 15 mar. 2024.

ROSTON, W. L.; *et al.* Oxygen uptake kinetics and lactate concentration during exercise in humans. **Am Rev Respir Dis.** v.135, n.5, p. 1080–4, 1987. Disponível em: <[https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/arrd.1987.135.5.1080?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori:rid:crossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%20%20pubmed](https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/arrd.1987.135.5.1080?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed)>. Acesso em: 27 jan. 2024.

SANTOS, A. L.; *et al.* Peak heart rate responses in maximum laboratory and field tests. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* v.11, n.3, p. 170e–173e, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbme/a/gQK6JrcnRyW4SybCSfbjq7c/?lang=en&format=pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

SCHARHAG-ROSENBERGER, F.; *et al.* Exercise at given percentages of VO<sub>2</sub>max: Heterogeneous metabolic responses between individuals. **J Sci Med Sport.** v.13, n.1, p. 74–9, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1440244009000024?via%3Dihub>>. Acesso em: 02 out. 2023.

SCHEUERMANN, B.; KOWALCHUK, J. Attenuated respiratory compensation during rapidly incremented ramp exercise. **Respir Physiol.** v.114, n.3, p. 227–38, 1998. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034568798000978?via%3Dihub>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

SEMIN, K.; *et al.* Discrepancy between training, competition and laboratory measures of maximum heart rate in NCAA division 2 distance runners. **J Sports Sci Med.** v.7, n.4, p. 455-460, 2008. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761916/>>. Acesso em: 27 nov. 2023.

SIMON, J.; *et al.* Plasma lactate and ventilation thresholds in trained and untrained cyclists. **J Appl Physiol.** v.60, n.3, p. 777–81, 1986. Disponível em: <[https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1986.60.3.777?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1986.60.3.777?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org)>. Acesso em: 02 jan. 2024.

SJODIN, B.; JACOBS, I.; SVEDENHAG, J. Changes in onset of blood lactate accumulation (OBLA) and muscle enzymes after training at OBLA. **Eur J Appl Physiol.** v.49, p. 45-57, 1982. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00428962>>. Acesso em: 25 mar. 2024.

SKINNER, J. S.; MCLELLAN, T. H. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. **Res Q Exerc Sport.** v.51, n.1, p. 234–48, 1980. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02701367.1980.10609285>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

STAINSBY, W. N.; BROOKS, G. A. Control of lactic acid metabolism in contracting muscles and during exercise. **Exerc Sport Sci Rev.** v.18, n.1, p. 29–64, 1990. Disponível em: [https://journals.lww.com/acsm-essr/Citation/1990/01000/Control\\_of\\_Lactic\\_Acid\\_Metabolism\\_in\\_Contracting.5.asp](https://journals.lww.com/acsm-essr/Citation/1990/01000/Control_of_Lactic_Acid_Metabolism_in_Contracting.5.asp). Acesso em: 25 mai. 2024.

STANFORTH, P. R.; *et al.* Reproducibility of resting blood pressure and heart rate measurements: the HERITAGE Family Study. **Ann Epidemiol.** v.10, n.5, p. 271–7, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1047279700000478?via%3Dihub>. Acesso em: 15 maio. 2024.

STEGMANN, H.; KINDERMAN, W. Comparison of prolonged exercise test to the individual anaerobic threshold and the fixed anaerobic threshold of 4mmol/L lactate. **Int J Sports Med.** v.3, n.2, p.105-110, 1982. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/7107102>. Acesso em: 29 mar. 2024.

VANHATALO, A.; *et al.* The mechanistic bases of the power–time relationship: muscle metabolic responses and relationships to muscle fibre type. **J Physiol.** v.594, n.15, p. 4407–23, 2016. Disponível em: <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1113/JP271879>. Acesso em: 02 abr. 2024.

WASSERMAN, K.; MCILROY, M. B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **AM J Cardiol.** v.14, n.6, p. 844–52, 1964. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0002914964900128?via%3Dihub>. Acesso em: 13 mar. 2024.

WASSERMAN, K.; *et al.* Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J Appl Physiol.** v.35, n.2, p. 236–43, 1973. Disponível em: <https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1973.35.2.236>. Acesso em: 10 mar. 2024.

WHIPP, B. J.; DAVIS, J. A.; WASSERMAN K. Ventilatory control of the ‘isocapnic buffering’ region in rapidly-incremental exercise. **Respir Physiol.** v.76, n.3, p. 357–67, 1989. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0034568789900765?via%3Dihub>. Acesso em: 09 mar. 2023.

WHO. **Obesity: Preventing and managing the global epidemic.** Geneva, 2010. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/42330>. Acesso em: 18 jun. 2023.

ZOLADZ, J. A.; DUDA, K.; MAJERCZAK, J. Oxygen uptake does not increase linearly at high power outputs during incremental exercise test in humans. **Eur J Appl Physiol.** v.77, n.5, p. 445–51, 1998. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s004210050358>. Acesso em: 03 nov. 2023.

ZOLADZ, J. A.; RADEMAKER, A.; SARGEANT, A. J. Non-linear relationship between O<sub>2</sub> uptake and power output at high intensities of exercise in humans. **J Physiol.** v.488, (Pt1), p. 211-217, 1995. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1156714/>. Acesso em: 06 nov. 2023.