

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

Ângelo Merisio Marafon

Respostas do consumo máximo de oxigênio e da frequência cardíaca máxima a testes incrementais de velocidade ou inclinação

Florianópolis
2026

Respostas do consumo máximo de oxigênio e da frequência cardíaca máxima a testes incrementais de velocidade ou inclinação

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Educação Física Bacharelado do Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física

Orientador: Prof. Dr. Tiago Turnes
Coorientador: Prof. Me. Thiago Pereira Ventura

Florianópolis

2026

Ficha de Identificação da Obra

Marafon, Ângelo Merisio
Respostas do consumo máximo de oxigênio e da frequência cardíaca máxima a testes incrementais de velocidade ou inclinação / Ângelo Merisio Marafon ; orientador, Tiago Turnes, coorientador, Thiago Pereira Ventura, 2026.
40 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos, Graduação em Educação Física, Florianópolis, 2026.

Inclui referências.

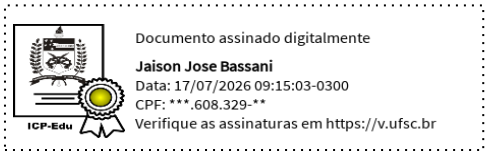
1. Educação Física. 2. Consumo de oxigênio, Corrida de trilha, Corrida em subida. I. Turnes, Tiago. II. Ventura, Thiago Pereira . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Educação Física. IV. Título.

Ângelo Merisio Marafon

Respostas do consumo máximo de oxigênio e da frequência cardíaca máxima a testes incrementais de velocidade ou inclinação

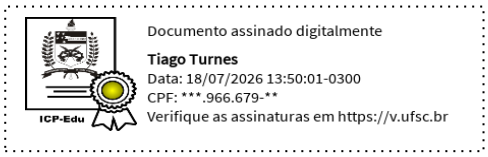
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Educação Física e aprovado em sua forma final pelo Curso Educação Física Bacharelado

Florianópolis, 27/05/2025



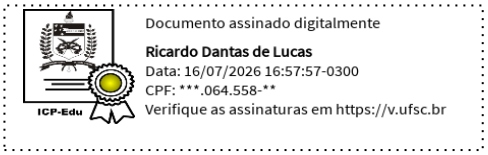
Coordenação do Curso

Banca examinadora



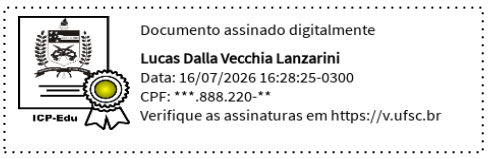
Prof. Tiago Turnes, Dr.

Orientador



Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC



Prof. Me. Lucas Dalla Vecchia Lanzarini

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Florianópolis, 2026

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à minha família, em especial a meus pais Anauri e Idione. Se hoje estou concluindo o curso de graduação que eu decidi realizar, em uma Universidade Federal de qualidade ímpar, é devido a eles. Em minha casa sempre foi valorizada a dedicação aos estudos, e tanto eu como minha irmã Lavínia sempre tivemos a oportunidade de estudar em boas escolas, e nunca nos faltou nada. Sempre com afeto e incentivo por parte deles, pude optar por qual curso gostaria de fazer, e realizei minha graduação inteira com toda a base e suporte familiar. Terminar esse curso representa parte de minha gratidão e retribuição por todos os seus esforços como pais.

Agradeço também aos membros do LAEF, principalmente a Thiago Ventura, meu coorientador, Bruna Karam de Mattos, e Gustavo Oneda, que me acolheram muito bem quando fui introduzido ao laboratório, fazendo questão de me incluir em pesquisas, e me ensinando a todo momento. Nunca hesitaram quando pedi ajuda ou tirei dúvidas. Sinto que isso fez toda a diferença na minha formação. Pude vivenciar o dia a dia do Laboratório e isso me abriu inúmeras portas, e hoje, principalmente, percebo o quanto mudei positivamente como estudante.

Em especial, expresso minha gratidão pelo Professor Dr. Tiago Turnes, o qual tenho o orgulho de chamar não só de orientador, mas também de amigo. Foi meu orientador de Iniciação Científica, Coordenador de Projeto de Extensão do qual participei por mais de dois anos e orientador do TCC. Sempre o tive como exemplo de profissional, e pessoa como um todo, e estou certo de que nossa parceria não se encerrará mediante a conclusão desse meu ciclo.

Por fim, agradeço à minha namorada Gabriela, que esteve comigo do início ao fim da graduação, tanto nos momentos ruins quanto nos momentos bons. Seu apoio, carinho e incentivo só me motivaram e fizeram com que todo o processo fosse leve e gratificante.

RESUMO

Durante a corrida, o aclive gera diferentes demandas biomecânicas quando comparado com o exercício em terreno plano, podendo acarretar diferenças também nas variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas. Sendo assim, o objetivo do estudo é comparar as respostas cardiorrespiratórias máximas durante teste incremental de velocidade e de inclinação. Para isso, 47 sujeitos (42 homens e 5 mulheres) (idade: 34,4 ± 8,6 anos; altura: 174 ± 7,3 cm; massa corporal: 71,3 ± 8,8 kg) realizaram duas visitas ao Laboratório de Esforço Físico da Universidade Federal de Santa Catarina. Na primeira visita, realizaram um teste incremental de velocidade (TI-V) com incrementos de 1 km/h a cada 3 minutos, e inclinação fixa em 1%. Na segunda visita, realizaram um teste incremental de inclinação (TI-I), com velocidade fixa a 50% da velocidade aeróbia máxima (VAM) atingida no TI-V, mas com incrementos de 2% de inclinação a cada 3 minutos. Foram coletados dados de intensidade máxima atingida (em km/h ou % de inclinação), consumo de oxigênio (VO_2), frequência cardíaca (FC) e a razão VO_2/FC, i.e., pulso de O_2 (O_2 pulso). Para comparar os dados, foi utilizado o teste t de *Student* para amostras pareadas. O número de estágios alcançados no TI-V foi significativamente maior que no TI-I (16,6 ± 1,8 vs. 16,5 ± 1,4; $p < 0,001$). A FC máxima foi maior no TI-V (186,1 ± 11 vs. 180,9 ± 10,1; $p < 0,001$), assim como o O_2 pulso máximo (22,2 ± 4,0 vs. 23,2 ± 4,1 mL/batimento; $p = 0,0002$). Não foram observadas diferenças no VO_2max absoluto (4115 ± 698 vs. 4176 ± 695 ml/min; $p = 0,151$) e relativo à massa corporal (57,7 ± 6,8 vs. 58,6 ± 7,1 mL/kg/min; $p = 0,133$). O teste incremental de inclinação com velocidade fixa em 50% da VAM gerou menor FCmax e maior O_2 pulso máximo, sem alterar o VO_2max. O aumento do VO_2max e a redução da FCmax possivelmente ocorreu pelo maior recrutamento muscular dos membros inferiores, especialmente dos músculos do tríceps sural, elevando o retorno venoso, o volume diastólico final e consequentemente o volume sistólico.

Palavras-chave: corrida de trilha; corrida com inclinação; consumo de oxigênio.

ABSTRACT

During running, uphill terrain generates different biomechanical demands compared to exercise on flat terrain, which can also lead to differences in cardiorespiratory and metabolic variables. Therefore, the objective of this study is to compare the maximal cardiorespiratory responses during incremental speed and inclination tests. To do this, 47 subjects (42 men and 5 women) (age: 34.4 ± 8.6 years; height: 174 ± 7.3 cm; body mass: 71.3 ± 8.8 kg) visited the Physical Exertion Laboratory of the Federal University of Santa Catarina twice. On the first visit, they performed an incremental speed test (TI-V) with increments of 1 km/h every 3 minutes, with inclination fixed in 1%. On the second visit, they performed an incremental inclination test (TI-I), with a fixed speed at 50% of the maximal aerobic speed (MAS) achieved in the TI-V, but with increments of 2% inclination every 3 minutes. Data were collected on the maximal intensity achieved (in km/h or % inclination), oxygen uptake (VO_2), heart rate (HR), and the VO_2/HR ratio, i.e., oxygen pulse (O_2 pulse). To compare the data, Student's paired t-test was used. The number of stages reached in the TI-V was significantly higher than in the TI-I (16.6 ± 1.8 vs. 16.5 ± 1.4; $p < 0.001$). Maximal HR was higher in the TI-V (186.1 ± 11 vs. 180.9 ± 10.1; $p < 0.001$), as was maximal O_2 pulse (22.2 ± 4.0 vs. 23.2 ± 4.1 mL/beat; $p = 0.0002$). No differences were observed in absolute VO_2max (4115 ± 698 vs. 4176 ± 695 mL/min; $p = 0.151$) and relative to body mass (57.7 ± 6.8 vs. 58.6 ± 7.1 mL/kg/min; $p = 0.133$). The incremental inclination test with a fixed speed at 50% of MAS generated lower maximal HR and higher maximal O_2 pulse, without altering VO_2max. The increase in VO_2max and the reduction in maximal HR possibly occurred due to greater muscle recruitment of the lower limbs, especially the triceps surae muscles, increasing venous return, end-diastolic volume, and consequently, stroke volume.

Keywords: trail running; uphill running; oxygen consumption.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7
1.1 OBJETIVOS 11
1.1.1 Objetivo geral 11
1.1.2 Objetivos específicos 11
1.2 JUSTIFICATIVA 11
2 REVISÃO DE LITERATURA 13
2.1 ASPECTOS BIOMECÂNICOS E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS NA CORRIDA EM ACLIVE 13
2.2 COMPARAÇÕES DOS ÍNDICES FISIOLÓGICOS ENTRE TESTES COM E SEM INCLINAÇÃO 14
3 METODOLOGIA 18
3.1 TIPO DE PESQUISA 18
3.2 PARTICIPANTES 18
3.3 PROCEDIMENTOS 19
3.4 VARIÁVEIS E EQUIPAMENTOS 20
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS 20
4 RESULTADOS 20
5. DISCUSSÃO 23
5.1 APLICAÇÕES PRÁTICAS 27
6. CONCLUSÃO 28
REFERÊNCIAS 29

1. INTRODUÇÃO

A corrida de rua é uma modalidade esportiva que vem crescendo expressivamente nos últimos anos (LEE *et al*., 2017). Possuindo muitas provas diferentes, vem ganhando popularidade inclusive entre as pessoas que não tinham o costume de praticar atividade física, assim influenciando-as a começar a praticar o esporte. Dentre os benefícios observados advindos da corrida de rua, destacam-se a melhora da aptidão cardiorrespiratória, da composição corporal ao auxiliar na redução da gordura corporal e alívio do stress, ansiedade e sintomas depressivos, assim contribuindo para o desenvolvimento de uma boa saúde física e mental (LEE *et al*., 2017).

Concomitante a isso, outra modalidade que também vem crescendo muito é a corrida de montanha. Esta, apesar de preservar muitas características quando comparada à corrida de rua, tem uma diferença principal, que é a inclusão de aclives (subidas) e declives (descidas) no percurso (EASTHOPE *et al*., 2014). A corrida de montanha já é uma modalidade que possui inúmeras provas no Brasil e no mundo, estabelecendo-se como uma das maiores atividades esportivas derivadas do atletismo (SCHEER, 2018).

Tendo em vista sua grande ascensão e as diferenças evidenciadas entre a corrida de trilha e a corrida de rua, torna-se importante investigar e comparar o comportamento dos índices fisiológicos frente a estas duas modalidades de exercício (com e sem inclinação), uma vez que as demandas fisiológicas e biomecânicas da corrida em subida diferem de forma bastante clara da maioria das corridas de rua (SCHEER, 2018). Na corrida em subida, é evidenciada uma maior utilização de contrações concêntricas da musculatura, maior frequência de passada, redução de seu comprimento, maior tempo de contato com o solo e maior ativação de diversos músculos dos membros inferiores quando comparada ao plano (PADULO *et al*., 2012; VERNILLO *et al*., 2017). Assim, há um maior custo energético e exigência metabólica para uma mesma velocidade (MINETTI *et al*., 2002; VERNILLO *et al*., 2017). Tais condições podem impactar diretamente em variáveis fisiológicas máximas, como o consumo máximo de oxigênio (VO_2max), a frequência cardíaca máxima (FCmax) e o pulso de O_2 (O_2 pulso), que é a razão do VO_2 pela FC e representa uma estimativa indireta do volume sistólico. Uma vez que um maior volume muscular é ativado na inclinação positiva, um VO_2 maior também pode ser atingido, para uma mesma

velocidade, quando comparado à corrida no plano, já que uma maior massa muscular recrutada durante o exercício contribui para o aumento no VO_2 (POWERS; HOWLEY, 2017).

Embora diversos autores já tenham avaliado e comparado variáveis máximas obtidas em teste de corrida com e sem inclinação, há uma falta de padronização, principalmente com relação aos métodos de teste utilizados. Por exemplo, Balducci *et al.* (2022) se propuseram a comparar testes com e sem inclinação para avaliar variáveis fisiológicas em corredores de montanha, onde dez corredores de montanha de endurance do sexo masculino de alto nível realizaram três testes para determinar o VO_2max em três condições de inclinação (0%, 12,5% e 25%), sem diferenças entre eles (63,3 ± 3,8 vs. 63,9 ± 3,5 vs. 63,7 ± 3,6 ml/kg/min, respectivamente), e tampouco na FCmax (182 ± 6 vs. 181,9 ± 4,9 vs. 182 ± 8 bpm, respectivamente).

Já Scheer *et al*. (2018) compararam um teste mais específico para a corrida de trilha com testes incrementais tradicionais de “rampa” e de “degraus”. Neste estudo, treze corredores de trilha altamente treinados completaram um teste incremental de degraus, iniciando a 8 km/h, com incrementos de 2 km/h a cada 3 min; um teste incremental de rampa, iniciando a 10 km/h, com incrementos contínuos de 1 km/h por minuto; e o teste específico, com início a 10 km/h, incrementos contínuos de velocidade de 0,5 km/h por minuto e de inclinação de 1% por minuto, iniciando em 0,5%. Foram observados maiores VO_2max no teste específico, em comparação com o teste incremental de degrau e de rampa (62,5 ± 5,9 vs. 60,1 ± 5,3 e 59,7 ± 5,5 ml/kg/min, respectivamente), sem diferenças na FCmax entre as condições (181 ± 8 vs. 182 ± 9 vs. 182 ± 10 bpm, respectivamente). Ainda, Pringle et al. (2002), observaram maior VO_2pico em teste incremental com inclinação (10%) comparado ao plano (0%) em 9 sujeitos fisicamente ativos (3950 ± 608 vs. 3842 ± 572 ml/min).

Mesmo com a falta de padronização metodológica entre os estudos recentes que se propuseram a avaliar e comparar as respostas máximas da FC e do VO_2 entre a condição plana e inclinada, De Lucas *et al*. (2026), realizaram uma revisão sistemática com meta-análise para avaliar e comparar as respostas máximas entre essas duas condições. Na revisão entraram 22 trabalhos, todos realizados com corredores saudáveis recreacionais e/ou treinados. Em todos, os participantes realizaram uma corrida em esteira até a exaustão, em ambas as condições. Porém, em 14 estudos, a velocidade foi incremental e a inclinação foi fixa, variando entre 7,5 e 40%; em 7 estudos a velocidade foi fixa, variando entre 4,8 km/h e 14,4 km/h e a

inclinação incremental; e em 3 investigações ambas as condições foram incrementais (vale salientar que em alguns estudos os participantes realizaram testes em mais condições, por exemplo um teste com velocidade fixa e inclinação incremental, e um teste com ambas as condições incrementais). Os autores observaram que o VO_2pico foi maior na condição de inclinação em comparação com a condição horizontal. Além disso, A FCmax foi menor nesta condição, enquanto nos testes horizontais se manteve menor. Inclusive neste trabalho, os autores destacam a falta de padronização entre os estudos no que diz respeito aos protocolos de teste com inclinação.

Para superar esta limitação entre os estudos, De Lucas *et al.* (2022) propuseram uma nova modalidade de teste específico para corrida com inclinação, baseada em se realizar um teste incremental de velocidade (TI-V), e em seguida um teste incremental de inclinação (TI-I), com a velocidade fixa em 50% da velocidade aeróbia máxima obtida no primeiro teste. Assim, seria possível coletar dados mais precisos, pois o teste incremental de inclinação simularia melhor a demanda da corrida de trilha, que possui inclinação variável em seu percurso. Neste estudo, 20 corredores de trilha treinados realizaram o protocolo supracitado. Não foram observadas diferenças significativas entre o TI-V e TI-I nos estágios atingidos (17,6 ± 1,4 km/h vs. 17,3 ± 1,3 %) e no VO_2pico relativo (60,4 ± 5,7 vs. 61,7 ± 7,3 ml/kg/min). Porém a FCmax foi maior no TI-V (183 ± 9 vs. 178 ± 9; $p < 0.001$) e o O_2 pulso foi menor no TI-V (23,9 ± 3,3 vs. 25,2 ± 3,7 ml/batimento; $p < 0.001$). Isso evidenciou que os participantes puderam alcançar uma intensidade similar nos dois testes, pois o VO_2pico não acusou diferenças, porém com uma frequência cardíaca menor no TI-I, o que suporta os achados de De Lucas *et al.* (2026)

Os autores explicam que no teste incremental de inclinação há uma maior ativação da musculatura da panturrilha, criando assim um maior retorno venoso através da “bomba muscular periférica” (SMITH *et al*., 1976). Isso geraria uma pré-carga cardíaca maior, com um consequente maior estiramento das fibras cardíacas, requerendo um maior volume de ejeção e reduzindo a FC para o mesmo débito cardíaco e intensidade relativa nesta modalidade de teste. Tendo isso em vista, vale salientar que mesmo o VO_2pico não possuindo diferenças significativas entre os dois testes, tal medida aparentou ser maior no TI-I, assim como já ocorreu em outros trabalhos que compararam a condição horizontal vs. inclinado (SPERLICH *et al*., 2015; CASSIRAME *et al.* 2022; BALDUCCI *et al.,* 2023).

Considerando que a amostra deste trabalho foi limitada a 20 participantes, e todos eram corredores de trilha altamente treinados, surge a demanda de investigar as mesmas variáveis, no mesmo protocolo, porém com uma amostra maior, o que geraria um maior poder estatístico, para confirmar se realmente o VO_2max se manteria igual, e se a FCmax continuaria reduzida no TI-I. Ainda, há a necessidade de avaliar quais as implicações de tais medidas em uma amostra mais heterogênea, incluindo também indivíduos fisicamente ativos, e não apenas corredores de trilha.

Analisar estas variáveis fornecerá um maior entendimento acerca da implicação da inclinação na corrida, o que poderá servir para uma melhor prescrição de treinamento, como aquela baseada em zonas de FC. Uma vez que, supostamente o exercício em inclinação tem o potencial de demandar um VO_2 semelhante ou maior ao exercício no plano para uma mesma intensidade relativa, mas com uma FC menor, utilizar a mesma zona de FC prescrita para o plano em um treino de subida pode fazer com que o praticante alcance a intensidade distinta daquela prevista. Não obstante, um maior acúmulo de evidências científicas pode servir para ampliar a validade do teste (DE LUCAS *et al.* 2022), que se propõe a ser mais específico para quem realiza treinos de corrida em subida, permitindo monitorar a evolução real do atleta na condição em que ele compete, fornecendo dados individualizados para diagnóstico do atleta, prescrição do treinamento e gerenciamento de estratégias de prova em percursos com subidas.

Assim, o presente trabalho, aplicando a metodologia de teste proposta inicialmente por De Lucas *et al* (2022), tem o potencial de explorar mais afundo a utilização deste protocolo, já que visará a sua aplicação de maneira retrospectiva com uma amostra maior e mais heterogênea. Dessa maneira, hipotetiza-se que a aplicação de um teste incremental de inclinação irá causar maior VO_2max e menor FCmax em comparação ao teste realizado no plano, explicado por um maior retorno venoso advindo de maiores ações concêntricas da musculatura do tríceps sural durante a subida, que contribuirá para aumento do retorno venoso, volume diastólico final, volume sistólico máximo, débito cardíaco máximo e, por fim, num maior VO_2max. Por fim, embora reconheça-se as diferenças terminológicas entre VO_2max e VO_2pico, para fins de coerência e clareza, este estudo irá adotar de forma padronizada o termo VO_2max.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Comparar respostas cardiorrespiratórias máximas durante teste incremental de velocidade e de inclinação.

1.1.2 Objetivos específicos

Avaliar o VO_2max obtido tanto em teste incremental com aumento de velocidade e inclinação fixa, quanto em teste incremental com aumento de inclinação e velocidade fixa;

Avaliar e comparar a FCmax obtida tanto em teste incremental com aumento de velocidade e inclinação fixa, quanto em teste incremental com aumento da inclinação e velocidade fixa;

Avaliar e comparar o pulso de O_2 máximo obtido tanto em teste incremental com aumento de velocidade e inclinação fixa, quanto em teste incremental com aumento da inclinação e velocidade fixa;

Comparar as respostas de VO_2max, FCmax e pulso de O_2 máximo entre teste incremental com aumento de velocidade e inclinação fixa e teste incremental com aumento de inclinação e velocidade fixa;

Correlacionar o nível de treinamento com as diferenças nas variáveis cardiorrespiratórias máximas durante os testes incrementais.

1.2 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa pode abrir precedentes e realizar conclusões que, em conjunto com mais evidências sólidas, são capazes de beneficiar a ciência do esporte. Nesse contexto, investigar as diferenças nestes índices entre a corrida de montanha e a corrida de rua, especialmente quando se utilizam protocolos com intensidades relativizadas, enriquece o nível de conhecimento acerca desta área, podendo influenciar diretamente na produção de diversos outros trabalhos, e ampliando os

horizontes de investigação. O trabalho também tem o potencial de auxiliar na validação desta recente modalidade de deste, que fora previamente utilizada por De Lucas *et al.* (2022), porém com menor número de participantes e menor heterogeneidade da amostra.

Elucidar o comportamento dos índices fisiológicos que auxiliam a explicar o desempenho em uma modalidade esportiva é um processo fundamental para a adaptação do protocolo de treinamento, desenvolvimento de novas estratégias e entendimento holístico do exercício em questão. Além disso, pode ampliar o nível de conhecimento de treinadores acerca da modalidade, para que estes percebam que tipos de testes, realizados de que forma, utilizando que tipo de metodologia podem ser mais ou menos úteis para se extrair informações importantes de seus atletas.

Por fim, de ordem pessoal, há um interesse genuíno do autor sobre o assunto, já que a corrida com inclinação já foi seu objeto de estudo, em processo de iniciação científica realizado no Laboratório de Esforço Físico. No momento em questão, fora investigada a correlação da capacidade oxidativa muscular com parâmetros máximos e submáximos na corrida com e sem inclinação. Porém esta investigação abriu espaço para mais dúvidas no autor, principalmente sobre o comportamento das variáveis já tradicionalmente investigadas na ciência do esporte, considerando a corrida com e sem inclinação, e especialmente quando estudado um número maior de participantes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS BIOMECÂNICOS E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS NA CORRIDA EM ACLIVE

A Associação Internacional de Corrida de Trilha (ITRA) define a corrida de trilha como uma corrida em ambiente natural (montanhas, desertos, florestas) com o mínimo possível de estradas pavimentadas em seu trajeto (não pode exceder 20% do trajeto total). A modalidade cresceu 231% em número de participantes nos últimos 10 anos (ANDERSEN, 2022). Além disso, houve um aumento na participação feminina, que passou de 13% de participantes sendo do sexo feminino para 46% em 2022, especialmente nas provas de 10km ou menos (ANDERSEN, 2022). Esse aumento exponencial evidencia que esta vertente da corrida está sendo cada vez mais procurada, seja pela busca da melhora da qualidade de vida, da aptidão cardiorrespiratória ou do fator competição (MOLZ; MOLZ, 2024).

A presença destas inclinações variáveis no percurso dos corredores impacta em diferentes demandas biomecânicas e fisiológicas (VERNILLO *et al*., 2017) fazendo com que surjam muitas dúvidas a respeito do que acontece com o organismo ao realizar tal exercício. Vernillo *et al*. (2017) observaram que a inclinação positiva da esteira gera uma maior frequência de passada, trabalho mecânico muscular, *duty factor* (fração do tempo de cada passada em que o pé está em contato com o solo) e menor fase aérea de passada nos corredores, por conta da necessidade de vencer o terreno inclinado. Os autores afirmam que essa maior demanda de trabalho muscular na corrida em subida é explicada por um aumento na produção de potência nas articulações envolvidas, especialmente a do quadril, induzindo uma maior ativação muscular e consequentemente um maior custo energético (VERNILLO *et al*., 2017). Esta variável (custo energético) é determinada pela magnitude e taxa de geração de força muscular necessária para se opor à gravidade e operar as molas dos músculos e tendões (KRAM, 2000).

Além disso, o aclive também gera uma maior necessidade de utilização do regime de ações musculares concêntricas (GARNIER *et al*., 2018) para o deslocamento. Estas diferenças vêm acompanhadas de disparidades em relação ao nível de ativação muscular dos membros inferiores envolvidos no exercício. Após

análises eletromiográficas, foi evidenciado que os músculos glúteo médio, glúteo máximo, adutores do quadril, reto femoral, isquiotibiais mediais, bíceps femoral, vasto lateral e gastrocnêmio medial obtiveram maiores ativações na corrida com aclive quando comparados com a corrida no plano (SWANSON; CALDWELL, 2000; WALL-SCHEFFLER *et al*., 2010).

Além das alterações no recrutamento neuromuscular, a imposição da inclinação modifica drasticamente a eficiência locomotora do atleta. Em terrenos planos, a corrida se baseia principalmente no ciclo de alongamento-encurtamento, aproveitando a energia elástica armazenada nos tendões para impulsionar o corpo com baixo custo metabólico. À medida que a inclinação aumenta, a capacidade de reaproveitamento dessa energia elástica diminui substancialmente, forçando o sistema musculoesquelético a realizar um trabalho mecânico vertical mais ativo para elevar o centro de massa corporal (MINETTI *et al*., 2002). Essa transição mecânica atinge um ponto crítico em inclinações elevadas (geralmente acima de 15%), onde ocorre a transição espontânea da marcha de corrida para a caminhada rápida. Em corredores de montanha, caminhar em inclinações severas frequentemente se torna mais eficiente e apresenta um custo energético menor do que tentar manter a mecânica de corrida (GIOVANELLI *et al*., 2016). Essa característica reforça a importância de se utilizar protocolos de avaliação que simulem essa realidade ecológica, fixando velocidades moderadas compatíveis com a mecânica de subida e aumentando a intensidade do teste apenas por meio do aumento da inclinação da rampa.

2.2 COMPARAÇÕES DOS ÍNDICES FISIOLÓGICOS ENTRE TESTES COM E SEM INCLINAÇÃO

Os testes incrementais máximos de velocidade de laboratório geralmente consistem em fixar uma inclinação mínima (1%) na esteira para simular a resistência do ar (JONES e DOUST, 1996), e aplicar incrementos na velocidade até que o sujeito chegue em sua exaustão, voluntariamente requisitando o final do teste, ou não conseguindo mais atender à demanda de velocidade da esteira. Com esta metodologia de teste, é possível coletar dados importantes e significativos que se relacionam diretamente à saúde e ao rendimento esportivo (MYERS; ATWOOD,

2002). Dentre eles, têm-se o VO_2, que se refere à capacidade do organismo de captar, transportar e utilizar oxigênio; a frequência cardíaca; o lactato sanguíneo, um subproduto do metabolismo da glicose/glicogênio muscular; o VCO_2, referindo-se à produção de dióxido de carbono; e a VE (ventilação pulmonar), que indica o volume de ar que entra e sai dos pulmões (POWERS; HOWLEY, 2017).

Estes índices foram amplamente investigados nas ciências do esporte, e hoje constituem base sólida para testagem e avaliação física de inúmeras populações, com e sem doenças. Especialmente em conjunto, são capazes de fornecer um diagnóstico de saúde e da aptidão aeróbia do sujeito, considerando principalmente a tolerância ao exercício (BALADY *et al*., 2010).

Quando se trata de testes máximos, extraem-se também dados relativos ao momento da exaustão, indicando, por exemplo, dados como o VO_2max, correspondendo à máxima capacidade de captar, transportar e utilizar o oxigênio proveniente da respiração (HAWKINS *et al*., 2007). Ao se analisar o VO_2, é importante salientar que este é um produto do débito cardíaco pela diferença arteriovenosa de oxigênio, cálculo que é representado na equação de Fick: $VO_2 = Q \times (CaO_2 – CvO_2)$. Nessa equação, Q representa o débito cardíaco, que por sua vez é o produto do volume sistólico (quantidade de sangue ejetada pelo ventrículo a cada batimento do coração) pela frequência cardíaca (DC = VS x FC). Já a diferença arteriovenosa de oxigênio expressa a quantidade de oxigênio extraída e absorvida pelos tecidos, a partir da circulação sanguínea (REUTER; WASSERMANN, 1997). Assim, diversos são os mecanismos fisiológicos que podem interferir na medida final do VO_2, e consequentemente, do VO_2max. Um maior retorno venoso, por exemplo, é capaz de aumentar o volume diastólico, assim causando um maior volume sistólico e consequente maior débito cardíaco máximo, tal qual explicado por De Lucas *et al*., (2022).

Outro fator importante de ser analisado é a capacidade do sistema musculoesquelético ativado durante o exercício da corrida de extrair o oxigênio presente na corrente sanguínea. A medida de extração pode ser inferida fazendo uso de aparelhos como o NIRS (espectroscopia por infravermelho próximo), um dispositivo que, ao ser posicionado na musculatura alvo, mede variáveis como a hemoglobina e mioglobina oxigenada (oxy[Hb + Mb]) e desoxigenada (deoxy[Hb + Mb]), e é capaz de inferir o fluxo sanguíneo local (tHb = oxy[Hb + Mb] + deoxy[Hb + Mb]) e calcular o

índice de saturação tecidual (IST = oxy[Hb + Mb] / tHb) (SNYDER; PARMENTER, 2009; BONILLA *et al*., 2023). Especificamente a resposta da deoxy[Hb + Mb] tem sido considerada um reflexo da diferença arteriovenosa de O_2 e, portanto, da extração microvascular de O_2 (DELOREY *et al*., 2003; GRASSI *et al*., 2003).

Foi observado recentemente que esta medida sofre um ponto de quebra, ou seja, um platô de extração de O_2, que pode ser verificado claramente em testes de carga progressiva. Tendo isso em vista, Ventura *et al*. (2026a) se propuseram a comparar o ponto de inflexão da desoxiemoglobina (HHb-BP) entre um teste de corrida incremental baseado na inclinação e outro baseado na velocidade. Neste estudo, 15 corredores recreacionais de montanha completaram dois testes incrementais de corrida, na respectiva ordem: um teste baseado na velocidade com inclinação fixa de 1% e incrementos de 1 km/h a cada 3 min, e um teste baseado na inclinação com velocidade fixa (50% da velocidade de pico obtida no teste baseado na velocidade) com aumento de 2% na inclinação a cada 3 min (mesmo protocolo utilizado por De Lucas *et al*., 2022). Foi observado que o HHb-BP ocorreu em um percentual do VO_2max maior no teste baseado na inclinação (87,3 ± 6,4% vs. 81,7 ± 6,8%; p = 0,04; n = 11). Isso é um indicador de que, em corredores de montanha, na subida, embora a demanda muscular seja mais alta, o músculo gastrocnêmio consegue continuar extraindo e utilizando oxigênio de forma eficiente até intensidades metabólicas relativas mais altas, quando a inclinação é incremental.

A cinética de consumo de oxigênio, tida como a descrição do comportamento e velocidade em que o sistema cardiorrespiratório e as mitocôndrias aumentam a captação, transporte e uso de oxigênio durante o início ou incremento de intensidade de um exercício (JONES; POOLE, 2005), também é importante de ser analisada quando se estuda os efeitos da inclinação sobre parâmetros cardiorrespiratórios. A fim de investigar tal circunstância, Ventura *et al*. (2026b) realizaram testes com treze corredores de trilha, que realizaram os mesmos protocolos de teste incremental de velocidade e inclinação que Ventura *et al*. (2026a). Após tais testes, em dias separados, realizaram três transições de 6 minutos do repouso para o exercício a 90% do primeiro limiar de lactato, caracterizando domínio moderado, e uma transição de 6 minutos do repouso para o exercício em domínio severo, tanto em condição plana como em subida.

Foi observado que durante o exercício moderado, a constante de tempo (τ) tida como o tempo necessário para que o VO_2 atinja aproximadamente 63% da sua demanda total para uma determinada carga não diferiu entre a corrida no plano e na subida, mas a amplitude primária do VO_2 (aumento no consumo de oxigênio desde a linha de base até o estado de equilíbrio) e a concentração de lactato pós-exercício foram maiores durante a corrida em subida. No domínio severo, os autores não observaram diferenças entre as condições para o τ do componente primário do VO_2, amplitude primária ou amplitude do componente lento do VO_2. Houve diferença no VO_2pico entre as condições, que foi maior na subida, atingindo valores semelhantes aos obtidos nos protocolos incrementais.

Tais achados sugerem que a cinética do VO_2, em corredores de montanha, quando os domínios de intensidade são definidos por meio de testes incrementais específicos para inclinação, é semelhante na condição plana em relação à condição inclinada. Algo interessante desse trabalho, portanto, é a descoberta de que o teste de inclinação com velocidade a 50% da Vpico é capaz de padronizar o esforço do praticante no domínio severo, já que não foram observadas diferenças na cinética do VO_2, amplitude primária ou amplitude do componente lento do VO_2. Além disso, foram observados maiores valores de VO_2pico na condição de aclive, o que concorda com achados de outros estudos da literatura (CASSIRAME *et al*., 2022; SCHEER *et al*., 2018).

3. METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa é de natureza aplicada, ao analisar e comparar parâmetros fisiológicos a fim de avançar nas pesquisas acerca do tema, gerando novos conhecimentos e buscando responder dúvidas da área (PRODANOV; FREITAS, 2013). Trata-se de um estudo explicativo, pois investiga as diferenças no comportamento dos índices fisiológicos frente ao aumento da intensidade em duas modalidades diferentes de teste incremental (PRODANOV; FREITAS, 2013). Possui abordagem quantitativa, por contar com dados expressos numericamente. É também empírica, por contar com o fator experimental (PRODANOV; FREITAS, 2013). Além disso, é retrospectiva, por trazer à tona dados que já foram coletados previamente.

3.2 PARTICIPANTES

A amostra foi composta de 47 adultos saudáveis e fisicamente ativos (idade: 34,4 ± 8,6 anos; altura: 174 ± 7,3 cm; massa corporal: 71,3 ± 8,8 kg), sendo 42 homens e 5 mulheres. Os participantes foram ou jovens fisicamente ativos, ou corredores de montanha.

Ao todo, foram classificados com base em nível de treinamento e performance, de acordo com McKay *et al*. (2022), onze participantes (todos homens). como “Nível 1: recreacionalmente ativos”, enquanto 36 sujeitos (31 homens e 5 mulheres) foram classificados como “Nível 2: treinados/em desenvolvimento”. Como critérios de inclusão, todos deveriam ser fisicamente ativos segundo as recomendações de atividade física da Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020). Ainda, como critério específico de inclusão de corredores foram considerados: i) mínimo dois anos de experiência com o treinamento e competições de corrida; ii) corredores competitivos há pelo menos 4 anos com marcas abaixo de 45 min em corridas de 10km; iii) faixa etária entre 18 e 55 anos; iv) volume semanal mínimo de 40 km de corrida; e v) realização de ao menos uma sessão de treinamento de corrida com inclinação por semana.

As coletas de dados foram aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Instituição (n. 79697424.2.0000.0121 e 5.121.903) e conduzidos de acordo com a Declaração de Helsinque.

3.3 PROCEDIMENTOS

Os participantes realizaram duas visitas ao Laboratório para realização dos testes incrementais. Na primeira visita, realizaram um teste incremental de velocidade. O teste foi feito com uma inclinação fixa de 1%, e velocidade inicial de 7, 10 ou 12 km/h, sendo estabelecida de acordo como o nível de treinamento dos sujeitos. Os participantes foram inicialmente questionados sobre seu nível de treinamento e desempenho em provas de endurance para então estabelecer a velocidade inicial. A velocidade então era aumentada em 1 km/h a cada 3 minutos. Após a conclusão de cada estágio (3 minutos), o participante apoiava-se nos suportes laterais da esteira, interrompendo o exercício por no máximo 30 segundos, enquanto uma amostra de sangue do lóbulo da orelha era coletada para posterior obtenção do nível de lactato sanguíneo. Apesar desta pausa a cada estágio, os dados de lactato sanguíneo não foram explorados no presente trabalho. O teste era finalizado quando o participante chegasse à exaustão voluntária, ou não pudesse mais cumprir a demanda de exercício do protocolo. Caso a última etapa não fosse completada, a velocidade máxima na esteira (Vpico) era calculada proporcionalmente ao tempo gasto na última etapa (KUIPERS *et al*., 2003).

Já na segunda visita, os participantes realizaram um teste incremental de inclinação (DE LUCAS *et al*. 2022). A velocidade, então, foi fixada em 50% da Vpico obtida no primeiro teste, e a inclinação inicial foi de 3% ou 5%, com incrementos de 2% a cada 3 minutos. Com exceção disso, todos os protocolos foram os mesmos do primeiro teste.

A realização dos dois testes respeitou um intervalo de no mínimo 48 horas, sendo feitos num período de aproximadamente uma semana e em temperatura e umidade do ar controladas. Os participantes mantiveram sua dieta normal, sendo o teste realizado ao menos 3 horas após sua última refeição, e não realizaram treinos de alta intensidade e/ou longa distância por pelo menos 48 horas antes dos testes.

3.4 VARIÁVEIS E EQUIPAMENTOS

Nos testes descritos, foram coletados os dados de: estágios completos, por meio da intensidade final do teste (velocidade ou inclinação) aplicada por meio de uma esteira (Super ATL, Imbrasport, Porto Alegre, Brasil); massa corporal, por meio de uma balança analógica (Filizola, São Paulo, Brasil); estatura, por meio de um estadiômetro (Sanny, São Bernardo do Campo, Brasil); Consumo de oxigênio (VO_2), produção de dióxido de carbono, (VCO_2) e ventilação pulmonar (VE), obtidos através de um analisador de gases com análise de respiração a respiração (Cosmed Quark CPET, Roma, Itália), calibrado antes de cada teste; Frequência cardíaca (FC), registrada por meio de uma cinta de monitoramento integrada ao analisador de gases (Garmin, Olathe, Estados Unidos). Com base nestes dados, foram determinados o VO_2max, a partir do maior valor médio em 30 segundos (ROBERGS; DWYER; ASTORINO, 2010). A frequência cardíaca máxima (FCmax), obtida pelo maior valor apresentado pelo equipamento e o pulso de oxigênio (O_2 pulso), calculado pela razão entre VO_2 e FC (WHIPP *et al*., 1996).

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todos os valores foram apresentados como média ± desvio padrão (DP). O teste de *Shapiro-Wilk* foi utilizado para testar a normalidade das variáveis. Para comparar os valores médios entre corrida em plano e corrida em subida, foi utilizado o teste t de *Student* para amostras pareadas, exceto para a carga externa (velocidade vs. inclinação), que foi comparada com teste t de *Student* para amostras independentes, devido às diferentes unidades de medida (km/h e %). As diferenças médias entre as variáveis máximas com seus respectivos intervalos de confiança de 95% foram calculadas. Para verificar a concordância entre as variáveis máximas dos testes incrementais, foi utilizada a análise de Bland-Altman (1999). O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para verificar possíveis associações entre as variáveis. As análises foram realizadas com o software GraphPad Prism (versão 5.0, GraphPad Prism Inc., San Diego, EUA).

4. RESULTADOS

As comparações das variáveis entre os testes estão apresentadas na tabela 1. Na tabela 2, (ANEXO A), podem ser consultadas as comparações individuais e média dos índices fisiológicos máximos entre os testes incrementais. O número de estágios alcançados no TI-V foi significativamente maior que no TI-I (16,6 ± 1,8 vs. 16,5 ± 1,4 estágios; p < 0,001). A FCmax foi menor no TI-V (diferença média = -2,8%, 95%IC de -3,6 a -1,9%). Acerca do VO_2max absoluto, não foi observada diferença entre testes (diferença média = 1,6%, 95%IC de -0,5 a 3,7%), assim como o VO_2max relativo (diferença média = 1,6%, 95%IC de -0,5 a 3,7%). O O_2 pulso máximo foi maior no teste TI-I (diferença média = 4,5%, 95%IC de 2,2 a 6,8%).

Tabela 1: Comparação entre as médias das variáveis máximas obtidas nos testes incremental de velocidade e incremental de inclinação (n = 47).

Variáveis	**Velocidade**	**Inclinado**	**p-valor**
Intensidade (km/h e %)	16,6 ± 1,8	16,5 ± 1,4*	< 0,001
FCmax (bpm)	186,1 ± 11,0	180,9 ± 10,1*	< 0,001
VO_2max (ml/min)	4115 ± 698	4176 ± 696	= 0,151
VO_2max (ml/kg/min)	57,7 ± 6,8	58,6 ± 7,1	= 0,133
O_2 pulso (ml/bat)	22,2 ± 4,0	23,2 ± 4,1*	= 0,0002

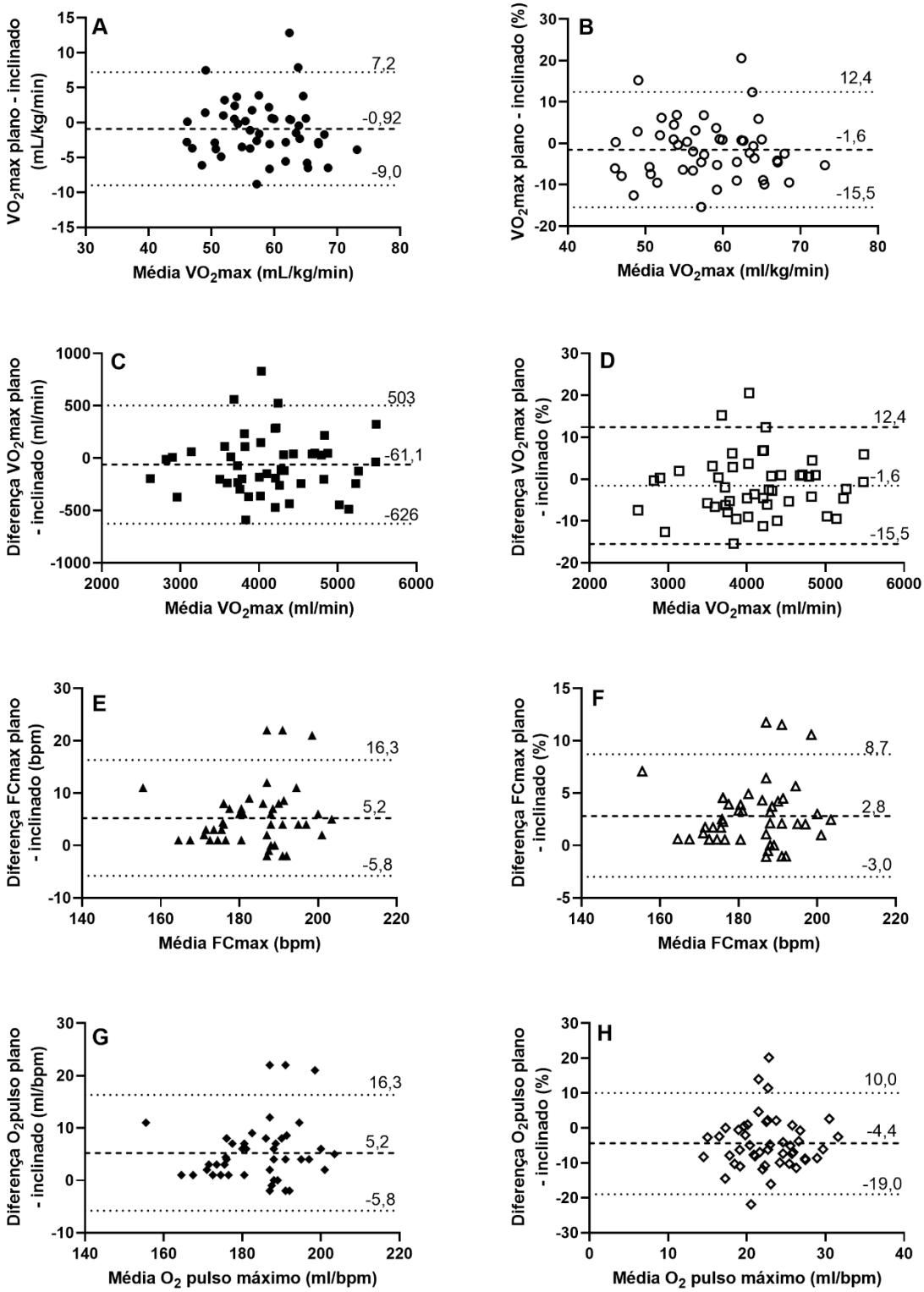
Legenda: TI-V: teste incremental com aumento de velocidade. TI-I: teste incremental com aumento de inclinação. VO_2max: consumo de oxigênio máximo atingido no teste incremental. FCmax: frequência cardíaca máxima atingida no teste incremental. O_2pulso: pulso de oxigênio máximo atingido no teste incremental.

* Diferença significativa em relação ao teste de velocidade (p < 0,05)

A figura 1 apresenta os gráficos de Bland-Altman, com os respectivos vieses e limites de concordância para o VO_2max absoluto (Figuras 1A-B), VO_2max relativo (Figura 1C-D), FCmax (Figuras 1E-F) e pulso de O_2 máximo (Figura 1G-1H).

Sobre as correlações entre as variáveis, não foram observadas associações significativas das diferenças entre as variáveis e o nível de treinamento ou valores de FCmax no teste de velocidade (p > 0,05).

Figura 1. Gráficos de Bland-Altman das variáveis máximas.



Legenda: Os gráficos com símbolos cheios representam as diferenças em unidades absolutas, enquanto símbolos vazados as diferenças em percentuais.

5. DISCUSSÃO

O objetivo do presente trabalho foi comparar respostas cardiorrespiratórias máximas durante teste incremental de velocidade e de inclinação. Fora hipotetizado inicialmente que o VO_2max seria maior no teste no plano, enquanto a FCmax seria considerada significativamente menor na condição inclinada. A teoria principal seguia a lógica dos achados de (DE LUCAS *et al.,* 2022), que observaram diferença significativa apenas na FCmax e no O_2pulso máximo, que foram menor e maior no teste incremental de inclinação, respectivamente, mas não no VO_2max. Neste caso, uma possível explicação proposta pelos autores foi que no teste incremental de inclinação há uma maior ativação da musculatura da panturrilha, criando assim um maior retorno venoso através da bomba muscular periférica (SMITH *et al*., 1976), gerando uma pré-carga cardíaca maior, requerendo um maior volume de ejeção e reduzindo a FC para o mesmo débito cardíaco nesta modalidade de teste. Essa diferença continuou sendo observada ao se analisar os resultados do presente trabalho. A FC foi menor no TI-V quando comparada ao TI-I (186 ± 11 vs. 181 ± 10; $p < 0,001$), e essa explicação que enfatiza os efeitos de retorno venoso e do volume de ejeção cardíaco ganha ainda mais notoriedade e possível assertividade, uma vez que uma amostra com 47 sujeitos possui um poder estatístico mais elevado.

Quando se observa os resultados obtidos em relação ao O_2pulso máximo (menor no TI-V do que no TI-I; 22,2 ± 4,0 vs. 23,2 ± 4,1 ml/batimento; $p < 0,001$), tal achado pode ser explicado justamente pela mesma lógica supracitada. Uma vez que na corrida no plano a musculatura da panturrilha é menos ativada (SWANSON; CALDWELL, 2000), quando comparada à corrida com inclinação a “bomba” muscular da panturrilha é menos exigida, já que a corrida depende mais do componente elástico e menos da força concêntrica deste grupamento muscular. Assim, um menor retorno venoso é gerado, e, pela lei de Frank-Starling, os ventrículos se enchem menos de sangue durante a diástole, assim causando um menor estiramento das fibras musculares cardíacas e uma menor força de contração do coração. Dessa maneira, observa-se um possível menor volume de ejeção na contração cardíaca na corrida no plano, e se o coração ejeta menos sangue por batimento, o O_2pulso cai, já que este expressa indiretamente esse volume de ejeção, por ser a divisão do VO_2 pela frequência cardíaca (WASS-BROMAN et al., 2014) Consequentemente, no exercício inclinado, para manter o débito cardíaco necessário, o coração pode bater com menor

frequência, assim explicando novamente a diferença na FCmax entre os dois testes, evidenciando que a relação entre a FC e o O_2 pulso auxiliam na explicação dos resultados obtidos.

Considerando os resultados de VO_2max, este foi menor no teste incremental de velocidade quando comparado ao de inclinação (4115 ± 698 vs. 4176 ± 695 ml/min; $p < 0,001$), porém sem significância estatística. Sendo uma diferença também pequena em magnitude (1,6%, 95%IC de -0,5 a 3,7%), pode ser explicada em parte pelo maior número de sujeitos incluídos, o que aumenta o poder estatístico. No estudo de Lucas *et al.* (2022) os 20 sujeitos eram todos corredores de trilha competitivos há pelo menos 4 anos, com marcas abaixo de 45min em corridas de 10km. Embora nos resultados fora também percebido um aumento no VO_2pico na condição inclinada, essa diferença também não teve significância estatística. A corrida em subida naturalmente aumenta consideravelmente o recrutamento muscular de diversos grupamentos dos membros inferiores, com destaque para o vasto lateral, reto femoral e gastrocnêmio (SWANSON; CALDWELL, 2000), isso gera uma maior ativação muscular ao todo no exercício. Especialmente em corredores recreacionais, recrutar mais massa muscular simultaneamente exige mais energia metabólica e captação de oxigênio periférico, aumentado o VO_2 (POOLE; RICHARDSON, 1997) e fazendo com que eles atinjam um VO_2 um pouco maior no teste inclinado do que no teste de corrida horizontal.

Esses achados concordam com aqueles apresentados na revisão sistemática com meta-análise de De Lucas et al. (2026). Ao sintetizar os resultados de 22 estudos sobre corrida em esteira até a exaustão, os autores demonstraram que o VO_2pico é sistematicamente maior nas condições de aclive em comparação à corrida horizontal, acompanhado por uma redução concomitante na FCmax. A confirmação dessa tendência pelo presente trabalho, agora em uma amostra ampliada de 47 sujeitos, consolida a premissa de que a inclinação altera as variáveis máximas cardiorrespiratórias máximas de forma independente do protocolo exato utilizado.

Os resultados do presente trabalho também vão ao encontro com os de alguns estudos que também se propuseram a analisar e comparar variáveis entre a condição plana e inclinada, como o estudo de Scheer *et al* (2018), que fora citado na introdução. Neste trabalho, a amostra foi de corredores de trilha altamente treinados, porém com apenas 13 participantes, o que leva a um poder estatístico reduzido. Diferentemente do presente trabalho, fora feito um protocolo de incrementos de velocidade e

inclinação concomitantes. Dessa maneira, torna-se mais difícil de elucidar o efeito somente da inclinação no exercício, uma vez que o aumento da velocidade também está sendo realizado. Apesar disso, foram observados maiores VO_2max no teste incremental específico (início a 10 km/h, incrementos contínuos de velocidade de 0,5 km/h por minuto e de inclinação de 1% por minuto, iniciando em 0,5%), em comparação com o teste incremental de degrau e de rampa (62,5 ± 5,9 vs. 60,1 ± 5,3 e 59,7 ± 5,5 ml/kg/min, respectivamente; p = 0,024). Acerca da FCmax, esta não teve diferenças entre as condições (181 ± 8 vs. 182 ± 9 vs. 182 ± 10 bpm, respectivamente). Uma vez que a velocidade e a inclinação foram incrementadas no teste específico, os atletas podem ter chegado à exaustão antes da inclinação estar severamente aumentada. Por esse motivo, talvez o mecanismo fisiológico do maior retorno venoso, causado pela maior ativação do tríceps sural e consequente maior volume sistólico (que tem o potencial de diminuir a FCmax da corrida com inclinação em relação à corrida no plano) não tenha tido grande ação no exercício com inclinação. Isso, em parte pode auxiliar a explicar a diferença de resultados na FCmax do presente trabalho em relação à Scheer *et al* (2018).

Já em Sperlich *et al*, (2015), quatorze corredores do sexo masculino de nível nacional realizaram cinco protocolos incrementais em ordem aleatória: I) um teste incremental (INCS+I) com aumentos predefinidos na velocidade (2 min a 8,64 km/h seguido por um aumento de 1,44 km/h a cada 30 segundos até atingir 14,4 km/h) e, posteriormente, na inclinação (0,5 a cada 30 segundos); II) um teste incremental (INCI) com velocidade constante de 14,4 km/h e inclinação crescente (2 graus a cada 2 min. A partir de 0 graus iniciais); III) um teste incremental (INCS) com inclinação constante (0 graus) e velocidade crescente (0,5 km/h a cada 30 segundos a partir de 12 km/h iniciais). IV) um protocolo de esforço progressivo (GXP) com inclinação de 1 grau e velocidade crescente (inicialmente 8,64 km/h + 1,44 km/h a cada 5 minutos); V) um protocolo de exercício individualizado (INDXP) no qual o próprio corredor escolhia a inclinação e a velocidade. Dando destaque ao protocolo INCI, que contou com velocidade constante e inclinação incremental (assim como o TI – I do presente trabalho), este apresentou diferença significativa para o VO_2max relativo somente em relação ao GXP (INCI: 63,1 vs INCS+I: 62.2, INCS: 61.8, GXP: 59.5, INDXP 61.5). A FCmax não teve diferença alguma entre os testes. A comparação de resultados do presente trabalho com os deste é interessante pois neste os autores exploraram diversas modalidades de teste incremental, e indo ao encontro com as teorias e

hipóteses propostas no presente estudo, o protocolo onde se teve o menor VO_2pico foi o que era realizado com velocidade incremental, e inclinação fixa em 1 grau (GXT). Enquanto isso, o protocolo que atingiu maior valor de VO_2max foi justamente o de inclinação incremental e velocidade fixa (INCI), corroborando com a tese de que uma maior quantidade de massa muscular dos membros inferiores é recrutada no exercício inclinado, contribuindo para um leve aumento do VO_2max, o que foi observado no presente estudo. As respostas de FCmax, no entanto, não foram menores nos testes com incremento de inclinação.

Embora os resultados terem sido comparados com estudos que executaram protocolos incrementais de inclinação, também é interessante discorrer sobre os efeitos de protocolos que tiveram inclinação fixa e velocidade incremental. Cassirame *et al* (2022) realizaram um trabalho onde 14 corredores de trilha realizaram testes incrementais de velocidade em diferentes inclinações: 0, 15, 25 e 40%. Em cada teste, a velocidade foi relativizada para que os testes durassem aproximadamente o mesmo tempo. Algo interessante é que tais testes foram realizados em pistas *outdoor*, e não em esteiras de laboratórios, como a maioria dos estudos envolvendo tal temática. Fora evidenciado, acerca das variáveis máximas, que o VO_2max relativo aumentou conforme a inclinação (0%: 63,3 ± 7,3; 15%: 66,5 ± 5,9; 25%: 67,9 ± 5,8; 40%: 68,1 ± 5,9 ml/kg/min). Já a FCmax não teve diferenças significativas entre as condições (0%: 189 ± 7,6; 15%: 188,7; 25%: 188,2; 40%: 188,4 bpm). Os autores concluem então que inclinações acima de 15% permitem que se alcance maiores VO_2max, enquanto a FCmax não muda. Seguindo essa lógica, os resultados do presente estudo relativos à intensidade atingida vão ao encontro dos achados de Cassirame *et al* (2022), na medida em que a intensidade máxima média atingida pelos participantes foi de 16,5 ± 1,4%.

O presente estudo avança nos conhecimentos acerca dos efeitos da inclinação positiva de corrida nas variáveis fisiológicas máximas. Fora percebido que com um número de sujeitos relativamente maior em comparação à amostra de De Lucas *et al.,* (2022) houve diferença em todas essas variáveis com exceção do VO_2max. O principal achado do trabalho está na manutenção da diferença na FCmax, que foi significativamente menor no TI-I, assim como em De Lucas *et al.,* (2022), e na diferença do VO_2max, que embora tenha sido maior no TI-I, não teve significância estatística, indo ao encontro do estudo supracitado, pois embora nele o VO_2pico também tenha sido maior no TI-I, não fora encontrada diferença significativa.

Há de se destacar algumas limitações do presente estudo. Uma delas é a falta da análise de ativação muscular. Dados como eletromiografia sendo realizadas durante os testes ajudariam a confirmar ou reprovar as explicações de que a inclinação presente no teste induz maiores ativações das musculaturas, (SWANSON; CALDWELL, 2000; VERNILLO et al., 2017), assim explicando um aumento do VO_2max na inclinação. Além disso, uma análise de oxigenação muscular também enriqueceria o trabalho, na medida em que auxiliaria a elucidar se há mudança no componente central (débito cardíaco máximo) ou periférico (como maior capacidade de extração de O_2 pela musculatura, um componente da diferença arterio-venosa de O_2), para definir melhor as causas de tais resultados. Ainda, o trabalho poderia ter maior inclusão de mulheres, já que contou com apenas 5 (aproximadamente 10% da amostra).

5.1 APLICAÇÕES PRÁTICAS

As possíveis aplicações práticas provenientes dos achados do presente trabalho estão relacionadas, principalmente, a testes de desempenho físico, à prescrição de treinamento e à gestão de esforço físico em corredores de montanha e indivíduos fisicamente ativos. Atualmente, a prática de prescrição da intensidade do treinamento baseada em zonas ou faixas de frequência cardíaca é amplamente utilizada. Porém, este trabalho elucida que tal estratégia pode induzir a erros de relativização. Como a FC máxima é significativamente menor no aclive, exigir que um atleta atinja a mesma FC alvo prescrita para um treino no plano fará com que ele treine em uma intensidade metabólica superior à desejada, acelerando a fadiga e intensificando o estresse físico e neuromuscular. Para contornar essa limitação, o treinador pode utilizar testes específicos em inclinação, como o protocolo aplicado neste estudo, para balizar essas zonas de intensidade de maneira mais fidedigna.

Além disso, a utilização deste protocolo, inicialmente proposto por De Lucas *et al*. (2022), mostrou-se altamente eficaz. O modelo foi estabelecido de maneira que o avaliado alcance demandas metabólicas similares (uma vez que a variação do VO_2max entre os testes, embora estatisticamente significativa, apresentou baixa magnitude absoluta), mas com uma especificidade ecológica muito maior para indivíduos que treinam em aclives. Ademais, o teste demonstrou-se capaz de gerar

uma elevada sobrecarga muscular e respostas robustas de VO_2, sem que a FC atinja picos tão elevados quanto os observados no teste incremental de velocidade. Essa característica pode se manifestar como um desfecho interessante para populações clínicas ou cardiopatas. Na área médica, protocolos que possuem incremento de inclinação (como o clássico Protocolo de Bruce) já são tradicionalmente consolidados para exames de eletrocardiograma (ECG) de esforço, por exemplo, justamente por reduzirem oscilações mecânicas da passada e preservarem a estabilidade do sinal elétrico cardíaco. Contudo, ressalta-se que o impacto do presente protocolo em populações clínicas necessita de investigações futuras, configurando-se, no momento, como uma inferência exploratória.

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que um teste incremental de inclinação com velocidade fixa em 50% da velocidade aeróbia máxima obtida em um teste incremental de velocidade realizado previamente, em uma amostra de 47 indivíduos fisicamente ativos e corredores causa: um VO_2max maior, porém estatisticamente similar, e uma FCmax menor, devido ao maior retorno venoso pelo maior recrutamento e ativação da panturrilha, causando um maior volume sistólico e diminuindo a necessidade do coração de se contrair mais vezes para suprir sua demanda periférica. Consequentemente, o teste gerou um O_2 pulso máximo maior, uma vez que este é a razão do VO_2max absoluto (mL/min) pela FCmax (bpm).

REFERÊNCIAS

ANDERSEN, Jens Jakob. The State of Trail Running 2022. [S. l.]: **RunRepeat**, 2022. Disponível em: https://runrepeat.com/the-state-of-trail-running-2022. Acesso em: 27 maio 2025.

BALADY, Gary J. et al. Clinician's guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 122, n. 2, p. 191–225, 13 jul. 2010. http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181e52e69.

BALDUCCI, P.; CLABAUT, M.; ZHANG, Q.; ANDRÉ, C. Calculating level and uphill energy costs of running seems essential to assess performance capacities of trail runners. **Sport Performance Science Reports**, v. 1, p. 189, 2023.

BASSETT, David R.; HOWLEY, Edward T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 1, p. 70-84, 2000.

BLAND, J. Martin; ALTMAN, Douglas G. Measuring agreement in method comparison studies. **Statistical Methods in Medical Research**, v. 8, n. 2, p. 135-160, jun. 1999. http://dx.doi.org/10.1177/096228029900800204.

BONILLA, Aldo Vasquez et al. Training zones through muscle oxygen saturation during a graded exercise test in cyclists and triathletes. **Biology of Sport**, v. 40, n. 2, p. 439-448, 2022.

CASSIRAME, Johan et al. Physiological implication of slope gradient during incremental running test. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 19, p. 12210, 2022.

DE LUCAS, Ricardo Dantas et al. A novel treadmill protocol for uphill running assessment: the incline incremental running test (IIRT). **Research in Sports Medicine**, v. 30, n. 5, p. 554–565, 3 set. 2022.

DE LUCAS, Ricardo Dantas; LANZARINI, Lucas dalla Vecchia; LANA, Isadora dalla; TURNES, Tiago; VENTURA, Thiago Pereira; DENADAI, Benedito Sérgio; BORSZCZ, Fernando Klitzke. Peak V̇O2 and heart rate depend on running slope: a systematic review and meta-analysis. **Sport Sciences For Health**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 2523-

2535, 12 set. 2025. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s11332-025-01543-2.

DELOREY, Darren S.; KOWALCHUK, John M.; PATERSON, Donald H. Relationship between pulmonary O2 uptake kinetics and muscle deoxygenation during moderate-intensity exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 1, p. 113-120, 2003.

EASTHOPE, Christopher S. et al. Reproducibility of performance and fatigue in trail running. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 17, n. 2, p. 207–211, mar. 2014.

FENG, Y.; LI, D.; LIU, Y.; TANG, D. High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training Affect Running Economy in Endurance Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Journal of Human Kinetics**, v. 100, p. 113 - 134, 2024. https://doi.org/10.5114/jhk/205427

GARNIER, Yoann M. et al. Neuromuscular and perceptual responses to moderate-intensity incline, level and decline treadmill exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 10, p. 2039–2053, out. 2018.

GIOVANELLI, Nicola; ORTIZ, A. L.; HENNINGER, K.; KRAM, Rodger. Energetics of vertical kilometer foot races; is steeper cheaper? **Journal of Applied Physiology**, v. 120, n. 3, p. 370-375, 1 fev. 2016. http://dx.doi.org/10.1152/japplphysiol.00546.2015.

GRASSI, Bruno et al. Muscle oxygenation and pulmonary gas exchange kinetics during cycling exercise on-transitions in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 1, p. 149-158, 2003.

HAWKINS, Megan N.; RAVEN, Peter B.; SNELL, Peter G.; STRAY-GUNDERSEN, James; LEVINE, Benjamin D. Maximal oxygen uptake as a parametric measure of cardiorespiratory capacity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 1, p. 103-107, jan. 2007. http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000241641.75101.64.

HELD, Steffen et al. Increased oxygen uptake in well-trained runners during uphill high intensity running intervals: A randomized crossover testing. **Frontiers in Physiology**, v. 14, p. 1117314, 2023. http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2023.1117314.

JONES, Andrew M.; DOUST, Jonathan H. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. **Journal Of Sports Sciences**, v. 14, n. 4, p. 321-327, ago. 1996. http://dx.doi.org/10.1080/02640419608727717.

JURASZ, M.; BORACZYŃSKI, M.; WÓJCIK, Z.; GRONEK, P. Neuromuscular Fatigue Responses of Endurance- and Strength-Trained Athletes during Incremental Cycling Exercise. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 14, p. 8839, 2022.

KRAM, Rodger. Muscular force or work: what determines the metabolic energy cost of running? **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 28, n. 3, p. 138–143, jul. 2000.

KUIPERS, Harm et al. Effects of stage duration in incremental running tests on physiological variables. **International Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 7, p. 486–491, 2003. https://doi.org/10.1055/s-2003-42020.

LEE, Duck-chul et al. Running as a key lifestyle medicine for longevity. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v. 60, n. 1, p. 45–55, jul. 2017.

LEMIRE, Mathieu et al. Physiological factors determining downhill vs uphill running endurance performance. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 24, n. 1, p. 85–91, jan. 2021.

MACIEJCZYK, M. et al. Comparison of physiological and acid-base balance response during uphill, level and downhill running performed at constant velocity. **Acta Physiologica Hungarica**, v. 100, n. 3, p. 347–354, set. 2013.

MCKAY, Alannah K. A. et al. Defining training and performance caliber: a participant classification framework. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 17, n. 2, p. 317-331, 2022.

MINETTI, Alberto E. et al. Energy cost of walking and running at extreme uphill and downhill slopes. **Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 3, p. 1039–1046, 1 set. 2002.

MOLZ, Patrícia; MOLZ, Walter A. What motivates individuals to practice trail running? The role of demographics and training habits in recreational runners. **The Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness**, v. 64, n. 12, p. 1372-1377, nov. 2024. http://dx.doi.org/10.23736/s0022-4707.24.16238-x.

MYERS, Jonathan et al. Exercise Capacity and Mortality among Men Referred for Exercise Testing. **New England Journal Of Medicine**, v. 346, n. 11, p. 793-801, 14 mar. 2002. http://dx.doi.org/10.1056/nejmoa011858.

PAAVOLAINEN, Leena; NUMMELA, Ari; RUSKO, Heikki. Muscle power factors and VO2max as determinants of horizontal and uphill running performance. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 10, n. 5, p. 286–291, out. 2000.

PADULO, Johnny et al. A Paradigm of Uphill Running. **PLoS ONE**, v. 8, n. 7, p. e69006, 10 jul. 2013.

POOLE, David C.; JONES, Andrew M. Oxygen Uptake Kinetics. **Comprehensive Physiology**, [S.L.], p. 933-996, abr. 2012. Wiley. http://dx.doi.org/10.1002/cphy.c100072.

POOLE, David C.; RICHARDSON, Russell S. Determinants of Oxygen Uptake. **Sports Medicine**, v. 24, n. 5, p. 308–320, 1997. https://doi.org/10.2165/00007256-199724050-00003.

POWERS, Scott K.; HOWLEY, Edward T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 9. ed. Barueri: Manole, 2017.

PRINGLE, James H.; CARTER, Helen; DOUST, Jonathan H.; JONES, Andrew M. Oxygen uptake kinetics during horizontal and uphill treadmill running in humans. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, p. 163–169, 2002. https://doi.org/10.1007/s00421-002-0687-0.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

REUTER, M.; WASSERMANN, K. Evaluation of the validity of spiroergometric parameters in the differentiation of circulatory and ventilatory physical limitation. **Pneumologie**, v. 51, n. 4, p. 353-358, abr. 1997.

RIDDICK, Rachel C.; KUO, Arthur D. Mechanical work accounts for most of the energetic cost in human running. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 645, 12 jan. 2022.

ROBERGS, Robert A.; DWYER, Dan; ASTORINO, Todd. Recommendations for improved data processing from expired gas analysis indirect calorimetry. **Sports Medicine**, v. 40, n. 2, p. 95-111, 2010.

SALGADO, J. V. V.; MIKAIL, M. P. T. C. Corrida de rua: análise do crescimento do número de provas e de praticantes. **Conexões**, v. 4, n. 1, p. 90–98, 6 nov. 2007.

SCHEER, Volker; RAMME, K.; REINSBERGER, C.; HEITKAMP, H. C. VO2max testing in trail runners: is there a specific exercise test protocol? **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 6, p. 456–461, 2018. https://doi.org/10.1055/a-0577-4851.

SMITH, E. E.; GUYTON, Arthur C.; MANNING, R. D.; WHITE, R. J. Integrated mechanisms of cardiovascular response and control during exercise in the normal human. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v. 18, n. 6, p. 421–443, 1976. https://doi.org/10.1016/0033-0620(76)90010-4.

SNYDER, Ann C.; PARMENTER, Mark A. Using near-infrared spectroscopy to determine maximal steady state exercise intensity. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 6, p. 1833-1840, 2009.

SNYDER, Kristin L.; FARLEY, Claire T. Energetically optimal stride frequency in running: the effects of incline and decline. **Journal of Experimental Biology**, v. 214, n. 12, p. 2089–2095, 15 jun. 2011.

SPERLICH, P. F.; HOLMBERG, Hans-Christer; REED, J. L. et al. Individual versus standardized running protocols in the determination of VO2max. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 14, p. 386–393, 2015.

SWANSON, Stephen C.; CALDWELL, Graham E. An integrated biomechanical analysis of high speed incline and level treadmill running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 6, p. 1146–1155, 2000.

TURNES, Tiago et al. Association between deoxygenated hemoglobin breaking point, anaerobic threshold, and rowing performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 8, p. 1103-1109, 2019.

VENTURA, Thiago Pereira et al. Comparison of NIRS-derived [HHb] breakpoints and concordance with lactate thresholds during speed- and slope-based incremental

running tests. **Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism**, [S.L.], v. 51, p. 1-10, 1 jan. 2026. Canadian Science Publishing. http://dx.doi.org/10.1139/apnm-2025-0240.

VENTURA, Thiago Pereira; BORSZCZ, Fernando Klitzke; DA SILVA, G. R. et al. Oxygen uptake on-kinetics during horizontal and uphill treadmill running in moderate- and severe-intensity domains. **European Journal of Applied Physiology**, v. 126, 2026. https://doi.org/10.1007/s00421-026-06292-9.

VERNILLO, Gianluca et al. Biomechanics and physiology of uphill and downhill running. **Sports Medicine**, v. 47, n. 4, p. 615–629, abr. 2017.

WALL-SCHEFFLER, Cara M. et al. Electromyography activity across gait and incline: the impact of muscular activity on human morphology. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 143, n. 4, p. 601–611, dez. 2010.

WASS-BROMAN, J. et al. The oxygen pulse: physiological mechanism, clinical applications, and prognostic value. **Cardiology in Review**, v. 22, n. 4, p. 184-192, 2014.

WHIPP, Brian J. Domains of aerobic function and their limiting parameters. **Annales de Réadaptation et de Médecine Physique**, v. 39, n. 3, p. 151-155, 1996.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour**. Geneva: World Health Organization, 2020.

ANEXO A - Tabela 2 – Comparações individuais e média dos índices fisiológicos máximos entre os testes incrementais (n = 47)

AMOSTRA	INTENSIDADE		FCMAX		VO_2MAX BRUTO		VO_2MAX RELATIVO		O_2 PULSO MÁXIMO	
	TI - V	TI-I	TI-V	TI-I	TI-V	TI-I	TI-V	TI-I	TI-V	TI-I
1	21	20	178	174	4.414,4	4.656,2	71,2	75,1	24,8	26,7
2	20	18,5	180	172	4.723,2	4.924,8	65,6	68,4	26,2	28,7
3	17,2	16,2	184	178	3.681,3	3.879,0	57,7	60,8	20,1	21,7
4	17,1	17,7	173	172	4.166,9	4.603,1	62,1	68,6	24,1	26,7
5	19	17,5	184	177	5.109,0	5.350,8	65,5	68,6	27,7	30,2
6	20	19	187	188	4.897,5	5.385,0	65,3	71,8	26,2	28,6
7	18	17	193	189	4.797,1	5.243,7	62,3	68,1	24,8	27,8
8	17,2	16,5	189	189	4.897,5	4.852,5	65,3	64,7	25,9	25,7
9	17	16,3	197	193	4.343,5	4.058,8	59,5	55,6	22,0	21,0
10	16	17	190	182	4.360,2	4.071,6	55,9	52,2	22,9	22,4
11	17	17	183	177	5.652,5	5.329,5	66,5	62,7	30,9	30,1
12	17,4	19	192	185	4.227,3	4.334,4	67,1	68,8	22,0	23,4
13	15,5	17	190	186	2.813,2	2.823,6	54,1	54,3	14,8	15,2
14	18,6	17,6	180	172	4.695,6	4.656,6	60,2	59,7	26,1	27,1
15	17,6	16	173	172	3.613,7	3.846,7	53,1	56,6	20,9	22,4

16	17	17	181	174	5.204,1	5.328,6	62,7	64,2	28,8	30,6
17	17	18	175	174	3.913,0	4.095,0	55,9	58,5	22,4	23,5
18	18	17	177	174	4.732,1	4.684,7	59,9	59,3	26,7	26,9
19	17	18	180	172	4.260,0	4.380,0	56,8	58,4	23,7	25,5
20	16	15	161	150	3.876,6	3.767,4	49,7	48,3	24,1	25,1
21	16	15	194	186	3.170,2	3.109,7	52,4	51,4	16,3	16,7
22	17,8	16,8	203	197	4.096,3	3.947,4	60,24	58,05	20,2	20,0
23	16	15	188	188	3.686,9	3.759,9	55,61	56,71	19,6	20,0
24	18	15	187	178	3.969,6	4.441,1	55,91	62,55	21,2	24,9
25	14	15	173	170	2.771,8	3.144,6	45,44	51,55	16,0	18,5
26	18	15	209	188	4.805,7	4.776,7	62,82	62,44	23,0	25,4
27	13	15	168	167	2.899,9	2.892,4	46,25	46,13	17,3	17,3
28	17	17	190	192	3.835,7	4.197,7	59,01	64,58	20,2	21,9
29	17	17	188	186	4.503,4	3.979,4	67,72	59,84	24,0	21,4
30	18	15	191	185	3.618,2	3.507,1	57,34	55,58	18,9	19,0
31	13,5	16,7	181	180	2.519,1	2.714,2	48,82	52,6	13,9	15,1
32	17,5	16,6	165	164	4.113,9	4.304,6	60,41	63,21	24,9	26,2
33	15	15	172	170	3.962,3	3.401,3	52,83	45,35	23,0	20,0

34	19	17	191	193	4.329,1	4.297,3	62,65	62,19	22,7	22,3
35	15	16,3	177	176	4.445,8	3.616,3	68,82	55,98	25,1	20,5
36	17	15	175	172	5.465,5	5.502,4	63,7	64,13	31,2	32,0
37	15	16	186	188	4.457,5	4.416,2	53,9	53,4	24,0	23,5
38	15	15	195,6	187	4.130,3	4.389,0	44,7	47,5	21,1	23,5
39	17	17	178	173,6	3.682,5	4.050,0	49,1	54	20,7	23,3
40	15	13	202	180	3.646,4	3.633,2	55,5	55,3	18,1	20,2
41	14	14,6	200	189	3.930,8	3.696,6	53,7	50,5	19,7	19,6
42	14	15	206	201	3.608,0	3.904,0	45,1	48,8	17,5	19,4
43	16	17	202	200	4.025,6	4.172,8	62,9	65,2	19,9	20,9
44	14	17	193	181	3.537,6	4.127,2	52,8	61,6	18,3	22,8
45	15	15	198	176	4.941,0	4.725,0	54,9	52,5	25,0	26,8
46	15,3	17	188	188	3.475,2	3.712,0	54,3	58	18,5	19,7
47	14	17	199	195	3.397,7	3.598,4	49,1	52	17,1	18,5
MÉDIA ± DP	**16,6 ± 1,8**	**16,5 ± 1,4**	**186,1 ± 11,0**	**180,9 ± 10,1**	**4.115 ± 698**	**4.176 ± 695**	**57,7 ± 6,8**	**58,6 ± 7,1**	**22,2 ± 4,0**	**23,2 ± 4,1**