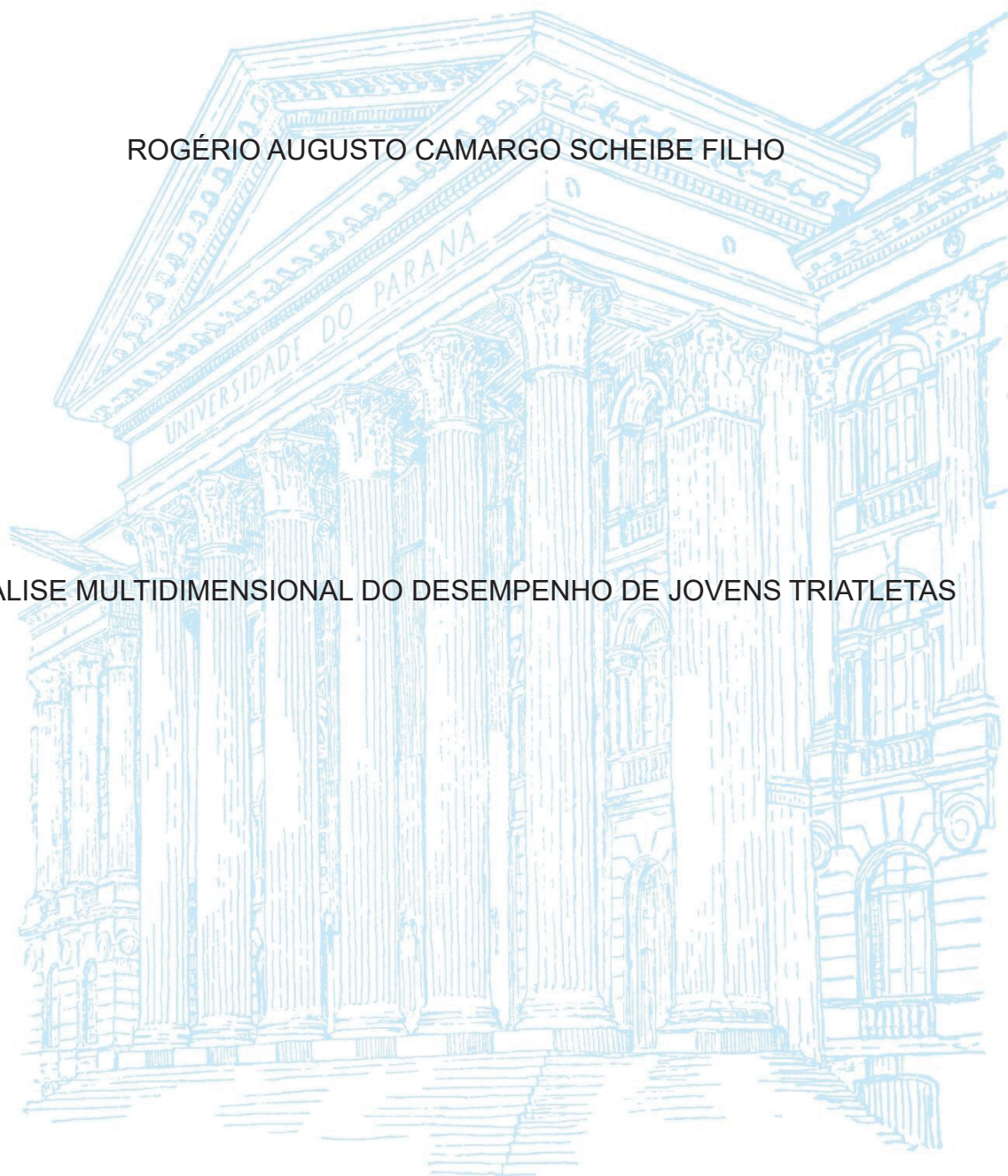


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ROGÉRIO AUGUSTO CAMARGO SCHEIBE FILHO

ANÁLISE MULTIDIMENSIONAL DO DESEMPENHO DE JOVENS TRIATLETAS



CURITIBA

2025

ROGÉRIO AUGUSTO CAMARGO SCHEIBE FILHO

ANÁLISE MULTIDIMENSIONAL DO DESEMPENHO DE JOVENS TRIATLETAS

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Raul Osiecki

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Scheibe Filho, Rogério Augusto Camargo
Análise multidimensional do desempenho de jovens triatletas /
Rogério Augusto Camargo Scheibe Filho. – Curitiba, 2025.
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná,
Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em
Educação Física.
Orientador: Prof. Dr. Raul Osiecki.

1. Triatlo. 2. Desempenho atlético. 3. Antropometria. 4. Atletas.
I. Osiecki, Raul, 1965-. II. Universidade Federal do Paraná. Setor
de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em
Educação Física. III. Título.

Bibliotecária: Giana Mara Seniski Silva. CRB-9/1406



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO FÍSICA -
40001016047P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de ROGÉRIO AUGUSTO CAMARGO SCHEIBE FILHO, intitulada: **ANÁLISE MULTIDIMENSIONAL DO DESEMPENHO DE JOVENS TRIATLETAS**, sob orientação do Prof. Dr. RAUL OSIECKI, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 24 de Setembro de 2025.

Assinatura Eletrônica

25/09/2025 16:05:05.0

RAUL OSIECKI

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

24/09/2025 16:18:53.0

HÉLCIO ROSSI GONÇALVES

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA)

Assinatura Eletrônica

25/09/2025 09:06:24.0

JULIO CESAR BASSAN

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

Um trabalho acadêmico, denso e levado a sério, não nasce apenas de uma mente e não é executado apenas por duas mãos. Desde a concepção, o meu sonho de realizar um mestrado passou pelo apoio de um amigo e orientador Professor Doutor Raul Osiecki, ao qual devo total gratidão.

Registro ainda meus sinceros agradecimentos aos colegas do laboratório CEPEFIS, Cleonir Caldeira Junior, Francielle Joyce Fuckner Leonel, José Patrick Rogeris Araújo de Oliveira, Johnny Kleber Ferreira da Silva, Piero Rodigheri, Thiago Alexandre Barbosa e Vinícius Fortunato Silva Pinto, sem os quais não teria sido possível cumprir prazos, superar desafios e encontrar as respostas que buscava.

Faço também menção especial aos colegas do laboratório Multifuncional. Como são muitos, e para não correr o risco de omitir ninguém, refiro-me a todos como grupo CECOM, os quais contribuíram, direta ou indiretamente, para uma jornada difícil, trabalhosa, porém extremamente satisfatória.

Por fim, e talvez mais importante, minha gratidão à minha família. Àqueles que me apoiaram desde o início deste sonho, durante incontáveis dias de trabalho, oferecendo o suporte completo para que eu chegasse até aqui. À minha esposa, Camila, e ao nosso querido filho, Luigi: obrigado por fazerem parte desta conquista!

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

O triatlo é um esporte que combina natação, ciclismo e corrida nessa ordem e em uma única competição, com diferentes distâncias regulamentadas pela World Triathlon (WT). No Brasil, a Confederação Brasileira de Triathlon (CBTri) segue tais regulamentações, porém, permitindo que atletas ingressem no alto rendimento a partir dos 14 anos em competições na distância *sprint* (750 m natação, 20 Km de ciclismo e 5 Km de corrida).

A relação entre desempenho e cada modalidade no triatlo varia entre os eventos e as distâncias da competição. Na *sprint*, a natação tem menor associação com o resultado final, mas influencia o posicionamento para o ciclismo, que se destaca como a modalidade mais relevante para o desempenho final. A corrida, embora essencial, apresenta achados conflitantes sobre sua influência no resultado final. Além disso, as transições, que são os momentos de trocas de modalidade (T1 - natação para ciclismo e T2 - ciclismo para a corrida), apesar de curtas, têm impacto significativo na classificação. Sob esse contexto, esse estudo buscou investigar os principais preditores de desempenho competitivo em triatletas adolescentes (categoria *youth*), analisando variáveis antropométricas, fisiológicas e de desempenho em uma prova simulada de triatlo *sprint*. Foram aplicadas análises estatísticas como correlação de Pearson e modelos de regressão linear simples e múltipla. Embora características como baixo percentual de gordura e segmentos corporais longos sejam tradicionalmente associados ao bom desempenho, a homogeneidade dos participantes reduziu a força dessas variáveis. Ainda assim, detalhes da composição corporal, como somatório de dobras cutâneas nos membros inferiores e medidas de panturrilha e coxa, apresentaram associação com a performance, especialmente na corrida. Isso sugere que, mesmo em grupos homogêneos, pequenas variações na distribuição de gordura corporal podem impactar significativamente o resultado. Do ponto de vista fisiológico, o triatlo *sprint* exige esforços próximos ao limiar anaeróbio (LT₂), com elevações nos níveis de lactato principalmente na natação inicial e ao longo do ciclismo e corrida. Dentre os marcadores analisados, o VO_{2máx} apresentou correlação positiva com o desempenho, mas foi a velocidade crítica (VC_r) na corrida que mais se destacou como preditor do tempo total ($r = -0,854$), com impacto também sobre o tempo de corrida e outros indicadores. Outro fator relevante foi a percepção subjetiva de esforço (PSE) em testes longos (como corrida de 10 minutos e o próprio simulado), que mostrou associação direta com o tempo final, evidenciando a importância da tolerância ao esforço e da capacidade volitiva. A análise por modalidade revelou que o ciclismo teve o maior impacto estatístico no tempo total ($\beta = 0,644$), seguido pela corrida ($\beta = 0,195$) e pela natação ($\beta = 0,154$). A transição T1 também demonstrou influência no desempenho geral ($\beta = 0,116$), enquanto a T2 não apresentou relevância estatística. Modelos de regressão múltipla reforçaram a centralidade das variáveis técnicas e de resistência específica. A combinação entre VC corrida e o índice técnico da natação explicou mais de 80% da variância do tempo total da prova ($R^2 = 0,827$), indicando a relevância da eficiência técnica aliada à capacidade fisiológica. Modelos mais complexos, com múltiplas variáveis, foram descartados por apresentarem colinearidade, apesar dos altos R^2 ($>0,95$). Esses achados sugerem que intervenções específicas voltadas para a técnica de nado, o desenvolvimento da velocidade crítica de corrida e o controle da composição corporal (membros inferiores) podem ser estratégias eficientes de melhoria do desempenho.

Testes simples de campo, como a corrida de 2 km e avaliações técnicas da natação, mostraram-se úteis para monitorar jovens triatletas.

Palavras-chave: Triatlo; Desempenho esportivo; Fisiologia do Exercício; Antropometria; Jovens atletas.

ABSTRACT

Triathlon is a sport that combines swimming, cycling, and running in that order within a single competition, with various race distances regulated by World Triathlon (WT). In Brazil, the Brazilian Triathlon Confederation (CBTri) adheres to these regulations but allows athletes to enter high-performance categories from the age of 14 in sprint distance events (750 m swim, 20 km cycle, and 5 km run). The relationship between performance and each discipline in triathlon, varies depending on the event and the competition distance. In sprint races, swimming shows the weakest correlation with the overall result but plays a key role in determining position for the cycling leg, which typically emerges as the most decisive discipline for final performance. Running, although essential, presents conflicting findings regarding its influence on the final result. Moreover, transitions, the moments of shifting from one discipline to another (T1: swim to bike, and T2: bike to run), despite their short duration, have a significant impact on race rankings. Given the scenario, the present study aimed to investigate the main predictors of competitive performance in adolescent triathletes (youth category), analyzing anthropometric, physiological, and performance variables collected during a simulated sprint triathlon. Statistical analyses included Pearson correlations and simple and multiple linear regression models. Although characteristics such as low body fat percentage and longer limb segments are traditionally associated with better performance, the homogeneity of the participants in this sample reduced the predictive power of these variables. Nonetheless, specific aspects of body composition, such as the sum of skinfold thicknesses in the lower limbs and calf and thigh measurements, showed associations with performance, particularly in the running segment. This suggests that even within homogeneous groups, small variations in body fat distribution may significantly influence outcomes. From a physiological perspective, sprint triathlon demands efforts close to the anaerobic threshold (AT), with elevated lactate levels especially during the initial swim and throughout the cycling and running segments. Among the markers analyzed, maximal oxygen uptake ($VO_{2\text{máx}}$) showed a positive correlation with performance. However, critical velocity (CV) in running stood out as the most robust predictor of overall race time ($r = -0.854$), also impacting running split time and other indicators. Another relevant factor was the rating of perceived exertion (RPE) during long tests (e.g., 10-minute run and the simulated race), which was directly associated with final race time, highlighting the importance of effort tolerance and volitional capacity. Discipline-specific analysis revealed that cycling had the greatest statistical impact on total race time ($\beta = 0.644$), followed by running ($\beta = 0.195$) and swimming ($\beta = 0.154$). The T1 transition also influenced overall performance ($\beta = 0.116$), while T2 showed no statistically significant effect. Multiple regression models reinforced the centrality of technical and sport-specific endurance variables. The combination of running CV and a swimming technical index explained over 80% of the variance in total race time ($R^2 = 0.827$), underscoring the relevance of technical efficiency coupled with physiological capacity. More complex models including multiple variables were excluded due to collinearity, despite high R^2 values (>0.95). These findings suggest that targeted interventions focusing on swimming technique, development of running critical velocity, and management of body composition (particularly in the lower limbs) may be effective strategies for performance enhancement. Simple field tests, such as the 2 km run and technical swimming evaluations, proved useful for monitoring young triathletes.

Keywords: Triathlon; Sports Performance; Exercise Physiology; Anthropometry; Youth Athletes.

LISTA DE FIGURAS

Figure 1: Desenho experimental	30
Figure 2: Smart Cyclotronics	36
Figure 3: Golden Cheetah	36
Figure 4: Polar H10	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: PERFIL DE POTÊNCIA.....	26
TABELA 2: CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA	29
TABELA 3: CORRELAÇÃO ENTRE OS TESTES NA NATAÇÃO, ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	41
TABELA 4: CORRELAÇÃO ENTRE OS TESTES NO CICLISMO ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	43
TABELA 5: CORRELAÇÃO ENTRE OS TESTES NA CORRIDA, ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL	44
TABELA 6: CORRELAÇÃO ENTRE OS TESTES DE NATAÇÃO E O SIMULADO DE COMPETIÇÃO	46
TABELA 7: CORRELAÇÃO ENTRE TESTES DE CORRIDA E SEGMENTOS DO SIMULADO DE COMPETIÇÃO	48
TABELA 8: ASSOCIAÇÕES ENTRE TESTES FISIOLÓGICOS E OS SEGMENTOS DO SIMULADO	49
TABELA 9: ASSOCIAÇÕES ENTRE VO2 MÁXIMO E OS TESTES DAS MODALIDADES	51
TABELA 10: REGRESSÕES MÚLTIPLAS.....	53
TABELA 11: DADOS PADRONIZADOS ENTRE TEMPO TOTAL E O TEMPO DAS MODALIDADES NO SIMULADO	54
TABELA 12: DADOS ANTROPOMÉTRICOS DOS ATLETAS.....	72
TABELA 13: DADOS FUNCIONAIS E FISIOLÓGICOS DOS ATLETAS	73
TABELA 14: VARIÁVEIS DOS TESTES DE NATAÇÃO.....	74
TABELA 15: VARIÁVEIS DOS TESTES DE CICLISMO	74
TABELA 16: VARIÁVEIS DOS TESTES DE CORRIDA.....	75
TABELA 17: DADOS OBTIDOS NO TRIALO SIMULADO	75

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AB	- Abdominal
ANT ⁺	- Advanced and Adaptive Network Technology
AXM	- Axilar média
BMS	- Optima Biomechanics Measurement
CB	- Comprimento de braçada
CBTri	- Confederação Brasileira de Triathlon
CEPEFIS	- Centro da Performance física
cm	- Centímetros
CONEP	- Conselho Nacional de Ética em Pesquisa
CV	- Coeficiente de variação
CXM	- Coxa medial
d	- Distância percorrida
DP	- Desvio padrão
FB	- Frequência de braçadas
FC	- Frequência cardíaca
FC _{máx}	- Frequência cardíaca máxima
FTP	- Potência no limiar anaeróbio
H ⁺	- Íons de hidrogênio
Kj	- Quilo joules
L1	- Primeiro limiar
LTG	- Limiar de troca gasosas
LT ₂	- Limiar anaeróbio ou segundo limiar
m	- Metros
m/s	- Metros por segundos
MLSS	- Máximo estado estável do lactato
mm	- Milímetros
mmol.L ⁻¹	- Milimol por litro
n/s	- Não significativo
O ₂	- Oxigênio
PAM	- Potência aeróbia máxima
PanM	- Potência anaeróbia máxima

PC - Potência Crítica
PE - Peitoral
PM - Potência Máxima
PP - Potência Pico
PS - Potência de Salto
PTM - Panturrilha Medial
QR - Coeficiente respiratório
rpm - Rotações por minuto
S6D - Soma das seis dobras
SB - Subescapular
SCM - Salto em contra movimento
SDI - Soma das dobras de membros inferiores
SDS - Soma das dobras de membros superiores
SDT - Soma das dobras do tronco
SI - Supra ilíaca
t - Tempo
T1 - Transição um
T2 - Transição dois
TR - Tricipital
UFPR - Universidade Federal do Paraná
VC - Velocidade crítica
VC_r - Velocidade crítica de corrida
VC_s - Velocidade crítica de natação
VE - Ventilação por minuto
VLT₂ - Segundo limiar ventilatório
VN - Velocidade de nado
VO₂ - Volume de oxigênio
VO_{2máx} - Consumo máximo de oxigênio
W - Watts
W/Kg - Watts por quilograma
WMA - World medical Association
WT - World Triathlon

LISTA DE SÍMBOLOS

- © - Copyright
- ® - Marca registrada
- Σ - Somatório
- % - Porcentagem
- § - Diferença significativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 OBJETIVOS	20
1.1.1 Objetivo Geral	20
1.1.2 Objetivos Específicos	20
1.2 JUSTIFICATIVA	21
2 REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1 LIMIARES DE TRANSIÇÕES FISIOLÓGICAS	21
2.2 CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO	22
2.3 POTÊNCIA CRÍTICA (PC) E VELOCIDADE CRÍTICA (VC)	23
2.4 CICLISMO	24
2.5 ANTROPOMETRIA	26
2.6 POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES	27
3 MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1 CARACTERÍSTICA DA PESQUISA	28
3.2 LOCAL DE PESQUISA	28
3.3 CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA	29
3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	30
3.5 DESENHO EXPERIMENTAL	30
3.6 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	30
3.7.1 Massa corporal	31
3.7.2 Estatura	31
3.7.3 Perimetria e comprimento	31
3.7.4 Dobras cutâneas	33
3.8 CONSUMO MÁXIMO DE O ₂ E LIMIARES DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICAS	34
3.8.1 Consumo máximo de oxigênio	34
3.8.2 Limiares de transição	34
3.8.3 Velocidade Crítica	35
3.9 POTÊNCIA NO CICLISMO	35
3.9.1 Equipamentos	35
3.9.2 Perfil de potência	36
3.10 VELOCIDADE CRÍTICA E ÍNDICES DE NATAÇÃO	37
3.10.1 Velocidade crítica na natação	37
3.10.2 Frequência de braçadas, Comprimento de braçadas e índices técnicos	38

3.11 POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES	38
4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
6 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE	64
APÊNDICE A - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	64
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- PAIS E/OU RESPONSÁVEL LEGAL	68
APÊNDICE C – TABELAS DESCRITIVAS DAS VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, FISIOLÓGICAS, FUNCIONAIS E DE DESEMPENHO	72

1 INTRODUÇÃO

O triatlo é um esporte, que advém da união de três outras modalidades praticadas continuamente, sem interrupções desde a largada até a linha de chegada. As distâncias oficiais variam conforme as categorias, sendo as mais comuns a *standard*, *sprint* e *super-sprint*. Na distância *standard*, a competição pode durar entre 120 e 140 minutos (1500m natação, 40Km de ciclismo e 10 Km de corrida). Já a prova *sprint*, que tem a metade das distâncias, duram cerca de 50 e 70 minutos, por último a prova *super-sprint*, como duração perto de 20 minutos e distância aproximadamente metade das provas *sprint* (QUAGLIAROTTI et al.,2022; VAN SCHUYLENBERG et al., 2004).

A *World Triathlon* (WT), Federação Internacional da modalidade, regula as normas do esporte, incluindo as distâncias oficiais, normas de competição, idade mínima dos atletas para competir em diferentes distâncias e outros aspectos organizacionais. A Confederação Brasileira de Triathlon (CBTri), segue as determinações da WT, apesar da possibilidade de ajustes regionais, conforme orientações da WT. A idade competitiva do atleta é definida com base na sua idade em 31 de dezembro do ano da competição, influenciando sua classificação etária e as distâncias que pode disputar (“World Triathlon Competition Rules”, 2024).

No Brasil, os atletas podem experimentar o alto rendimento a partir dos 14 anos de idade, quando iniciam as competições na distância *sprint*, na categoria *youth* (14 a 15 anos), ou seja, o atleta poderá competir em provas junto dos atletas mais experientes, ter a sua classificação final dentro da categoria de idade e compreender se deseja ou não continuar no alto rendimento (FERRIZ-VALERO et al., 2020; SADEGHI; SAZVAR, 2018). A idade competitiva do atleta é definida com base na sua idade em 31 de dezembro do ano da competição, influenciando sua classificação etária e as distâncias que pode disputar (“World Triathlon Competition Rules”, 2024).

Na distância *sprint* a natação corresponde entre 15 e 19% do tempo total da prova (8 a 16 minutos), o ciclismo representa algo entre 48 e 54% (30 a 50 minutos), a corrida corresponde de 25 a 31% (15 a 24 minutos) e as transições, momentos de troca de modalidades, representam entre 0,8 e 1,5% do tempo total (56 a 89 segundos) (ANTA et al., 2008).

Cada modalidade influencia o resultado final de maneiras diferentes. A natação, por exemplo, não parece ter uma grande associação com o resultado de podium em atletas dos dois sexos no *sprint* triatlo, todavia, há sim relação com o posicionamento inicial no ciclismo. Uma natação ruim pode comprometer a performance global, uma vez que os atletas se distanciam de um grupo competitivo no ciclismo (OLAYA et al., 2021; SOUSA et al., 2021). No entanto, na distância standard, a natação apresenta maior associação com o resultado final (FERNÁNDEZ-REVELLES et al., 2018; SCORCINE, 2017; SOUSA et al., 2021).

O trabalho de Chesher et al., (2022), vai um pouco além da relação da modalidade natação, e afirma que o atleta que passar a primeira boia, bem posicionado dentro do primeiro grupo de atletas, é um fator determinante para o atleta se manter competitivo. Fato corroborado por Vleck et al., (2008), que mostram a importância dos primeiros 222m da natação, os quais correlacionam-se com a posição final na natação e na corrida em homens ($r = -0,880$ e $-0,420$, ambos $p < 0,010$) e mulheres ($r = -0,970$ e $-0,490$, ambos $p < 0,010$).

O ciclismo, segundo Sousa et al., (2021) e Olaya et al., (2021) é a modalidade com maior peso no resultado final das provas *sprint*, mas também pode ser a modalidade mais importante para as atletas mulheres de provas *standard* (SCORCINE, 2017). O formato das provas exige grande variação de ritmos e picos de potência, fato relevante para se treinar, avaliar e preparar os atletas (BERNARD et al., 2009; CEJUELA; ARÉVALO-CHICO; SELLÉS-PÉREZ, 2024; ETXEBARRIA et al., 2021).

A corrida certamente tem seu peso no resultado final, todavia, os achados ainda são conflitantes. Enquanto Sousa et al., (2021), apontam que a corrida tem sua relevância, mas o ciclismo tem maior associação. Na prova dos Jogos de Londres 2012, o segmento da corrida revelou grande associação com o resultado final, com um resultado de correlação de Spearman de 0,913 (FERNÁNDEZ-REVELLES et al., 2018). O trabalho de Olaya et al., (2021), os autores relatam que realmente a corrida não tem grande associação com podium, todavia, a modalidade se relaciona sim com a posição final do atleta na prova.

As transições, momentos das trocas das modalidades, apesar de relativamente rápidas, podem interferir no resultado final. A primeira transição (natação - ciclismo), é

chamada de transição 1 (T1) e a transição (ciclismo - corrida) a é chamada de transição 2 (T2). Estudos indicam que em provas mais curtas as transições têm um peso maior (CEJUELA et al., 2013). Em particular a T2, que ao ser bem executada pode ser um fator decisivo para um bom resultado (PIACENTINI et al., 2019).

Do ponto de vista fisiológico, o triatlo envolve diferentes zonas de intensidade para cada modalidade. Durante a competição, a frequência cardíaca se mantém próxima ao segundo limiar (LT_2) (O'TOOLE; DOUGLAS, 1995). Embora a mensuração da concentração de lactato em prova seja limitada, estudos apontam valores próximos a 7,2 mmol.L⁻¹ ao final de provas na distância olímpica

Segundo Anta (2008), durante uma competição na distância *sprint* os fatores fisiológicos para o sucesso esportivo são: “conseguir elevar o limiar anaeróbio do atleta por consequência chegar a um estado estável de lactato em um patamar de desempenho significativo, um consumo máximo de oxigênio alto e um bom desenvolvimento da potência e capacidade anaeróbias lácticas para os momentos decisivos da competição”.

Associar o desempenho esportivo com a morfologia corporal é comum em diversas modalidades (LANDERS et al., 2000). No triatlo, os estudos apontam uma relação significativa entre a performance e o baixo percentual de gordura, além de segmentos corporais longos (braços, pernas e mãos) (ACKLAND et al., 1998; CUBA-DORADO; ÁLVAREZ-YATES; GARCÍA-GARCÍA, 2022), relatam que atletas *youth* tendem a ter um menor volume de massa muscular, quando comparado com atletas adultos e por isso devem ser estudados de forma exclusiva. Além disso, outras pesquisas apontam uma falta de associação entre o desempenho e a antropometria no triatlo (BRUNKHORST; KIELSTEIN, 2013).

A partir da análise bibliográfica, a temática tem relevância científica, uma vez que o esporte triatlo é novo e ainda passa por ajustes nos seus formatos competitivos. Compreender os fatores que influenciam o desempenho não apenas auxilia na seleção de novos talentos, mas também pode direcionar o planejamento do treinamento e a escolha das distâncias competitivas mais adequadas. Dessa forma, a análise de características fisiológicas e antropométricas pode sugerir se um atleta tem maior aptidão para provas mais curtas ou se seu perfil favorece o desempenho futuro na distância *standard*, contribuindo para um desenvolvimento esportivo mais eficiente e estratégico.

Dessa forma esse estudo procurou elucidar a seguinte questão de pesquisa: existem relações entre variáveis fisiológicas, motoras e antropométricas com o resultado em competições reais de jovens triatletas?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar as influências das variáveis fisiológicas, antropométricas e motoras no desempenho de jovens triatletas em competições de triatlo de curta distância (*sprint*).

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar a relação entre os parâmetros avaliados em testes específicos na natação e o desempenho dos atletas em competição real dentro da própria modalidade (natação), no resultado final e ainda nos resultados do ciclismo, da corrida e das transições;
- Investigar a associação entre os parâmetros das avaliações específicas de ciclismo e o desempenho dos atletas em competição real dentro da própria modalidade (ciclismo), no resultado final, no desempenho da corrida e na transição;
- Examinar a relação entre os parâmetros das avaliações de corrida e o desempenho dos atletas em competição real dentro da própria modalidade (corrida), e no resultado final da competição;
- Verificar a influência da potência de membros inferiores (plataforma de força) no desempenho dos atletas no resultado final de uma competição real e no desempenho de cada uma das modalidades (natação, ciclismo e corrida);
- Verificar a influência das variáveis antropométricas no desempenho dos atletas no resultado final de uma competição real e no desempenho de cada uma das modalidades (natação, ciclismo e corrida).

1.2 JUSTIFICATIVA

Dado a contextualização acima e a falta de trabalhos tanto a nível mundial (CUBA-DORADO et al., 2021; CUBA-DORADO; ÁLVAREZ-YATES; GARCÍA-GARCÍA, 2022) quanto regional, em um esporte olímpico e de complexas demandas fisiológicas, técnicas e táticas (ACKLAND et al., 1998; ANTA et al., 2008; CANDA et al., 2014; OLAYA et al., 2021; SCHABORT et al., 2000) torna-se fundamental a realização de estudos que busquem compreender mais profundamente os fatores determinantes de performance em jovens triatletas. Além disso, no contexto brasileiro, há uma carência de investigações que abordem o desenvolvimento de jovens triatletas, o que justifica a necessidade de estudos para o avanço científico no esporte.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 LIMIARES DE TRANSIÇÕES FISIOLÓGICAS

A literatura traz dois pontos de transições fisiológicas, os quais dividem as intensidades em três domínios: o moderado, o pesado e o severo. Segundo essa proposta, pode-se demarcar dois pontos de deflexão da cinética do VO_2 , os quais dividem as três zonas de intensidade fisiológicas (SEILE; TØNNESSEN, 2009; WELLS; NORRIS, 2009)

Nomeia-se esses dois pontos como primeiro limiar e segundo limiar de transição fisiológicas. No primeiro limiar tem-se a transição dos domínios moderado para o pesado e no segundo ponto a transição entre os domínios pesado para o severo. O domínio moderado do exercício é conceitualizado com os trabalhos feitos numa intensidade em que não se observa um aumento constante da concentração de lactato, ou seja, abaixo do segundo limiar ou limiar anaeróbico (LT_2) (GAESSER; POOLE, 1996; JONES et al., 2019; SEILE; TØNNESSEN, 2009).

Além dessa característica, o domínio moderado apresenta uma dinâmica do consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$) em que se observa aumento inicial do consumo de oxigênio (VO_2) e em seguida um novo platô ou um estado estável até chegar ao limite

superior, que é pontuado por um limiar de trocas gasosas (LTG) ou primeiro limiar (L1) (ESTEVE-LANAO et al., 2007; JONES et al., 2019; WELLS; NORRIS, 2009).

Já o domínio pesado tem como característica um aumento da produção de íons de hidrogênio (H^+) acima dos valores estáveis do domínio moderado, todavia, ainda observamos uma taxa de tamponamento acima da produção de ácido láctico e, portanto, há um novo momento de estabilidade, que pode chegar a um estado máximo estável do lactato (MLSS). No limite superior do domínio pesado encontramos o segundo limiar ventilatório (VLT_2) ou segundo limiar (LT_2), acima desse momento e a quebra desse estado estável, caracteriza a entrada no domínio severo (GAESSER; POOLE, 1996; JONES et al., 2019).

Do ponto de quebra na entrada do domínio severo, podemos encontrar a velocidade crítica (VC) ou a potência crítica (PC) e dali em diante, como o aumento da carga de trabalho observa-se um aumento nas concentrações de lactato e aumento do consumo de oxigênio até a chegada ao $VO_{2máx}$ (JONES et al., 2019; JONES; DOUST, 1996).

2.2 CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO

O VO_2 é uma medida de consumo de oxigênio, ou seja, a captação, transporte e utilização de oxigênio (O_2). Já o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) é o maior consumo de oxigênio em exercícios de alta intensidade e com esta mensuração pode-se identificar a aptidão cardiorrespiratória dos indivíduos. A literatura mostra quatro fatores, que podem ser limitantes para o desenvolvimento do $VO_{2máx}$. O Débito cardíaco, o débito cardíaco máximo, a capacidade de transporte O_2 e a capacidade de difusão pulmonar (Howley et al., 1995).

A condição física aeróbia está diretamente relacionada ao sucesso em esportes de resistência. Diversos estudos destacam a relevância do $VO_{2máx}$ no desempenho esportivo, sugerindo que seu valor relativo à massa corporal do indivíduo é um fator determinante (CUBA-DORADO; ÁLVAREZ-YATES; GARCÍA-GARCÍA, 2022; VAN SCHUYLENBERG et al., 2004). Por exemplo, segundo (LAURENSEN; FULCHER;

KORKIA, 1993) triatletas de nível internacional apresentam valores em torno de 80 ml/kg/min de VO_2 relativo.

Entretanto, o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ não é o único fator que influencia o desempenho no triatlo. Coyle et al. (1988) afirmam que ciclistas com valores similares da potência aeróbia máxima podem ter desempenho diferentes e a relação contrária também pode ser observada. Esse fato corrobora com as afirmações de Anta (2008) e O'Toole (1995), acerca da importância do LT_2 .

Barker (2010) relata que a literatura traz em jovens tanto atletas como não atletas, a possibilidade de não se observar um platô característico para identificação do $\text{VO}_{2\text{máx}}$. Para tal, alguns autores sugerem análise dos parâmetros secundários com o coeficiente respiratório (QR) $\geq 1,00$. Todavia, isso não é um consenso na literatura e os testes recomendados são progressivos máximo ou com protocolos de rampa e ou velocidade.

2.3 POTÊNCIA CRÍTICA (PC) E VELOCIDADE CRÍTICA (VC)

A PC e VC são conceitos muito similares, porém, na literatura os primeiros trabalhos falavam sobre PC. Foi definida por (MONOD; SCHERRER, 1965) como a trabalho máxima que pode ser mantida sem exaustão em um longo período. Ou seja, uma relação linear foi encontrada entre taxas de trabalho e a duração do trabalho.

Trabalhos com nadadores exploraram a VC, os autores sugerem o uso de uma regressão linear da curva entre as distâncias (d) nadadas e o tempo (t) em segundos para finalizar as distâncias. Alguns trabalhos mostram uma grande correlação dessa VC com o máximo estado estável do lactato (WAKAYOSHI et al., 1992a) . Ou seja, uma relação entre a transição dos domínios pesado e severo, momento de profundos desequilíbrios metabólicos (JONES et al., 2019; POOLE et al., 2016).

Dessa forma os trabalhos realizados nos domínios pesados, acontecem de uma maneira estável em relação a fisiologia e podem ser mantidos por longos períodos. Já os trabalhos acima do domínio pesado, ao entrar no domínio severo, os atletas podem estar trabalhando perto ou no $\text{VO}_{2\text{máx}}$, e dessa maneira chegar à exaustão pelo desequilíbrio fisiológico (GAESSER; POOLE, 1996; POOLE et al., 2016; WAKAYOSHI et al., 1992a). No triatlo pode-se usar os conceitos de PC/VC nas três modalidades, pois existem

trabalhos mostrando a correlação da VC/PC com o desempenho (BLACK et al., 2014; KOLBE et al., 1995; WAKAYOSHI et al., 1992a).

2.4 CICLISMO

No ciclismo, é comum a avaliação de diferentes parâmetros de potência gerada em watts (W), como a potência pico (PP), potência aeróbica máxima (PAM), potência no limiar anaeróbio (FTP) e potência anaeróbica máxima (PAnM) (BERNARD et al., 2009; ETXEBARRIA et al., 2014; HAWLEY; NOAKES, 1992).

Dada a dinâmica atual das provas, especialmente no triatlo olímpico com vácuo permitido, variáveis como sprints curtos (~6 segundos) e a PAM ganham relevância. Bernard et al. (2009) observaram, em homens, potências máximas de $942,8 \pm 119,2$ W ou $14,2 \pm 2,0$ W/kg, e em mulheres, $676,7 \pm 126$ W ou $12,3 \pm 1,8$ W/kg durante sprints máximos de 6 segundos.

Além disso, os autores reportaram que, durante a prova, os atletas passaram cerca de 15% do tempo entre o FTP (VT2) e a PAM, e 17% do tempo acima da PAM. Deste tempo acima da PAM, aproximadamente 5,5% ocorreram acima de 60% da PAnM, refletindo esforços supra máximos como ataques e acelerações. Importante notar que o artigo não relata tempo significativo acima da potência pico absoluta (MAnP), sendo fisiologicamente improvável manter tais intensidades por mais que alguns segundos (BERNARD et al., 2009).

Outros estudos reforçam a limitação de se analisar apenas o FTP. Etxebarria et al. (2014) e Sousa et al. (2021) encontraram evidências de que atletas de elite podem manter intensidades elevadas por tempos consideráveis, como 18% do tempo acima do limiar anaeróbico, destacando a necessidade de considerar a variabilidade de potência durante competições reais.

O trabalho de Bernard et al. (2009) também ressalta a importância de se analisar a distribuição de potência em situações de corrida com intensidade variável, diferente do modelo tradicional de esforço constante. A análise de 10 triatletas de elite no evento-teste dos Jogos Olímpicos de Pequim (2008) mostrou a seguinte distribuição de tempo nas zonas de intensidade: $51 \pm 9\%$ abaixo do primeiro limiar (domínio moderado), $17 \pm 6\%$

entre o primeiro e segundo limiar (domínio pesado), $15 \pm 3\%$ na zona de PAM (domínio severo), e $17 \pm 6\%$ acima da PAM.

Achados de outros autores mostram que a variação da potência, influenciada pelos trechos técnicos dos circuitos do triatlo é a principal característica nas provas internacionais de curta distância. Os autores ainda afirmam que os resultados do estudo sugerem que os triatletas mais bem adaptados a esforços intermitentes de alta intensidade apresentam melhor desempenho no ciclismo em provas internacionais de alto nível (CEJUELA; ARÉVALO-CHICO; SELLÉS-PÉREZ, 2024) .

A Potência Aeróbia Máxima refere-se à capacidade máxima de um indivíduo de realizar trabalho físico utilizando o metabolismo aeróbio. Por ser fortemente relacionada ao $VO_{2máx}$, é geralmente medida através de testes de esforço que avaliam ao mesmo tempo a PAM e o consumo máximo de O_2 (BERNARD et al., 2009)

Ainda segundo Bernard et al. (2009), observou-se forte relação entre a potência anaeróbica máxima (PAnM) e a velocidade de deslocamento dos atletas. Os autores destacam que tanto a potência quanto a capacidade anaeróbia devem ser consideradas, pois são amplamente demandadas em provas de triatlo. Os valores médios observados para a PAnM foram de $942,8 \pm 119,2$ W ($14,2 \pm 2,0$ W/kg) para homens, e $676,7 \pm 124,6$ W ($12,3 \pm 1,8$ W/kg) para mulheres.

QUOD et al., 2010, relatam que devido ao formato das provas de ciclismo, como a influência do vácuo, as táticas e as variações de potência, a comparação entre os testes e laboratoriais e as competições, são “limitadas”. Para isso sugeriram uma análise de perfil de potência associada aos valores encontrados em competições e afirmam, que a metodologia tem grande validade ecológica.

Usando a mesma estratégia de Quod et al. (2010), um trabalho analisando o perfil de potência de triatletas de alto nível internacional e competindo na categoria júnior (17 a 18 anos), analisaram 13 atletas homens. Dessa forma o autor sugere haver a possibilidade de se analisar os atletas e poder comparar os resultados avaliativos para se ter uma associação entre os valores apresentados e valores reais de atletas bem treinados (STEVENS et al., 2019). Os dados encontrados são apresentados na TABELA 1.

TABELA 1: PERFIL DE POTÊNCIA

Homens	Grupo (W)	Grupo (W/Kg)
6''	783 $\pm$ 134	11,9 $\pm$ 1,9
15''	768 $\pm$ 118	11,7 $\pm$ 1,4
30''	609 $\pm$ 101	9,2 $\pm$ 1,1
60''	470 $\pm$ 65	7,2 $\pm$ 0,8
240''	323 $\pm$ 38	4,9 $\pm$ 0,4
600''	287 $\pm$ 34	4,4 $\pm$ 0,4

Fonte: Stevens (2019).

Nota: Média e $\pm$ DP ($p \leq 0,05$).

2.5 ANTROPOMETRIA

O desempenho está intimamente relacionado à morfologia corporal em diversos esportes. Desde a inclusão do triatlo nos Jogos Olímpicos em de 2000, os estudos para determinar os fatores relacionados a performance como as características físicas ficaram em evidência (LANDERS et al., 2000). Os estudos mostram grande relação da performance com o baixo percentual de gordura e segmentos corporais longos (braços para natação e pernas para ciclismo e corrida) e o tamanho dos pés e mãos com influência positiva na natação (CUBA-DORADO; ÁLVAREZ-YATES; GARCÍA-GARCÍA, 2022).

Um detalhe importante ressaltado por Ackland et al. (1998) é que atletas de elite *youth* ou juniores, apresentam menor massa muscular quando comparado aos atletas adultos, o que modifica os resultados dos testes entre os grupos. Outro fator importante é que a performance no triatlo parece não estar relacionada com a antropometria diretamente, esse foi um achado trazido por (BRUNKHORST; KIELSTEIN, 2013).

Cuba et al. (2022), afirma que ainda não há um consenso na literatura acerca das medidas de membros e suas relações com desempenho de triatletas jovens. Todavia, segundo Brunkhorst e Kielstein. (2013), existe uma relação positiva entre tamanho de braços (comprimento: 19.7 $\pm$ 0.7 homens e 18.2 $\pm$ 1.0 mulheres) e pés (tamanho do sapato 43.3 $\pm$ 2.8 homens e 38.3 $\pm$ 1.6 mulheres).

Outro aspecto importante apontado na literatura, é um percentual de gordura baixo, pois parece ser um diferencial importante entre poder ser um atleta de nível

competitivo ou não. O trabalho de Garrido-Chamorro (2012) defende, que como todos os atletas de bom nível possuem um baixo percentual de gordura, a utilização do somatório dobras para fazer o controle específico de esporte cada esporte pode ser uma boa ferramenta. Os autores utilizam as 6 dobras para calcular o somatório das 6 dobras (S6D), somatório das dobras de membro superiores (SDS) somatório das dobras de tronco (SDT) e somatório de dobras de membros inferiores (SDI) (GARRIDO-CHAMORRO et al., 2012; SILVA et al., 2009).

2.6 POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES

Existem trabalhos correlacionando positivamente a força muscular com o desempenho esportivo nas diversas modalidades (AMBROSINI et al., 2021; BLAGROVE et al., 2018; GOLA et al., 2014; MUNIZ-PARDOS et al., 2020; RØNNESTAD et al., 2014; YAMAMOTO et al., 2010). Todavia, nas revisões propostas por diferentes autores como Muniz-Pardos et al. (2020) e Blagrove et al. (2018) os trabalhos mostram que a literatura ainda tem muitas questões em aberto acerca das associações do tema com a modalidade

Os estudos revisados indicam que o salto em contra movimento (SCM) possui potencial para ser utilizado como ferramentas de avaliação da força e potência muscular em atletas de Endurance, incluindo triatletas. Essas avaliações apresentam correlação significativa com o desempenho, especialmente em modalidades de curta distância (GARCÍA-PLINILLOS et al., 2021; GOLA et al., 2014). O SCM, em particular, tem sido utilizado para monitorar a fadiga e a capacidade explosiva durante o treino.

O SCM foi estudado como método para avaliar e monitorar atletas de corrida durante sessões de treino (GARCÍA-PLINILLOS et al., 2021). As pesquisas revelaram que os efeitos de sessões de treino contínuo versus intervalado no desempenho do SCM são controversos. Enquanto alguns estudos relataram reduções na altura do salto após uma maratona (~20%), após um triatlo na distância meio ironman (~23%), outro estudo não encontrou redução na altura do SCM imediatamente após um triatlo simulado de curta distância (DEL COSO et al., 2012, 2013, 2013; GARCÍA-PLINILLOS et al., 2016; NICOL; KOMI; MARCONNET, 2007).

No estudo de (GARCÍA-PLINILLOS et al., 2016) foi observado que o SCM não teve alteração significativa após um triatlo simulado na distância *sprint*, todavia, os atletas mais novos, tiveram uma perda menor em relação aos atletas mais velhos, que participaram do mesmo estudo. Os números alcançados pelos diferentes grupos avaliados (alto rendimento, menor rendimento, mais velhos e mais jovens) não foram claramente descritos, mas observa-se uma variação gráfica menor em relação os atletas de alto rendimento e de baixo rendimento respectivamente.

A média dos saltos ficou em ~ 28 cm na relação dos atletas mais velhos ~34cm para os atletas mais jovens no trabalho de (GARCÍA-PLINILLOS et al., 2016), esses dados estão de acordo com os apresentados por (HAUGEN et al., 2021), que mostraram médias para atletas homens e mulheres de esportes de Endurance em geral respectivamente ~ 35,47 cm e ~ 27,9 cm.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICA DA PESQUISA

Segundo (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2009) a pesquisa apresenta característica transversal, natureza descritiva e de correlação.

3.2 LOCAL DE PESQUISA

A pesquisa aconteceu no laboratório do Centro de Estudos da *Performance* Física (CEPEFIS), na pista de atletismo Universidade Federal do Paraná (UFPR), ambos localizados no Departamento de Educação Física, da UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil.

Na mesma cidade e em uma piscina semiolímpica, foram realizados os testes de natação. O triatlo simulado, na distância *sprint*, foi feito na cidade de Araucária, Paraná, Brasil, local com acesso a uma represa com água com condições de segurança adequadas, local de ciclismo técnico (inclinação média de 4% e alicive acumulado de 273m) e corrida em percurso levemente inclinado.

3.3 CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA

A amostra do estudo foi composta por atletas de triatlo com idade entre 14 e 17 anos, competindo na categoria *youth* do campeonato paranaense de triatlo. Como estratégias para recrutamento, as equipes, escolas, clubes, bem como a federação paranaense de Triathlon receberam convite formal para incentivar os seus atletas a participarem do estudo. A TABELA 2, traz as principais características da amostra em média, desvio padrão ($\pm$ DP) e coeficiente de variação (CV).

TABELA 2: CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

Variável	Unidade	Média	$\pm$ DP	CV (%)
Idade	Anos	15,20	1,23	8,09
Massa	Kg	55,52	9,55	17,21
Estatura	cm	168,78	7,26	4,30
Percentual de Gordura	%	10,05	0,75	7,46
VO _{2máx}	ml/kg/min	69,71	9,14	13,11

Fonte: Autoria própria

Nota: Médias; $\pm$ DP - desvio padrão; CV - coeficiente de variação (CV); Kg- quilogramas; cm – centímetro; VO_{2máx} - consumo máximo de oxigênio.

Cada participante foi informado sobre os procedimentos e os riscos envolvidos no estudo e, em seguida, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A), assim como os responsáveis legais (Apêndice B), conforme a Resolução nº 466/2012, concordando com a participação voluntária no estudo. O estudo foi submetido à aprovação do comitê de ética em pesquisas com seres humanos local da Universidade Federal do Paraná (87500625.2.0000.0102), credenciado pelo Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), em conformidade com a Declaração de Helsinque (World Medical Association WMA, 2013).

O cálculo do tamanho amostral foi realizado a priori utilizando o software G-Power (versão 3.1). Para um tamanho de efeito de 0,45 (alto), um $p < 0,05$, um poder de 50% e uma análise final por regressões lineares, a amostra deve ser 11 participantes. Foram convidados 20 participantes, representando um acréscimo de 80% em relação ao número mínimo desejado. A pesquisa iniciou com 19 sujeitos, porém, no dia do triatlo simulado, com a chegada de uma frente fria (temperatura ambiente ≈ 4 °C e sensação térmica ≈ 0

°C), parte dos responsáveis optou por não autorizar a participação, resultando em n final = 10.

3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Como critério de inclusão os participantes deverão ter no mínimo (1) um ano de prática com participação em provas e não somente em sessões de treinamento, (2) índice técnico de no máximo 90 minutos em uma prova *sprint* com vácuo liberado (VAN SCHUYLENBERG et al., 2004) e (3) idade entre 14 e 17 anos até 31 de dezembro de 2025. Os fatores de exclusão (1) mais de 7 dias sem treinamento ou (2) incapacidade de completar os protocolos de testes ou (3) lesões osteomioarticulares.

3.5 DESENHO EXPERIMENTAL

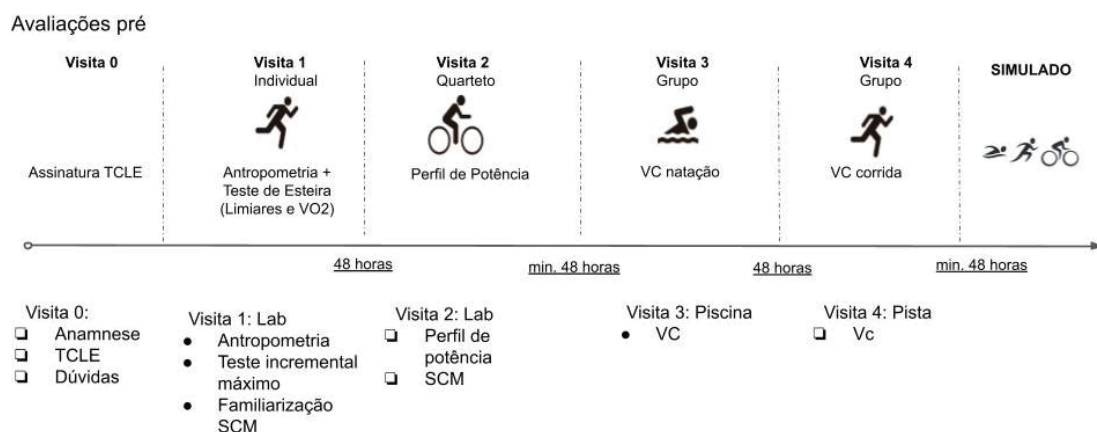


Figure 1: Desenho experimental

3.6 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

As medidas antropométricas seguiram os padrões estabelecidos por ISMAEL et al., 2018; LOHMAN et al., 1998). Os dados foram coletados no primeiro dia de visita ao laboratório, por um profissional de educação física devidamente registrado no conselho regional de educação física.

3.7.1 Massa corporal

A massa corporal foi aferida em uma balança Filizola, (modelo ID1500), com precisão de 100 g, a mensuração foi repetida por duas vezes e como não houve diferença entre as medidas a massa foi anotada após a segunda mensuração. Os atletas usaram apenas sunga para diminuir o máximo possível a interferência de peças de roupas.

3.7.2 Estatura

A estatura foi mensurada com um estadiômetro da marca Welmy (modelo W200/5) com precisão de 0,1 centímetro para mensurar a estatura uma régua de altura fixada na parede (precisão: 1 mm). Os avaliados foram posicionados com o corpo ereto, encostado na parede, cabeça no plano de Frankfurt, calcanhares também encostados e foi pedido uma inspiração máxima com breve apneia. Foram realizadas 3 medidas e o valor de 2 medidas iguais foi considerado a estatura do avaliado.

3.7.3 Perimetria e comprimento

As circunferências e os comprimentos de membros foram aferidos com uma fita métrica de fibra de vidro (precisão: 1 mm). Os avaliados tiveram mensuradas as seguintes circunferências:

- Braço Relaxado: A medida foi realizada no ponto médio entre o processo acromial e o olecrano.
- Braço Contraído: É a medida da maior circunferência perpendicular ao eixo longitudinal do braço relaxado. O avaliado deve estar com o cotovelo a 90 graus, punho alinhado com o antebraço e segurando a região do punho com a mão oposta.
- Peitoral: A fita deve passar pelas escápulas, na altura das 4 costelas, na parte anterior no osso externo e logo abaixo dos braços. A medida deve ser feita ao final de uma expiração normal.

- Coxa Medial: A medida é realizada no ponto médio entre a linha inguinal e a borda proximal da patela.
- Coxa Distal: Medida imediatamente acima da borda superior da patela.
- Panturrilha: É a maior circunferência da panturrilha.
- Cintura: É a menor circunferência entre a última costela e a crista ilíaca.
- Abdômen: A medida é a maior circunferência no nível abdominal. Normalmente acontece de passar por cima da cicatriz umbilical.
- Quadril: É a maior circunferência a nível dos glúteos máximos, em um plano horizontal.
- Ombro: A medida é feita ao final de uma expiração normal. A fita métrica deve estar posicionada abaixo dos acrômios de cada ombro e na passando pelos dois músculos deltoides.

Os comprimentos que foram avaliados serão:

- Comprimento dos braços (ombro-cotovelo): A medida é feita na parte posterior do braço saindo da parte supero lateral até a superfície do processo olecraniano da ulna.
- Comprimento cotovelo-punho: Medida realizada da parte posterior do processo olecraniano da ulna até o ponto máximo distal do processo estilóide do rádio.
- Comprimento antebraço-mãos: A aferição é feita entre o processo olecraniano da ulna e o ponto distal do dedo médio.
- Comprimento das mãos: Usa-se a medida do processo estilóide do rádio e a extremidade distal do dedo médio.
- Altura Tibial: mensurada do côndilo proximal medial da tíbia ao maléolo medial distal.
- Comprimento da coxa: do ponto médio da dobra inguinal e a borda proximal da patela.
- Tamanho dos pés: A medida é obtida do ponto mais posterior do calcanhar até o ponto mais distal do dedo mais longo (geralmente ou o primeiro ou o segundo dedos).

(CUBA-DORADO; ÁLVAREZ-YATES; GARCÍA-GARCÍA, 2022; FREITAS JÚNIOR, 2018; NORTON, 2019).

3.7.4 Dobras cutâneas

As dobras cutâneas foram aferidas com o uso de um adipômetro digital (Cescorf Digital Skinfold Caliper, Cescorf Equipamentos Antropométricos, Brasil), com precisão de 0,1 mm e pressão constante de aproximadamente 10 g/mm² ($\pm 0,2$ g/mm²). As dobras que serão aferidas são:

- Subescapular (SB): A dobra cutânea subescapular está a 1 cm abaixo do ângulo inferior da escápula em orientação oblíqua e seguindo a orientação dos arcos costais.
- Tricipital (TR): Localizada na linha média da região posterior do braço, sobre o músculo tríceps.
- Peitoral (PE): A prega deve ser destacada no sentido diagonal e direcionada para o mamilo. Deve ser marcada o mais próximo possível da linha axilar

Axilar média (AXM): A dobra é localizada na união da linha axilar média com a linha vinda do processo xifoide. A prega é destacada no sentido horizontal.

- Supra ilíaca (SI): O local fica imediatamente superior a crista ilíaca alinhada com a linha axilar média
- Abdominal (AB): A mensuração da dobra é feita a 3 cm ao lado da cicatriz umbilical e a 1 cm inferior da mesma.
- Coxa média (CXM): A localização é na parte anterior da coxa, entre a linha inguinal e o limite proximal da patela.
- Panturrilha medial (PTM): A prega está na parte medial, o avaliado deve estar com o joelho dobrado e perna relaxada. A medida é feita na maior circunferência da panturrilha.

As medidas das dobras foram realizadas conforme o protocolo de Faulkner (1968). Para obter os valores de percentual de gordura, a soma das dobras subescapular tricipital, supra iliaca e abdominal, é inserida na fórmula proposta pelo autor (CANCELA CARRAL; RAMÍREZ FARTO, 2003).

$$\% \text{ Gordura} = ((\text{somatório de dobras}) \times 0,153) + 5,783$$

Além das dobras para mensuração da densidade corporal, foram analisados os somatórios de dobras, que segundo (SILVA et al., 2009) podem ter melhor relação na predição da composição corporal em atletas bem treinados. O trabalho de (GARRIDO-CHAMORRO et al., 2012) sugere usar a soma das dobras cutâneas em triatletas e para tal usar as dobras tricipital (TR), subescapular (SB), supra ilíaca (SI), abdominal (AB), coxa (CX) e panturrilha medial (PTM).

Com esses dados os valores serão analisados conforme o trabalho de (GARRIDO-CHAMORRO et al., 2012). Soma das seis dobras (S6D); soma das dobras de membros superiores (SDS = TR + SB); soma das dobras do tronco (SDT = SI + AB) e soma das dobras de membros inferiores (SDI = CX + PTM).

3.8 CONSUMO MÁXIMO DE O₂ E LIMIARES DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICAS

3.8.1 Consumo máximo de oxigênio

Para análise do consumo máximo de oxigênio, limiares de transição fisiológicas e frequência cardíaca máxima (FC_{máx}), um teste progressivo máximo em esteira foi realizado até fadiga volitiva. Mantendo uma inclinação contínua de 1% para refletir o custo energético da corrida na pista. O teste foi feito em uma esteira rolante (Ibramed®, Super ATL, Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil), consumo de oxigênio foi avaliado utilizando o analisador portátil VO₂ Master Analyzer (VO₂ Master Health Sensors Inc., Vernon, British Columbia, Canadá) e cinta cardíaca Polar H10 (Polar® Electro Oy, Kempele, Finland).

No primeiro momento um aquecimento de 5 minutos, em seguida será realizado um teste incremento máximo. Com início em 8 Km/h e incremento 1 km/h a cada 1 minuto. Foram aferidos de forma contínua a frequência cardíaca (FC), ventilação por minuto (VE), volume de oxigênio (VO₂) (RABITA et al., 1999; UGER; BOUCHER, 1980). O VO_{2máx} foi determinado quando ocorrer um platô na captação de oxigênio (HOWLEY et al., 1995; JONES et al., 1996).

3.8.2 Limiares de transição

A frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) foi definida como o maior valor atingido durante o teste incremental máximo. O limiar anaeróbio ventilatório foi determinado por meio da análise da ventilação (VE) por minuto com o equipamento VO₂ master, conforme descrito por Cheng et al. (1992) e adotado em diretrizes reconhecidas como as do ACSM (2013) e de Powers e Howley (2000).

3.8.3 Velocidade Crítica

Para determinar a VC de corrida (VC_r), os participantes realizaram dois testes de corrida, com distâncias de 1000 m e 2000m em uma pista oficial de atletismo (400 m) (GALBRAITH et al., 2011, 2014). O aquecimento foi padronizado em 5 minutos de corrida livre seguidos por 5 minutos dos exercícios habituais de cada atleta, o intervalo entre estímulos fixo de 30 minutos e a ordem da avaliação inicia com a maior distância e em seguida a menor.

Esse intervalo é suficiente para performance do teste, os participantes foram instruídos a completar cada teste o mais rápido possível e os tempos foram cronometrados em segundos. Então a VC_r foi calculada pela relação distância pelo tempo ($VC = d_2 - d_1 / t_2 - t_1$) e o resultado em metros por segundos (m/s) (GALBRAITH et al., 2014).

3.9 POTÊNCIA NO CICLISMO

3.9.1 Equipamentos

Os testes de ciclismo, utilizaram o *smart trainer* Cyclotronics® (Cyclotronics, Ponta Grossa, Brasil), que permite simular variações de resistência e inclinação, além de fornecer dados precisos de potência por meio de conectividade Bluetooth ou ANT⁺. Para coleta e análise de dados foi usado o software Golden Cheetah (v. 3.6) (Ferriz-Valero et al., 2020; VAN BON; VROEMEN, 2018). Os atletas também foram monitorados com a cinta cardíaca Polar H10 (Polar® Electro Ou, kempele, Finland).



Figure 2: Smart Cyclotronics



Figure 3: Golden Cheetah



Figure 4: Polar H10

3.9.2 Perfil de potência

Os atletas passaram pela avaliação proposta por (QUOD et al., 2010; STEVENS et al., 2019) para análise do perfil de potência. O protocolo inicia com um aquecimento de 10 minutos sugerindo uma potência entre 100 e 200 W, com três esforços livres de 6 segundos a 70, 80 e 90% do esforço máximo, os quais devem ser feitos até o oitavo minuto de aquecimento. Entre os minutos 8 e 10 do aquecimento, os atletas devem se preparar para o início da avaliação, mantendo uma potência constante.

O protocolo consiste em 7 estímulos máximos (6, 6, 15, 30, 60, 240 e 600 segundos) com recuperação ativa de (54, 174, 225, 330, 480 e 600 segundos). Os estímulos de 6 e 15 segundos devem ser máximos enquanto os de 30 a 600 segundos devem ser mantidos de forma auto selecionada. Todos os estímulos serão iniciados com partida dinâmica em cadência próxima a 80 rpm. Durante os períodos de recuperação,

os atletas foram instruídos a pedalar de forma leve/confortável (no artigo utilizou-se ~100 W) (QUOD et al., 2010; STEVENS et al., 2019).

Dos esforços de 6'', pode ser registrada a Potência Máxima (PM), a qual é calculada pelas maiores potências produzidas em 5''. O trabalho total foi calculado somando o trabalho durante cada um dos esforços (6, 15, 30, 60, 240 e 600 segundos) e o resultado fornecido em quilo joules (Kj). A potência produzida durante os esforços de 60, 240 e 600 segundos foram usadas para estimar a potência crítica (PC) em watts (QUOD et al., 2010; STEVENS et al., 2019).

3.10 VELOCIDADE CRÍTICA E ÍNDICES DE NATAÇÃO

3.10.1 Velocidade crítica na natação

Para os testes da natação foram seguidos os protocolos de teste de velocidade crítica (VC) A. VC é definida por (WAKAYOSHI et al., 1992a) como a máxima velocidade de nado que pode ser mantida sem exaustão em um longo período. A expressão da VC acontece pela regressão linear da curva entre as distâncias (d) nadadas e o tempo em segundos (t).

As distâncias consistem em um teste de 200 metros e depois um teste de 400 metros estilo livre começando da água e tocando a parede em uma piscina coberta aquecida de 25 metros (BOTTONI et al., 2011). Antes de cada teste, os atletas realizaram um aquecimento de 400m livres, seguidos por 200m de exercícios técnicos livres e 4 estímulos de 50m na velocidade da melhor marca pessoal nos 400m.

Após o aquecimento os atletas tiveram 8 minutos de descanso passivo antes de conduzir o primeiro estímulo de 200m e um intervalo ativo de 5 minutos e 25 minutos passivos, para então realizar o teste de 400m. (NIKITAKIS et al., 2019). A velocidade crítica de cada atleta será calculada a partir seguinte fórmula $VC = (d_2 - d_1) / (t_2 - t_1)$, onde: Velocidade Crítica (m/s); D1= Distância 1 (200 metros); D2= Distância 2 (400 metros); T2= Tempo dos 400 m em segundos; T1= Tempo dos 200 m em segundos. O resultado foi apresentado em metros por segundo (m/s) (Sousa et al., 2012).

3.10.2 Frequência de braçadas, Comprimento de braçadas e índices técnicos

Os testes foram filmados para posterior análise da frequência braçada (FB) e do comprimento da braçada (CB). A FB é definida pelo número de ciclos de braçadas realizados por minuto (ciclos/min) e o CB é o quanto o atleta se desloca em cada braçada (metros/ciclo). Segundo Cuba et al., (2022), os trabalhos mostram que na média os atletas homens se deslocam por ciclo 1,91 metros por CB nos testes de 400m, enquanto as mulheres 1,02 metros por CB também nos testes de 400m.

Para mensurar do CB realizou-se uma análise dos vídeos. O valor médio de braçadas para nadar cada distância foi usada para o cálculo do comprimento (CB) e da velocidade de nado (VN). Além disso, calculado o índice técnico, multiplicando o VN por CB (VN x CB) (CHOLLET et al., 2000; SCHABORT et al., 2000).

3.11 POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES

Os saltos de contra movimento (SCM), foram avaliados na plataforma de força modelo BSM400600, do sistema AMTI Optima Biomechanics Measurement (BMS), com dimensões de 40x60 cm.

Três tentativas foram realizadas, com um intervalo de 1 minuto entre elas. O melhor desempenho foi considerado para as análises subsequentes. Os atletas foram orientados a executar o SCM calçados, mãos nos quadris, iniciando com uma rápida flexão de joelhos, quadris e tornozelos, seguida de uma extensão explosiva para um salto vertical. Foi orientado a manutenção de uma posição equilibrada com os pés afastados na largura dos quadris e podendo agachar conforme determinarem sua melhor postura. (GARCÍA-PLINILLOS et al., 2016; HAUGEN et al., 2021).

Antes do teste real, os atletas foram orientados a realizar uma sessão de familiarização. A altura do salto foi calculada com base no tempo de voo e peso do sujeito $h = g * t^2/8$ onde: g é a aceleração da gravidade (9,81 m/s) e t é o tempo em segundos. Posteriormente a potência de salto (PS) realizada foi calculada pela fórmula $PS \text{ (watts)} = 60.7 * (\text{altura cm}) + 45.3 * \text{massa corporal (Kg)} - 2055$ (ANICIC et al., 2023; DAL PUPO;

DETANICO; DOS SANTOS, 2012; GARCÍA-PLINILLOS et al., 2016; SILVA-JUNIOR et al., 2011; STEPHEN; SAYERS, 1999).

4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram analisadas 100 variáveis antropométricas, fisiológicas e de desempenho em uma amostra de 10 triatletas adolescentes ($15,2 \pm 1,2$ anos). As variáveis foram apresentadas em média, desvio-padrão ($\pm$ DP) e coeficiente de variação (CV). A verificação da normalidade das distribuições foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk ($\alpha = 0,05$). Para organizar o tratamento estatístico, os dados foram agrupados em blocos temáticos. O Apêndice C apresenta as tabelas descritivas das variáveis antropométricas, fisiológicas, funcionais e de desempenho.

A análise estatística foi conduzida em etapas. Inicialmente, aplicou-se estatística descritiva (média, desvio-padrão e coeficiente de variação). Em seguida, a normalidade dos dados foi testada pelo Shapiro-Wilk. A relação entre variáveis fisiológicas, antropométricas e o desempenho na prova foi explorada por meio de matrizes de correlação de Pearson (r).

Para aprofundar a análise, foram realizadas regressões múltiplas, considerando os coeficientes de regressão (β), valores de significância (p), coeficiente de determinação (R^2) e R^2 ajustado. Nos casos em que se identificou alta correlação entre variáveis ($r > 0,70$), a multicolinearidade foi verificada pelo *Variance Inflation Factor* (VIF). Valores de VIF inferiores a 5 indicaram ausência de colinearidade; entre 5 e 10, atenção; e superiores a 10, forte multicolinearidade. Com base nesses resultados, foram propostas equações de regressão com potencial aplicação prática na avaliação e no monitoramento de triatletas.

Concretizadas as análises de Correlação de Pearson (r) entre as variáveis das medidas antropométricas e composição corporal com o simulado de competição. Logo após as associações entre antropometria e composição corporal com os testes laboratoriais e de campo. Os testes de desempenho por modalidades também foram correlacionados com o desempenho geral no simulado de competição, com o desempenho nas modalidades e modalidades subsequentes.

Marcadores específicos ($VO_{2m\acute{a}x}$; VC; PSE; LT_2), foram correlacionados com o desempenho competitivo de cada modalidade e com o desempenho geral no simulado de competição. A última matriz de correlação foi feita entre o $VO_{2m\acute{a}x}$, por ser o teste padrão ouro em esportes de predominância aeróbia, e os testes de campo específicos das modalidades (LEE; ZHANG, 2021).

Após as análises de Correlação de Pearson, as variáveis de interesse com associação ao desempenho na competição simulada, foram novamente tratadas em modelos de regressão lineares. O tempo total da prova simulada foi utilizado como variável dependente, e as regressões múltiplas foram construídas com base nas variáveis que apresentaram correlação moderada ou forte com o desempenho ($r > 0,6$). Foram verificados os pressupostos de linearidade, homoscedasticidade, independência dos resíduos (Durbin-Watson) e ausência de multicolinearidade (VIF) (Thomas; Nelson; Silverman, 2009).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente realizou-se uma análise de correlação de uma matriz de correlação entre todas as variáveis com o resultado final de competição simulada. A matriz não apontou associações com as variáveis antropométricas e o desempenho em competição simulada, assim como, nas transições (T1 e T2) e nas modalidades durante a competição simulada. A altura do salto vertical e a flexibilidade também não apresentaram correlação significativa com os desempenhos simulados.

As análises da matriz de correlação entre as variáveis antropométricas, composição corporal e de desempenho nos testes de natação de 200 e 400 metros revelou padrões consistentes de associação que contribuem para a compreensão dos fatores determinantes da performance na etapa da modalidade (TABELA 3).

Do ponto de vista morfológico, identificaram-se correlações positivas significativas entre variáveis como massa magra ($r = 0,65$; $p \leq 0,05$) com os índices de desempenho de 200m. Esse achado é importante para o momento de largada de prova e a passagem na primeira boia (Vleck; Burgi; Bentley, 2006). A presença de correlações positivas entre medidas de membros (braços e coxas) e a velocidade média sugere a

importância de características estruturais dos segmentos superiores para a eficiência técnica e geração de força propulsiva na água (CUBA-DORADO; ÁLVAREZ-YATES; GARCÍA-GARCÍA, 2022).

As variáveis de composição corporal também mostraram associações relevantes. As medidas de dobras supra ilíacas se correlacionaram negativamente com a velocidade crítica ($r = -0,68$; $p = 0,032$), sugerindo que a distribuição da gordura corporal em regiões centrais pode comprometer a flutuabilidade e o posicionamento hidrodinâmico (PUCCINELLI et al., 2022).

Em conjunto, os achados reforçam a hipótese de que características antropométricas como massa magra e dimensões dos membros, bem como indicadores de composição corporal, estão diretamente relacionadas ao desempenho na natação. Tais achados, são relevantes no contexto do triatlo, em que a etapa da natação pode influenciar não apenas o desempenho absoluto, mas também na estratégia e economia para os segmentos subsequentes (BARBOSA et al., 2022; LANDERS et al., 2000; OLAYA-CUARTERO et al., 2022).

TABELA 3: CORRELAÇÃO ENTRE OS TESTES NA NATAÇÃO, ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL

	Tempo 200m	Tempo 400m	VC _s (m/s)	Índice 200m	Índice 400m
Quadril	-0,64	-0,72	-0,69	n/s	n/s
Cintura	-0,75	-0,75	-0,69	0,63	n/s
Braço Direito Relaxado	-0,76	-0,71	0,64	0,79	0,73
Braço Esquerdo Relaxado	-0,69	-0,64	n/s	0,69	0,66
Coxa Direita	n/s	-0,63	0,72	n/s	n/s
Coxa Esquerda	n/s	-0,64	0,73	n/s	n/s
Subescapular	-0,65	-0,78	-0,80	n/s	n/s
Supra ilíaca	0,66	n/s	n/s	n/s	n/s
Massa magra	-0,63	n/s	n/s	0,65	n/s

Fonte: Autoria própria

Nota: Valores de associações relevantes ($p \leq 0,05$) entre os testes de natação, antropometria e composição corporal. VC_s - Velocidade crítica na natação; Índice técnico (produto da velocidade média pela distância percorrida por ciclo de braçada); n/s – não significativo.

Diversas variáveis, demonstraram correlação significativas com os testes de perfil de potência. Do ponto de vista morfológico, identificaram-se correlações positivas significativas entre a massa magra e o desempenho nos testes de potência ($r = 0,80$ com PC; $p \leq 0,05$), o que reforça o papel da componente muscular como principal determinante da produção de força em exercícios de natureza cíclica como o ciclismo (BERNARD et al., 2009). A estatura ($r = 0,82$ com PC; $p \leq 0,05$) e dimensões de membros inferiores (coxa medial e alturas tibiais) também se mostraram associadas à maior produção de potência, destacando a importância da estrutura corporal para a alavanca mecânica e transmissão de força aos pedais (CUBA-DORADO et al., 2021).

Com relação à composição corporal, as dobras cutâneas tricipital e bicipital apresentaram correlações negativas com a maioria das potências, embora em alguns casos sem significância estatística (ACKLAND et al., 1998). Tais padrões sugerem que o acúmulo de tecido adiposo pode comprometer a razão força/peso (w/Kg) e afetar negativamente o desempenho, especialmente em contextos em que o peso corporal deve ser transportado (como subidas ou em sprints de alta cadência).

Outro destaque relevante foi a correlação entre a idade e a potência crítica ($r = 0,78$; $p \leq 0,05$), indicando que indivíduos mais velhos da amostra podem apresentar maior capacidade aeróbia, o que pode ser atribuído ao histórico de treinamento ou maturidade fisiológica (ALMEIDA-NETO et al., 2022).

TABELA 4: CORRELAÇÃO ENTRE OS TESTES NO CICLISMO ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL

Avaliação do Perfil Potência no Ciclismo							
	6''	15''	30''	1'	4'	10'	Pc
Idade	0,75	n/s	0,73	0,70	0,74	0,76	0,78
Massa	0,76	0,80	0,76	0,86	0,81	0,80	0,80
Estatuta	0,79	0,78	0,76	0,81	0,79	0,82	0,82
Salto Horizontal	0,68	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s
Circunf. do Quadril	n/s	n/s	n/s	0,73	0,88	0,76	0,88
Circunf. do Abdomen	0,67	n/s	0,73	0,83	0,81	0,79	0,80
Circunf. da Cintura	n/s	n/s	0,69	0,87	0,92	0,80	0,87
Coxa Direita Medial	0,84	0,74	0,73	n/s	n/s	0,69	n/s
Panturrilha Direita	0,75	0,90	0,75	0,83	0,67	0,78	0,70
Coxa Esquerda Medial	0,84	0,69	0,72	n/s	n/s	0,68	n/s
Panturrilha Esquerda	0,80	0,85	0,66	0,68	n/s	0,64	n/s
Altura Tibial Direita	0,80	0,66	0,74	n/s	n/s	0,64	n/s
Altura Tibial Esquerda	0,82	0,69	0,77	0,64	n/s	0,67	n/s
Massa magra	0,77	0,80	0,78	0,87	0,81	0,81	0,80

Fonte: Autoria própria

Nota: Valores de associações relevantes ($p \leq 0,05$) entre o perfil de potência no ciclismo, antropometria e composição corporal. Potência crítica no ciclismo (PC); n/s – não significativo.

TABELA 5: CORRELAÇÃO ENTRE OS TESTES NA CORRIDA, ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL

	VO ₂ máx	Tempo 1Km	Tempo 2Km	Lt ₂	Vel máx	VC _r
Idade	0,80	n/s	n/s	0,69	n/s	n/s
Quadril	0,68	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s
Cintura	0,68	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s
Compr. Coxa Dir.	n/s	n/s	-0,67	n/s	n/s	0,73
Compr. Coxa Esq.	n/s	n/s	-0,63	n/s	n/s	0,68
Dobra Coxa	-0,66	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s
Dobra Panturrilha	-0,72	0,84	0,71	-0,74	-0,81	n/s
% de Gordura	n/s	n/s	n/s	n/s	-0,69	n/s
S6D	-0,64	0,64	n/s	n/s	-0,69	n/s
SDI	-0,72	0,73	0,63	n/s	n/s	n/s
SDT	n/s	n/s	n/s	n/s	0,67	n/s
Flexibilidade	n/s	n/s	n/s	n/s	0,71	n/s

Fonte: Autoria própria

Nota: Valores de associações relevante ($p \leq 0,05$) entre os testes de corrida, antropometria e composição corporal. VO₂ máx – consume máximo de oxigênio; Lt₂ - segundo limiar; Vel máx – velocidade máxima; VC_r – velocidade crítica na corrida; % de gordura - Percentual de gordura; S6D – Somatório de 6 dobras; SDI – Somatório de dobras dos membros inferiores; SDT – somatório de dobras do tronco; n/s – não significativo.

Diferentes variáveis apresentaram correlações significativas com os testes de potência aeróbia, capacidade aeróbia e testes de campo. Do ponto de vista morfológico, observou-se que menores valores da dobra cutânea da panturrilha se associaram significativamente aos tempos de corrida, tanto no teste de 1 km ($r = 0,84$ $p \leq 0,05$) quanto no de 2 km ($r = 0,70$; $p \leq 0,05$). Esses resultados sugerem que o menor acúmulo de gordura subcutânea nessa região pode favorecer o desempenho, especialmente em esforços prolongados. Tal achado reforça a importância da composição corporal como fator determinante da eficiência mecânica em modalidades de resistência, como o triatlo (LAURENSEN; FULCHER; KORKIA, 1993; PAPAI; SZAKALY; WILHELM, 2025).

A mesma variável também apresentou correlação negativa com o VO₂ máx ($r = -0,72$; $p \leq 0,05$), indicando que atletas com menor percentual de gordura tendem a apresentar maior potência aeróbia. Essa relação possivelmente se deve à melhor proporção entre massa magra e peso corporal, o que favorece a captação e utilização eficiente de oxigênio. Além disso, a dobra cutânea da panturrilha correlacionou-se negativamente com a velocidade no segundo limiar ventilatório (LT₂) ($r = -0,74$; $p \leq 0,05$),

reforçando a relevância de um perfil corporal com baixo índice de gordura nos membros inferiores (PAPAI; SZAKALY; WILHELM, 2025).

Complementarmente, o somatório de dobras cutâneas dos membros inferiores (SDI) também mostrou associação positiva com os tempos de corrida (1 km e 2 km), indicando que valores mais elevados de gordura nessas regiões tendem a prejudicar o desempenho nos testes (GARRIDO-CHAMORRO et al., 2012).

Em contrapartida, a flexibilidade e o somatório de dobras do tronco correlacionaram-se positivamente com a velocidade máxima atingida ($r = 0,70$ e $r = 0,67$, respectivamente; $p \leq 0,05$), sugerindo que uma maior amplitude de movimento pode contribuir para um melhor rendimento em esforços de alta intensidade (GARCÍA-PLINILLOS et al., 2016).

A variável idade apresentou correlação positiva com o VO_2 máx ($r = 0,80$; $p \leq 0,05$), o que, embora à primeira vista pareça contraditório, pode refletir o perfil da amostra possivelmente composta por atletas mais experientes, com maior histórico de treinamento e maturidade fisiológica. Esse achado, no entanto, deve ser interpretado com cautela, levando em conta o tamanho amostral e as particularidades dos participantes avaliados (MALINA et al., 2015).

Outro achado relevante é o fato dos dados indicarem que indivíduos com menor concentração de gordura nos membros inferiores e maiores comprimentos de coxa tendem a apresentar melhor desempenho no teste de 2 km, além de valores superiores de velocidade crítica ($r = 0,73$ à direita; $r = 0,68$ à esquerda; $p \leq 0,05$). Essa combinação morfológica parece configurar um diferencial competitivo importante entre triatletas.

Os testes de campo aplicados na modalidade da natação apresentaram forte associação com o tempo total de prova, sugerindo que atletas mais eficientes em velocidade e técnica tendem a obter melhores desempenhos gerais no triatlo. Especificamente, os tempos dos testes de 200 metros ($r = 0,75$) e 400 metros ($r = 0,74$), assim como a velocidade crítica na natação ($r = -0,70$), demonstraram elevada correlação com o desempenho total, reforçando a relevância da capacidade de nado como fator preditivo (SOUSA et al., 2021).

TABELA 6: CORRELAÇÃO ENTRE OS TESTES DE NATAÇÃO E O SIMULADO DE COMPETIÇÃO

Testes		Natação	T1	Ciclismo	T2	Corrida	Total
200m	Tempo	0,75	n/s	0,79	n/s	n/s	0,71
	Vel	-0,75	n/s	-0,77	n/s	n/s	-0,70
	FB	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s
	CB	-0,70	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s
	Índice	-0,78	n/s	-0,68	n/s	n/s	-0,67
400m	Tempo	0,74	n/s	0,84	n/s	n/s	0,78
	Vel	-0,75	n/s	-0,82	n/s	n/s	-0,76
	FB	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s
	CB	-0,73	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s
	Índice	-0,80	n/s	-0,69	n/s	n/s	-0,69
Vel Crítica (VC _s)		-0,70	-0,70	n/s	-0,81	n/s	n/s

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores de associações relevantes ($p \leq 0,05$) dos testes de natação, índices e VC_s com o tempo de cada segmento do triatlo simulado. Vel – velocidade; FB – frequência de braçada; CB – comprimento de braçada; n/s – não significativo.

Além de seu impacto direto na etapa aquática, variáveis da mecânica do nado, como o comprimento de braçada (CB), indicador da eficiência propulsiva, e o índice técnico (produto da velocidade média pela distância percorrida por ciclo de braçada), demonstraram fortes correlações negativas com o tempo total da prova. Esses resultados sugerem que atletas mais eficientes na natação não apenas nadam melhor, mas também preservam recursos fisiológicos relevantes para as etapas seguintes, principalmente o ciclismo. Especificamente, os índices técnicos apresentaram correlações significativas com o desempenho no ciclismo (200 m: $r = -0,68$; 400 m: $r = -0,69$; $p \leq 0,05$), enquanto os tempos da natação simulada se correlacionaram fortemente com o tempo total da prova ($r = 0,87$), reforçando a validade do teste como marcador de performance global.

Tais achados sustentam a relevância do CB e do índice técnico como preditores de desempenho no triatlo sprint e evidenciam a importância de programas de treinamento voltados à eficiência técnica na natação, com potencial de impacto positivo em toda a prova (CHOLLET et al., 2000.; SCHABORT et al., 2000).

O ciclismo, apesar de ser a modalidade de maior tempo total no triatlo (ANTA et al., 2008; CAMARGO SCHEIBE FILHO et al., 2025) no estudo foi a modalidade com menores associações aos testes da modalidade. Diferente dos achados de Quod et al.

(2010), no presente estudo o perfil de potência não se mostrou uma ferramenta adequada para avaliação. Somente a potência de 4 minutos, referente uma potência aeróbia máxima, apontou uma correlação moderadamente negativa ($r = -0,67$; $p \leq 0,05$), indicando que um os melhores atletas nessa avaliação obtiveram os menores tempos no ciclismo.

Considerando as características do percurso de ciclismo na prova simulada, com perfil altamente técnico, exigências de pilotagem refinadas, uma subida de 1.360 metros de extensão, inclinação média de 4% e alicive acumulado de 273 metros, é plausível que essa configuração tenha gerado demandas fisiológicas e neuromusculares relevantes, sobretudo na manutenção da potência em trechos críticos. Tal perfil se assemelha ao observado em competições de nível internacional, nas quais a complexidade técnica do trajeto influencia diretamente o desempenho dos atletas (CEJUELA; ARÉVALO-CHICO; SELLÉS-PÉREZ, 2024).

Ainda assim, no presente estudo, não foram observadas associações significativas entre o perfil de potência dos atletas e os tempos registrados na transição 2 (T2) ou na etapa de corrida, sugerindo que outros fatores, como economia de movimento ou estado de fadiga acumulada, possam ter papel mais determinante nessas fases finais da prova.

A análise das correlações entre variáveis fisiológicas e de desempenho na corrida revelou associações significativas com o tempo da etapa de corrida e com o tempo total de prova no triatlo simulado na distância *sprint*.

TABELA 7: CORRELAÇÃO ENTRE TESTES DE CORRIDA E SEGMENTOS DO SIMULADO DE COMPETIÇÃO

	T2	Corrida	Total
Vel máx	n/s	n/s	n/s
LT ₂	n/s	n/s	-0,68
Tempo 1Km	n/s	0,70	0,64
Vel 1Km	n/s	-0,71	-0,64
Tempo 2Km	n/s	0,81	0,83
Vel 2Km	n/s	-0,83	-0,83
VC _r	n/s	-0,82	-0,85

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores de associações relevantes ($p \leq 0,05$) entre os testes de corrida e a os segmentos do simulado de competição. Vel máx – velocidade máxima; LT₂ – segundo limiar; Vel 1 Km – velocidade no teste de 1 Km; Vel 2 Km – velocidade no teste de 2 Km; VC_r – Velocidade crítica na corrida; T2 – transição 2; n/s – não significativo.

A velocidade do (LT₂) apresentou correlação negativa com o tempo total ($r = -0,683$; $p \leq 0,005$), indicando que atletas com maior tolerância ao esforço intenso tendem a completar a prova mais rapidamente, possivelmente por conseguirem sustentar intensidades mais elevadas sem acúmulo precoce de lactato.

No que diz respeito ao desempenho na corrida, o tempo no teste de 2 km foi fortemente correlacionado com o tempo da corrida ($r = 0,81$; $p \leq 0,05$) e com o tempo total ($r = 0,83$; $p \leq 0,05$). Obviamente inversamente, a velocidade média nos 2 km apresentou correlações negativas de elevada magnitude com ambas as variáveis ($r = -0,83$ com a corrida e $r = -0,83$ com o tempo total), sugerindo que a capacidade de sustentar velocidades elevadas pode ser um dos principais determinantes do desempenho (JONERS et al., 2019).

A velocidade crítica na corrida (VC_r) foi a variável com maior correlação negativa com o tempo total ($r = -0,85$; $p \leq 0,05$) e com o tempo da corrida ($r = -0,82$; $p \leq 0,05$). Isso corrobora com os achados associados ao LT₂ e reforça que atletas com maior eficiência submáxima, ou seja, capazes de manter velocidades próximas ao limiar fisiológico sem fadiga excessiva, apresentam melhor desempenho global na prova (GALBRAITH et al., 2014; JONES et al., 2019).

O desempenho no teste de 1 Km também se mostrou relevante, embora com menor magnitude. O tempo de 1 km correlacionou-se com o tempo de corrida ($r = 0,70$; $p \leq 0,05$) e com o tempo total ($r = 0,64$; $p \leq 0,05$), enquanto a velocidade média do teste de 1 Km apresentou, como esperado, correlações negativas ($r = -0,70$ e $r = -0,64$, respectivamente; $p \leq 0,05$).

Esses resultados indicam que a performance na etapa de corrida, especialmente a capacidade aeróbia são fatores fortemente associados ao sucesso no triatlo sprint. Estratégias de treinamento voltadas ao desenvolvimento da velocidade crítica, da resistência específica e do controle de ritmo após a transição T2 são fundamentais para a melhora do desempenho competitivo (ANTA et al., 2008; CUBA-DORADO et al., 2022).

Os marcadores dos testes fisiológicos e de campo, como PSE, $VO_{2\text{máx}}$, LT_2 e VC_r foram associados aos resultados do simulado de prova. A TABELA 8 traz os valores dos dados com associação relevante com os resultados de simulado.

TABELA 8: ASSOCIAÇÕES ENTRE TESTES FISIOLÓGICOS E OS SEGMENTOS DO SIMULADO

	Segmentos do simulado					
	Natação	T1	Ciclismo	T2	Corrida	Tempo Total
$VO_{2\text{máx}}$	-0,68	n/s	-0,74	n/s	n/s	-0,71
Vel máx VO_2	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s
PSE VO_2	n/s	n/s	0,68	n/s	n/s	0,67
PSE 10'	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	0,66
PSE Simulado	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	0,72
LT_2	-0,66	n/s	-0,76	n/s	n/s	0,68
VC_r	n/s	n/s	-0,87	n/s	-0,82	-0,85

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores de associações relevantes ($p \leq 0,05$) entre os testes laboratoriais e os segmentos do simulado. $VO_{2\text{máx}}$ – consumo máximo de oxigênio; Vel máx VO_2 – velocidade máxima no teste de VO_2 ; PSE VO_2 – Percepção subjetiva ao final do teste de VO_2 ; PSE 10' - Percepção subjetiva ao final do teste de 10 minutos no ciclismo; PSE Simulado - Percepção subjetiva ao final do simulado; LT_2 – segundo limiar; VC_r – Velocidade crítica na corrida; T2 – transição 2; n/s – não significativo.

Nenhum marcador mostrou associação com as transições. O $VO_{2\text{máx}}$ apresentou associação moderada com o tempo de natação ($r = -0,68$), ciclismo ($r = -0,74$) e tempo

total ($r = -0,71$), todas as associações com $p < 0,05$. A VC_r , e o LT_2 , até por serem marcadores que quantificam parâmetros de certa forma similares, era esperado apresentarem associações similares (CUBA-DORADO et al., 2022; O'TOOLE; DOUGLAS, 1995). Todavia, não foi o encontrado nessa pesquisa.

Enquanto o LT_2 apresentou associações moderadas com natação, corrida e tempo total (respectivamente $r = -0,66$; $r = -0,76$; $r = -0,68$; $p \leq 0,05$), a velocidade crítica mensurada pelos testes de corrida apresentou associações mais robustas com ciclismo, corrida e tempo total (respectivamente $r = -0,87$; $r = -0,82$; $r = -0,85$; $p \leq 0,05$). Possivelmente pelo fato dos testes de VC_r serem feitos em grupo, os atletas “competiram” durante o teste e foi observada uma melhor associação com a realidade competitiva (BENTLEY et al., 2002; QUOD et al., 2010; VLECK et al., 2008).

A PSE dos testes de 10 minutos do perfil de potência do ciclismo e a PSE do teste de $VO_{2m\acute{a}x}$ apontaram associação moderada com o tempo total do simulado (respectivamente $r = 0,66$; $r = 0,67$; $p \leq 0,05$), demonstrando, como esperado em atletas de endurance, uma associação interessante aos esforços com a capacidade volitiva de sustentar a intensidade (BONACCI et al., 2010; NICOLÒ; MARCORA; SACCHETTI, 2016; WU et al., 2016).

A potência aeróbia máxima ($VO_{2m\acute{a}x}$), por ser o padrão ouro para análise estudo nos esportes de característica predominantemente aeróbia (LEE; ZHANG, 2021). Por esse motivo, foram feitas análises de correlação com todos os testes de campo e laboratoriais, os resultados de relevância estão na TABELA 9.

TABELA 9: ASSOCIAÇÕES ENTRE VO₂ MÁXIMO E OS TESTES DAS MODALIDADESADES

Testes com associação ao VO ₂ máx							
VO ₂ máx	Natação						
	Tempo 200m	Vel 200m	Índice 200m	Tempo 400m	Vel 400m		
	-0,76	0,73	-0,69	-0,74	0,71		
VO ₂ máx	Ciclismo						
	30´´	1´	4´	10´	PC		
	0,65	0,73	0,85	0,69	0,81		
VO ₂ máx	Corrida						
	LT ₂	Tempo 1Km	Vel 1Km	Tempo 2Km	Vel 2Km	VC _r	
	0,84	-0,72	0,74	-0,73	0,73	0,65	
VO ₂ máx	Antropometria e composição corporal						
	Idade	Quadril	Cintura	Dobra coxa	Dobra Pant	SDI	S6D
	0,80	0,68	0,68	-0,66	-0,72	-0,72	-0,64

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores de associações relevantes ($p \leq 0,05$) entre VO₂máx e os testes das modalidades. VO₂máx – Consumo máximo de oxigênio; Vel 200m – Velocidade do teste de 200m; Vel 400m – Velocidade do testes de 400m; LT₂ – segundo limiar; VC_r – Velocidade Crítica de corrida; PC – Potência crítica; SDI – Soma de dobras dos membros inferiores; S6D – soma de 6 dobras.

Apesar da potência aeróbia apontar associação moderada com a natação, ciclismo do simulado de competição e o tempo total de prova, o estudo trouxe associações importantes do VO₂máx com marcadores importantes de desempenho. Na natação, os tempos e velocidades de 200m e 400m, mostraram associação moderadas com o tempo da modalidade na competição simulada e o teste de potência aeróbia máxima.

Já no ciclismo o único marcador dos testes com associação foi a potência de 4 minutos ($r = -0,67$; $p \leq 0,05$). Todavia, houve associações positivas com as potências de 30 segundos ($r = 0,65$), 1 minuto ($r = 0,73$), 4 minutos ($r = 0,85$), 10 minutos ($r = 0,69$) e PC ($r = 0,80$), todos os marcadores com p valor estatisticamente significativos. E devido a tais associações, possivelmente em outros perfis de circuito da etapa de ciclismo, o

teste de perfil de potência pode apresentar associações interessantes com o desempenho (CEJUELA; ARÉVALO-CHICO; SELLÉS-PÉREZ, 2024).

A corrida, modalidade do teste de potência incremental máxima apresentou associações muito importantes com os resultados dos testes da modalidade e com o $VO_{2máx}$. Apesar, de já discutido as importantes associações da modalidade, com os testes de campo e com os resultados da competição simulada, vale ressaltar, que a modalidade e os testes da modalidade foram as maiores correlações observadas. Por exemplo, a VC_r com grande associação com a performance na modalidade ($r = -0,82$), tempo total ($r = -0,85$) e com o $VO_{2máx}$ (0,65). Entretanto, a associação de maior relevância entre os testes e o $VO_{2máx}$, aconteceu com o LT_2 , pois esse marcador, foi diretamente calculado durante o teste de análise de gases.

Por fim e confirmando a importância da composição corporal, especialmente dos membros inferiores, os testes de potência aeróbia máxima mostraram associações moderadas e relevantes especialmente circunferência de quadril ($r = 0,68$), circunferência de cintura ($r = 0,68$), dobras de coxa ($r = -0,66$) e panturrilha ($r = -0,72$), somatório de dobras de membros inferiores ($r = -0,72$) e somatório das 6 dobras ($r = -0,64$), todas as associações com p valor estatisticamente significativos (GARRIDO-CHAMORRO et al., 2012).

Com os dados definidos na matrizes de correlação, foram realizados modelos de regressão linear múltipla com o tempo total como variável dependente. Iniciou-se com um modelo contendo pelo menos duas variáveis independentes (TABELA 10) e, em seguida, foram adicionadas outras variáveis associadas ao tempo total para identificar o modelo preditivo com melhor ajuste.

Os grupos de duplas que apontaram $p \leq 0,05$ e R^2 importantes e que não apresentaram colinearidade foram:

TABELA 10: REGRESSÕES MÚLTIPLAS

Variáveis	R	R ²	Equações
VC _s (m/s) e Tempo 1 Km	0,87	0,76	A
VC _s (m/s) e Tempo 2 Km	0,89	0,79	B
VC _r (m/s) e Índice 200m	0,91	0,83	C
VC _r (m/s) e Índice 400m	0,91	0,83	D

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores de regressões lineares R e R². VC_s – Velocidade crítica de natação; VC_r – Velocidade crítica de corrida; m/s – metros por segundo.

$$A = \text{Tempo Total (s)} = 4815,3 + (-2375,4 \times VC_s) + (13,3 \times \text{Tempo 1Km})$$

$$B = \text{Tempo Total (s)} = 3717,65 + (-1542,99 \times VC_s) + (6,31 \times \text{Tempo 2Km})$$

$$C = \text{Tempo Total (s)} = 8176 + (-185 \times VC_r) + (-433 \times \text{Índice 200m})$$

$$D = \text{Tempo Total (s)} = 8068 + (-181 \times VC_r) + (-410 \times \text{Índice 400m})$$

Um modelo com 4 variáveis (LT₂, Tempo 1 Km, Tempo 2 Km e VC_r), apresentou uma regressão muito relevante (R² = 0,96) e apesar de um *p* valor relevante, o teste de colinearidade apresentou valores elevados. Portanto, esses modelos são descartados, pois não se saber quais variáveis independentes são responsáveis pelo efeito na variável dependente.

O mesmo problema ocorreu com o modelo de 6 variáveis (LT₂, Índice 200m, Tempo 200m, Tempo 1 Km, Tempo 2 Km e VC_r), que apresentou um R² (0,0995) bastante significativo e *p* valor estatisticamente significativo.

A análise dos segmentos do triatlo simulado e o tempo total demonstrou que os tempos de ciclismo (*r* = 0,97), corrida (*r* = 0,84) e natação (*r* = 0,87), além da primeira transição (*r* = 0,67), influenciam significativamente o tempo total. Entre eles, o tempo de ciclismo apresentou o maior impacto, seguido pela natação e pela corrida. Já era esperado tal influência do ciclismo conforme (ANTA et al., 2008; CAMARGO SCHEIBE FILHO et al., 2025).

Para comparar o peso estatístico relativo das variáveis em conjunto, foi realizada uma regressão linear múltipla, excluindo a T2 por ausência de significância. Nessa análise, foram utilizados os coeficientes padronizados (β), que indicam o efeito de cada preditor sobre o tempo total em unidades de desvio padrão (TABELA 10), permitindo comparação direta entre variáveis com diferentes escalas (MAYER ; YOUNGER, 1976).

TABELA 11: DADOS PADRONIZADOS ENTRE TEMPO TOTAL E O TEPO DAS MODALIDADES NO SIMULADO

Variável	Coefficiente (β)	Valor de p
Tempo natação	0,15	0,006 *
Tempo ciclismo	0,64	<0,001 *
Tempo corrida	0,20	0,001 *
Tempo T1	0,12	0,008 *

Fonte: Autoria própria.

Nota: R^2 do modelo: 0,999 Significância: $p \leq 0,05$.

A regressão resultou no seguinte ordenamento de importância relativa: ciclismo ($\beta = 0,64$), corrida ($\beta = 0,20$), natação ($\beta = 0,15$) e T1 ($\beta = 0,12$), todos com significância estatística ($p < 0,01$). O segmento de ciclismo apresentou o maior impacto relativo, reforçando sua centralidade para o desempenho total. Apesar das demais modalidades exibirem β padronizados mais baixos, a corrida mantém um peso estatístico relevante, possivelmente amplificado pelo efeito da fadiga acumulada, característica já discutida na literatura especializada (MILLET; VLECK, 2000).

Esses achados sustentam a hipótese de que, embora todas as modalidades influenciem o tempo total, o ciclismo tende a ser o fator mais determinante em provas do tipo sprint, justificando atenção especial a essa etapa na formulação de estratégias de avaliação e treinamento (ANTA et al., 2008; SOUSA et al., 2021).

6 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo identificar os principais determinantes do desempenho em triatletas jovens na distância *sprint*, a partir da integração de variáveis antropométricas, fisiológicas e de desempenho específico. As análises demonstraram que o tempo total da prova é explicado, nesse percurso, predominantemente pela corrida e natação.

O ciclismo apresentou o maior peso relativo no tempo total ($\beta = 0,64$), em função de sua maior duração no percurso sprint, seguido pela corrida ($\beta = 0,20$), natação ($\beta = 0,15$) e transição T1 ($\beta = 0,12$), todos com $p < 0,01$. Ou seja, pela homogeneidade da

amostra, apesar do ciclismo ter o maior peso no percentual do tempo total de prova, os atletas obtiveram uma *performance* bastante similar e isso destacou ainda mais a importância da natação e ciclismo.

Entre as variáveis específicas avaliadas no estudo, a velocidade crítica da corrida (V_{Cr}) e o Tempo de 2 km apresentaram as correlações mais fortes com o desempenho total ($r = -0,85$ e $r = 0,83$, respectivamente). A velocidade crítica da natação (V_{Cs}) também mostrou associação significativa com o tempo final e com os índices técnicos da modalidade. Modelos de regressão linear múltipla com dois preditores como V_{Cs} + Tempo de 2 km ou V_{Cr} + Índice técnico da natação, conseguem explicar entre 76% e 83% da variabilidade do tempo total ($R^2 = 0,76-0,83$), representando um poder explicativo elevado para um grupo homogêneo de atletas jovens.

Entre as equações de regressão testadas e apesar dos valores ligeiramente superiores observados nos modelos C e D ($R^2 = 0,83$), o comportamento prático dos dados demonstrou que a Equação A foi a mais fidedigna ao desempenho real observado no simulado, expressa como:

$$\text{Tempo Total (s)} = 4815,3 - 2375,4 \times \text{V}_{Cs} + 13,3 \times \text{Tempo 1 km}$$

A combinação entre a velocidade crítica da natação (V_{Cs}) e o tempo de 1 km de corrida apresentou excelente estabilidade e coerência fisiológica, refletindo a integração entre eficiência técnica aquática e capacidade de tolerância ao esforço na corrida. Por esses motivos, a Equação A é considerada o modelo mais aplicável e confiável para o monitoramento e previsão do desempenho em jovens triatletas.

As variáveis antropométricas não apresentaram associação direta com o tempo total, mas mostraram efeitos contextuais dentro das modalidades. A distribuição de gordura nos membros inferiores (dobras de coxa e panturrilha) influenciou a eficiência da corrida, enquanto a massa magra e o comprimento dos segmentos estiveram associados a melhores índices técnicos na natação. Assim, a morfologia atua como moduladora da eficiência mecânica e por consequência da técnica, mais do que como determinante isolado do desempenho.

No campo fisiológico, o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ e a percepção subjetiva de esforço (PSE) em esforços mais longos, correlacionaram-se moderadamente com o desempenho global, mas a V_{Cr} destacou-se como métrica integradora de aspectos metabólicos, técnicos e

perceptivos. Tal característica torna a velocidade crítica uma ferramenta valiosa para o controle de carga, monitoramento longitudinal e triagem de talentos.

Os achados também possuem implicações práticas claras. Na natação, o foco deve recair sobre o comprimento de braçada e o índice técnico, além do monitoramento da composição corporal central (dobras supra-ilíacas) para otimizar a hidrodinâmica. Na corrida, o controle periódico da VCr ou o teste de 2 km são estratégias eficazes e acessíveis de acompanhamento. No ciclismo, recomenda-se interpretar o perfil de potência conforme o tipo de percurso, uma vez que trajetos técnicos e/ou com aclives podem alterar a validade dos indicadores tradicionais. Além disso, pequenas variações na distribuição de gordura em membros inferiores devem ser acompanhadas, por influenciarem a eficiência mecânica e o controle térmico.

Conclui-se, portanto, que o desempenho em triatlo sprint entre jovens atletas depende da integração entre aptidão aeróbia, eficiência técnica e características morfológicas específicas, sendo a velocidade crítica da corrida o marcador mais sensível e aplicável para o acompanhamento de performance. O poder explicativo dos modelos ($R^2 \approx 0,80$) demonstra a relevância de abordagens multivariadas mesmo em amostras pequenas, reforçando o valor de uma avaliação multidimensional e aplicada no triatlon juvenil. Futuras investigações devem ampliar o tamanho amostral e explorar modelos longitudinais e sensoriamento em tempo real, a fim de aprimorar a precisão preditiva e a utilidade prática dos resultados.

REFERÊNCIAS

ACKLAND, Timothy et al. Anthropometric profiles of elite triathletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 1, n. 1, p. 51-56, 1998.

ALMEIDA-NETO, Paulo Francisco de et al. Influence of advancing biological maturation on aerobic and anaerobic power and on sport performance of junior rowers: A longitudinal study. **Frontiers in physiology**, v. 13, p. 892966, 2022.

AMBROSINI, Luca et al. Are we able to match non sport-specific strength training with endurance sports? A systematic review and meta-analysis to plan the best training programs for endurance athletes. **Applied Sciences**, v. 11, n. 16, p. 7280, 2021.

ANICIC, Zdravko et al. Assessment of countermovement jump: what should we report?. **Life**, v. 13, n. 1, p. 190, 2023.

ANTA, Roberto Cejuela et al. An analysis of performance factors in sprint distance triathlon. **Journal of Human Sport and Exercise**, v. 2, n. 2, p. 1-25, 2008.

BARBOSA, Lucas Pinheiro et al. The beginning of success: Performance trends and cut-off values for junior and the U23 triathlon categories. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 20, n. 1, p. 16-22, 2022.

BARKER, A. R.; ARMSTRONG, N. Exercise testing elite young athletes. **Medicine and Sport Science. Basel: Karger**, v. 56, p. 106–125, 2011.

BERNARD, Thierry et al. Distribution of power output during the cycling stage of a triathlon world cup. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 6, p. 1296–1302, 2009.

BLAGROVE, Richard C.; HOWATSON, Glyn; HAYES, Philip R. Effects of Strength Training on the Physiological Determinants of Middle- and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 48, n. 5, p. 1117–1149, 1 maio 2018.

BONACCI, Jason et al. Change in running kinematics after cycling are related to alterations in running economy in triathletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, n. 4, p. 460-464, 2010.

BOTTONI, Alessandro et al. Talent selection criteria for olympic distance triathlon. **Journal of Human Sport and Exercise**, v. 6, p. 293–304, 2011.

BRUNKHORST, L.; KIELSTEIN, H. Comparison of anthropometric characteristics between professional triathletes and cyclists. **Biology of Sport**, v. 30, n. 4, p. 269–273, 2013.

FARTO, Emerson Ramírez; CARRAL, José María Cancela. La formación de jóvenes nadadores: Evolución de la composición corporal y de los niveles de fuerza de desplazamiento en nadadores/as brasileños/as de edad comprendida entre los 13 y 23 años. **Lecturas: Educación física y deportes**, n. 65, p. 9, 2003.

CANDA, Alicia Sofía et al. Morphological characteristics of the triathlete according to sex, category and competitive level. **Apunts Medicina de l'Esport**, v. 49, n. 183, p. 75–84, 1 jul. 2014.

CEJUELA, Roberto et al. Temporal activity in particular segments and transitions in the olympic triathlon. **Journal of Human Kinetics**, v. 36, n. 1, p. 87–95, 2013.

CEJUELA, Roberto; ARÉVALO-CHICO, Héctor; SELLÉS-PÉREZ, Sergio. Power Profile during Cycling in World Triathlon Series and Olympic Games. **Journal of sports science & medicine**, v. 23, n. 1, p. 25–33, 1 mar. 2024.

CHOLLET, D. et al. The effects of drafting on stroking variations during swimming in elite male triathletes. **European journal of applied physiology**, v. 82, n. 5, p. 413–417, 2000.

CHESHER, Stuart M. et al. A qualitative exploration of the motor skills required for elite triathlon performance. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 62, p. 102249, 2022.

COYLE, Edward F. et al. Determinants of endurance in well-trained cyclists. **Journal of applied physiology**, v. 64, n. 6, p. 2622–2630, 1988.

CUBA-DORADO, Alba et al. Gender effect on the relationship between talent identification tests and later world triathlon series performance. **Sports**, v. 9, n. 12, p. 164, 1 dez. 2021.

CUBA-DORADO, Alba; ÁLVAREZ-YATES, Tania; GARCÍA-GARCÍA, Oscar. Elite Triathlete Profiles in Draft-Legal Triathlons as a Basis for Talent Identification. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 2, p. 881, 2022.

DAL PUPO, Juliano; DETANICO, Daniele; DOS SANTOS, Saray Giovana. Parâmetros cinéticos determinantes do desempenho nos saltos verticais. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 14, n. 1, p. 41–51, 2012.

DEL COSO, Juan et al. Muscle damage and its relationship with muscle fatigue during a half-iron triathlon. **PLoS ONE**, v. 7, n. 8, 10 ago. 2012.

DEL COSO, Juan et al. Running Pace Decrease during a Marathon Is Positively Related to Blood Markers of Muscle Damage. **PLoS ONE**, v. 8, n. 2, 27 fev. 2013.

ESTEVE-LANAO, Jonathan et al. Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 3, p. 943–949, 2007.

ETXEBARRIA, Naroa et al. Running your best triathlon race. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 16, n. 5, p. 744–747, 1 maio 2021.

FAULKNER, John A. New perspectives in training for maximum performance. *Jama*, v. 205, n. 11, p. 741-746, 1968.

FERNÁNDEZ-REVELLES, Andrés B. et al. Men's triathlon correlation between stages and final result in the London 2012 Olympic Games. *Journal of Human Sport and Exercise*, v. 13, p. 514–528, 17 jul. 2018.

FERRIZ-VALERO, Alberto et al. Anthropometric profile of young triathletes and its association with performance variables. *Arch Med Deporte*, v. 37, n. 3, p. 169–175, 2020.

GAESSER, Glenna; POOLE, David. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. *Exercise & Sport Sciences Review*, v. 24, n. 1, p. 35–70, 1996.

GALBRAITH, Andy et al. A novel field test to determine critical speed. *Journal of Sports Medicine & Doping Studies*, v. 1, n. 1, p. 1-4, 2011.

GALBRAITH, Andy et al. A single-visit field test of critical speed. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 9, n. 6, p. 931–935, 1 nov. 2014.

GARCÍA-PINILLOS, Felipe et al. Physiological and Neuromuscular Response to a Simulated Sprint-Distance Triathlon: Effect of Age Differences and Ability Level. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 30, n. 4, p. 1077–1084, 1 abr. 2016.

GARCÍA-PINILLOS, Felipe et al. Vertical Jumping as a Monitoring Tool in Endurance Runners: A Brief Review. *Journal of Human Kinetics*, v. 80, n. 1, p. 297–308, 20 nov. 2021.

GARRIDO-CHAMORRO, Raul et al. Skinfold Sum: Reference Values for Top Athletes. *International Journal of Morphology*, v. 30, n. 3, p. 803–809, set. 2012.

GOLA, Radoslaw et al. Relationship between muscle strength and front crawl swimming velocity. *Human Movement*, v. 15, n. 2, p. 110–115, 15 ago. 2014.

HAUGEN, Thomas A. et al. Countermovement jump height in national-team athletes of various sports: A framework for practitioners and scientists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 16, n. 2, p. 184–189, 1 fev. 2021.

HAWLEY, John A.; NOAKES, Timothy D. Peak power output predicts maximal oxygen uptake and performance time in trained cyclists. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, v. 65, n. 1, p. 79-83, 1992.

HOWLEY, Edward T.; BASSETT, David R.; WELCH, Hugh G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 27, n. 9, p. 1292–1301, 1995.

JÚNIOR, IF Freitas. Padronização de medidas antropométricas e avaliação da composição corporal. **São Paulo: CREF4/SP**, 2018.

THOMAS, Jerry R.; NELSON, Jack K.; SILVERMAN, Stephen J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. Artmed Editora, 2009.

JONES, Andrew M. et al. The maximal metabolic steady state: redefining the 'gold standard'. **Physiological Reports**, v. 7, n. 10, 1 maio 2019.

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, 1996.

KOLBE, Tracy et al. The relationship between critical power and running performance. **Journal of Sports Sciences**, v. 13, n. 3, p. 265–269, 1995.

LANDERS, G. J. et al. Morphology and performance of world championship triathletes. **Annals of Human Biology**, v. 27, n. 4, p. 387–400, ago. 2000.

LAURENSEN, Mi; FULCHER, K. Y.; KORKIA, R. Physiological Characteristics of Elite and Club Level Female Triathletes During Running. **International journal of sports medicine**, v. 14, n. 8, p. 455–459, 1993.

LEE, J.; ZHANG, X. L. Physiological determinants of VO₂max and the methods to evaluate it: A critical review. **Science & Sports**, v. 36, n. 4, p. 259–271, 2021.

LOHMAN, Timothy G.; ROCHE, Alex F.; MARTORELL, Reynaldo. Anthropometric standardization reference manual. 1988.

MALINA, Robert M. et al. Biological maturation of youth athletes: Assessment and implications. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 13, p. 852–859, 1 jul. 2015.

MAYER, Lawrence S.; YOUNGER, Mary Sue. Estimation of standardized regression coefficients. **Journal of the American Statistical Association**, v. 71, n. 353, p. 154–157, 1976.

MILLET, Gregoire P.; VLECK, Veronica E. Physiological and biomechanical adaptations to the cycle to run transition in Olympic triathlon: review and practical recommendations for training. **British journal of sports medicine**, v. 34, n. 5, p. 384–390, 2000.

MIRWALLD, Robert L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 4, p. 689–694, abr. 2002.

MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. **Ergonomics**, v. 8, n. 3, p. 329–338, 1965.

MUNIZ-PARDOS, Borja et al. Nonspecific Resistance Training and Swimming Performance: Strength or Power? A Systematic Review. **Journal of strength and conditioning Research**, v. 36, n. 4, p. 1162–1170, 2020.

NICOL, C.; KOMI, P. V.; MARCONNET, P. Fatigue effects of marathon running on neuromuscular performance: II. Changes in force, integrated electromyographic activity and endurance capacity. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 1, n. 1, p. 18–24, 2007.

NICOLÒ, Andrea; MARCORA, Samuele M.; SACCHETTI, Massimo. Respiratory frequency is strongly associated with perceived exertion during time trials of different duration. **Journal of sports sciences**, v. 34, n. 13, p. 1199-1206, 2016.

NIKITAKIS, Ioannis S. et al. Physiological responses of continuous and intermittent swimming at critical speed and maximum lactate steady state in children and adolescent swimmers. **Sports**, v. 7, n. 1, 1 jan. 2019.

NORTON, Kevin I. Standards for Anthropometry Assessment. **Kinanthropometry and Exercise Physiology**, p. 68–137, 3 jun. 2019.

OLAYA, Javier et al. Contribution of segments to overall result in elite triathletes: Sprint distance. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 16, 2 ago. 2021.

O'TOOLE, Mary L.; DOUGLAS, Pamela S. Applied physiology of triathlon. **Sports Medicine**, v. 19, n. 4, p. 251-267, 1995..

PAPAI, Zsolia; SZAKALY, Zsolt; WILHELM, Marta. Selection criteria in the talent identification of triathlon. **Physiology International**, v. 112, n. 2, p. 118-137, 2025.

PIACENTINI, Maria Francesca et al. Is the bike segment of modern olympic triathlon more a transition towards running in males than it is in females? **Sports**, v. 7, n. 4, 1 abr. 2019.

POOLE, David C. et al. Critical power: An important fatigue threshold in exercise physiology. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 11, p. 2320–2334, 1 nov. 2016.

PUCCINELLI, Paulo J. et al. The Performance, Physiology and Morphology of Female and Male Olympic-Distance Triathletes. **Healthcare**, v. 10, n. 5, p. 797, 1 maio 2022.

QUAGLIAROTTI, Claudio et al. How to Form a Successful Team for the Novel Olympic Triathlon Discipline: The Mixed-Team-Relay. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 7, n. 2, p. 46, 1 jun. 2022.

QUOD, M. J. et al. The power profile predicts road cycling MMP. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 6, p. 397–401, 2010.

RABITA, S. et al. Validity of the Universite de Montreal Track Test to assess the velocity associated with peak oxygen uptake for adolescents. **Journal of Sports Medicine and Physiology Fitness**, v. 39, p. 107–112, 1999.

RØNNESTAD, B. R.; MUJICA, I. Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 24, n. 4, p. 603–612, 2014.

SADEGHI, H.; SAZVAR, A. The role of selected physiological factors in the talent identification of triathlon: a prospective study. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 4, n. 1, p. 8-13, 2018..

SCHABORT, Elske J. et al. Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 4, p. 844–849, 2000.

SCORCINE, Claudio. Contribution of Swimming, Cycling and Running in the Final Performance in Different Distances of Triathlon Races. **MOJ Sports Medicine**, v. 1, n. 5, 16 nov. 2017.

SEILER, Stephen; TØNNESSEN, Espen. Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. **Sportscience**, v. 13, p. 32–53, 2009.

SILVA, Analiza M. et al. Are skinfold-based models accurate and suitable for assessing changes in body composition in highly trained athletes? **Journal of strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 6, p. 1688–1696, 2009.

SILVA-JUNIOR, Celso José da et al. Relação entre as potências de sprint e salto vertical em jovens atletas de futebol. **Motricidade**, v. 7, n. 4, p. 5-13, 2011.

SOUSA, Caio Victor et al. What Is the Best Discipline to Predict Overall Triathlon Performance? An Analysis of Sprint, Olympic, Ironman® 70.3, and Ironman® 140.6. **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 654552, 5 maio 2021.

SOUSA, M.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. J. Is the Critical Velocity Test a Good Tool For Aerobic Assessment of Children Is the Critical Velocity Test a Good Tool For Aerobic Assessment of Children Swimmers ?. **The Open Sports Science Journal**, v. 5, n. 1, 2012.

SAYERS, Stephen P. et al. Cross-validation of three jump power equations. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 31, n. 4, p. 572-577, 1999.

STEVENS, Christopher J. et al. Cycling power profile characteristics of national-level junior triathletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 1, p. 197-202, 2019.

THOMAS, Jerry R.; NELSON, Jack K.; SILVERMAN, Stephen J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. Artmed Editora, 2009.

UGER, Luc; BOUCHER, Robert. An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montreal track test. **Can. J. Appl. Sport. Sci.**, v. 5, p. 77-84, 1980.

VAN SCHUYLENBERGH, R.; EYNDE, B. Vanden; HESPEL, Peter. Prediction of sprint triathlon performance from laboratory tests. **European Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 1, p. 94–99, jan. 2004.

VLECK, Veronica E. et al. Pacing during an elite Olympic distance triathlon: comparison between male and female competitors. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 11, n. 4, p. 424-432, 2008.

VAN BON, Marco; VROEMEN, Guido. Power speed profile performance model for road cycling (2). **Sportgericht no. 6/2018**, 2018.

WAKAYOSHI, K. et al. A Simple Method for Determining Critical Speed as Swimming Fatigue Threshold in Competitive Swimming. **International journal of sports medicine**, v. 13, n. 5, p. 367–371, 1992a.

WAKAYOSHI, Kohji et al. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 64, p. 153–157, 1992b.

WELLS, Greg D.; NORRIS, Stephen R. Assessment of physiological capacities of elite athletes & respiratory limitations to exercise performance. **Pediatric Respiratory Reviews**, v. 10, n. 3, p. 91–98, set. 2009.

WORLD MEDICAL ASSOCIATION (WMA). Declaração de Helsinque da Associação Médica Mundial: princípios éticos para a investigação médica em seres humanos. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <https://www.wma.net/wp-content/uploads/2022/12/Declaracao-de-Helsinque-.pdf>. Acesso em: 11 set. 2024.

World Triathlon Competition Rules. . [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://www.triathlon.org/uploads/docs/World-Triathlon_Competition-Rules_2024_20240416.pdf#page=96.08>. Acesso em: 4 ago. 2024.

WU, Sam S. et al. Positive swim pacing improves sprint triathlon performance in trained athletes. 2015.

YAMAMOTO, Linda M. et al. The Effects of Resistance Training on Road Cycling Performance Among Highly Trained Cyclists: A Systematic Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 2, p. 560–566, 2010.

APÊNDICE

APÊNDICE A - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Maiores de 12 anos e menores de 18 anos)

Título do Projeto: Análise Multidimensional dos Fatores que Influenciam o Desempenho de Jovens Triatletas

Pesquisador Responsável: Dr. Raul Osiecki

Local da Pesquisa: Departamento de Educação Física – DEF, na Universidade Federal do Paraná – UFPR

Endereço: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas CEP: 81.530-000 – Curitiba/PR,

O que significa assentimento?

a) Assentimento é um termo que nós, pesquisadores, utilizamos quando convidamos uma pessoa da sua idade (adolescente) para participar de uma pesquisa.

b) Depois de compreender do que se trata o estudo e concordar em participar dele, você pode assinar este documento.

O objetivo desta pesquisa é identificar possíveis parâmetros associados ao desempenho no triatlo. Por exemplo, fatores antropométricos, como altura, peso, tamanho das mãos, entre outros; fatores relacionados à sua velocidade de corrida, potência no ciclismo e análises da natação, incluindo velocidade, frequência de braçada e outros aspectos técnicos.

c) Nós te asseguramos que você terá todos os seus direitos respeitados e receberá todas as informações sobre o estudo, por mais simples que possam parecer.

d) Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO contenha palavras que você não entende. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe de estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

Informação ao participante

Nós, o Professor Dr. Raul Osiecki e Rogério Augusto Camargo Scheibe Filho, Cleonir Caldeira Junior, Francielle Joyce Fuckner Leonel, José Patrick Rogeris Araújo de Oliveira,

Piero Rodigheri, Thiago Alexandre Barbosa e Vinícius Fortunato Silva Pinto alunos de pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando você, triatleta, a participar do estudo intitulado “Análise Multidimensional dos Fatores que Influenciam o Desempenho de Jovens Triatletas”.

a) Nós gostaríamos de te convidar a participar desse estudo que tem por objetivos auxiliar a identificar possíveis parâmetros com associação ao desempenho no triatlo.

Participante da Pesquisa:

Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TALE:

Orientador:

b) Por que estamos propondo este estudo? Pois acreditamos poder auxiliar no desenvolvimento de ferramentas para atletas em formação como você. Entender melhor quais os parâmetros podem ser relacionados com a performance.

c) Os benefícios da pesquisa são o esclarecimento desses pontos importantes. Caso seja possível entender melhor os pontos que trazem benefícios na performance, esses poderão ser usados por treinadores no planejamento e prescrição dos treinos e você, atleta, terá algumas marcas que pode usar como referência.

d) Alguns riscos relacionados ao estudo podem incluir desconfortos durante os testes, porém nada muito diferente da sua rotina de treinos e competições. Caso você se sinta desconfortável em qualquer momento ou com qualquer aspecto do estudo, terá total liberdade para expressar suas preocupações, solicitar ajustes ou até mesmo interromper sua participação, se assim desejar.

e) Para participar do estudo, serão necessárias visitas em diferentes locais:

1- No Departamento de Educação Física da UFPR, localizado na Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas CEP: 81.530-000 – Curitiba/PR.

Nesse local realizaremos as seguintes avaliações:

- Avaliação de medidas corporais e testes de esteira em esforço máximo;
- Perfil de potência no ciclismo e salto de contra movimento.

LOCAL: Laboratório CEPEFIS, Professor Dr. Raul Osiecki, andar térreo.

- Velocidade crítica na corrida.

LOCAL: Pista de atletismo em frente ao prédio do Departamento de Educação Física.

O tempo necessário a ser destinado para cada avaliação da pesquisa é de aproximadamente 1 hora.

2- A avaliação da maturação biológica por Raio-x, acontecerá no IDEPI diagnósticos por imagem, localizado na Av. 7 de setembro, 4848 - Batel CEP: 80240-000 - Curitiba/Pr. O

exame ocorrerá com agendamento prévio e devidamente informado a você e seus responsáveis, o tempo estimado para o exame é de 30 minutos. O local exato para a realização do exame de RAIO-X será fornecido pela recepção da clínica.

3- Por fim a avaliação de velocidade crítica de natação e alguns aspectos como comprimento de braçadas (por análise posterior da filmagem realizada) serão feitas na Cabral Natação e Fitness, Localizada na Rua Prof. Arthur Loyola, 320 - Cabral CEP: 80035-100 - Curitiba/Pr e tem duração média de 1 hora. O local exato para acesso a piscina e realização da avaliação de natação será fornecido pela recepção da academia.

Faremos a gravação das avaliações de natação para posterior análise de fatores com frequência e comprimento de braçadas, porém, a filmagem acontecerá de forma ampla e sem focar ou destacar nenhum atleta.

Todo material e dados coletados são sigilosos e não serão compartilhados fora do ambiente acadêmico.

É importante ressaltar que os você **não** pode ir às avaliações em **jejum** e é necessário **não treinar com intensidade** no período avaliativo (nos dias de avaliação e nos dias entre as avaliações).

O que devo fazer se eu concordar voluntariamente em participar da pesquisa?

f) Caso você participe da pesquisa, as avaliações serão realizadas em 5 momentos.

1) A avaliação da maturação biológica por Raio-x. O exame ocorrerá com agendamento prévio e devidamente informado aos participantes e seus responsáveis.

2) Avaliação 1 (medidas corporais e testes de esteira em esforço máximo), avaliação 2 (perfil de potência no ciclismo e salto de contra movimento) e avaliação 3 (velocidade crítica de corrida): serão coletadas no Departamento de Educação Física e os testes devem durar cerca de 60 minutos em cada visita.

3) A avaliação de velocidade crítica de natação em piscina.

- Leve sua alimentação e hidratação habituais, e utilize os equipamentos específicos de cada modalidade, além de roupas extras e toalha para trocas. Para garantir a melhor execução, não realize atividades físicas intensas nos dias anteriores e no próprio dia dos testes, pois eles envolverão esforço em alta intensidade.
- Durante os testes, você poderá sentir fadiga ou dor muscular. Existe também a possibilidade de pequenas lesões musculares, comuns na prática do triathlon, atividade que já faz parte da sua rotina.

g) A sua participação é voluntária. Caso você opte por não participar ou até mesmo desistir em algum momento de continuar participando não tem problema.

h) Contudo, para participar, há necessidade de autorização dos seus pais/responsável legal autorizando a sua participação. Mas a decisão final é sua, OK?

i) Você e sua família não terão nenhum custo para participar do estudo, nem receberão qualquer tipo de pagamento. No entanto, caso haja despesas com transporte público, esses valores serão reembolsados. Para deslocamento em veículo próprio, o reembolso será limitado ao equivalente a 2 litros de etanol para ida e volta por deslocamento, correspondendo a aproximadamente 20 km para um carro popular.

j) E não se preocupe, sua identidade não será revelada, em nenhum momento, nem quando publicarmos os resultados da pesquisa.

De acordo com a Norma Operacional CNS 001/2013, item 3.4.1.15 informar ao participante:

Você também pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

() quero receber os resultados da pesquisa (email para envio : _____)

() não quero receber os resultados da pesquisa

Contato para dúvidas

Se você ou os seus responsáveis tiverem dúvidas com relação ao estudo ou aos riscos relacionados a ele, você deve contatar o pesquisador principal Raul Osiecki (raul@ufpr.br 41-33613116) ou membro de sua equipe Rogério Augusto Camargo Scheibe Filho (roge.scheibe@gmail.com 41- 999974342) ou os responsáveis por este estudo, poderão ser localizados no Centro de Estudos da Performance Física – CEPEFIS, no Departamento de Educação Física – DEF, na Universidade Federal do Paraná – UFPR, situado na Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas CEP: 81.530-000 – Curitiba/PR, telefone (41) 3361-3116 no horário 09:00-11:30 e 14:00-15:30 nas segundas, terças, quartas e quintas-feiras para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo e-mail cometica.saude@ufpr.br e/ou telefone 41 – 3360-7259 das 08:30h às 11:00 e das 14:00h às 16:00h. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução no 466/12 Conselho Nacional de Saúde). Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você deve contatar também

o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná.

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO PARTICIPANTE

Eu li e discuti com o pesquisador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados exclusivamente para a finalidade descrita aqui.

Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade de fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu receberei uma via assinada e datada deste documento.

[Curitiba, ____ de _____ de ____]

[Assinatura do Adolescente]

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicando seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

[Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TALE]

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- PAIS E/OU RESPONSÁVEL LEGAL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- PAIS E/OU RESPONSÁVEL LEGAL

Olá, eu Professor Doutor Raul Osiecki, Rogério Augusto Camargo Scheibe Filho, Cleonir Caldeira Junior, Francielle Joyce Fuckner Leonel, José Patrick Rogeris Araújo de Oliveira, Piero Rodigheri, Thiago Alexandre Barbosa e Vinícius Fortunato Silva Pinto somos da Universidade Federal do Paraná do Departamento de Educação Física e do Programa de Pós-Graduação em Educação Física e estamos desenvolvendo uma pesquisa com o título Análise Multidimensional dos Fatores que Influenciam o Desempenho de Jovens Triatletas. Esta pesquisa é importante para auxiliar a identificar possíveis parâmetros

com associação ao desempenho no triatlo como: as medidas antropométricas (peso, estatura, percentual de gordura, circunferências e outros), velocidade de natação, perfil de potência no ciclismo, velocidade crítica na corrida e outros.

a) Gostaríamos de convidar o(a) adolescente, sob sua responsabilidade, a participar desse estudo:

b) O objetivo deste estudo é analisar a relação entre variáveis fisiológicas (como consumo máximo de oxigênio estimado, velocidade crítica, perfil de potência e outros) e variáveis antropométricas (como estatura, massa corporal, percentual de gordura corporal e outros) com o desempenho competitivo de jovens triatletas brasileiros, com idades entre 14 e 15 anos.

c) Caso o(a) senhor(a) autorize a participação do(a) adolescente nesta pesquisa, será necessária a realização de 5 visitas para coletas, nas quais o(a) participante será submetido(a) a exame de raio-x para mensurar a maturação biológica e avaliações físicas conforme descrito abaixo:

- 1) Avaliação de medidas corporais e testes de esteira em esforço máximo.
- 2) Avaliação de perfil de potência no ciclismo e salto de contra movimento.
- 3) Avaliação de velocidade crítica na natação.
- 4) Avaliação de velocidade crítica na corrida.

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal [rubrica]

Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE [rubrica]

Orientador [rubrica]

d) Para tanto, serão necessárias visitas em diferentes locais: O(A) adolescente deverá comparecer no Departamento de Educação Física da UFPR, localizado na Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas CEP: 81.530-000 – Curitiba/PR.

Nesse local realizaremos as seguintes avaliações:

- Avaliação de medidas corporais e testes de esteira em esforço máximo.
- Perfil de potência no ciclismo e salto de contra movimento.

LOCAL: Laboratório CEPEFIS, Professor Dr. Raul Osiecki, andar térreo.

- Velocidade crítica na corrida.

LOCAL: Pista de atletismo em frente ao prédio do Departamento de Educação Física.

O tempo necessário a ser destinado para cada avaliação da pesquisa é de aproximadamente 1 hora.

A avaliação da maturação biológica por Raio-x, acontecerá no IDEPI diagnósticos por imagem, localizado na Av. 7 de setembro, 4848 - Batel CEP: 80240-000 - Curitiba/Pr. O exame ocorrerá com agendamento prévio o qual será devidamente informado aos participantes e seus responsáveis, o tempo estimado para o exame é de 30 minutos. O local exato para a realização do exame de RAIO-X será fornecido pela recepção da clínica.

Por fim a avaliação de velocidade crítica de natação e alguns aspectos como comprimento de braçadas (por análise posterior da filmagem realizada) serão feitas na Cabral Natação e Fitness, Localizada na Rua Prof. Arthur Loyola, 320 - Cabral CEP: 80035-100 - Curitiba/Pr e terão duração média de 1 hora. O local exato para acesso à piscina e realização da avaliação de natação será fornecido pela recepção da academia.

É importante ressaltar que os atletas não devem comparecer às avaliações em jejum e não podem realizar treinos intensos durante todo o período avaliativo, incluindo os dias de avaliação e os intervalos entre eles.

e) É possível que o adolescente experimente algum desconforto, principalmente relacionado aos testes físicos, que podem ocasionar fadiga e ou dores musculares.

f) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser micro lesões musculares provenientes de alguns testes físicos aplicados, todavia, as atividades propostas já são do conhecimento e rotina de treinos. Os possíveis danos musculares são comuns entre praticantes de triatlo, atividade que já realizam e para minimizar os possíveis riscos teremos sempre um aquecimento adequado e intervalos de no mínimo 48 horas entre uma avaliação e outra.

g) O(A) senhor(a) terá a garantia de que eventuais problemas para o adolescente, como lesões musculares ou outros desconfortos decorrentes do estudo, serão imediatamente atendidos por um(a) médico(a) e um(a) fisioterapeuta, sem nenhum custo para o participante. No caso eventual de danos graves decorrentes da pesquisa o(a) senhor(a) tem assegurado o direito à indenização, conforme previsto na legislação vigente.

h) Os benefícios diretos esperados são o esclarecimento dos pontos importantes e que podem trazer benefícios na performance. Os benefícios indiretos podem ser que esses dados poderão ser usados por treinadores no planejamento e prescrição dos treinos, assim como aos atletas, que terão algumas marcas que podem ser usadas como referência.

i) Os pesquisadores Raul Osiecki e Rogério Augusto Camargo Scheibe Filho, responsáveis por este estudo, poderão ser localizados no Centro de Estudos da Performance Física – CEPEFIS, no Departamento de Educação Física – DEF, na

Universidade Federal do Paraná – UFPR, situado na Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas CEP: 81.530-000 – Curitiba/PR, telefone (41) 3361-3116 no horário 09:00-11:30 e 14:00-15:30 nas segundas, terças, quartas e quintas-feiras para esclarecer eventuais dúvidas que o(a) senhor(a) possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

Em caso de emergência o senhor / a senhora também pode me contatar, (Rogério Augusto Camargo Scheibe Filho), neste número, a qualquer horário: (41- 999974342).

j) A participação do adolescente neste estudo é voluntária, portanto, é possível desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.

k) Os materiais obtidos – imagens e vídeos – serão utilizados unicamente para essa pesquisa e serão descartados (por meio da exclusão de arquivos digitais) 5 anos após o término do estudo.

A filmagem dos atletas ocorrerá somente na avaliação da natação, para cálculos relacionados à pesquisa e a imagem será feita de forma ampla, sem o enquadramento dos rostos dos atletas.

l) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas (pesquisadores da equipe, orientador, médico), sob forma codificada, para que a **identidade do(a) adolescente seja preservada e mantida a confidencialidade.**

m) O(A) senhor(a) terá a garantia de que quando os dados/resultados obtidos com este estudo forem publicados, estes estarão codificados de modo que não apareça o nome do(da) adolescente.

n) As despesas necessárias para a realização da pesquisa (raio-x, avaliações envolvidas no estudo, locação de piscina, transporte, etc.) não são de sua responsabilidade e o(a) senhor(a) não receberá qualquer valor em dinheiro pela participação do(a) adolescente. Entretanto, caso seja necessário o deslocamento até o local do estudo, os pesquisadores asseguram o ressarcimento dos seus gastos com transporte. (Item II.21, e item IV.3, sub item g da Resolução 466/12.

o) Se o(a) senhor(a) tiver dúvidas sobre os direitos do(da) adolescente como participante de pesquisa, o(a) senhor(a) pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo e-mail cometica.saude@ufpr.br e/ou telefone 41 – 3360-7259, das 08:30h às 11:00h e das 14:00h às 16:00h. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo para o qual autorizo a participação do(a) adolescente sob minha responsabilidade. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que somos livres para interromper a participação a qualquer momento sem justificar nossa decisão e sem qualquer prejuízo para mim e para o(a) adolescente. Eu entendi o que não se pode fazer durante a pesquisa. Fui informado que o(a) menor, sob minha responsabilidade será atendida (item n) sem custos, para mim se apresentar algum dos problemas relacionados no item g.

Eu autorizo, de maneira voluntária, a participação do(a) adolescente sob minha responsabilidade no estudo proposto.

[Local, ____ de _____ de ____]

[Assinatura do Pai ou Responsável Legal]

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

[Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE]

APÊNDICE C – TABELAS DESCRITIVAS DAS VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, FISIOLÓGICAS, FUNCIONAIS E DE DESEMPENHO

TABELA 12: DADOS ANTROPOMÉTRICOS DOS ATLETAS

Antropometria (n=10)				
Variável	Unidade	Média	± DP	CV (%)
Idade	Anos	15,20	1,23	8,09
Massa	Kg	55,52	9,55	17,21
Flexibilidade	cm	27,71	12,37	44,63
Salto	cm	28,42	5,46	19,20
Estatutura	cm	168,78	7,26	4,30
Envergadura	cm	173,61	11,09	6,39
Ombro	cm	98,08	7,12	7,26
Peitoral	cm	77,03	25,00	32,46
Quadril	cm	82,16	8,44	10,28
Abdominal	cm	69,55	4,55	6,54
Cintura	cm	66,81	4,28	6,41
Braço direito relaxado	cm	24,45	2,48	10,14
Braço direito contraído	cm	26,99	2,87	10,62

Coxa direita medial	cm	46,33	6,33	13,67
Coxa direita distal	cm	37,89	2,82	7,44
Panturrilha direita	cm	33,15	2,55	7,70
Braço esquerdo relaxado	cm	24,15	2,49	10,33
Braço esquerdo contraído	cm	26,69	2,92	10,92
Coxa esquerda medial	cm	46,46	6,32	13,61
Coxa esquerda distal	cm	37,60	2,82	7,50
Panturrilha esquerda	cm	32,67	2,36	7,21
Braço direito	cm	30,27	3,91	12,91
Cotovelo/punho direito	cm	26,84	3,19	11,89
Antebraço/mão direita	cm	41,26	6,22	15,07
Mão direita	cm	18,31	1,56	8,54
Coxa direita	cm	36,74	3,72	10,11
Altura tibial direita	cm	42,17	7,16	16,97
Pé direito	cm	24,89	1,39	5,57
Braço esquerdo	cm	30,20	3,79	12,55
Cotovelo/punho esquerdo	cm	26,72	3,03	11,36
Antebraço/mão esquerda	cm	41,30	6,05	14,64
Mão esquerda	cm	18,34	1,46	7,99
Coxa esquerda	cm	36,49	3,76	10,29
Altura tibial esquerda	cm	42,42	7,19	16,96
Pé esquerdo	cm	25,01	1,35	5,39
Tricipital	cm	7,16	2,16	30,22
Subescapular	cm	6,74	1,16	17,26
Bicipital	cm	4,33	1,39	32,17
Axilar média	cm	4,64	0,72	15,58
Peitoral	cm	4,45	1,01	22,73
Supra iliaca	cm	6,50	1,72	26,43
Abdomen	cm	7,46	1,68	22,49
Coxa	cm	10,50	4,48	42,71
Panturrilha	cm	7,20	2,07	28,82
Percentual de gordura	%	10,05	0,75	7,46
Massa Magra	Kg	49,94	8,60	17,21
Somatório 6 dobras	mm	45,56	10,07	22,11
Somatório dobras superiores	mm	13,90	2,47	17,80
Somatório dobras inferiores	mm	17,70	6,13	34,64
Somatório dobras tronco	mm	13,96	3,14	22,51

Fonte: Autoria própria

Nota: Médias, $\pm$ DP e CV.

TABELA 13: DADOS FUNCIONAIS E FISIOLÓGICOS DOS ATLETAS

Variável	Unidade	Média	$\pm$ DP	CV (%)
----------	---------	-------	----------	--------

VO ₂ máximo	ml/kg/min	69,71	9,14	13,11
Velocidade máxima último estágio	Km/h	18,60	1,43	7,69
Frequência cardíaca máxima	bpm	198,00	8,54	4,31
PSE VO ₂ máx	UA	9,00	0,67	7,41
Limiar anaeróbio	Km/h	14,68	0,82	5,61

Fonte: Autoria própria

Nota: Médias, $\pm$ DP e CV.

Tabela 14: VARIÁVEIS DOS TESTES DE NATAÇÃO

Variável	Unidade	Média	$\pm$ DP	CV (%)
Tempo 200m	s	152,80	13,29	8,70
Tempo 400m	s	333,30	29,59	8,88
Velocidade 200m	m/s	1,32	0,11	8,33
Velocidade 400m	m/s	1,21	0,10	8,32
Velocidade crítica natação	m/s	1,12	0,10	8,77
Velocidade crítica / 100m	m/s	90,25	8,72	9,66
PSE 200m	UA	7,40	2,07	27,91
PSE 400m	UA	7,60	1,90	24,97
Frequência de braçadas 200m	bpm	70,44	7,64	10,85
Frequência de braçadas 400m	bpm	61,57	8,38	13,61
Comprimento de braçada 200m	m/b	1,13	0,16	13,68
Comprimento de braçada 400m	m/b	1,20	0,19	15,77
Índice técnico 200m	m ² /s	1,51	0,30	19,88
Índice técnico 400m	m ² /s	1,46	0,32	21,89

Fonte: Autoria própria

Nota: Médias, $\pm$ DP e CV.

TABELA 15: VARIÁVEIS DOS TESTES DE CICLISMO

Variável	Unidade	Média	$\pm$ DP	CV (%)
Potência pico 6 segundos	Watts	943,20	272,88	28,93
Potência média 15 segundos	Watts	610,23	171,63	28,13
Potência média 30 segundos	Watts	492,70	125,89	25,55
Potência média 1 minuto	Watts	337,96	86,81	25,69
Potência média 4 minutos	Watts	222,16	55,39	24,93
Watts / Kg 4 minutos	W/kg	3,99	0,62	15,60
Potência média 10 minutos	Watts	198,40	43,28	21,81
Watts / Kg 10 minutos	W/kg	3,57	0,42	11,85
Potência Crítica	Watts	183,19	40,18	21,94
Watts / Kg Potência Crítica	W/kg	3,30	0,44	13,37
PSE 10 minutos	UA	8,30	1,70	20,52
PSE 4 minutos	UA	8,50	1,72	20,19

Fonte: Autoria própria

Nota: Médias, $\pm$ DP e CV.

TABELA 16: VARIÁVEIS DOS TESTES DE CORRIDA

Variável	Unidade	Média	$\pm$ DP	CV (%)
Tempo 2 Km	s	193,90	12,48	6,43
Tempo 1 Km	s	435,80	34,21	7,85
Velocidade crítica (m/s)	m/s	4,17	0,39	9,29
Velocidade crítica (Km/h)	Km/h	15,01	1,39	9,29
Velocidade crítica (pace)	Pace	3,59	0,37	10,31
PSE 1 Km	UA	8,40	1,71	20,39
PSE 2 Km	UA	8,60	2,01	23,38
Frequência cardíaca máxima 2 Km	bpm	187,20	8,47	4,52
Frequência cardíaca máxima 1 Km	bpm	197,20	8,30	4,21

Fonte: Autoria própria

Nota: Médias, $\pm$ DP e CV.

TABELA 17: DADOS OBTIDOS NO TRIALO SIMULADO

Variável	Unidade	Média	$\pm$ DP	CV (%)
Tempo natação	s	711,80	40,01	5,62
Tempo T1	s	110,20	38,98	35,38
Tempo ciclismo	s	2627,70	250,33	9,53
Tempo T2	s	32,80	18,49	56,36
Tempo corrida	s	1265,60	76,38	6,04
Tempo total	s	4748,10	372,40	7,84
PSE simulado	UA	7,10	1,60	22,47

Fonte: Autoria própria

Nota: Médias, $\pm$ DP e CV.