



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA- UnB
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA (FEF)
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

Características entre as variáveis fisiológicas da natação e sua
influência no desempenho final em uma prova de
sprint triathlon: revisão narrativa

Larissa Rocha Vasco

Brasília-DF, 2021

Características entre as variáveis fisiológicas da natação e sua
influência no desempenho final em uma prova de
sprint triathlon: revisão narrativa

Larissa Rocha Vasco
Orientadora: Prof. Dr^a Karini Borges dos Santos

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado à banca para obtenção do grau
de Bacharel em Educação Física, pela
Universidade de Brasília.

Brasília- DF, 2021

Larissa Rocha Vasco

Características entre as variáveis fisiológicas da natação e sua
influência no desempenho final em uma prova de
sprint triathlon: revisão narrativa

Banca Examinadora:

Prof. Dr^a.Karini Borges dos Santos– Orientadora

Prof. Dr^a Lídia Mara Aguiar Bezerra de Melo

Prof. Dr. Renato Andre Silva

AGRADECIMENTOS:

Primeiramente gostaria de agradecer a minha família, em especial aos meus pais, Vera Lucia Rocha Vasco e José Eustáquio Cordeiro Vasco, e também a minha irmã, Karine Rocha Vasco que estiveram sempre ao meu lado e me auxiliando e apoiando durante a minha jornada no ensino superior.

Agradeço também as minhas grandes amigas Karine Ribeiro de Oliveira e Thaynara dos Santos Ferreira, pelo companheirismo, compartilhando os melhores momentos e os piores durante o período da graduação.

Agradeço também ao meu querido amigo Alan Claudio Xavier que me apresentou o ciclismo, um dos esportes mais sensacionais que existe .

Aos meus amigos de cursinho pré-vestibular, Natália Cunha Frazão, Gabriel Pereira e Leandra de Almeida Ramos, que se estiveram presentes durante o meu ingresso na UnB e estão até o momento dando suporte e estão partilhando esses grandes momentos na minha vida.

E a minha orientadora, Karini Borges dos Santos, pela paciência e disposição durante o processo de construção deste trabalho.

EPÍGRAFE:

*“ A persistência é o caminho do êxito”
(Charles Chaplin*

RESUMO

O *triathlon* é uma modalidade esportiva que envolve a combinação de três esportes: natação, ciclismo e corrida. As provas oficiais envolvem distintas distâncias e são denominadas de *sprint*, olímpica e o *Ironman*, sendo que as demandas fisiológicas exigentes e estratégias em cada prova e disciplina interferem na performance. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo principal analisar a relação das características entre as variáveis fisiológicas da natação e sua influência no desempenho geral em uma prova de *sprint triathlon*. A pesquisa se caracteriza por uma revisão narrativa de caráter qualitativo e a busca foi realizada nas bases de dados CORE Articles, ScienceDirect, Scielo Brasil e SPORTDiscuss. Os critérios de inclusão foram estudos que abordavam sobre a fisiologia do *triathlon* de forma geral ou específica a natação relacionado ao VO₂max, limiar de lactato, frequência cardíaca, intensidade de nado e por fim, a sua relação sobre as modalidades subsequentes. Foram selecionados 10 artigos para análise e discussão, dos quais a maioria realizou simulados de provas, exceto quatro revisões bibliográficas. Como resultado, a natação realizada com intensidades superiores ao limiar de lactato apresenta uma fadiga residual que pode ser prejudicial a performance nas modalidades seguintes. A FC aproximado a 170 bpm e o VO₂máx próximo do submáximo apresentam ser um preditor de performance durante a etapa da natação. Esses índices de desempenho tem se demonstrado eficazes para a performance no *sprint triathlon* tendo implicações no treinamento e performance.

Palavras-chave: *Fisiologia, performance, Sprint Triathlon, Triathlon*

ABSTRACT

Triathlon is a sport that involves the combination of three sports: swimming, cycling and running. The official tests involve different distances and are called sprint, Olympic and Ironman, and the demanding physiological demands and strategies in each test and discipline interfere with performance. In this sense, the present study had as main objective to analyze the relationship of the characteristics between the physiological variables of swimming and their influence on the general performance in a sprint triathlon event. The research is characterized by a qualitative narrative review and the search was carried out in the CORE Articles, ScienceDirect, Scielo Brasil and SPORTDiscuss databases. The inclusion criteria were studies that addressed the physiology of triathlon in general or specific to swimming related to VO₂max, lactate threshold, heart rate, swimming intensity and finally, its relationship on subsequent modalities. Ten articles were selected for analysis and discussion, most of which performed simulated tests, except for four bibliographic reviews. As a result, swimming performed at intensities above the lactate threshold presents residual fatigue that can be detrimental to performance in the following modalities. The HR approximately 170 bpm and the VO₂max near the submaximal appear to be a performance predictor during the swimming stage. These performance indices have been shown to be effective for performance in the sprint triathlon, having implications for training and performance.

Keywords: *Performance. Physiology Sprint. Triathlon. Triathlon.*

LISTA DE QUADROS:

Quadro 01- Lista dos artigos selecionado, ordenados pelo autor/ano de publicação, título, base de dados e objetivo.

Quadro 02- Autores dos artigos selecionado com seus participantes, metodologia adotada e os resultados.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

CBtri- Confederação Brasileira de *triathlon*

ITU- União Internacional de *triathlon*

FC- Frequência cardíaca

V02máx- Volume máximo de oxigênio

TT- *time trial* (contra relógio)

T1- Primeira transição (natação-ciclismo)

T2- Segunda transição (ciclismo-corrída)

WTS- World Triathlon Series

SUMÁRIO

1.0 Introdução	09
1.1 Objetivos	12
1.2 Objetivos gerais	12
1.3 Objetivos específicos	12
1.4 Justificativa	13
2.0 Fundamentação Teórica	14
2.1 Aspectos gerais do <i>triathlon</i>	14
2.2 Natação no <i>sprint triathlon</i>	15
2.3 Natação e suas implicações na etapa do ciclismo	16
2.4 Ciclismo e seus efeitos na etapa subsequente	17
2.5 Corrida	19
2.6 Transição (T1 e T2)	20
2.7 Fatores fisiológicos do <i>triathlon</i>	21
2.7.1 VO ₂ máx	21
2.7.2.Limiar de lactato	22
2.7.3.Frequência cardíaca	23
3.0 Metodologia	25
4.0 Resultados	26
5.0 Discussão	31
6.0 Conclusão	35
7.0 Referências	36

1.0 INTRODUÇÃO

O *triathlon* é um esporte de *endurance* que compreende as modalidades de natação, o ciclismo e a corrida segundo Pacheco et al., (2012) tendo cerca de uma hora para provas mais curtas e chegando a 18h para provas mais longas , portanto, exige uma grande demanda fisiológica. Historicamente, segundo a Confederação Brasileira de Triathlon (CBTRI, 2021), o *triathlon* surgiu como desafio em 1974, nos Estados Unidos, quando uma equipe de atletismo utilizava os três esportes como forma de avaliar seus atletas e no Brasil a sua primeira competição foi 1981 no Rio de Janeiro.

Ao longo dos anos a modalidade sofreu grandes mudanças e teve sua estreia em 2000 na Olimpíadas, em Sydney, (CBTRI, 2021). Atualmente, as provas em escala mundial disputadas pela ITU (União Internacional de Triatlo), são classificadas em *Sprint* incluída em 2012 nas provas mundiais e a Olímpica, em adição, existe a que se tornou tradicional disputada desde a sua edição oficial, 1978, em Kona no Havaí, o *IRONMAN®* Todavia, dentre as diferentes metragens o *Sprint Triathlon* foi incluída nas provas também conhecida como *Short Triathlon* é uma das provas mais populares desse esporte por manter os triatletas em contato com o público por toda a prova, pois a distância é menor facilitando o acompanhamento de sua visualização (DELPASSO et.al., 2010).

Uma questão sobre o *triathlon* é que, por ser uma modalidade composta por outras etapas, assuntos como a interferência de uma etapa sobre a outra é fortemente discutida, ou seja, a influência que a etapa anterior causa na seguinte (JÚNIOR; PIGNATA, p. 108, 2020).

“A natação é a primeira prova do *triathlon* e a única que ocorre em um meio diferente das outras duas modalidades subsequentes, ou seja, o meio líquido” (CAPUTO et al., 2006), o que impõe uma resistência adicional ao deslocamento do atleta. De fato, a resistência das ondas presentes na água ou arrasto, é a principal força a ser vencida durante a movimentação aquática. Em adição, a natação no *triathlon* geralmente é realizada em águas abertas (mares, lagos, canais), exceto provas realizadas em piscina, portanto, e segundo Pacheco et al. (2012) exige adaptações técnicas e demandas fisiológicas superiores as realizadas na piscina.

Simirmaul *et al.* (2013) apontam que a natação gera um impacto subsequente no ciclismo, sendo capaz de prejudicar a prova como um todo, especialmente nas provas curtas (geralmente com metragem de 750m para natação), nas quais muitos atletas tentam executar uma intensidade muito elevada para obter vantagem no início da competição. Efetivamente, na prática, em provas curtas, a qual o atleta tem conhecimento que o final da prova está próximo, ele é capaz de adotar uma estratégia de prova mais agressiva.

Sleivert e Rowlands (1996) afirmam que os requisitos fisiológicos do exercício sequenciado na natação, ciclismo e corrida são únicos e requerem que o triatleta desenvolva características fisiológicas que sejam um misto daqueles percebidos em atletas de uma modalidade única podendo ser em natação, ciclismo e corrida de resistência. Nesse mesmo cenário, para Cejuela *et al.* (2007) destacam-se como preditores de performance elevados valores de consumo máximo de oxigênio ($VO_2máx$), pois são bons índices para classificar o nível de aptidão cardiorrespiratória e de limiar lactato, indicam à fadiga em decorrência da intensidade do exercício. Com isso, Denadai, Greco e Lucas (2009), afirmam que a resposta do lactato tem demonstrado mais eficaz juntamente com $VO_2máx$ para a avaliação.

Diante do contexto apresentado, o presente estudo tem como objetivo fazer uma revisão narrativa sobre as variáveis fisiológicas durante a modalidade natação e como ela influencia nas modalidades subsequentes e no desempenho geral da prova *sprint* de *triathlon*.

1.1 OBJETIVOS

1.2 Objetivo Geral:

Revisar como as variáveis fisiológicas VO_2 máx, limiar de lactato e a frequência cardíaca e os efeitos no desempenho geral de atletas de *triathlon*, durante uma competição, na categoria *sprint*.

1.3 Objetivos Específicos:

- a) Investigar e discutir os resultados dos estudos analisados.
- b) Apresentar os valores de VO_2 máx, limiar de lactato e a frequência cardíaca de triatletas.
- c) Verificar a relação entre o VO_2 máx e Frequência cardíaca
- d) Analisar o comportamento do Limiar de lactato e sua relação com a intensidade.

1.4 JUSTIFICATIVA

Treinadores e professores de Educação Física encontram diversos desafios para prescrever treinamento para atletas de modalidades combinadas como triatlo, “(...) devido aos aspectos fisiológicos, bioquímicos, mecânicos e estratégicos subdivido entre as três modalidades” (SMIRMAUL *et al.*, 2013). Nesse contexto, se faz necessário uma investigação das possíveis causas que muitos atletas conseguem ter bons resultados na natação em uma prova de *sprint* e muitas vezes não conseguem concluir a prova com um bom desempenho. Para Cejuela *et al.* (2007), inúmeros estudos buscam entender uma relação dos efeitos residuais do ciclismo sobre a corrida e mostram aspectos como a intensidade, VO_2 máx, FC e limiar de lactato como bons preditores de performance. Todavia, são poucas pesquisas que buscam identificar a relação da natação sobre as modalidades nas provas subsequentes.

Pacheco *et al.* (2012) referem que a natação quando comparada com as demais modalidades, tem um tempo menor na sua execução e também o seu desempenho altera, pois existem provas mais curtas que exigem maiores demandas fisiológicas. Entender o mecanismo desse esporte principalmente na modalidade *sprint* ou *short* que é a porta de entrada de muitos atletas recreativos e amadores por apresentar distâncias mais reduzidas, pode trazer subsídios para otimizar o treinamento e o desempenho geral na prova.

2.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aspectos gerais do *triathlon*

De acordo com Cejuela *et al.* (2007), o triatlo é um esporte de resistência realizado individualmente, caracterizado por ser combinado e dividido em três modalidades: natação, ciclismo e corrida, onde engloba a transição sendo a ordem validada sem pausas no tempo demarcado pelo cronômetro até ao final da prova.

Segundo o Comitê Olímpico do Brasil, o *triathlon* surgiu no ano de 1974, na cidade de San Diego, nos Estados Unidos, no Brasil, chegou em 1981 e a sua primeira competição aconteceu três anos mais tarde, 1983 na cidade do Rio de Janeiro- RJ.

A União Internacional de Triathlon (ITU) estipula as distâncias de provas e distância olímpica em 2009, a ITU mudou o formato de corrida em uma série de eventos olímpicos chamados *World Triathlon Series* (WTS), que substituiu o único Campeonato Mundial. Olaya *et al.* (2021) retrata especificamente, que em 2012, uma das principais alterações do calendário foi a inclusão das da distância de *sprint* de nos WTS e Copas do Mundo, que, até então, eram executadas utilizando as distância olímpica (1.500 m natação, 40km ciclismo e 10km de corrida) . Ongaratto *et al.*(2017) desde que o *triathlon* foi incluso nas olimpíadas em 2000, em Sydney Austrália foi um propulsor do aumento de número de participantes .

“ Dentre os esportes que envolvem resistência, o triatlo tem ganhado grande popularidade nos últimos anos. A prova considerada mais importante - o Ironman - é constituída de 3,8 km de natação, 180 km de ciclismo de estrada e maratona de 42,195 km, a serem realizadas em um único dia. Entretanto, com o intuito de facilitar a popularização deste esporte, foi introduzido o *Sprint Triathlon* cujas distâncias das provas de natação, ciclismo e corrida foram reduzidas, respectivamente, para 750 m, 20 km e 5 km” (COSTA; KOKUBN,1995).

Delextrat (2003), alega que apesar de poucos estudos experimentais, que as revisões sobre determinantes de desempenho do *triathlon* destacaram que a demanda metabólica induzida pela natação seria capaz de ter impactos prejudiciais no ciclismo ou corrida. Desse modo, o triatlo requer um preparo tanto físico quanto

mental. Além disso, “(...) os efeitos de uma modalidade sobre as outras podem interferir nos componentes biomecânicos e energéticos das mesma, piorando ou melhorando o desempenho “(ONGARATTO *et al.*, 2017). Neste mesmo contexto, Cejuela *et. al* (2008), enfatiza a importância da estratégia, especificamente na natação, planejamento e tática de acordo com as características da prova.

2.2 Natação no *sprint triathlon*

A prova de *triathlon* inicia com a prova de natação que geralmente, segundo Pacheco *et al.* (2012), acontecem em águas abertas; rios, lagos ou mares onde cada local exige uma técnica e tática específica, por ser uma modalidade aquática que sofre interferências como a temperatura, ações do movimento da água, adicionando a estes fatores, exige aspectos psicológicos e os atletas precisam adotar um planejamento para permanecer com o grupo e desenvolver uma elaboração para o contorno da boia.

“A visualização nas águas abertas ocorre quando o atleta ergue a cabeça para procurar a boia e outros pontos de referência durante o nado. Existem muitas maneiras para visualizar os marcadores do percurso (como usar o estilo peito), mas muitos métodos reduzem a velocidade e a eficiência do nado.” (MCLARLY, 2017, p. 239)

Autores como Cejuela *et al.* (2007) afirmam de apresentarem uma parcela do tempo despendido em cada segmento, definiram os tempos de cada disciplina sendo:

- Primeiro segmento: 750 metros de natação entre 8 minutos e 30 segundos, o primeiro triatletas e 16 minutos o último classificado.
- Segundo segmento: 20 km de ciclismo: entre 30 e 50 minutos, dependendo do terreno e o nível do triatleta.
- Segmento final: 5 km de corrida: entre 15 e 24 minutos, dependendo do orografia e habilidade do atleta

Segundo o estudo de Silva *et al.* (2008), um nadador seguido os pés do outro pode sofrer de 16 % a 45% menos arrasto através da água. Isso é bastante relevante em distâncias como 3,8 quilômetros, mas, também, impacta diretamente todos os eventos de natação de águas abertas. O vácuo que o ato de nadar atrás do outro atleta, pode permitir que um atleta termine o nado com o mesmo esforço ou pode ajudar o nadador a melhorar seu tempo com o mesmo esforço.

Em um estudo de Jassen *et al.* (2009), que buscou investigar as respostas metabólicas e hidrodinâmicas com o uso da esteira, com nadadores líderes que eram acompanhados por atletas que utilizaram a esteira de forma ativa e outro de forma passiva. O indivíduo que obteve maior vantagem foi aquele que ficou atrás do líder de forma ativa a uma distância de 0,50 m, pois obteve menor arrasto, aumento da velocidade média e menor consumo de oxigênio. Similarmente, Wu *et al.* (2016), mostrou resultados favoráveis ao distribuir ritmos adotando a natação positiva realizando o aumento de carga progressivamente.

“A boia de virada é um local extremamente caótico por conta dos inúmeros nadadores disputando um caminho mais curto e direto, alguns atletas acabam tendo algum contato mais agressivo e outros podem ser empurrados para baixo da água. Para escapar do caos, um nadador pode escolher uma rota mais curta. Essa é uma escolha para atletas menores. Na maioria dos casos, a distância nadada a mais costuma ser insignificante, mas algumas competições são tão grandes e tumultuadas que nadar externamente pode ser uma má ideia. Nesse caso, a decisão mais curta e inteligente é se manter próximo da boia. Usar braçadas curtas com uma cadência maior e cruzar o caos ao redor da boia. Braçadas maiores costumam ser impossíveis; braçadas rápidas permitirão que você permaneça acima da água e avance” (MCLARLTY, 2017, p.247).

Peeling e Landers (2009), em seu estudo de revisão bibliográfica destacaram a importância que o atleta procure adotar procedimentos de controlar a intensidade das braçadas e de preferencialmente que aproveitem nadar próximo ao grupo, por meio da esteira diminuindo os gastos energéticos.

2.3 Natação e suas implicações na etapa do ciclismo

Ao tratar de forma específica a biomecânica da natação estamos falando em relação ao nado crawl. “ Os efeitos da natação e do ciclismo e da corrida posterior em provas de triatlo foram investigados em diferentes protocolos, o que ajuda a compreender aspectos fisiológicos e biomecânicos.”(ONGARATTO *et al.*,2017) Segundo estudo do Chatard *et al.* (1990), que buscou analisar as características dos nadadores de crawl, define a importância das técnicas de braçada na variação do gasto energético de desempenho durante a natação competitiva. Também demonstra que o padrão de braçada depende dos dados das dimensões físicas individuais, da técnica e da economia de natação.

“O nado “Crawl” é uma das habilidades em que há evidente necessidade de padronização espaço temporal dos movimentos. O deslocamento eficaz e eficiente do corpo na água exige uma ação coordenada entre braços, pernas e respiração, favorável à sua propulsão. Assim, a organização temporal dos movimentos desses vários componentes é crucial para a ação. Talvez por isso, ao observar indivíduos habilidosos praticando natação supõe-se que estejam repetindo uma série de movimentos idênticos.” (APOLINARIO *et al.*,2012)

Caputo *et al.* (2000) menciona em seu estudo que os estilos de braçadas, usados na natação conseguem de forma simples medidas através da frequência de braçada (Fbr) e da distância percorrida por braçada (Dbr). A velocidade média (Vm) é o produto da Fbr com a Dbr. Similarmente, Castro *et al.* (2005) descrevem a natação um esporte que envolve deslocamento, a velocidade média do nado, importante fator relacionado ao controle da intensidade, sendo obtida pelo produto entre um elemento espacial, o comprimento de braçada, e um elemento temporal, a frequência de braçada.

A natação quando realizada em alta intensidade, aumenta a demandas fisiológicas do ciclismo como Delextrat *et al.* (2005), demonstrou em seu estudo que teve uma redução de eficiência com cerca de 13 %, um aumento no lactato sanguíneo de 56% e o VO₂máx elevado com cerca de 5% para a prova *sprint*.

2.4 Ciclismo e seus efeitos na etapa subsequente

A segunda modalidade é a prova de ciclismo, alguns estudos como, Millet e Vleck (2000) e Millet, Vleck e Bentley (2009), e até alguns atletas alegam que um bom condicionamento na parte ciclismo é um fator determinante para conseguir um bom resultado na prova, pois permite diminuir o ritmo e iniciar a corrida menos fadigado. “ Dependendo da competição é permitido o vácuo ou não. Isso diferencia completamente a preparação e a disputa das provas.”(CEJUELA *et al.*, 2007)

“ A prova de ciclismo no *triathlon* representa aproximadamente 50% do tempo total de prova, sendo o segmento de maior duração, o atleta deve estar bem preparado para que consiga armazenar energia para a última parte da prova, a corrida. O ciclismo é considerado e referenciado como sendo o segmento decisivo ”(GALY *et al.*, 2003).

Segundo Olaya (2021), do ponto de vista prático, os nadadores que não terminarem o segmento de natação no grupo líder (grupo de perseguição), mas conseguirem se conectar no segmento de bicicletas com o primeiro *pack* (grupo líder) terão melhor desempenho no segmento de ciclismo.

Walsh *et al.* (2017) Em seu estudo com o propósito de verificar as variações cardiorrespiratória na corrida subsequente a prova de ciclismo foi de que a intensidade moderada foi suficiente para induzir alterações em muitas das medidas cardiorrespiratórias tomadas durante a corrida após o ciclismo, em comparação com a corrida de controle. Millet *et al.* (2003), afirma que os atletas exprimem as mais diversas intensidades tanto submáximas como supramáximas gerando as mais diversas demandas fisiológicas. Faria, Parker e Faria (2005) descrevem que para conseguir uma transferência eficiente de energia do corpo para a condução da bicicleta a maior preocupação é a configuração da bicicleta e posição do corpo de ciclismo.

No *triathlon* é comum o uso de dois tipos de bicicleta em provas mais longas é comum o uso de bicicleta *Time Trial* (TT) e em provas mais curtas é utilizada o modelo *road* dependendo das regras aplicadas pela ITU.

Segundo Carpes *et al.* (2005), que comparou e seguiu com base para suas pesquisas e testes, o trabalho de Padilha *et al.* (2000), que no teste na distância de 40km em uma bicicleta contrarrelógio (TT) com a velocidade média de 38 km/h, sendo uma média inferior aos estudos similares como o de Padilha *et al.* (2000). Carpes *et al.* (2005) justificou que o resultado do aumento do torque nos minutos finais e da intensidade que mesmo controlada levou o atleta a um aumento de $VO_{2máx}$, FC e fadiga neuromuscular. Isso é devido a estratégia de exprimirem maiores velocidades (*sprints*) nos momentos finais. Os autores concluem que adotar estratégias de controle de intensidade e treinar fases de recuperação diminuiria a fadiga.

“O exercício a tais intensidades pode refletir o custo metabólico médio da perna ciclo viária do triatlo de curta duração e distância olímpica, no entanto, considerando a natureza variável do ciclismo durante esses formatos de triatlo tais protocolos de teste carecem de especificidade, pelo menos no que diz respeito ao triatlo de elite e à distância olímpica. Como resultado, pode-se argumentar que protocolos de teste não específicos contribuem para a falta de clareza quanto à compreensão dos efeitos do ciclismo anterior no desempenho de corrida específico para o triatlo de distância média e olímpica de elite” (WALSH, 2019).

Walsh (2019), destaca a importância do posicionamento durante o ciclismo no desempenho da corrida onde o triatleta irá minimizar o gasto energético já que atletas de elite tendem a aumentar a velocidade buscando realizar uma T2 (transição ciclismo-corrida), mais rápida.

2.5 Corrida

O tempo gasto na corrida em provas oficiais de *triathlon* equivale entre 30% a 35% do tempo total de prova (FIGUEIREIDO, 2016). “A fadiga residual prejudica o desempenho durante uma corrida de triatlo” (TAYLOR; SMITH, 2013). Chaves *et al.* (2019) relata que após o ciclismo ocorre uma diminuição do desempenho físico, porém esses efeitos são maiores em atletas menos experientes, sofrendo altas variações do gesto motor.

“E por fim, temos a corrida que é completamente diferente da corrida simples de estrada. No *triathlon*, como a natação e o ciclismo vêm antes da corrida, os atletas têm uma amplitude limitada de movimentos nas pernas em virtude do enrijecimento e uso dos músculos (por exemplo, flexores dos quadris, tendões do jarrete, quadríceps). Essa amplitude limitada de movimentos impede os atletas de erguer muito as pernas na fase de recuperação, e os joelhos, na fase de propulsão. Conseqüentemente, o comprimento da passada é mais curto, e os atletas correm menos. Além disso, o sistema aeróbico está sobrecarregado da natação e ciclismo, o que também aumenta a fadiga” (BORGES, 2017 p.115).

Ongaratto *et al.* (2017) em sua revisão sobre a fisiologia e a biomecânica concluíram, que na corrida no *triathlon* ocorre um decréscimo no comprimento da passada, no tronco, e modificações no ângulo do joelho e tornozelo, os autores afirmam esses resultados em decorrência da fadiga e atividade muscular do ciclismo, esses efeitos parecem ser menores em indivíduos altamente treinados.

2.6 Transição T1 e T2

Outro fator de grande importância são as transições que para alguns é a quarta etapa do *triathlon*, a transição 1 (T1) onde o atleta termina a prova de natação e faz a passagem para começar a prova de ciclismo, montam em suas bicicletas e começam a pedalar frequentemente.

Em muitas provas são um dos momentos decisivos entre os competidores, tendo em vista que, em distâncias menores do *triathlon* as transições precisam ser feitas rapidamente, em especial a T2 como descreve Millet *et al.* (2000), uma transição do ciclismo para a corrida estaria ligada com a classificação geral do atleta onde é realizado o desmonte e a troca do capacete e as sapatilhas pelo tênis de corrida e começam a prova de corrida

Chinchilla *et al.* (2013) em seu estudo que tinha como principal objetivo avaliar o tempo desprendido nas transições em provas de alto rendimento, utilizando como parâmetro de avaliação o Tempo perdido $T1 = \text{Melhor tempo parcial acumulado} - \text{tempo acumulado de cada triatleta no mesmo pacote de natação}$ e para a T2: $\text{Tempo acumulado} = \text{Tempo para o segmento de natação} + \text{Tempo para transição T1} + \text{Tempo para o segmento de ciclismo} + \text{Tempo para transição T2}$. Como resultado ele encontrou que as transição T2 diz mais a respeito ao desempenho final quando comparada com a T1 variando entre de 1 a 15 s.

Cejuela *et al.* (2008) apresentam orientações para a T1;

“Durante a aceleração na saída da água produzida pela busca por um grupo líder o atleta deve sair na frente quando possível para enfrentar o segmento de ciclismo, o triatleta deve ir visualizando sua situação na caixa, pois na saída da água há um desorientação (mudança da posição do corpo de horizontal para vertical) que pode fazer perder tempo. O triatleta deve ter clareza mental suficiente para analisar a situação da competição durante a transição, nela você deve identificar seus rivais e adaptar a tática de teste à nova situação” (CEJUELA *et al.*, 2008)

Chaves *et al.* (2020) sugerem alternativas para realizar uma T2 mais rápida:

“Estratégias que podem prevenir diminuição excessiva do desempenho são: inserir treinos de transição (T2) ciclismo/corrída no planejamento, aumentar o volume de treinamento para aumentar as reservas energéticas e o padrão de movimento, para atletas amadores, a sugestão é iniciar a corrida com ritmo levemente inferior ao ritmo de prova, o que não funciona com profissionais. Apesar da grande gama de artigos ainda são necessários mais estudos para melhor orientar o atletas e treinador” (CHAVES *et al.*, 2020)

2.7 Fatores fisiológicos do *triathlon*

Os aspectos fisiológicos envolvidos que estão correlacionados com a performance $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, e o limiar anaeróbico. No entanto, as medidas fisiológicas em cargas de trabalho submaximais também têm se mostrado determinantes importantes do desempenho de resistência. Segundo Costill; Wilmore e Kenney p.140 (2020) o atleta de resistência aeróbia precisa ter a combinação dos seguintes fatores:

- $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ elevado;
- limiar de lactato elevado, quando expresso como percentual de $\dot{V}O_{2\text{máx}}$;
- grande economia de esforço, ou baixo valor de $\dot{V}O_2$ para determinada intensidade absoluta de exercício
- elevado percentual de fibras musculares do tipo I.

Um aspecto fisiológico importante que segundo Pacheco *et al.* (2012) que durante provas de triathlon é a intensidade em que os atletas executam as etapas, o efeito residual do exercício anterior provoca um aumento da demanda fisiológica na etapa subsequente, sucedendo, assim, um decréscimo no desempenho

Austin p.148 (2017) define como os principais preditores fisiológicos do desempenho no *triathlon* como sendo a economia submáxima no exercício de e o rendimento máximo de velocidade e potência, sendo essas mediads preditivas avaliadas com medições fisiológicas dos níveis de lactato, frequência cardíaca e da captação máxima de esforço.

2.7.1 $\dot{V}O_{2\text{máx}}$

“O consumo de oxigênio constitui o volume de O_2 extraído do ar inspirado pela ventilação pulmonar em um dado período de tempo “(HERDY *et al.*, 2016) .Segundo Bentley *et al.* (2008) o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ ou consumo máximo de oxigênio é uma medida muito utilizada para mensurar a capacidade de transporte e de utilização de oxigênio durante o exercício.

“Considerada por muitos cientistas do exercício como a medida mais válida da aptidão cardiovascular. De fato, os testes de exercício progressivo (também denominado testes do exercício graduado) frequentemente são empregados por médicos no exame de pacientes com possível cardiopatia e

cientistas do exercício para determinar a aptidão cardiovascular do indivíduo. Esses testes em geral são realizados numa esteira ou numa bicicleta ergométrica. No entanto, um ergômetro de braço pode ser utilizado para testar paraplégicos ou atleta cujo esporte envolva o trabalho de braço (p ex., nadadores, remadores etc.)” (POWERS; HOWLEY,2009 p.173)

Em outra definição de Powers e Howley 2014, p.284 o VO_2 máx representa o “teto fisiológico” da capacidade fisiológica do sistema de transporte de oxigênio liberar O_2 aos músculos que estão contraindo. Segundo O’Toole , Douglas e Hiller (1989) o VO_2 máx está relacionado ao desempenho direto em provas de resistência principalmente nas modalidades mais curtas do *triathlon* do que em provas mais longas. Com isso, Surriano e Bishop (2009) definem que atletas que são considerados bem sucedidos eles apresentam altos níveis de VO_2 máx.

2.7.2. Limiar de lactato

Os valores de lactato sanguíneo durante a prova mostram que, apesar do *triathlon* ser uma prova de predominância aeróbica, o metabolismo glicolítico está bastante presente em todos os segmentos. (LOPES; OSIECKI; RAMA, 2012)

Powers e Howley, (2000, p.175), define, além de ser um produto o limiar de o aumento da intensidade e com isso os níveis sanguíneos elevam de forma exponencial e os músculos produzem ácido láctico e liberando no sangue, enquanto alguns tecidos como o fígado, dos músculos esqueléticos estão removendo-o e pode ser expressa por:

Concentração, entrada e remoção sanguínea de= ácido láctico – ácido láctico no sangue do sangue

“Muitos pesquisadores consideram o limiar de lactato um bom indicador do potencial do atleta para exercícios de resistência. O limiar de lactato é definido como o ponto no qual o lactato sanguíneo começa a se acumular substancialmente acima das concentrações de repouso durante o exercício de intensidade crescente.” (COSTILL; WILMORE; KENNEY 2020 p.138)

Brooks (1985), define o limiar de lactato como sendo o ponto de transição entre o metabolismo aeróbio e anaeróbio. Além de ser a carga de trabalho durante o exercício, no qual as concentrações de lactato sanguíneo começam a aumentar exponencialmente, coincidindo com eventual fadiga muscular (SVEDALH; MACLINTOSH, 2003).

“É provável que o limiar de lactato seja o principal determinante do ritmo mais rápido que pode ser tolerado durante um evento de resistência de longa duração. A capacidade de ter desempenho em um percentual mais elevado de VO₂max provavelmente reflete um limiar de lactato mais alto. Conseqüentemente, um limiar de lactato a 80% do VO₂max sugere maior tolerância ao exercício aeróbio em comparação com um limiar a 60% do VO₂máx.” (COSTILL; WILMORE; KENNEY, 2020 p.138-139)

Perreira (1989) estipulou valores de concentração de lactato em quatro níveis fazendo relação com a intensidade do exercício.

- 1- Trabalho de predominantemente aeróbio, equivalente até 2,0mM;
- 2- Trabalho realizados com baixa acidose, 4,0 mM;
- 3- Trabalho realizado com média de acidose de até 6,0mM
- 4- Trabalho realizados com altas valores de acidose, com o lactato ultrapassando valores de 6,0 mM.

Fox e Mathews (1983) e Lopes, Osiecki e Rama (2012) reforçam que na natação, há hegemonia da utilização de membros superiores, porém com o acúmulo de lactato na natação, nas provas subsequentes, apesar da predominância da atividade de membros inferiores, podem ser prejudicadas, ainda que a produção de energia durante a metabolização do glicogênio a lactato seja predominante em exercícios com duração de até três minutos

2.7.3. Frequência cardíaca

A FC é uma das variáveis mais utilizadas no controle da intensidade do esforço. Pode-se dizer que isso ocorre, principalmente, devido à facilidade para realizar sua medida, o que a torna bastante prática, bem como a sua relação com o VO₂max em determinada faixa de esforço (GRAEF; KRUEL, 2006).

A Frequência Cardíaca (FC) é antagonicamente controlado pela atividade simpática do SNA e pelo ramo parassimpático do nervo vago. O aumento da FC durante o exercício é provocado pela inibição do nervo vago e/ou pela ativação do sistema nervoso simpático. A frequência cardíaca é uma variável que muda em função da intensidade do exercício. “Frente as esses estímulos e incremento da carga, observa-se que a resposta parassimpática é mais precoce e rápida do que a simpática” (MARÃES, 2010).

Graer e Kruel (2006), especificam os fatores externos interferem na variação da frequência cardíaca no meio aquático se difere em relação a medidas realizadas em ambiente terrestre, dentre eles estariam a temperatura da água iguais ou inferiores a 32°C, atuando na redução dos batimento cardíacos, ao peso hidrostático, ao posicionamento do corporal e sua profundidade de imersão, a FC de repouso e a intensidade relativa do esforço.

Cejuela *et al.* (2007) afirmam que o um comportamento da FC tem uma característica ascendente progressiva, durante a disputa de um *triathlon sprint*. Em relação as etapas subsequentes, sendo um dos motivos em relação a posição horizontal e o efeito da gravidade, juntamente com uma menor implicação da massa muscular do que nos outros dois segmentos.

3.0 METODOLOGIA:

O estudo se caracteriza por uma revisão bibliográfica de caráter narrativo qualitativo que segundo Rother (2007) esse tipo de estudo são compostos, basicamente, de análise da literatura publicada em livros, artigos de revista impressas e/ou eletrônicas na interpretação e análise crítica pessoal do autor. Esse tipo de revisão tem uma função importante para a educação continuada, possibilitando ao leitor obter conhecimento atualizado sobre um assunto específico em pouco tempo, todavia, não dispõem de método de dados que possam ser reproduzidos e nem oferecem resoluções quantitativas para assuntos específicos. Nesse contexto, são considerados artigos de revisão narrativas e são qualitativos.

O presente estudo utilizou uma busca nas bases de dados Scielo Brasil, SportDiscuss, CORE e ScienceDirect e foram selecionadas publicações referentes aos objetivos, publicados entre os anos de 2000 a 2021. Os critérios de inclusão compreenderam: estudos referentes a natação no *triathlon*, aqueles que discutiam sobre os aspectos fisiológicos (VO_2 máx, FC e limiar de lactato) presentes durante a prova de natação e os que correlacionavam a intensidade da natação e o seu desempenho geral durante a prova de *sprint*.

As buscas utilizaram os termos combinados e/ou separados: *triathlon*, *swimming*, *performance triathlon* e *sprint triathlon*. Os termos citados foram pesquisados em português, inglês, espanhol e francês.

4.0 RESULTADOS

Os 10 artigos selecionados apresentaram características que abordam a fisiologia do *triathlon* de forma específica da modalidade *sprint* ou em sua relação com a performance geral. No quadro 01 é apresentado dados como: nomes dos autores juntamente com seus respectivos títulos de seus trabalhos, bases de dados e o objetivo e foram incluídos aqueles que apresentaram dados em referência a fisiologia em parâmetros gerais do *triathlon sprint*, somados a índices metabólicos da frequência cardíaca, limiar de lactato do VO_{2max} de forma durante ou final de testes e simulados.

QUADRO 01- Lista dos artigos selecionados, ordenados pelo autor/ano de publicação, título, base de dados e objetivo

N	Autor/ano	Título	Base de dados	Objetivo
01	Delextrat <i>et al.</i> (2003)	<i>Influência des caractéristiques de la natation sur la performance lors d'un enchaînement natation-cyclisme</i>	ScienceDirect	Investigar a influência da natação no gasto de energia durante o exercício de ciclismo subsequente de um triatlo
02	Peeling, Bishop e Landers (2005)	<i>Effect of swimming intensity on subsequent cycling and overall triathlon performance</i>	SPORTDiscuss	Examinar os efeitos da intensidade da natação no ciclismo subsequente e desempenho geral de triatlo em distâncias de sprint
03	Cejuela <i>et al.</i> , (2007)	<i>Análisis de los factores de rendimiento em triatlón distancia sprint</i>	SPORTDiscuss	Determinar os fatores de desempenho do triatlo distância <i>sprint</i> baseada na revisão dos dados fornecidos pela literatura científica.
04	Bentley <i>et al.</i> (2008)	<i>Maximising performance in triathlon: Applied physiological and nutritional aspects of elite and non-elite competitions</i>	ScienceDirect	Identificar e fornecer informações e elementos para a melhoria do desempenho no <i>sprint triathlon</i> , distância olímpica e longa duração.

05	Suriano e Bishop (2009)	<i>Physiological attributes of triathletes</i>	ScienceDirect	Fornecer informações dos atributos fisiológicos dos triatletas e incluir medidas como limiar de lactato, limiar ventilatório e potência e velocidade máximas.
06	Pacheco <i>et al.</i> (2012)	A influência da natação no desempenho do <i>triathlon</i> : implicações para o treinamento e competição-	ScieloBrasil	Verificar na literatura estudos publicados sobre a relação de influência da natação no desempenho geral em provas de <i>triathlon</i> .
07	Taylor, Smith e Vleck (2012)	<i>Reliability of performance and associated physiological responses during simulated sprint-distance triathlon</i>	CORE	Determinar a confiabilidade do desempenho e das medidas fisiológicas durante um simulado de <i>sprint triathlon</i> .
08	Taylor e Smith (2013)	<i>Scalar-linear increases in perceived exertion are dissociated from residual physiological responses during sprint-distance triathlon</i>	ScienceDirect	Analisar como a fadiga residual afeta a relação entre classificações de esforço percebido (RPE), respostas fisiológicas e ritmo durante o desempenho do triatlo.
09	Pinillos <i>et al.</i> (2016)	<i>Physiological and Neuromuscular Response to a Simulated Sprint-Distance Triathlon</i>	CORE	Descrever o impacto agudo de um triatlo simulado a distância de sprint em níveis fisiológicos e neuromusculares, e determinar se a idade e o desempenho atlético influenciam a resposta aguda em triatletas experientes.
10	Barragán <i>et al.</i> (2020)	<i>Effects of swimming intensity on triathlon performance</i>	SPORTDiscus	Analisar a influência de diferentes modalidades de natação. Intensidade subsequente atuação no setor do ciclismo, corrida e <i>triathlon sprint</i>

Fonte: Produzido pelo própria autora

Os números das amostras variaram entre 7 e 10 atletas, com idade entre 19 a 51, mas tendo o sexo masculino como sua maioria. Em relação aos resultados, foram escolhidos de acordo com os objetivos gerais e específico deste estudo e além disso foi acrescentado 3 artigos de revisão bibliográfica que tinham como principal objetivo descrever os indicadores apontados para a

performance. O quadro 02 apresenta informações sobre os participantes dos estudos, a metodologia e os principais resultados dos estudos selecionados.

QUADRO 02- Autores dos artigos selecionados com seus participantes, metodologia adotada e os resultados

N	Autores	Participantes	Metodologia	Resultados
01	Delextrat <i>et al.</i> (2003)	10 atletas treinados do sexo masculino (idade: 27 ± 5 anos)	Foram realizados testes para determinar o VO ₂ max no cicloergômetro. O teste submáximo de natação com a distância de 750m e o terceiro foi do ciclismo isolado. A coleta da FC e do lactato foi realizado durante todos os testes	Os valores de lactato medidos imediatamente após a natação indicam uma maior tensão no metabolismo anaeróbio. A natação resulta em uma diminuição significativa no desempenho mecânico geral do ciclismo (-15,5%) em comparação com um evento de ciclismo anterior de mesma duração e intensidade. A FC de forma gera não obteve grandes diferenças entre as modalidades.
02	Peeling, Bishop e Landers (2005)	Nove triatletas do sexo masculino	Foram realizadas cinco sessões de laboratório separadas, compreendendo um teste de natação com contra relógio e três de <i>triathlon sprint</i> . A natação as velocidades das três sessões sprint 80-85%, 90-95% e 98-102% da velocidade da modalidade <i>sprint</i> . Limiar de lactato foi registrado e a percepção de esforço após cada disciplina.	Nas sessões de 80-85% apresentaram a prova mais rápida e maiores concentrações de lactato
03	Cejuela <i>et al.</i> (2007)		Revisão sistemática sobre estudos que discorrem sobre o desempenho do <i>triathlon</i> partindo de	Atletas que apresentam VO _{2,max} e desenvolva um processo de remoção de produção de ácido láctico de alta velocidade láctica. A potência e a

			análises do ponto de vista ergôgenico e analítico.	capacidade anaeróbia láctica são decisivas nos momentos decisivos da prova.
04	Bentley <i>et al.</i> (2008)		Revisão de literatura que buscou selecionar estudos com informações indispensáveis para o desempenho do <i>triathlon</i>	A natação tende a ser a modalidade que mais influência na prova de <i>sprint</i> devido a sua resposta metabólica como da concentração de lactato devendo ter valores menores em relação as modalidades subsequentes.
05	Suriano e Bishop (2009)		Revisão de literatura sobre atributos fisiológicos de triatletas em comparação aos atletas de modalidades individuais (natação, ciclismo e corrida)	Valores de lactato é apontando como uma dificuldade de ter um consenso científico, pois são aplicados diferentes métodos sendo mais comum valores de 4 mmol L para triatletas.
06	Pacheco <i>et al.</i> (2012)		Revisão de literatura que buscou organizar estudos que abordavam os fatores que determinam o desempenho na natação e como isso interfere no treinamento e em competições	Alguns estudos encontraram uma relação negativa entre a concentração de lactato sanguíneo ao final da natação com o desempenho subsequente.
07	Taylor, Smith e Vleck (2012)	Sete triatletas do sexo masculino (idade 32,6 ± 6,2 anos,)	Foram realizados três testes separados de triatlo de distância simulada de <i>sprint</i> , e compararam os índices metabólicos coletados juntamente com a FC	Não foi detectado grandes diferenças significativas em parâmetros fisiológicos entre os três testes para o lactato sanguíneo e apresentando menores valores para a natação a FC apresentou menores valores na modalidade de ciclismo.
08	Taylor e Smith (2013)	Oito triatletas do sexo masculinos (idade 36,0 ± 5,7 anos)	Os voluntários completaram um simulado de triatlo de <i>sprint</i> e corrida isolada de 5 km e foram analisados parâmetros fisiológicos isolados de ambos os testes	No simulado da prova de <i>triathlon</i> houve um aumento significativo de lactato nas provas subsequentes. A FC não demonstrou mudanças grandes alterações.
09	Pinillos <i>et al.</i> (2016)	Dezenove triatletas (entre 18 e 35 anos)	Foi realizado um simulado com as distâncias oficiais	A FC demonstrou ser maior após o segmento da corrida e a natação a

			da prova <i>sprint</i> e testes de contramovimento, salto, agachamento e teste de força de aperto de mão.	segunda modalidade mais rápida com a maior a FC
10	Barragán <i>et al.</i> (2020)	Sete triatletas do sexo masculino (idade 23,42 ± 3,25 anos)	Foram realizados testes na piscina para mensurar a intensidade da natação em uma piscina com a distância de 750m e depois fizeram um teste no laboratório usando o ciclo ergômetro e finalizando com uma corrida de 5km após cada seguimento foram realizadas coletas de lactato.	O setor de natação, diferenças significativas foram encontradas no lactato sanguíneo e na frequência cardíaca tendo a condição relativa de 90% de intensidade da prova de <i>sprint</i> atingiu um maior valor no lactato sanguíneo e na frequência cardíaca

Fonte: Produzido pelo própria autora

5.0 DISCUSSÃO

A natação no *triathlon* é referida nos estudos de Delextrat *et al.* (2003), Peeling, Bishop e Landers (2005), Cejuela *et al.* (2007) e Pacheco *et al.* (2012), como a modalidade mais rápida entre os três segmentos, podendo afetar o desempenho geral. O impacto da natação foi estudado e testado em diversos procedimentos coletando informações ao final de um simulado ou após cada etapa (Peeling, Bishop e Landers (2005), Taylor e Smith (2013), Pinillos *et al.* (2016), Taylor, Smith e Vleck (2016) e Barragán *et al.* (2020), objetivando entender os índices metabólicos como o limiar de lactato, VO_2 máx e a frequência cardíaca e até mesmo a relação da intensidade e sua interferência no desempenho geral da prova.

Ao comparar a influência da natação-ciclismo-corrída existe um consenso dos estudos selecionados que a modalidade prévia influencia o desempenho do atleta no ciclismo. Segundo esses autores, que serão apresentados a seguir, é devido a dois fatores; aos aspectos fisiológicos e a intensidade.

Contudo, os estudos apresentaram respostas desiguais a estes dois aspectos, que podem ser explicadas por diferenças nos níveis de treinamento, tempo de experiência no esporte e aos tipos de testes realizados, “ (...) o que demonstra uma falta de padronização dos testes que viabilizem comparações diretas” (TAYLOR, SMITH; VLECK, 2012). Para exemplificar, alguns autores propuseram identificar a relação do lactato sanguíneo com a intensidade da natação e suas consequências no desempenho geral, como Barragán *et al.* (2020) que utilizou 70%, 80% e 90% da velocidade máxima de nado e Peeling *et al.* (2005) 80–85%, 90–95% e 98–102% da velocidade máxima. Comparando os estudos, Barragán *et al.* (2020) demonstraram que a intensidade de 90% da velocidade máxima de natação possibilitou o melhor resultado alcançado no tempo total para completar o simulado de *triathlon*. Este resultado difere dos encontrados por Peeling *et al.* (2005), no qual os autores descobriram que a intensidade de 80% da velocidade máxima do nado foi o que proporcionou o melhor desempenho final. Por outro lado, os autores corroboram que há uma perda de desempenho no ciclismo após nadar em velocidade de intensidade máxima (100%) possivelmente devido aos aumentos de lactato sanguíneo e ao acúmulo de hidrogênio (H+).

Nesse contexto, Pacheco *et al.* (2012), em sua revisão de literatura apresenta um quadro de informações de concentração de lactato em diferentes distâncias da natação no *triathlon* e para a distância do *Short* em específico (750m) varia de 6,7 mmol.L a 9,1 mmol.L. Neste trabalho, os estudos selecionados que avaliaram somente o limiar de lactato pós natação como Taylor e Smith (2013) obtiveram um valor lactato coletado na condição pré-ciclo de $8,0 \pm 1,8$ (mmol.L-1) e outro estudo de Taylor, Smith e Vleck (2012) o maior resultado no segundo simulado atingindo foi de $6,5 \pm 1,0$ (mmol.L-1). Segundo Suriano e Bishop (2009), o valor 4 mmol L é utilizado como parâmetro de limiar de lactato para triatletas. A etapa natação quando a intensidade é efetuada superiormente a esses valores poderá ocorrer prejuízos nas disciplinas subsequentes condizente com os achados de Pacheco *et al.* (2012).

Estudos que relacionam a intensidade e lactato sugerem que o limiar de lactato é uma variável capaz de prever a performance em provas de *triathlon* de curta distância (MULLER ;VOSER, 2013). Peeling *et al.* (2005), Surriano e Bishop (2009), Barragán *et al.* (2020) verificaram que a natação realizada em altas intensidades apresentou um aumento de lactato para as modalidades subsequentes, os valores relatados no ciclismo e exibidos nos diversos estudos foram bem elevados, tipificando uma intensa produção e pouca remoção de metabólitos importantes no desempenho, ocasionalmente devido à alta acidose que se verifica em qualquer uma das três provas.

Em relação a outras variáveis mediadoras como a FC e o VO_2 máx, Cejuela *et al* (2007) indicam que o comportamento da frequência cardíaca em relação ao início da prova até o final apresenta um comportamento progressivo, sendo a natação o segmento com a FC menor com manutenção em torno de 170 bpm, atribuindo este valor a posição corporal que o atleta adota, horizontal, juntamente com o menor efeito da gravidade e da massa muscular e da pressão hidrostática em relação aos outros dois segmentos, em adição, apontam que um dos preditores de sucesso da prova é o atleta manter VO_2 máx próximo ao submáximo.

Uma restrição dos estudos é que eles não avaliam diretamente o VO_2 máx com especificidade da natação, sendo a maioria feita no cicloergômetro como ocorre no estudo de Delextrat *et al.* (2003). Roels *et al.* (2005), encontraram a média de $53,0 \pm 6,7$ para triatletas e estudos mais antigos que servem como fundamento em relação ao VO_2 máx para natação como o de Denadai, Piçaro e Russo (1994) encontraram resultados de $35,24 \pm 6,76$ para teste realizado com ergômetro de braço e Kohrt,

O'Connor e Skinner (1989) $48,3 \pm 1,6$. Todavia, uma limitação do estudo de Denadai, Piçaro e Russo (1994) foi o equipamento utilizado, uma vez que “o ergômetro pode recrutar grupos musculares do tronco e braço que não são utilizados na natação” (PACHECO *et al.*, 2012)

Em relação ao lactato e FC, estudos submáximos apresentam uma tendência de ser superior a $9,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ e a FC próximo de 170 bpm. Delextrat *et al.* (2003) reportam que durante a natação a FC ficou entre 180-185 bpm e o lactato $9,1 \pm 3,1$. Pinillos *et al.*, (2016), analisaram o desempenho de 19 triatletas experientes no *sprint triathlon* e apontaram resultados de lactato após o teste de $9,68 \text{ mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$, a FC média do grupo durante a natação foi 169,29 bpm. O resultado da FC corrobora com os estudos de Cejuela *et al.* (2007) e Taylor e Smith (2013) que relatam o lactato $9,8 \text{ mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ e a frequência cardíaca $169,9 \text{ b min}^{-1}$. Apesar destes estudos não apresentarem grandes distinções, a variabilidade nos resultados do lactato sanguíneo podem ser devido a diferenças em relação ao nível de treinamento do atleta e inconsistências na coleta de sangue em decorrência do tempo, uma vez que metodologias realizam coletas imediatamente após o teste ou após um período de tempo pré-estabelecido, o que pode ocorrer como uma mudança espontânea de intensidade por meio de avaliações de desempenho individualizadas, como simulado na distância *sprint*. Contudo, existe a tendência de utilizar a frequência cardíaca como uma estimativa para o lactato ou até mesmo do $\text{VO}_2\text{máx}$. A FC analisada de forma individual sendo utilizada como um único parâmetros após cada segmento pode ser prejudicial em ternos de treinamento e competição, uma vez que quando comparada com a intensidade os valores de lactato podem refletir em um nível de stress muito diferente da frequência cardíaca, enquanto na natação apresenta um comportamento e o lactato pode continuar alto. Além disso, é preciso estabelecer indicadores para cada disciplina do *triathlon*, pois cada segmento apresenta demandas musculares e fisiológicas específicas.

Do mesmo modo, Surriano e Birshop (2009) relatam que os parâmetros submáximos durante a seção do *triathlon* ou quando realizadas essas etapas forma individualizada tem se mostrado positivo no desempenho. Bentley *et al.* (2008) sugerem que levar em conta a intensidade empregada na natação pode gerar uma fadiga na disciplina subsequente excedente. Barragán *et al.* (2020) e Peeling *et al.* (2005) demonstraram que o nível de treinamento parece ser um outro fator que deve

ser levado em consideração no planejamento de estratégias. Um outro fator apontado por Cejuela *et al.*(2007) e Bentley *et al.* (2008) é de que sempre que for permitido em provas o uso de roupa neoprene/*wetsuit* o atleta terá ganhos na economia de movimento e melhores respostas fisiológicas e na flutuação reduzindo a fadiga para a próxima modalidade, esta afirmação foi encontrada previamente no estudo Chatard *et al.* (1995). Além disso, os triatletas podem ser beneficiados pela utilização da esteira, evidenciada pela redução da concentração de lactato, VO_2 máx, (refletindo a melhora da economia) e a classificação do esforço percebido ao nadar na mesma velocidade absoluta (BENTLEY *et al.*,2008). Essas respostas também são apontadas nos estudos de Chartard, Chollet e Millet (1998),Chollet *et al.* (2000) e Bassett *et al.* (1991).

Embora os aspectos fisiológicos da natação durante provas de *triathlon* estejam apresentados, como apontados previamente, determinadas limitações podem ser observadas nestes estudos, ou seja, a falta de testes específicos para natação na prova *sprint*, em especial, testes para determinar o VO_2 máx. Outra questão é sobre a necessidade da padronização da metodologia em simulados que utilizam as distâncias oficiais, e a inclusão de estudos com mulheres. Além disso, o número reduzido de pesquisas científicas voltadas para as modalidades da prova *sprint*, visto que o número de adeptos, em especial, atletas recreativos e amadores vem aumentando.

6.0 CONCLUSÃO

Esta revisão teve como objetivo apresentar, analisar e discutir os resultados entre a relação da influência da natação sobre as disciplinas subsequentes, demonstrando os principais aspectos fisiológicos relatados em artigos científicos.

Com base nesses dados , conclui-se que a natação quando realizada com intensidades acima do limiar de lactato pode apresentar resultados negativos em relação a fadiga subsequente. As variáveis (VO_2 máx, FC, limiar de lactato e intensidade), quando utilizadas em situações reais de provas ou simulados podem definir resultados mais precisos .

7.0 REFERÊNCIAS

APOLINARIO, M. R., *et al.* Efeitos de diferentes padrões respiratórios no desempenho e na organização temporal das braçadas do nado" Crawl". **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.26 n. 1, 2012

BARRAGÁN, R. *et al.* Effects of swimming intensity on triathlon performance, **Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**, v. 20, n.80, 2020

BASSET, D.R., *et al.* Metabolic responses to drafting during front crawl swimming **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 23, ed. 6, p. 744 – 747, 1991

BENTLEY, D.J. *et al.* Maximising performance in triathlon: applied physiological and nutritional aspects of elite and non-elite competitions, **Journal of science and medicine in sport**, v.11, ed.4, p.406-407, 2008.

BONACCI, J. *et al.* Rating of perceived exertion during cycling is associated with subsequent running economy in triathletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Victoria, v. 16, n. 1, p. 49-53, 2013.

BORGES, Sergio. Treinamento de corrida para triatlo. In: MCLARTY, Sara, Táticas para a natação em águas abertas. In: AUSTIN, Krista, Fisiologia do exercício para triatletas. Usa Triathlon. Guia Completo de triathlon. 1 ed São Paulo: Phorte, 2017.

BROOKS, GEORGE A. Anaerobic threshold, **Medicine e Science in Sports e Exercise**: - v. 17 - Issue 1 - p 22-31, 1985.

CARVALHO, A. L. *et al.* Influência da utilização da roupa de neoprene sobre a performance do triatleta. **Revista de Educação Física / Journal of Physical Education**, v.75 n.135, 2006.

CARPES P.F, *et al.* Aplicação de força no pedal em prova de ciclismo 40km contra-relógio simulada: estudo preliminar, **Revista Brasileira De Educação Física E Esporte**, Porto Alegre – RS; v.19, n.2, p. 105-113, 2005.

CAPUTO F, *et al* Exercício aeróbio: Aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano** , v.11, n.1, p. 94-102, 2009

CAPUTO F., LUCAS R. D., GRECO C.C., Denadai B.S. Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performance, **Revista Brasileira Ciência e Movimento** , v. 8, ed. 3, p. 07-13, 2000

CEJUELA R. *et al.* Análisis de los factores de rendimiento en triatlón distancia sprint, **Journal of Human Sport and Exercise**, Spain v.2, n.2, p.1-25, 2007.

CEJUELA R. *et al.* Temporal Activity in Particular Segments and Transitions in The Olympic Triathlon, **Journal of Humam Kinetcs** v.36, 2013.

CHAVES, N. *et al.* Resposta na economia de corrida após o ciclismo em triatletas. - **Jornal De Investigação Médica**, v.1, n.1, 2020.

COMITE OLÍMPICO DO BRASIL. Disponível em: < <https://www.cob.org.br/pt/cob/time-brasil/esportes/triatlo/>> Acesso em: 12 de setembro de 2021.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE TRIATHLON (CBTri) (Org.). Triathlon: a origem. 2018. Disponível em: <http://www.cbtri.org.br/triathlon/>. Acesso em: 03 set. 2021

COSTA, P.M.J., KOKUNB, E., Lactato Sanguíneo em Provas Combinadas e Isoladas do Triatlo: Possíveis Implicações Para o Desempenho, **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.9, n.9, 1995.

COSTILL, D.L.; WILMORE, J.H.; KENNY, W.L. . **Fisiologia do esporte e do exercício 7ª ed.** Editora Manole, 2020.

CHATARD J. C.; CHOLLET D., MILLET G. Performance and drag during drafting swimming in highly trained triathletes, **Medicine and Science in Sports and Exercise** v. 30, n.8 - p 1276-1280, 1998

CHATARD, J.C., *et al.* Wet suit effect: A comparison between competitive swimmers and triathletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise** v. 27, n. 4, p. 580 – 586, 1995

CHATARD J. C.; *et al.* The contribution of passive drag as a determinant of swimming performance, **International Journal of Sports Medicine** v. 11, ed. 5, p. 367-372, 1990.

CHINCHILLA, J.J. *et al* Temporal Activity in Particular Segments and Transitions in The Olympic Triathlon, **Journal Humam Kinetics**, v. 36, p.87-95, 2013

CHOLLET, D. *et al.* The effects of drafting on stroking variations during swimming in elite male triathletes **European Journal of Applied Physiology**. v. 82, ed. 5-6, p. 413 – 417, 2000.

DALLAM, D.; STEVEN, J.; MILLER, T. Medical Considerations in triathlon competition. Recommendations for triátlon organisers, competitors and coaches. **Sports Medicine**, v.35, p.143-161, 2005.

DENADAI, B. S.; PIÇARRO, I. C.; RUSSO, A. K. Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio determinados em testes de esforço máximo, na esteira rolante, bicicleta ergonômica e ergômetro de braço, em atletas brasileiros, **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 8, ed. 1, p. 49-57, 1994.

DENADAI, B. S.;GRECO, C.C, LUCAS, R. D. Respostas fisiológicas durante o exercício contínuo e intermitente: implicações para a avaliação e a prescrição do treinamento aeróbio, **Motriz**, Rio Claro, v.15 n.4 p.810-820, 2009.

DELESTRAT A. *et.al.* Does prior 1500-m swimming affect cycling energy expenditure in well-trained triathletes? **Canadian Journal of Applied Physiology** v. 30, 2005.

DELESTRAT A. *et al.* Drafting during Swimming Improves Efficiency during Subsequent Cycling. **Medicine and Science in Sports and Exercise, American College of Sports Medicine (ACSM)** v.35 p. 1612-1619, 2003.

DELESTRAT A. *et al.* Influência des caractéristiques de la natation sur la performance lors d'un enchaînement natation-cyclisme, **Science e Sports** ed.18, p.188-195, 2003.

DELPASSO, A.C.,COSTA R.B., ZÁCARO, D.M.P, Estudo entre as modalidades do short triathlon e sua interferência no resultado final, **XVII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica**, São Paulo, 2010

FARIA, E., PARKER, D., FARIA, I. The Science of Cycling: Factors Affecting Performance Part 2. **Sports medicine** , Auckland- NZ v. 35, p. 313-37, 2005.

FIGUEIREDO, P. *et al.* Changes in contributions of swimming, cycling and running performances on overall triathlon performance over a 26-year-period. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 9, p. 2406-2415, 2016.

FOSTER C, COSTILL D.L, DANIELS J.T. , FINK W.J. Skeletal muscle enzyme activity, fiber composition and VO2 max in relation to distance running performance. **European Journal of Applied Physiology**, p. 73-80, 1978.

FOX, E.L.; MATHEWS, D.K. Bases fisiológicas da educação física e dos desportos. .ed. 3 Rio de Janeiro, Editora Guanabara,1983.

GALY, O. *et al.* Maximal oxygen uptake and power of lower limbs during a competitive season in triathletes, **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.13, ed. 3, p.185-193, 2003

GRAEF, F.I.; KRUEL, L.F.M. Freqüência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício - uma revisão, **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.12, ed. 4, 2006.

HAUSSWIRTH, C. *et al.* Effect of two drafting modalities in cycling on running performance, **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 3, p. 485-492, 2001.

HERDY, A.D. *et al.* Teste Cardiopulmonar de Exercício: Fundamentos, Aplicabilidade e Interpretação. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 107, ed. 5, p. 467-481, 2016.

INTERNACIONAL TRIATHLON UNION. Portal ITU. Disponível em: < <http://www.triathlon.org/>. > Acesso em: 03 set. 2021.

JANSSEN, M.; WILSON, B.D.; TOUSSAINT, H. M. Effects of drafting on hydrodynamic and metabolic responses in front crawl swimming., **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41 edi. 4, 2009

JUNIOR, O. A.; PIGNATA, B.H. **Triathlon: terceira coletânea de estudos**, Campinas, 2020 Disponível em < <https://econtents.bc.unicamp.br/omp/index.php/ebooks/catalog/book/128> > Acesso em: 16 de setembro de 2021

KOVRT, W. M.; O'CONNOR, J. S.; SKINNER, J. S. Longitudinal assessment of responses by triathletes to swimming, cycling, and running, **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 21, ed.5, p.569-575, 1989.

LOPES, R.F.; OSIECKI, R.; RAMA, L. M. P.L. Resposta da frequência cardíaca e da concentração de lactato após cada segmento do triathlon olímpico, **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**, v.18. ed. 3, 2012.

LUCAS D.R., *et.al.* Comparação das intensidades correspondentes ao lactato mínimo, limiar de lactato e limiar anaeróbio durante o ciclismo em atletas de endurance **Revista Brasileira de Medicina e Esporte** , v. 6, n. 5, 2000.

MARÃES, V.R.F.S. Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações, **Medicina del Deporte**, v. 3, n.1, p.33-42, 2010.

MILLET, G.P., *et al.* Alterations in running economy and mechanics after maximal cycling in triathletes: influence of performance level. **Internacional Journal of Sports Medicine**, p.127-132, 2000.

MILLET, G.P., BENTLEY, D.J. The physiological responses to running after cycling in elite junior and senior triathletes., **Internacional Journal of Sports Medicine**, v. 24, p. 1-7; 2003

MILLET, G.P.;VLECK V.E.. Physiological and biomechanical adaptations to the cycle to run transition in olympic triathlon: review and practical recommendations for training. **British Journal of Sports Medicin**, v.34, p. 384-390, 2000.

MILLET, G.P.; VLECK, V.E. BENTLEY, D.J. Physiological differences between cycling and running: lessons from triathletes. **Sports Medicine**, v.39, n.3, p.179-206, 2009.

MULLER, D.P; VOSER R.C. Uso do lactato sanguíneo como medidor de performance, **Educación Física y Deportes**, Buenos Aires, n.176, 2013.

OLAYA, J. *et al.* Contribution of Segments to Overall Result in Elite Triathletes: Sprint Distance, **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.18, ed. 16, p. 1-11, 2020.

ONGARATTO, D. *et al.* Características fisiológicas e biomecânicas na corrida do triatlo: uma revisão narrativa, **CINERGIS**, Santa Cruz do Sul, v.18, n.4, 2017.

O'TOOLE, M. L.; DOUGLAS; P.S. HILLER, W.D.B. Applied physiology of a Triathlon, **Sports Medicine**, v.8, p. 201-225, 1989.

PACHECO, A. G. *et al.* A influência da natação no desempenho do triathlon: implicações para o treinamento e competição. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 125-241, 2012.

PADILLA, S. *et al.* Exercise intensity during competition time trials in professional road cycling. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.32 , n..4, p.850-856, 2000.

PELLING, P.D.; BISHOP, D.J.; LANDERS, G.J. Effect of swimming intensity on subsequent cycling and overall triathlon performance, **British Journal of Sports Medicine**, ed.39, 2005.

PELLING, P.D.; LANDERS, G.J. Swimming intensity during triathlon: A review of current research and strategies to enhance race performance, **Journal of Sports Sciences**, v.27,p.1079-1085, 2009.

PEREIRA, J. G. A transição aeróbia-anaeróbia: sua importância na prescrição e controle do treino. **Treino Desportivo**, v. 11, p. 44-46, 1989.

PINILLOS, F.G. *et al.* Physiological and neuromuscular response to a simulated sprint-distance triathlon race: Effect of age differences and ability level, **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.30, n.4, 2016

POWERS, S.K., HOWLEY, E. T **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho (3ª edição)**, Editora Manole 2000.

POWERS, S.K., HOWLEY, E. T **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho (5ª edição)**, Editora Manole 2009

POWERS, S.K., HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho (8ª edição)**. Editora Manole.2014

RIBEIRO, P. F. L; GALDINO R.; BALIKIAN P. Resposta Lactacidêmica de nadadores e triatletas em função de "esteira" durante a natação em velocidade correspondente ao limiar anaeróbio, **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. p.55-62, 2001

ROES, B. *et al.* Specificity of VO₂MAX and the ventilatory threshold in free swimming and cycle ergometry: comparison between triathletes and swimmers, **British Journal of Sports Medicine**, v.39, ed. 12, 2005.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática X revisão narrativa, **ACTA Paulista de Enfermagem**, v.20, ed.2 , 2007.

SILVA, A.J. *et al.* Analysis of drafrting effects in swimming using computational fluid dynamics. **Journal Sport and Medicine** v.7, p.60-66, 2008.

SOUZA, C. F. A., *et. al.* Cinemática do nado" crawl" sob diferentes intensidades e condições de respiração de nadadores e triatletas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 19 n.3, p 223–232,2005

SLEIVERT G.G., ROWLANDS D.S.,. Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. **Sports Medicine**.v.22 ,p.8-18, 1996

SMIRMAUL, B. P. C. The psychobiological model: a new explanation to intensity regulation and (in)tolerance in endurance exercise. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 333-340, 2013.

SURIANO, R.; BISHOP, D. Physiological attributes of triathletes, **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.13, ed.3, p.340-347, 2010.

SVEDAHL, K.; MACLINTOSH, B.R. Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. **Canadian Journal of Applied Physiology** v.28: p. 299–323, 2003

TAYLOR, D.; SMITH, M.F.; VLECK, V.E. Reliability of performance and associated physiological responses during simulated sprint-distance triathlon, **Journal of Science and Cycling**, v. 01, ed 01, p. 21-29, 2012.

TAYLOR, D.; SMITH, M.F. Scalar-linear increases in perceived exertion are dissociated from residual physiological responses during sprint-distance triathlon **Physiology & Behavior**, v.118, ed.13, p.178-184, 2013

PADILLA, S. *et al.* "Exercise intensity during competitions time-trials in professional road cycling". **Medicine Science.Sport.Exercise.**, v.4, ed. 32, p. 850-856, 2000.

PERRERIA, J. G. A transição aeróbia-anaeróbia: sua importância na prescrição e controle de treino. **Treino Desportivo**, v.11, p. 44-46, 1989.

WALSH, J.A. *et al.* O ciclismo de intensidade moderada é suficiente para induzir modificações cardiorrespiratórias e biomecânicas da corrida subsequente?, **Revista de Força e Condicionamento** , v. 31, ed. 4 , p. 1078-1086, 2017

WU, S.S.X. *et al.* Improvement of Sprint Triathlon Performance in Trained Athletes With Positive Swim Pacing, **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.11, p. 1024 -1028, 2016.