



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

ANDRESSA MELLA PINHEIRO

ANÁLISE DO DESEMPENHO COMPETITIVO EM ATLETAS AMADORES DE
DUATHLON *SPRINT* E SUA RELAÇÃO COM A ESTRUTURAÇÃO DO
TREINAMENTO

CAMPINAS

2021

ANDRESSA MELLA PINHEIRO

ANÁLISE DO DESEMPENHO COMPETITIVO EM ATLETAS AMADORES DE
DUATHLON *SPRINT* E SUA RELAÇÃO COM A ESTRUTURAÇÃO DO
TREINAMENTO

*Tese apresentada à Faculdade de
Educação Física da Universidade
Estadual de Campinas, como parte
dos requisitos exigidos para a
obtenção do título de Doutora em
Educação Física, na Área de
Biodinâmica do Movimento e
Esporte.*

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Borin

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA
ANDRESSA MELLA PINHEIRO E ORIENTADA
PELO PROF. DR. JOÃO PAULO BORIN.

CAMPINAS

2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação Física
Dulce Inês Leocádio - CRB 8/4991

P655a Pinheiro, Andressa Mella, 1984-
Análise do desempenho competitivo em atletas amadores de duathlon sprint e sua relação com a estruturação do treinamento / Andressa Mella Pinheiro. – Campinas, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: João Paulo Borin.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Corridas. 2. Ciclismo. 3. Treinamento físico. 4. Desempenho esportivo. I. Borin, João Paulo. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Analysis of competitive performance in amateur of duathlon sprint and its relationship with the structuring of training.

Palavras-chave em inglês:

Running

Cycling

Physical training

Sports performance

Área de concentração: Biodinâmica do Movimento e Esporte

Titulação: Doutora em Educação Física

Banca examinadora:

João Paulo Borin [Orientador]

Emerson Farto Ramirez

Gerson Leite dos Santos

Orival Andries Júnior

Miguel de Arruda

Data de defesa: 26-02-2021

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-4533-9123>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/2317941726753829>

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. João Paulo Borin

Orientador

Prof. Dr. Emerson Farto Ramirez

Membro titular

Prof. Dr. Gerson dos Santos Leite

Membro titular

Prof. Dr. Orival Andries Júnior

Membro titular

Prof. Dr. Miguel de Arruda

Membro titular

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os que estiveram ao meu lado ao longo desta caminhada, principalmente aos meus pais José Mella e Divanil Mella e ao meu esposo Luciano Pinheiro.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pelas oportunidades de estudo que Ele tem me proporcionado ao longo de toda a minha trajetória. À Nossa Senhora Aparecida, por nunca me desamparar e sempre me cobrir com seu manto nos momentos difíceis da vida.

Ao meu pai José e minha mãe Divanil, por sempre me incentivarem aos estudos, mesmo quando eles não tinham condições financeiras, sempre fizeram o possível para que eu pudesse ter oportunidade uma formação acadêmica.

Ao meu esposo, Luciano, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos e, principalmente, por ser o principal incentivador desta etapa acadêmica. Obrigada por sempre me apoiar em todas as tomadas de decisões e por ser essa pessoa amável e compreensiva, sempre.

À minha sobrinha Amanda, pela amizade e parceria nos momentos em que precisei de auxílio.

Ao Professor e orientador Dr. João Paulo Borin, por ter acreditado e depositado sua confiança em mim e ter me dado a oportunidade de contribuir com a ciência, além de todos os ensinamentos que me proporcionou, ao longo destes seis anos de trabalho.

Ao Professor Dr. Carlos Padovani, Titular do Departamento de Bioestatística da Unesp de Botucatu/SP, pela colaboração com a análise estatística dos dados.

Aos membros da banca examinadora, Professores Doutores Emerson, Gerson, Miguel e Orival, pelos ensinamentos, sugestões e interesse em contribuir para o desenvolvimento deste trabalho acadêmico.

A todo o corpo docente do curso de Pós-Graduação em Educação Física da UNICAMP, por contribuir com minha formação e pela oportunidade de exercitar a criticidade em relação à ciência.

Aos voluntários e à comissão técnica da equipe de duathlon da Secretaria Municipal de Esportes da cidade de São Pedro – SP, pela participação e dedicação em todas as etapas de coleta, sem os quais este trabalho não seria possível.

Aos membros do Grupo de Estudos em Teoria e Metodologia do Treinamento Desportivo, pelas excelentes discussões e colaborações ao longo de todo o processo de construção deste trabalho.

RESUMO

O duathlon é uma modalidade que envolve dois segmentos de corrida separados por um de ciclismo e duas transições. Sua prática tem aumentado significativamente nos últimos anos e, atualmente no campo do treinamento desportivo, poucas são as pesquisas que abordam esta modalidade. Além disso, estudos que buscam relacionar o desempenho competitivo com a estruturação do treinamento aplicados ao duathlon são escassos. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é analisar a estruturação do treinamento e sua relação com desempenho competitivo em duatletas amadores ao longo de 31 semanas da Copa Interior no ano de 2019. Participaram da investigação sete atletas de duathlon da distância *sprint*, com idade de $39,5 \pm 7,9$ anos, massa corporal de $73,9 \pm 8,7$ kg e percentual de gordura corporal de $16,0 \pm 4,9$ %. O treinamento dos atletas foi quantificado quanto aos meios e métodos, zonas de intensidade e capacidades biomotoras. Os dados foram obtidos a partir da observação e quantificação das planilhas disponibilizadas pelo treinador. Além disso, em dois momentos (M1 e M2) nas duas etapas oficiais de competição de duathlon foram analisados indicadores de desempenho: tempo total de prova, tempos parciais de cada segmento, tempo das transições 1 e 2, *pace* e velocidades médias das corridas 1 e 2 e velocidade média do ciclismo. Foram incluídos também na análise do *pace* das corridas 1 e 2, o percentual de variação de desempenho da corrida 1 para a corrida 2. Após a coleta, as variáveis estudadas foram analisadas de forma descritiva, por meio de medidas de centralidade e dispersão e, no âmbito inferencial, foi aplicado o teste t Student para dados normais e o teste de Wilcoxon, quando necessário, para dados não-normais, observando o nível de significância de 5%. Quanto ao desempenho competitivo, os principais resultados apontam que em M2 houve melhora do tempo das corridas 1 e 2, da velocidade média das corridas 1 e 2 e do *pace* da corrida 2 ($p < 0,05$). Quanto à estruturação do treinamento, houve 45% do tempo total de treinamento destinado à corrida e 55% para o ciclismo, com ênfase no método contínuo. Em relação às zonas de intensidades, 86,9% do treinamento foi realizado nas zonas 1 e 2, e 13,1% na zona 3. Quanto às capacidades biomotoras, a mais estimulada foi a resistência, principalmente a resistência geral (55%), seguida pela resistência de força (25%) e resistência de velocidade (10%). Deste modo, conclui-se que a maior parte do treinamento dos duatletas amadores foi composta por sessões de baixa e média intensidade utilizando exercícios específicos e com ênfase na capacidade de resistência. Além disso, o tempo das corridas 1 e 2, a velocidade média das corridas 1 e 2 e o *pace* da corrida 2 apresentaram melhora significativa do primeiro para o segundo momento avaliado.

Palavras-chaves: corrida, ciclismo, treinamento físico, desempenho esportivo.

ABSTRACT

Duathlon is a sport that involves two running segments separated by one cycling and two transitions. Its practice has increased significantly in recent years and, currently in the field of sports training, there is little research that addresses this modality. In addition, studies that seek to relate competitive performance to the training structure applied to duathlon are rare. Thus, the goal of the present study is to analyze the training structure and its relationship with competitive performance in amateur duatletes over 31 weeks of the Interior Cup of 2019. Seven duathlon athletes from the sprint distance, aged 39.5 ± 7.9 years, body mass of 73.9 ± 8.7 kg and body fat percentage of $16.0 \pm 4.9\%$ participated in the study. The training of athletes was quantified in terms of means and methods, zones of intensity and biomotor skills. The data were obtained from the observation and quantification of the spreadsheets provided by the trainer. In addition, in two moments (M1 and M2) in the two official stages of duathlon competition, performance indicators were analyzed: total race time, partial times of each segment, time of transitions 1 and 2, pace and average speeds of races 1 and 2 and average cycling speed. Also included in the analysis of the pace of runs 1 and 2, the percentage of performance variation from run 1 to run 2. After the collection, the studied variables were analyzed descriptively, using measures of centrality and dispersion and, in the inferential, the Student t test was applied for normal data and the Wilcoxon test, when necessary, for non-normal data, observing the significance level of 5%. As for competitive performance, the main results indicate that in M2 there was an improvement in the time of runs 1 and 2, the average speed of runs 1 and 2 and the pace of run 2 ($p < 0.05$). As for the training structure, there was 45% of the total training time for running and 55% for cycling, with emphasis on the continuous method. In relation to the intensities zones, 86.9% of the training was carried out in zones 1 and 2, and 13.1% in zone 3. As for the biomotor capabilities, the most stimulated was the resistance, mainly the general resistance (55%), followed by strength resistance (25%) and speed resistance (10%). In this way, it is concluded that most of the training of amateur duatletes was composed of low and medium intensity sessions using specific exercises and with an emphasis on the resistance capacity. In addition, the time of runs 1 and 2, the average speed of runs 1 and 2 and the pace of run 2 showed a significant improvement from the first to the second evaluated moment.

Keywords: running, cycling, exercise, athletic performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de adaptação – supercompensação	21
Figura 2 - Delineamento do estudo	31
Figura 3 - Distribuição dos meios de treinamento, capacidades biomotoras e zonas de intensidade	37
Figura 4 - Distribuição dos exercícios específicos segundo o momento avaliado	39
Figura 5 - Distribuição dos métodos de treinamento da resistência segundo o momento avaliado	40
Figura 6 - Distribuição das capacidades biomotoras segundo o momento avaliado	41
Figura 7 - Distribuição da classificação da intensidade do treinamento específico segundo o momento avaliado	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Volume médio de treinamento segundo os momentos de avaliação39

Tabela 2 - Média, desvio padrão, p valor e delta percentual das variáveis estudadas segundo os momentos avaliados43

LISTA DE ABREVIATURAS

CBTRI – Confederação Brasileira de Triathlon

g – gramas

Kg – quilogramas

Km – quilômetros

m – metros

M1 – momento 1

M2 – momento 2

PSE – percepção subjetiva de esforço

T1 – transição 1

T2 – transição 2

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UIT - União Internacional de Triathlon

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

Vcrit – velocidade crítica

vVO2 – velocidade do consume máximo de oxigênio

Δ % - delta percentual

SUMÁRIO

1. Introdução.....	14
2. Objetivos	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos	16
3. Revisão de literatura.....	17
3.1 O duathlon	17
3.2 Treinamento desportivo: planificação, estruturação e prescrição do treinamento	20
3.3 Análise de desempenho competitivo.....	27
4. Materiais e métodos.....	30
4.1 Casuística	30
4.2 Delineamento do estudo	30
4.3 Avaliação antropométrica.....	32
4.4 Avaliação de desempenho.....	33
4.5 Quantificação do treinamento	33
4.6 Análise estatística	36
5. Resultados	37
6. Discussão	45
7. Conclusão.....	52
Referências	53
Apêndice	64
Anexo	67

1. Introdução

Devido à popularização da corrida de rua e da prática urbana do ciclismo, o número de praticantes de modalidades envolvendo esses segmentos, como triathlon e duathlon tem aumentado significativamente nos últimos anos (ROMERO-RAMOS et al., 2020). Em 2018, foi observado um crescimento exponencial nestas modalidades, sendo que no triathlon, em uma das principais provas da cidade de São Paulo, houve um aumento de 45% no número de inscritos (MORETTI, 2019) enquanto no duathlon o crescimento foi ainda maior, 300% entre 2015 e 2018 (BELINELLI, 2019). Devido a este fato, o número de competições oferecidas ao longo de uma temporada também tem crescido significativamente.

Particularmente, o duathlon é uma modalidade que tem se tornado desafiadora, pois exige elevado desempenho na execução de três segmentos, sendo dois de corrida separados por um de ciclismo. Em competições, há duas distâncias que são consideradas oficiais: *standard* ou olímpico e *sprint*, sendo que a distância *sprint* é a que mais tem se tornado atrativa para os atletas amadores, uma vez que é uma distância considerada intermediária, aproximando-se da maioria das provas de corrida de rua (5 e 10km) (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE TRIATHLON – CBTRI, 2019).

Neste contexto, parece fundamental que, para o alcance do desempenho competitivo elevado nesta modalidade, o planejamento e a organização do treinamento tornam-se importantes. Porém, poucos são os estudos que fornecem indicativos da planificação e estruturação do treinamento e, quando são encontrados, estes são de caráter transversal, ou seja, de quatro a, no máximo, 12 semanas (MALLOL et al., 2019; TREFF et al., 2017). Quando se buscam trabalhos longitudinais, o número de investigações diminui ainda mais, sendo encontrados na literatura estudos que quantificam a distribuição do treinamento, envolvendo corredores de orientação de longa distância, triatletas, ciclistas de estrada, nadadores de águas abertas e esquiadores de elite (BALDASSARRE et al., 2019; BELLINGER, ARNOLD, MINAHAN, 2019; ERP, SANDERS, KONING, 2020; MUÑOZ et al., 2014; SELLES-PEREZ, FERNÁNDEZ-SÁEZ, CEJUELA, 2019; SOLLI, TØNNESSEN, SANDBAKK, 2017; TØNNESSEN et al., 2015).

Além disso, para verificar o sucesso da planificação e organização do treinamento é necessário avaliar o desempenho do atleta, para que, a partir disso, ocorram ajustes neste processo, contribuindo para a escolha de meios e métodos de treinamento adequados para a melhora do desempenho competitivo (NEVES, MESQUITA, SAMPAIO, 2017).

Particularmente, os estudos que apontam para a relação entre organização do treinamento e desempenho, apresentam dados referentes a testes físicos. Em modalidades cíclicas, o resultado tem sido avaliado por meio de alguns indicadores, como consumo máximo de oxigênio, economia de corrida, contrarrelógio em determinadas distâncias, valores máximos e médios de potência, entre outros, sendo, a maioria deles, realizados em laboratórios ou em provas simuladas, o que aproxima, porém, não reproduz a situação real da competição (BEATTIE et al., 2017; BLAGROVE, HOWATSON, HAYES, 2018; GARCI'A-PINILLOS et al., 2017; PAULSEN et al., 2019).

No entanto, uma forma eficaz de avaliar o atleta é por meio da análise do desempenho em competições oficiais, sendo este tipo de procedimento utilizado em diferentes modalidades, e os indicadores analisados dependem das necessidades específicas de cada uma delas (MARTINS et al., 2021; NEVES, MESQUITA, SAMPAIO, 2017; PICARDO et al., 2018). Todavia, em modalidades individuais cíclicas, a literatura aponta para a avaliação do desempenho, considerando parâmetros de tempo de prova, velocidade média e ritmo de prova tanto total quanto parcial, no caso de modalidades com mais de um segmento, como é o caso do duathlon (CERASOLA et al., 2018; LEITE et al., 2006; PLATONOV, 2008).

Nessa direção, a importância de entender a estruturação e organização do treinamento aplicado para o duathlon e a carência de trabalhos que quantificam o treinamento nesta modalidade fazem com que os treinadores utilizem informações oriundas de outras modalidades individuais cíclicas (BALDASSARRE et al., 2019; RONNESTAD e HANSEN, 2018). Além disso, entender a relação da organização do treinamento com o desempenho competitivo, justifica a importância desta pesquisa, sendo necessários estudos que envolvam a quantificação do treinamento, observando a sua estruturação e organização, atentando à especificidade do duathlon e buscando sua relação com o desempenho competitivo.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Analisar o desempenho competitivo de atletas amadores de duathlon *sprint* e sua relação com a estruturação do treinamento ao longo de 31 semanas.

2.2 Objetivos específicos

- Quantificar o treinamento de duatletas amadores ao longo de 31 semanas de treinamento.
- Comparar a quantificação do treinamento em dois momentos da planificação do treinamento.
- Comparar o tempo total de prova, tempo das corridas 1 e 2, tempo das transições 1 e 2, tempo do ciclismo, velocidade média das corridas 1 e 2, velocidade média do ciclismo e *pace* das corridas 1 e 2 em duas competições oficiais de duathlon *sprint*.

3. Revisão de literatura

3.1 O duathlon

O duathlon é uma modalidade derivada do triathlon (natação, ciclismo e corrida), uma vez que, devido ao frio rigoroso na Europa, alguns atletas tinham dificuldades em treinar a natação (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE TRIATHLON – CBTRI, 2019). Além disso, o duathlon tornou-se uma opção para atletas que possuem dificuldades com a natação no triathlon, sendo que este segmento requer um nível técnico mais apurado (HOTTENROTT, 2017).

A modalidade combina corrida e ciclismo e é dividida em três segmentos e duas transições, sendo dois segmentos de corrida e um de ciclismo entre eles (TSUZUKI, TSUKIOKA, NAITO, 2019). As competições oficiais de duathlon podem ser realizadas em duas distâncias: *standard* ou olímpico – com 10 km de corrida, 40km de ciclismo e 5 km de corrida; e *sprint* – 5 km de corrida, 20 km de ciclismo e 2,5 km de corrida (CBTRI, 2019; VODLOZEROV, 2017).

Particularmente quanto à distância *sprint*, por ser uma prova de média duração, tem se tornado cada vez mais atrativa, pois possui um formato próximo das provas de corrida de rua. Nesse sentido, é possível observar um crescimento da modalidade, principalmente no Estado de São Paulo (BELINELLI, 2019).

Além do crescimento do número de praticantes, o duathlon também acompanhou o fenômeno da corrida de rua e do triathlon e possui um vasto calendário de competições, principalmente no continente americano, gerando assim, um campeonato com número elevado de provas, o que pode se tornar um problema em relação à estruturação e organização do treinamento do duatleta (HOTTENROTT, 2017).

O duathlon é uma modalidade que possui características próprias, que depende da manifestação das seguintes capacidades: resistência, força, velocidade e coordenação (HOTTENROTT, 2017). Utiliza movimentos cíclicos repetidos por um tempo relativamente prolongado, entre 80-100 minutos, no caso da distância *sprint*, podendo atingir valores de frequência cardíaca entre 92,7 e 94,6% de valores máximos obtidos em laboratório (RONCONI e ALVERO-CRUZ, 2011).

Os primeiros estudos na literatura abordando o duathlon relatam informações sobre a competição e nível de ansiedade, ingestão de fluídos e respostas cardiorrespiratórias em adolescentes durante uma simulação de duathlon (IULIANO et al., 1998; LANE, TERRY, KARAGEORGHIS, 1995; NAUGHTON et al., 1998). A partir dos anos 2000 houve maior investigação acerca da resposta cardiorrespiratória e do lactato em transições simuladas, predição de performance, ingestão alimentar, suplementação, respostas fisiológicas e dor muscular e gasto energético em simulação de prova (FERRARI, 2007; GALY et al., 2002; MERINO-MARBAN, FERNANDEZ-RODRIGUEZ, MAYORGA-VEJA, 2014; MONCADA-JIMÉNEZ et al., 2009; RONCONI e ALVERO-CRUZ, 2011; SPARKS et al., 2013; VALLIER et al., 2003).

Os trabalhos mais recentes mostram o efeito de um segmento sobre a economia de corrida em outro, organização de provas, relação da performance com idade e gênero e marcadores bioquímicos (BERRY et al., 2016; FINGER, et al., 2018; NIKOLAIDIS, VILLIGER, KNECHTLE, 2018; ROMERO-RAMOS et al., 2020; TSUZUKI, TSUKIOKA, NAITO, 2019; VODLOZEROV, 2017; WARDENAAR et al., 2019).

Em relação às competições de duathlon, o estudo de Vodlozerov (2017) analisou as conformidades das competições de duathlon na Ucrânia com as regulamentações da União Internacional de Triathlon (UIT) e observou que as competições realizadas cumprem as regras da UIT. Entretanto, elas diferem em algumas distâncias utilizadas, sendo uma particularidade da modalidade, tanto no Brasil como nos Estados Unidos, pois mesmo com regras regidas pela CBTRI e UIT, algumas competições são realizadas com as distâncias dos segmentos modificadas (BERNHARDT, 2013; COPA INTERIOR, 2019).

Especificamente em estudos relacionados ao desempenho, Berry et al. (2016) compararam o desempenho da primeira com a segunda corrida, após uma simulação de duathlon, e foi observada a diminuição no consumo de oxigênio em teste realizado após a primeira corrida e ciclismo - quando comparado somente com o teste incremental -, o que sugere que o desempenho no segundo segmento de corrida pode ser diminuído pelo desgaste dos segmentos anteriores. Nesse sentido, Ferrari e Nascimento (2017) buscaram prever o desempenho da corrida em prova simulada de duathlon, por meio da velocidade crítica (V_{crit}) em corrida isolada, e identificaram

que a Vcrit é uma ferramenta possível de ser utilizada para prever o desempenho em provas de duathlon simuladas. Vale salientar que apenas um estudo com a modalidade buscou relacionar marcadores bioquímicos que seriam capazes de reduzir o desempenho (TSUZUKI, TSUKIOKA, NAITO, 2019).

Em relação ao desempenho em provas oficiais, Nikolaidis, Villiger e Knechtle (2018) observaram diferenças entre homens e mulheres em competições oficiais e verificaram que, nas distâncias curtas, os homens foram 8,2% mais rápidos que as mulheres. No entanto, o tempo de prova ao longo dos anos permaneceu inalterado. Em outro estudo, Nikolaidis et al. (2018) analisaram o efeito do gênero e nível de treinamento sobre o “*pacing*” e identificaram que mulheres foram mais rápidas na corrida 2 e mais lentas no ciclismo quando comparadas com homens, tanto na distância curta quanto na longa. Na distância curta, as mulheres foram mais rápidas que os homens na transição 2 (T2), enquanto, na distância longa, elas apresentaram maior rapidez na transição 1 (T1) e maior lentidão na corrida 1. Além disso, verificaram também que as mulheres e os homens mais rápidos no tempo total, foram os que desempenharam a corrida 2, e as transições 1 e 2 mais rapidamente, e o ciclismo mais lento em ambas as distâncias.

A idade também é um fator que vem sendo estudado, de modo a verificar o seu efeito no desempenho de cada um dos segmentos do duathlon. Corroborando com esse entendimento, estudo de Nikolaidis et al. (2019a) verificou que atletas mais jovens são relativamente mais rápidos que atletas mais velhos na corrida 1 e nas transições 1 e 2 em distâncias mais curtas e que os atletas mais velhos são mais rápidos no ciclismo tanto em provas curtas quanto em provas longas. Além disso, foi possível verificar também que atletas mais velhos foram mais rápidos na corrida 2 nas provas curtas, sendo que atletas mais jovens foram mais rápidos nas distâncias longas, nesse mesmo segmento.

Outro estudo de Nikolaidis et al. (2019b) buscou identificar o efeito da idade combinada com o nível de treinamento no “*pacing*” de duatletas nas distâncias curtas e longas, e observou-se que homens mais rápidos e mais velhos tinham menor tempo no ciclismo, quando comparados às mulheres nas duas distâncias. Outro dado interessante é que atletas com idade mais avançada eram mais rápidos no ciclismo, em relação aos mais novos, e que os atletas mais rápidos na prova gastaram mais tempo no ciclismo.

Estudo recente de Romero-Ramos et al. (2020) analisou as diferenças de desempenho em relação aos gêneros e às mudanças do desempenho entre as faixas etárias na distância olímpica do campeonato mundial. Os autores concluíram que os melhores resultados obtidos no tempo total de competição e no segmento de ciclismo aconteceram na faixa etária de 30 a 34 anos, tanto para homens quanto para mulheres. No desempenho das corridas 1 e 2, o melhor desempenho foi alcançado nas faixas de 25 a 29 para homens e 30 a 34 anos para as mulheres.

Quanto à planificação do treinamento para o duathlon, Hottenrott (2017) aponta que há necessidade de aplicar estímulos que sejam capazes de gerar adaptações nos sistemas funcionais do organismo, principalmente em relação à capacidade de resistência (geral e específica). Entretanto, para se obter o melhor desempenho competitivo também há necessidade de se incrementar a força muscular, principalmente a resistência de força e a velocidade, sobretudo a resistência de velocidade.

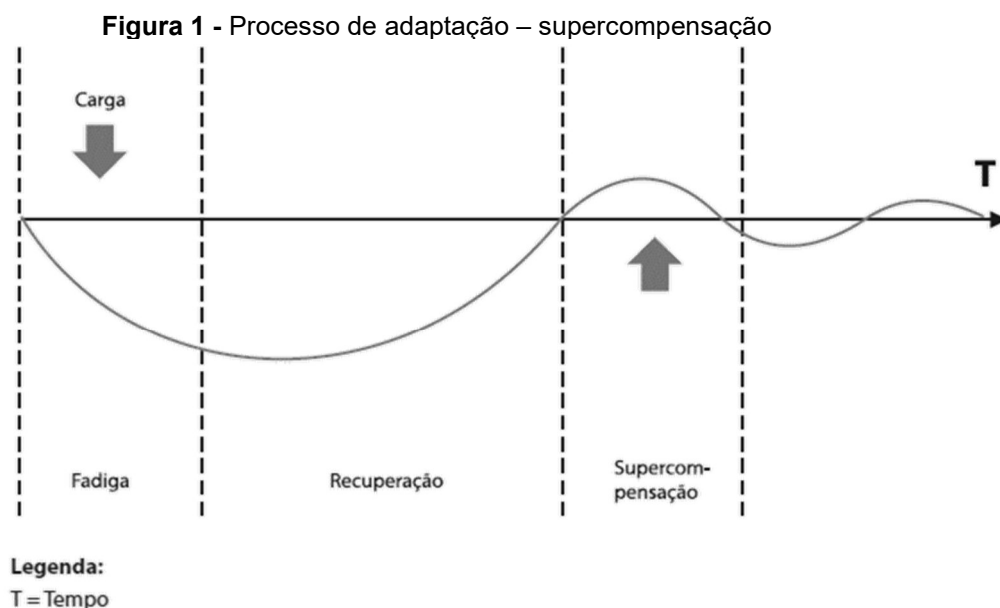
Nota-se, assim, que informações sobre a modalidade vêm crescendo nos últimos anos, entretanto, estudos relacionados à quantificação do treinamento e sua relação com o desempenho no duathlon parecem ser escassos, o que pode dificultar o processo de preparação dos atletas dessa modalidade.

3.2 Treinamento desportivo: planificação, estruturação e prescrição do treinamento

A teoria do treinamento desportivo tem como pressupostos básicos os conceitos desenvolvidos por Hans Selye, sendo baseada em princípios biológicos e fundamentada pelo processo adaptativo, em que o atleta recebe um determinado estímulo (agente estressor) que interrompe a homeostase, fazendo com que o organismo busque novamente o equilíbrio funcional (adaptação) (CUNANAN et al., 2018; DE LA ROSA, 2006). Dessa forma, é possível observar a relação entre as fases da Síndrome Geral da Adaptação e o processo de adaptação ao treinamento, uma vez que a fase de alarme pode ser descrita por um período de aplicação das cargas de treinamento (agente estressor), que gera uma resposta de fadiga aguda.

Após um período adequado de recuperação e, conseguinte aplicação de novas cargas de treinamento, o organismo passa a resistir ao agente estressor (fase

de resistência), promovendo uma adaptação ao treinamento, o que gera um processo de supercompensação, conforme figura 1.



Fonte: GOMES, 2009.

Deste modo, no âmbito do treinamento desportivo, é possível observar que o processo de adaptação é de suma importância, uma vez que, para alcançar elevados níveis de rendimento, não pode haver estabilização das respostas ao treinamento (GRANELL e CERVERA, 2003). Desse modo, o objetivo principal do treinamento desportivo é gerar adaptações positivas em todos os aspectos do atleta, aumentando o nível de treinamento do indivíduo, preparando-o para o mais elevado desempenho possível (BOMPA e HAFF, 2012).

Devido às mudanças no cenário do esporte contemporâneo, proporcionadas pelas novas exigências do desporto, bem como o aumento do nível competitivo e do número de competições, apareceram diversas formas de organização do treinamento, utilizando diferentes concepções com o objetivo de melhorar o desempenho do atleta (OLIVEIRA, 2008; VERKHOSHANSKI, 2001). Dessa forma, é importante salientar que a preparação desportiva é um processo que deve ser planejado e organizado, levando em consideração os vários fatores que compõem sua estrutura, como o sistema de competições, de treinamento e o de fatores complementares (GOMES, 2009; MATVEEV, 2001).

É por meio do sistema de treinamento que a forma desportiva é desenvolvida e aperfeiçoada, objetivando o nível máximo de desempenho do atleta na modalidade específica (GOMES, 2009) e, para isso, este sistema deve ser organizado e estruturado metodologicamente. Portanto, faz-se necessário, primeiramente, planificar o treinamento, planejando todas as ações que serão realizadas ao longo de toda a temporada, de acordo com os recursos disponíveis e, a partir disso, estruturar o treinamento de modo a identificar os objetivos pretendidos em cada etapa, verificar o tempo disponível para a preparação, definir e aplicar os estímulos e avaliar o desempenho do atleta (GOMES, 2009; DE LA ROSA e FARTO, 2007; VALDIVIELSO, GAIA, FEAL, 2010; WEINECK, 1999).

A partir disso, o treinador deverá organizar os conteúdos do treinamento, de modo que assegure o desenvolvimento pleno das capacidades específicas da modalidade, para que se alcance os melhores resultados nas competições principais (VALDIVIELSO, GAIA, FEAL 2010). Para tanto, é necessário selecionar meios e métodos de treinamento, de acordo com a exigência da modalidade e com o nível de desenvolvimento do atleta (GOMES, 2009). Para a escolha dos meios de treinamento, é importante observar os tipos de exercícios que serão utilizados no desenvolvimento da forma desportiva, uma vez que o grau de semelhança entre as características das ações motoras - que o exercício estabelece - e a atividade competitiva, pode determinar a sua classificação, sendo ele específico ou não-específico (SOLLI, TONNESSEN, SANDBAKK, 2017).

Do ponto de vista da estruturação e organização do treinamento, o estímulo às capacidades biomotoras é fundamental, pois são elas que proporcionarão o desenvolvimento das respostas adaptativas, permitindo a execução dos movimentos específicos durante a atividade competitiva. Sendo assim, estes estímulos devem ocorrer de acordo com o predomínio das capacidades específicas da modalidade, e, as que estão ligadas à estrutura do duathlon, destacam-se a força, a resistência e a velocidade, em suas diferentes manifestações (HOTTENROTT, 2017).

A força muscular, do ponto de vista fisiológico, é definida pela capacidade que o músculo tem de gerar tensão e pode se manifestar de diferentes formas: força máxima, força rápida e resistência de força. A força máxima pode ser definida como a máxima força que o sistema neuromuscular é capaz de gerar em uma contração voluntária máxima (WEINECK, 2005). Entende-se por força rápida ou potência a

capacidade de vencer determinada resistência com velocidade (DE LA ROSA, 2000) e a resistência de força como a capacidade de resistir à fadiga durante o trabalho de força prolongado (DE LA ROSA e FARTO, 2005), sendo que, esta última, parece ter maior emprego no duathlon (HOTTENROTT, 2017).

A resistência é a capacidade que o indivíduo tem de suportar a fadiga durante o maior tempo possível sem queda de desempenho, e do ponto de vista da modalidade, ela pode se manifestar de forma geral ou específica, sendo que a resistência geral se refere ao desenvolvimento da resistência, independentemente da modalidade em questão, e a específica é a capacidade de suportar a fadiga com exigência próxima ou iguais as demandas da competição, podendo ser de curta, média ou longa duração (DE LA ROSA e FARTO, 2005; PLATONOV, 2001; WEINECK, 2005).

No duathlon, a resistência específica é caracterizada pela resistência de velocidade, pois esta proporciona ao duatleta manter a velocidade por um tempo maior (WEINECK, 1999), tornando-se primordial para o desempenho adequado do atleta (HOTTENROTT, 2017). De acordo com Hottenrott (2017), na preparação desportiva de duatletas ambas as capacidades de resistência são importantes, tendo sua ênfase de acordo com o momento do planejamento.

Em relação aos diferentes estímulos que podem ser aplicados para o desenvolvimento das capacidades biomotoras, é importante salientar que o emprego adequado da sistematização dos exercícios contribui para a obtenção das adaptações desejadas. Para isso faz-se necessário utilizar métodos de treinamento compatíveis com o objetivo a ser alcançado. Dentre os métodos de treinamento para a capacidade de resistência, é possível destacar os métodos contínuos e intervalados (DE LA ROSA e FARTO, 2005). O método de treinamento contínuo é caracterizado por exercícios com duração prolongada, de intensidade entre 70 e 95% do máximo (frequência cardíaca, $\dot{V}O_2$, velocidade crítica, potência crítica, velocidade de prova, entre outros) e não possui intervalos de recuperação durante o estímulo. Já o método descontínuo ou intervalado consiste na alternância entre estímulo e pausa, sendo os estímulos de alta intensidade (acima de 95% do máximo), com intervalos de recuperação muito bem determinados (DE LA ROSA, 2006).

A capacidade de força pode ser estimulada por meio dos seguintes métodos: treinamento de força tradicional, ou seja, utilizando exercícios resistidos com pesos, que pode ser o corporal, pesos livres e máquinas de musculação; levantamentos olímpicos; pliometria; treinamento complexo, entre outros (BOMPA e HAFF, 2012; CORMIE, MCGUIGAN, NEWTON, 2011; DE LA ROSA, 2000). Já a velocidade de deslocamento em modalidades cíclicas, pode ser estimulada basicamente por dois métodos de treinamento, o método de séries e o método de repetições com cargas adicionais. Ambos os métodos utilizam *sprints*, que constitui em deslocamentos e acelerações, podendo utilizar trações, ou não, e até mudança de direção. Esses *sprints* podem ser executados em distâncias de 20 a 80 metros ou com esforços entre 5 e 40 segundos, com intensidades acima de 90% da execução máxima de velocidade (DE LA ROSA e FARTO, 2005; BOMPA e HAFF, 2012; PLATONOV, 2001). Além disso, a resistência de velocidade, pode ser estimulada por meio do método de treinamento intervalado com pausas incompletas (WEINECK, 2005).

Ao organizar as sessões de treinamento, deve-se levar em consideração, além dos conteúdos citados anteriormente, o volume e a intensidade, sendo que o volume de treinamento pode ser determinado pelo tempo ou duração da sessão, podendo ser expresso em minutos, horas, metros ou quilômetros. Além disso, ele também pode ser expresso pelo número de repetições de um determinado exercício. A intensidade é o componente qualitativo da carga de treinamento, podendo ser prescrita e quantificada pelo percentual do melhor desempenho do atleta ou por meio das zonas de intensidade (BOMPA e HAFF, 2012).

Atualmente, a literatura tem apontado para a utilização da quantificação do treinamento utilizando o modelo de três zonas de intensidade (BALDASSARRE et al., 2019; SOLLI, TØNNESSEN, SANDBAKK, 2017), conforme modelo proposto por Lucia et al. (1999), sendo a zona 1 a intensidade abaixo do limiar ventilatório 1; a zona 2 a intensidade entre o limiar ventilatório 1 e 2, e a zona 3, a intensidade acima do limiar ventilatório 2. Em 2006, Seiler e Kjerland, propuseram um modelo de quantificação da intensidade de exercício de forma simples e sem necessidade de uma avaliação direta do limiar ventilatório. Foi proposta a divisão da escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) de 10 pontos em três zonas, sendo de 1 a 4, zona 1; 5 e 6 zona 2 e ≥ 7 zona 3, para determinar a intensidade da sessão de treinamento (SEILER e KJERLAND, 2006).

A partir disso, o treinador deve organizar o treinamento de acordo com os objetivos propostos, selecionando meios e métodos que permitam desenvolver as capacidades biomotoras necessárias para a melhora do desempenho na modalidade escolhida, atentando para a quantificação e distribuição dos conteúdos de treinamento. Nessa perspectiva, alguns estudos recentes buscam quantificar a distribuição do treinamento frente a determinadas formas de organização. Estudo de Tønnessen et al. (2014) descreveu as variações de treinamento ao longo do ciclo anual em atletas de elite na modalidade ski cross-country e relacionaram com os picos anuais de performance de 11 atletas noruegueses da modalidade. Foram registrados o tempo total de cada sessão de treinamento distribuído por meio das capacidades (força, resistência, *sprint*), tipo de atividade (esqui, patinação, corrida, ciclismo etc.) e zona de intensidade (1 a 5). Verificou-se que 94% do tempo total de treinamento foi destinado ao treinamento de resistência, 5% de força e 1% de velocidade. Foi observado também que, em 91% do tempo total do treinamento de resistência, os treinamentos foram realizados nas zonas 1 e 2 e, apenas 9% nas zonas 3 a 5. Em relação ao conteúdo de treinamento, 64% do treinamento de resistência e de sprint foi realizado com exercícios específicos e 36% com não específicos da modalidade, sendo que a proporção de exercícios específicos foi aumentando de acordo com o período de treinamento (menor no período de preparação geral e maior nos períodos de preparação específica e competitivo).

Na mesma linha do estudo anterior, Solli, Tønnessen e Sandbakk (2017), investigaram as características de treinamento da esquiadora de cross-country norueguesa de maior sucesso, durante o melhor período de sua carreira. Os mesmos dados anteriores foram coletados e constatou-se que, no período de maior sucesso, foi realizado 91% de treinamento de resistência, 8% de força e 1% de velocidade. No treinamento de resistência, 92,3% foi executado na zona de baixa intensidade, 2,9% em média intensidade e 4,8% na de alta intensidade (incluindo as competições). Em relação ao conteúdo de treinamento, 63% do treinamento de resistência e velocidade foi realizado com exercícios específicos da modalidade e os outros 37% com exercícios não específicos, sendo a proporção desses exercícios também aumentada em relação aos períodos de treinamento.

Na natação de águas abertas, Baldassarre et al. (2019) buscaram descrever o volume de treinamento e a distribuição de intensidade de oito nadadores

de elite durante a temporada olímpica de 2016. Eles verificaram que o volume semanal de treinamento foi de 80,9 km, sendo 76,8% na zona 1 ($PSE \leq 4$), 17,7% na zona 2 ($PSE 5-6$) e 5,4% na zona 3 ($PSE \geq 7$).

Outros trabalhos demonstram que a distribuição ótima de baixa/alta intensidade para atletas de modalidades de resistência de média e longa duração seria em torno de 80/20%, sendo que o percentual de alta intensidade pode atingir entre 10-30% (SEILER e TØNNESSEN, 2009; SEILER, 2010). Observando a distribuição da intensidade do treinamento, verifica-se que atletas de elite tendem a ter uma forma de distribuição com predomínio do treinamento de baixa intensidade (zona 1), e os trabalhos mostram preferência pelo treinamento polarizado, piramidal ou enfatizando o treinamento na zona 2 (treinamento de limiar), dependendo da modalidade (MUÑOZ e VARELA-SANZ, 2018; SELLES-PEREZ, FERNÁNDEZ-SÁEZ, CEJUELA, 2019; STOGGL e SPERLICH, 2015). Em atletas de elite da modalidade corrida de orientação, Tønnessen et al. (2015) verificaram que, em todas as fases do treinamento, os atletas passavam entre 71-79% na zona 1; entre 6-9% na zona 2 e 6-15% na zona 3, sendo este último aumentado nos períodos: preparatório específico e competitivo, corroborando com os estudos anteriores.

Nessa lógica, estudo de Kenneally et al. (2020) analisou a distribuição do treinamento de corredores de elite durante 50 semanas e verificou que, tanto corredores de média (800-1500m), quanto de longa distância (5000-10000m), tiveram maior volume de treinamento na zona 1, passando aproximadamente 90% do volume total de treinamento em baixa intensidade. Em relação a atleta amadores, estudo de 25 semanas com triatletas constatou que os atletas desempenharam 68% do tempo de treinamento na zona 1, 28% na zona 2 e apenas 4% na zona 3 (ESTEVE-LANAO, CEJUELA, MUÑOZ-PÉREZ, 2014).

Os achados da literatura apontam para a quantificação e distribuição do treinamento em modalidades individuais com características cíclicas. Todavia, no duathlon, parece não haver trabalhos que abordem esta temática, havendo necessidade de explorar mais este campo, principalmente em atletas amadores.

3.3 Análise de desempenho competitivo

O processo de preparação desportiva envolve o entendimento de três sistemas: o de competições, de treinamento e o de fatores complementares (GOMES, 2009). Antes de organizar o treinamento é necessário entender o sistema de competição, pois é um dos pilares que norteará a planificação e estruturação do treinamento (PLATONOV, 2001).

O sistema de competição é um fenômeno multifacetado que tem como base o confronto competitivo, embora envolva também a atividade competitiva (MATVEEV, 2001). A atividade competitiva aborda todos os aspectos que compõem a competição, como: o calendário, as regras, o regulamento, as condições geográficas, as condições meteorológicas, a presença do público, entre outros. Os confrontos que podem ser oficiais e não-oficiais se caracterizam pelo momento em que o atleta busca utilizar ao máximo suas capacidades atléticas e, para isso, deve estar na sua melhor forma desportiva (MATVEEV, 2001; PLATONOV, 2008).

Assim, para se determinar o sucesso de um sistema de treinamento faz-se necessário avaliar o desempenho do atleta. Contudo, na avaliação de atletas, a literatura aborda diferentes maneiras de se avaliar, apontando, principalmente, para testes laboratoriais ou de campo (KORAL et al., 2018; VIKMOEN et al., 2017), sem analisar a competição. Desse modo, há necessidade de se investigar dados que permitam a compreensão do real desempenho do atleta na competição, utilizando indicadores previamente selecionados, o que é conhecido como análise de desempenho (O'DONOGHUE, 2010).

A análise de desempenho permite que o treinador analise os indicadores de desempenho obtidos no confronto competitivo e, a partir daí, compreenda melhor os resultados obtidos. Esse procedimento permite a tomada de decisão do técnico para otimizar o sistema de treinamento, buscando elevar o desempenho (O'DONOGHUE, 2010; PASSFIELD e HOPKER, 2017). Para isso, são utilizados desde indicadores biomecânicos, análise estatística, estratégia de competição, análise de dados determinantes do desempenho, até modelagem matemática (HUGHES e BARTLETT, 2002; PASSFIELD e HOPKER, 2017), coletados de forma manual ou informatizada, de acordo com a modalidade específica (GARGANTA, 2001).

Ao definir os indicadores que serão utilizados para a análise, é importante detectar quais variáveis possuem medidas válidas que tenham relação com o resultado da competição e buscam definir o desempenho competitivo (HUGHES e BARTLETT, 2002; O'DONOGHUE, 2010). Em modalidades cíclicas, estes indicadores podem ser definidos por meio de variáveis cinemáticas, como a velocidade, tempo e ritmo (HUGHES e BARTLETT, 2002; PLATONOV, 2008). No duathlon, os indicadores que se relacionam com o desempenho competitivo são, principalmente, o ritmo (*pace*) e o tempo total da prova (HOTTENROTT, 2017; NIKOLAIDIS, VILLIGER, KNECHTLE, 2018).

Nesse sentido, trabalhos têm abordado quais fatores podem interferir nesses indicadores (principalmente no ritmo), como: gênero, idade e nível de treinamento (KNECHTLE e NIKOLAIDIS, 2016; NIKOLAIDIS e KNECHTLE, 2017, 2018; KNECHTLE et al., 2019; WU et al., 2014) e o quanto esses indicadores podem prever o desempenho final da competição (JOHNSON et al., 2015).

Desse modo, torna-se evidente a necessidade da análise de indicadores de desempenho específicos da modalidade, relacionando-os com a organização do treinamento para que o sistema de treinamento seja ajustado de acordo com a necessidade de cada atleta, visando a obtenção da melhor forma desportiva. Particularmente, em modalidades que envolvam mais de um segmento, é importante analisar o tempo total de prova e as parciais de cada um deles (MENEGATTO, NETO, PIGNATA, 2019), bem como o tempo de transição, as velocidades e *pace* de cada segmento. O entendimento de cada segmento separadamente auxilia a traçar estratégias de prova com objetivo de atingir o melhor desempenho competitivo (HAUSSWIRTH et al. 2010). Nesse sentido, Leite et al. (2006), verificaram a correlação entre o tempo de cada segmento do triatlo com o tempo final de diferentes etapas do Troféu Brasil de Triathlon. Eles analisaram os tempos totais e parciais de nove atletas em quatro etapas de triatlo na distância olímpica e concluíram que, dependendo da etapa, alguns segmentos possuem maior ou menor correlação com o desempenho final.

Na mesma linha, Scorcine et al. (2017) observaram os dados de dez primeiros colocados do Campeonato Mundial do *Half Ironman* e do Mundial de Triatlo Olímpico e verificaram que, o tempo de cada segmento pode ser correlacionado com o tempo total de prova. Entretanto, é importante salientar que, todos os segmentos

possuem influência no desempenho final e que, dependendo da distância percorrida, um segmento pode ter maior ou menor correlação. Além disso, eles observaram que um forte indicador é o tempo do segmento do ciclismo, independente da colocação final, entre o primeiro e o décimo colocado. Sendo assim, torna-se necessário identificar qual segmento possui maior influência no tempo total e analisar este indicador durante a temporada com o objetivo de aprimorar as estratégias de treinamento, de modo a atingir o melhor desempenho competitivo, principalmente em atletas amadores de duathlon na distância *sprint*.

Além da análise do tempo total de prova e dos segmentos de forma separada, a análise do tempo gasto nas duas transições existentes no duathlon *sprint* é de suma importância para que seja minimizado o tempo gasto entre a execução de um segmento e outro a fim de obter o menor tempo total de prova. Nesse sentido, Cejuela et al. (2013) analisaram o tempo de cada segmento e das transições no triatlo de nove atletas e verificaram que esses indicadores, principalmente o tempo do ciclismo, da corrida e da transição 2 podem ser relacionados com a posição final numa etapa de triatlo. Dessa forma, observa-se que é possível utilizar indicadores de tempo total, tempos parciais de cada segmento e tempo das transições como análise de desempenho em modalidades cíclicas.

Estudos também demonstram a importância de analisar o *pace* e as velocidades médias durante as competições. Nesse sentido, Nikolaidis et al. (2018) analisaram o desempenho de duatletas no “*Powerman Zofingen*” e verificaram que o *pace* é um indicador que deve ser considerado, ao analisar o desempenho competitivo, pois este pode ser distribuído de forma uniforme ou não, dependendo da estratégia adotada na prova. Além disso, nesse estudo com duatletas também foi observado que, além do *pace*, os indicadores de tempo de cada segmento e os tempos de transição são de extrema importância, quando se busca analisar o desempenho de duatletas, seja em provas curtas ou longas.

Entretanto, há uma lacuna na literatura quando se buscam estudos que relacionam esses indicadores de desempenho com a quantificação do treinamento, principalmente em duatletas amadores na distância *sprint*.

4. Materiais e métodos

4.1 Casuística

Esta pesquisa é de abordagem quantitativa e de caráter longitudinal (SILVA e MENEZES, 2001; SILVA, 2004). Para a realização do estudo foi utilizada uma amostra intencional (COSTA NETO, 1977), sendo selecionados para o estudo sete atletas amadores de duathlon, da distância *sprint*, do gênero masculino, com idade média de $39,5 \pm 7,9$ anos, massa corporal $73,9 \pm 8,7$ kg e gordura corporal de $16,0 \pm 4,9$ %, que finalizaram o ano de 2018, entre as três primeiras colocações das suas respectivas categorias da Copa Interior. Todos os atletas tinham mais que dois anos de experiência no duathlon, com vivência anterior de, no mínimo, cinco anos em corrida de rua e pertenciam à mesma equipe.

A coleta de dados foi realizada durante o calendário competitivo da Copa Interior no ano de 2019. Os atletas treinavam em dias e horários diferentes, com média semanal de $4,1 \pm 0,9$ dias, com sessões de 60 a 120 minutos de duração. Os treinamentos eram organizados pelo mesmo treinador, contemplando um segmento por dia, ou seja, corrida ou ciclismo. Além disso, os atletas participavam de um programa de treinamento com pesos na academia, realizado no mesmo dia - ou em dias alternados ao treinamento específico -, de acordo com a disponibilidade do atleta. Houve, também, sessões englobando a combinação de dois segmentos (transição) ou um segmento e treinamento com pesos.

Os critérios de inclusão dos atletas foram: ter experiência na modalidade de, no mínimo, dois anos; assinar o termo de consentimento livre e esclarecido - TCLE - (Apêndice A); não possuir nenhuma limitação ortopédica; não fazer o uso de nenhuma substância proibida; utilizar a bicicleta do tipo *road* nas competições e participar da Copa Interior de duathlon no ano de 2019. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o protocolo n. 00348818.1.0000.5404.

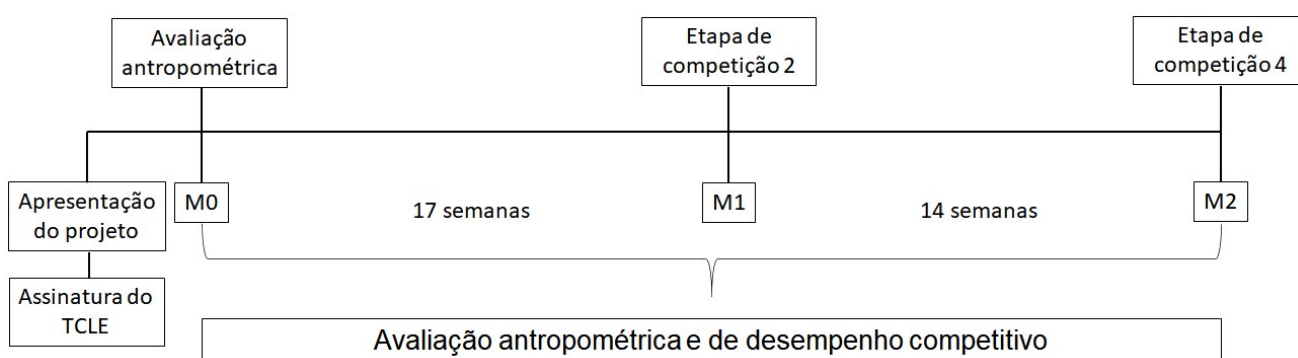
4.2 Delineamento do estudo

A Copa Interior é um campeonato que aborda disputas de triathlon, aquathlon e duathlon e é organizada em seis etapas, em cidades do interior do Estado de São Paulo. É realizada desde o ano de 2013 e determina, em seu regulamento de

2019, que é declarado campeão da Copa, o atleta que somar mais pontos ao longo das seis etapas e estiver inscrito em, pelo menos, cinco etapas na mesma modalidade. Os pontos são computados de acordo com a classificação de cada atleta (1º ao 9º lugar) dos quais: 25 pontos para o primeiro, 18 para o segundo, 15 para o terceiro, 12 para o quarto, 10 para o quinto, 8 para o sexto, 6 para o sétimo, 4 para o oitavo e 2 para o nono colocado. Todos os atletas que não estiverem entre os nove primeiros colocados marcam um ponto. Vale salientar que, de acordo com o regulamento do ano de 2019, na segunda e quarta etapas, a pontuação adquirida tem seu valor dobrado (COPA INTERIOR, 2019).

A partir disso, no início da temporada de 2019, foi realizada uma avaliação antropométrica dos atletas, no próprio local de treinamento e, a seguir, todos iniciaram um programa de treinamento de 31 semanas, objetivando dois picos de desempenho: M1 e M2. É importante salientar que até M1 os atletas foram submetidos a 17 semanas de treinamento e que, de M1 a M2, 14 semanas. Após iniciar o programa de treinamento, foi realizada novamente a avaliação antropométrica bem como avaliação de desempenho, conforme figura 2.

Figura 2 - Delineamento do estudo



Fonte: autoria própria

O quadro 1, descreve as características de cada uma das provas em que os picos de desempenho foram objetivados:

Quadro 1 - Condições geográficas e climáticas dos segmentos nos diferentes momentos avaliados.

Condições		Segmento	Momentos	
			M1	M2
Geográficas	Ganho de elevação (m)	Corrida 1	46,0	33,5
		Ciclismo	248,0	345,0
		Corrida 2	78,7	83,6
	Inclinação média (%)	Corrida 1	3,6	2,5
		Ciclismo	2,2	3,2
		Corrida 2	3,1	3,2
	Pico de inclinação (%)	Corrida 1	13,6	8,6
		Ciclismo	18,4	11,8
		Corrida 2	13,8	9,0
Climáticas	Temperatura média (°C)		26,0	7,1
	Chuva (mm/m ²)		0	14
	Umidade relativa do ar (%)		48	75

Fonte: www.copainteriores.com.br; www.inmet.gov.br/portal

4.3 Avaliação antropométrica

Para a avaliação antropométrica foram coletados os dados referentes à massa corporal, estatura e dobras cutâneas. Para obtenção das medidas de estatura e massa corporal foi utilizada uma balança com estadiômetro, com graduação em décimo de cm e precisão de 10g expressa em quilogramas (kg). Para a aferição da massa corporal e da estatura, os avaliados se encontraram em pé, descalços, com os calcanhares unidos, costas retas, com os braços estendidos ao longo do corpo e olhando para frente. A medida foi coletada com o indivíduo em apneia, após uma inspiração profunda (COSTA, 2001). Para a medida das dobras cutâneas foi utilizado um adipômetro Prime Med® com precisão de 1 mm e pressão constante de 10g/mm². Os pontos anatômicos utilizados foram adaptados de Jackson e Pollock (1978) por Heyward e Stolarczyk (2000). Para o cálculo da densidade corporal foi utilizada a equação proposta por Jackson e Pollock (1978), que utiliza a soma das sete dobras cutâneas. Em seguida, foi utilizada a equação de Siri (1961) para estimativa do percentual de gordura corporal. Todas as medições foram realizadas com os voluntários trajando apenas shorts.

4.4 Avaliação de desempenho competitivo

O desempenho dos atletas foi avaliado em provas oficiais, sendo determinado pelos seguintes indicadores: tempo total de prova (segundos) e os tempos parciais em cada segmento (corrida 1, ciclismo e corrida 2), excluindo-se o tempo de transição; velocidades médias (km/h) da corrida 1 e 2 e do ciclismo; o tempo (segundos) das transições 1 e 2, e o ritmo em min/Km (*pace*) das corridas 1 e 2.

O tempo total de prova foi coletado no site oficial da comissão organizadora do evento. O tempo de transição foi cronometrado manualmente sempre pelo mesmo grupo de avaliadores experientes por meio de um cronômetro digital manual Vollo VL-510® com memória para armazenar 10 voltas.

Para o cálculo das velocidades médias, a metragem da prova foi conferida por meio dos relógios utilizados pelos atletas na competição (marca Garmin®) e excluídos os tempos das transições cronometrados manualmente, mesmo critério utilizado para cálculo do ritmo de corrida (*pace*). Além disso, foi calculado o percentual de queda de desempenho da corrida 1 para a corrida 2 por meio da análise do delta percentual entre a velocidade média e o *pace* dos dois segmentos.

4.5 Quantificação do treinamento

Todas as planilhas de treinamento foram disponibilizadas semanalmente pelos profissionais que planejaram e desenvolveram os trabalhos com os atletas, sem qualquer interferência do pesquisador, com a finalidade de evitar influências nas sessões subsequentes, ou no planejamento previamente desenvolvidos e, também, para preservar as características de atuação dos treinadores. Após disponibilizar o material, todos os conteúdos de treinamento foram quantificados, seguindo a abordagem de Solli, Tonnessen e Sandbakk (2019) quanto ao tipo de exercício (específico e não-específico - quadro 2).

Quadro 2 - Classificação do tipo de exercício, conteúdo e meios de treinamento

Tipo de Exercício	Conteúdo	Meios de treinamento
Não-específico	Exercícios com pesos livres e aparelhos contra resistência.	Membros inferiores: agachamento, <i>leg press</i> , extensão e flexão de joelhos, flexão plantar e dorsiflexão, afundo, adução e abdução de quadril, <i>stiff</i> , extensão de quadril e variações. Membros superiores e tronco: puxador, supino, flexão e extensão de cotovelos, crucifixo, extensão de coluna, elevação frontal e lateral dos braços, <i>fly</i> , remada, flexão e extensão de punho e abdominais.
	Exercícios de alongamento, propriocepção.	Alongamentos estáticos e dinâmicos de membros inferiores, tronco e membros superiores, exercícios de equilíbrio bi e unipodais em plataformas instáveis.
	Natação	Exercícios envolvendo a técnica do nado <i>crawl</i> .
	Saltos	Exercícios de saltos verticais, horizontais, <i>drop jump</i> , bi e unipodais.
Específico	Exercícios de corrida, ciclismo e transições	Corridas e ciclismo <i>outdoor</i> e <i>indoor</i> , exercícios de coordenação (<i>skipping</i> alto e baixo, <i>dribbling</i> , <i>kick out</i> , <i>anfersen</i> , <i>hop</i> , <i>hopsersauf</i>), transições (ciclismo + corrida), provas de corrida de rua.

Fonte: Adaptado Solli, Tonnessen e Sandbakk (2019)

Foram quantificados também o conteúdo de treinamento de acordo com as diferentes manifestações da resistência, força e velocidade (quadro 3).

Quadro 3 - Descrição da sessão de treinamento de acordo com as capacidades biomotoras

Capacidade biomotora	Descrição da sessão de treinamento
Resistência geral	Treinamento de corrida ou ciclismo utilizando o método contínuo com intensidade moderada (40-75% do máximo) com duração entre 30 e 120 minutos.
	Treinamento de corrida ou ciclismo de intensidade moderada a alta (75-90% do máximo) com estímulos maiores que três minutos de duração e pausas ativas de 1 a 5 minutos com intensidade de 30-50% do máximo.
Resistência de velocidade	Treinamento de corrida e ciclismo com duração e intensidades iguais ou superiores às demandas da competição. Treinamentos de transição. Simulados da prova. Provas de corrida de rua.
	Treinamento de corrida ou ciclismo utilizando o método intervalado de alta intensidade (acima de 95% do máximo) com estímulos de até três minutos de duração com pausas passivas de 1'a 3'.
Resistência de força	Treinamento de corrida em aclives (ganho elevação de 100 metros e picos de inclinação de 10 a 15%) ou ciclismo em aclives (ganho de elevação para ciclismo acima de 450 metros e picos de inclinação de 15 a 20%) com intensidade entre 60-80% entre 30 e 90 minutos de duração.
	Treinamento com pesos ou em aparelhos contra resistência, utilizando de 3 a 4 séries de 12 a 20 repetições com intensidade entre 50 e 70% de uma repetição máxima e com pausas de 30 segundos a um minuto.
Força máxima	Treinamento com pesos ou em aparelhos contra resistência, utilizando 3 séries de 3 a 6 movimentos com intensidade de 90 a 95% de uma repetição máxima e com pausas entre 1'30" a quatro minutos.
Força rápida	Treinamentos com pesos ou em aparelhos contra resistência, utilizando 3 a 4 séries de 6 a 8 repetições, com intensidade entre 75 e 85% de uma repetição máxima e intervalo entre as séries de 1'30" a 3', com rápida execução na fase concêntrica.
	Treinamento pliométrico com saltos verticais, horizontais e <i>drop jump</i> , sem e com utilização de cargas adicionais de até 10% de uma repetição máxima. Eram realizadas de 3 a 5 séries de 6 a 12 repetições com intervalo 1'30" a 3'.

Fonte: Adaptado de De La Rosa e Farto (2005); Cormie, McGuigan, Newton (2011); Weineck (2005)

Além disso, nas sessões de treinamento específico, foi quantificada a intensidade das sessões segundo o método de treinamento utilizado, sendo o método

contínuo empregado em sessões com predominância de zona 1 e 2; e o método intervalado com ênfase na zona 3 de treinamento.

4.6 Análise estatística

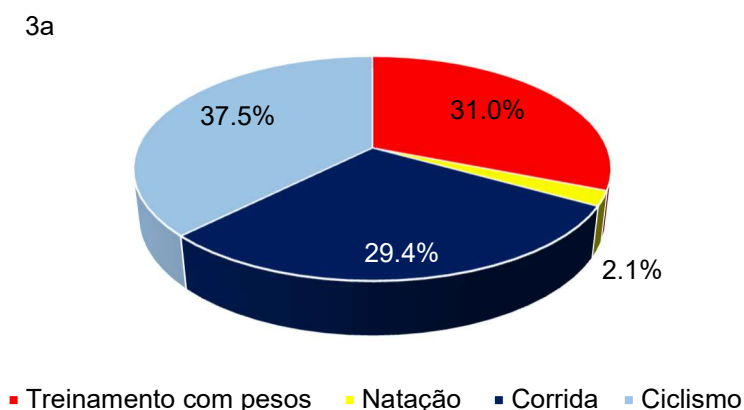
Para a análise estatística foi utilizado, no plano descritivo, os valores absolutos em média e desvio padrão. Quando houve comparação de médias, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*, sendo utilizado o teste *T-Student* para dados normais, e o teste de Wilcoxon para dados não-normais (JOHNSON e WICHERN, 2007). Além disso, foi calculado também o Δ % em todas as variáveis. Os dados foram tabulados no Microsoft Excel® 365 e, as análises realizadas, nele e no software estatístico SPSS® versão 20.

5. Resultados

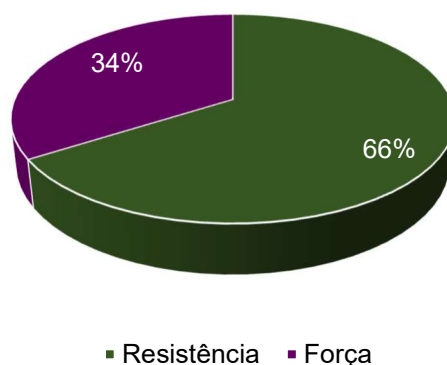
A partir dos dados coletados, os resultados são apresentados em três partes: (i) quantificação do treinamento ao longo das 31 semanas; a partir dos momentos avaliados: (ii) comparação da quantificação dos conteúdos de treinamento de acordo com os momentos avaliados e (iii) análise do desempenho competitivo.

Ao longo das 31 semanas foi possível observar que os atletas totalizaram um volume de 121 horas de treinamento distribuídas em 129 sessões. Houve predomínio da utilização de exercícios específicos da modalidade (29,4% para a corrida e 37,5% para o ciclismo), o que equivale a 66,9% do volume total de treinamento, e 33,1% dos exercícios utilizados foram de caráter não específico (31% para treinamento com pesos e 2,1% para exercícios de natação), conforme figura 3a. Foi possível verificar também que, de forma geral, 66% do tempo total de treinamento foi destinado à capacidade de resistência e 34% para a força (figura 3b). Quanto às zonas de intensidade do treinamento específico, foi possível observar que 86,9% do volume foi de baixa e média intensidade (zonas 1 e 2) e 13,1% de alta intensidade (zona 3) (figura 3c).

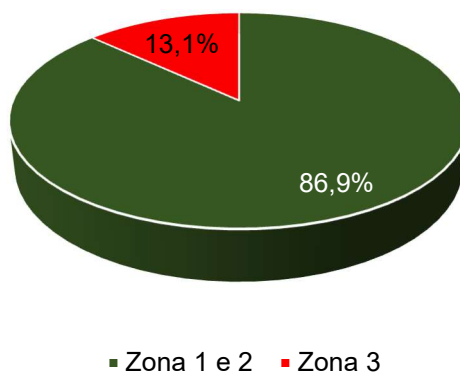
Figura 3 - Distribuição dos meios de treinamento, capacidades biomotoras e zonas de intensidade



3b



3c



Quanto ao conteúdo de treinamento, a tabela 1 apresenta dados referentes à estruturação do treinamento de acordo com os momentos avaliados. Foi possível verificar que não houve diferença na distribuição do tipo de exercício, método de treinamento e capacidades biomotoras quando comparadas nos momentos 1 e 2. Porém, é possível observar que tanto em M1 quanto em M2 houve maior utilização de exercícios específicos ($p < 0,05$). Quanto ao método de treinamento utilizado para o treinamento da resistência, tanto em M1 quanto em M2, foi verificada diferença estatística entre o método contínuo e o método intervalado e, para o treinamento de força, houve diferença entre o método de treinamento com pesos e a pliometria ($p < 0,05$).

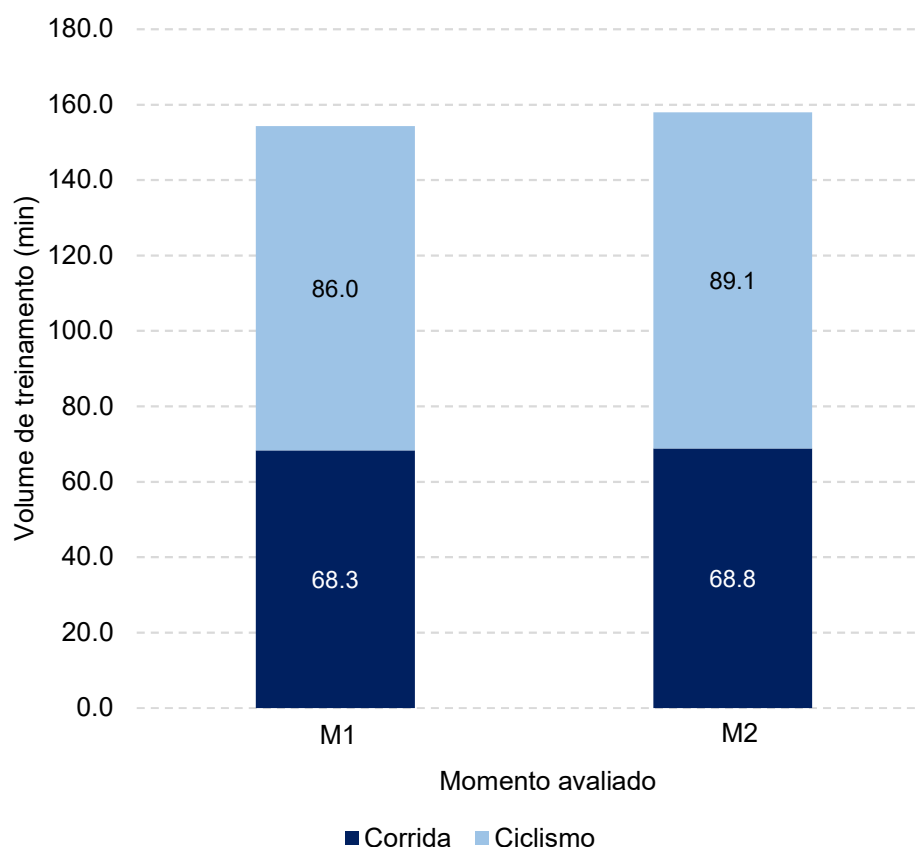
Em relação às capacidades biomotoras, verificou-se diferença estatística entre o tempo destinado ao estímulo para a capacidade de resistência e força nas duas etapas analisadas, sendo maior para a resistência ($p < 0,05$).

Tabela 1 - Volume médio de treinamento segundo os momentos de avaliação

Tabela 1 – Volume médio de treinamento segundo os momentos de avaliação								
Tipo de exercício		Método de treinamento					Capacidade biomotora	
		Resistência		Força				
	Não-específicos (min)	Específicos (min)	Contínuo (min)	Intervalado (min)	Treinamento com pesos (min)	Pliometria (min)	Resistência (min)	Força (min)
M1	76,9 ± 25,3	154,3 ± 57,5*	132,9± 57,7*	27,6 ± 35,8	69,9 ± 23,1*	0,8 ± 3,5	154,0 ± 57,6*	77,3 ± 26,7
M2	77,6 ± 21,6	157,9 ± 47,1*	147,2 ± 55,2*	14,6 ± 19,0	70,5 ± 21,7*	3,8 ± 8,3	153,8 ± 43,0*	81,9 ± 35,5
* diferença estatística entre os tipos de exercícios, métodos de treinamento e entre as capacidades biomotoras (p<0,05).								

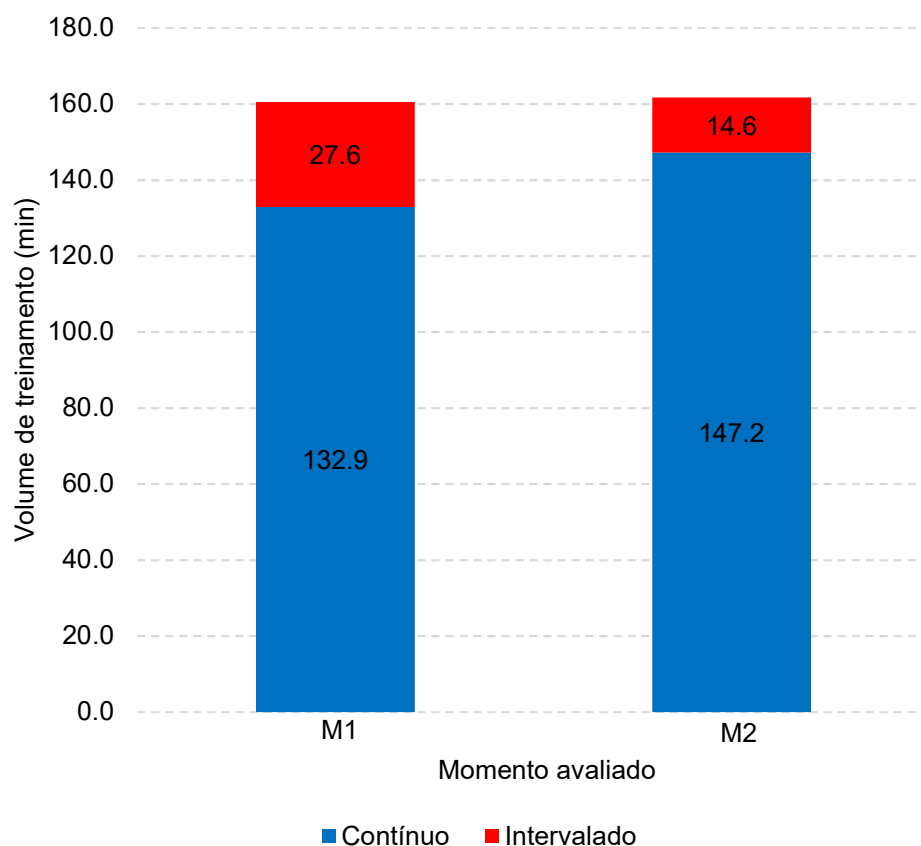
* diferença estatística entre os tipos de exercícios, métodos de treinamento e entre as capacidades biomotoras ($p < 0,05$).

A figura 4 apresenta a distribuição dos exercícios específicos utilizados na estruturação do treinamento dos duatletas, de acordo com os momentos avaliados. É possível observar que foi utilizado aproximadamente 55% de ciclismo e 45% de corrida.

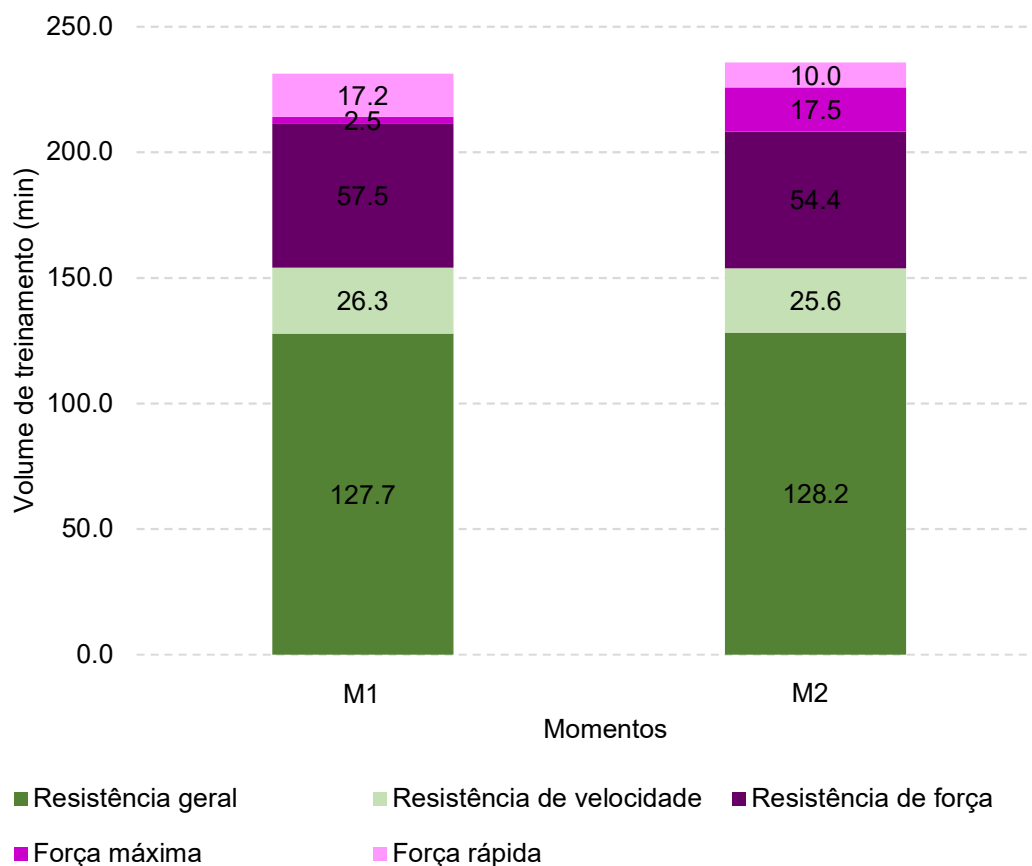
Figura 4 - Distribuição dos exercícios específicos segundo o momento avaliado

Quanto ao método de treinamento utilizado para o estímulo da capacidade de resistência, a proporção é apresentada na figura 5. Nota-se que, em M1 82,8% foram destinados ao método contínuo e 17,2% ao método intervalado e, em M2, em 91% foi utilizado o método contínuo e 9,0% intervalado.

Figura 5 - Distribuição dos métodos de treinamento da resistência segundo o momento avaliado

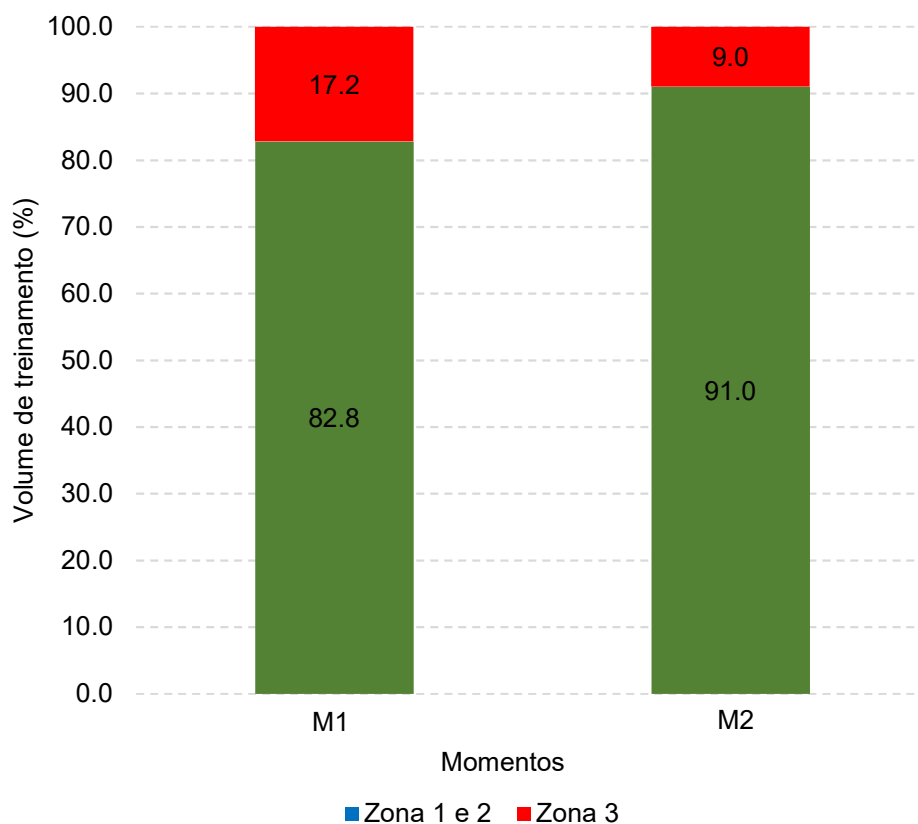


Em relação às capacidades biomotoras, a figura 6 apresenta o comportamento da resistência geral, como a manifestação com maior estímulo de treinamento (55%), seguida pela resistência de força (25%). A resistência de velocidade aponta para, aproximadamente, 10% do tempo total, em ambos os momentos. Quanto aos momentos avaliados, destaca-se que para a força máxima foi destinado 1% de estímulo em M1 e 7% em M2 e, para a força rápida, 7% e 4% do tempo total em M1 e M2, respectivamente.

Figura 6 - Distribuição das capacidades biomotoras segundo o momento avaliado

Quanto às zonas de intensidade do treinamento específico (figura 7), é possível observar que em M1, 82,8% do volume de treinamento foi de baixa e média intensidade (zonas 1 e 2) e 17,2% de alta intensidade (zona 3). Em M2, 91% do volume foi de baixa e média intensidade e 9% de alta intensidade.

Figura 7 - Distribuição da classificação da intensidade do treinamento específico segundo o momento avaliado



A tabela 2 apresenta os resultados referentes às variáveis antropométricas e aos indicadores de desempenho. Foi possível perceber que não houve diferença na massa corporal nem no percentual de gordura nos momentos avaliados.

Especificamente quanto aos indicadores de desempenho, houve diminuição nos tempos e aumento das velocidades médias das corridas 1 e 2, e melhora significativa ($p < 0,05$) de 8,9% no ritmo de corrida (*pace*) em M2.

Tabela 2 - Média, desvio padrão, p valor e delta percentual das variáveis estudadas segundo os momentos avaliados

Variável estudada		Momento avaliado		p valor	Δ%
		M1	M2		
Variáveis antropométricas	Massa corporal (kg)	72,1 ± 8,1	72,5 ± 8,8	p>0,05	0,5%
	Gordura corporal (%)	14,7 ± 4,0	15,0 ± 4,6	p>0,05	2,2%
Indicadores desempenho	Tempo total prova (s)	5005,00 ± 598,89	4887,14 ± 541,79	p>0,05	-2,4%
	Tempo corrida 1 (s)	601,71 ± 64,98	556,57 ± 29,95*	p<0,05	-7,5%
	Tempo transição 1 (s)	77,43 ± 32,74	63,29 ± 44,12	p>0,05	-18,3%
	Tempo ciclismo (s)	2688,86 ± 334,92	2783,14 ± 318,20	p>0,05	3,5%
	Tempo transição 2 (s)	60,57 ± 19,82	55,29 ± 11,22	p>0,05	-8,6%
	Tempo corrida 2 (s)	1562,71 ± 185,93	1422,57 ± 164,19*	p<0,01	-9,0%
	Velocidade média corrida 1 (km/h)	15,10 ± 1,58	16,21 ± 0,89*	p<0,05	7,4%
	Velocidade média ciclismo (km/h)	27,09 ± 3,24	26,21 ± 3,11	p>0,05	-3,2%
	Velocidade média corrida 2 (km/h)	11,66 ± 1,35	12,81 ± 1,50*	p<0,01	10%
	Δ% velocidade média das corridas 1 e 2	22,8	21,0	-	-7,9%
	Pace corrida 1 (min/km)	3'54" ± 27"	3'43" ± 11"	p>0,05	-4,6%
	Pace corrida 2 (min/km)	5'13" ± 35"	4'45" ± 30"*	p<0,01	-8,9%
	Δ% pace das corridas 1 e 2	33,8	27,8	-	-18%

* diferença estatística significante entre M1 e M2. p<0,05.

Cabe destacar que houve diferença percentual entre -2,4 a -18,3% no tempo total de prova, tempo das transições 1 e 2, tempo e velocidade média do ciclismo e *pace* da corrida 1, o que pode diferenciar o primeiro do décimo colocado numa prova de duathlon *sprint*.

Outro ponto importante observado no presente trabalho foi a queda de desempenho da corrida 1 para a corrida 2, em ambos os momentos avaliados. Foi possível verificar queda em torno de 20% na velocidade média do primeiro para o último segmento da prova tanto em M1 quanto em M2. Em relação à queda de desempenho no *pace*, nota-se diminuição de 33,8% em M1 e 27,8% em M2. Embora seja possível observar a queda de desempenho do primeiro para o último segmento, de M1 para M2, essa perda foi menor em 7,9% para a velocidade média e 18% para o *pace*.

6. Discussão

A partir do entendimento da preparação desportiva, segundo os diferentes sistemas, o presente estudo buscou quantificar o treinamento de duatletas amadores ao longo de 31 semanas de treinamento e analisar o desempenho competitivo em dois momentos da temporada. Sendo assim, a presente discussão seguirá por três caminhos: (i) análise dos indicadores de desempenho competitivo; (ii) quantificação dos meios e métodos de treinamento; (iii) distribuição das zonas de intensidades e capacidades biomotoras.

Análise dos indicadores de desempenho competitivo

Ao analisar o desempenho competitivo no duathlon foi observado que de M1 para M2, houve melhora significativa no tempo e nas velocidades das corridas 1 e 2 e no *pace* da corrida 2, porém, os tempos de transição 1 e 2 e o *pace* da corrida 1 tiveram alteração positiva em torno de 4 a 18%, o que é interessante, pois atletas amadores de modalidades de resistência podem variar até 3% competição sem ter melhorado seu desempenho (HOPKINS e HEWSON, 2001). Assim sendo, parece que mesmo sem ter diferença estatística, a forma de organização e distribuição do treinamento adotada pelo treinador pode ter contribuído para melhora nas variáveis citadas anteriormente.

Nota-se também que, da corrida 1 para a corrida 2, houve queda no desempenho da velocidade média de 22,8% em M1 e 21% em M2, fato observado também em outras modalidades cíclicas que envolvem mais do que um segmento (OHATA e LEITE, 2019). Constatou-se, também que houve diminuição no *pace* da primeira para a segunda corrida tanto em M1 quanto em M2, de 33,8% e 27,8%, respectivamente.

Nesse sentido, é importante ressaltar que, além da segunda corrida ocorrer após o atleta ter realizado um trecho de corrida e um de ciclismo, a distância da última corrida é o dobro da primeira, o que pode contribuir exponencialmente para essa queda de desempenho. Desse modo, mesmo que haja uma queda esperada de desempenho da primeira para a segunda corrida, entre seis e 12 segundos por km na velocidade (BERNHARDT, 2013), torna-se necessário minimizar a influência dos

segmentos anteriores na corrida 2 do duathlon, pois esta representa cerca de 30% do tempo total de prova na distância *sprint*.

Por outro lado, mesmo observando a influência de um segmento sobre o outro, foi possível observar no presente estudo que, em M2, a queda de desempenho na corrida 2 foi reduzida em 7,9% para a velocidade e 18% para o *pace*. Esta melhora pode ter ocorrido devido ao aumento do treinamento de força ou à própria estratégia de prova, pois sabe-se que cadências mais altas ao final do ciclismo podem mudar o padrão de recrutamento muscular e aproximar do padrão da corrida (JANDOZA e ANDRIES JÚNIOR, 2019).

Por conseguinte, mostra-se importante que o treinamento específico de transição tenha como objetivo não só a diminuição do tempo para a troca de segmento, mas, e principalmente, a melhoria da eficiência mecânica do ciclismo para a corrida (OHATA e LEITE, 2019). Além disso, Hausswirth et al. (2010), salientam que a estratégia de *pace* pode ser determinante para o desempenho e recomendam que o atleta diminua o ritmo do primeiro quilômetro do último segmento de corrida em 5% com o objetivo de otimizar o desempenho final.

O tempo das transições também são indicadores importantes a serem considerados, principalmente em distâncias mais curtas, como a *sprint* no duathlon, tornando-se importante realizá-las o mais rápido possível devido à característica desta prova. Também é importante frisar que há necessidade de treinamento tanto para a otimização da eficiência mecânica, quanto para a diminuição do tempo gasto nesta fase da prova (FERNANDES JÚNIOR e PIGNATA, 2020).

O presente trabalho verificou que os atletas, em M1, gastaram entre 42 e 120 segundos na transição 1 e entre 43 e 92 segundos na transição 2. Em M2, na transição 1, o tempo foi entre 36 e 130 segundos e entre 38 e 70 segundos na transição 2. Desse modo, observa-se que há uma grande variação nos tempos destinados à troca de segmento, sendo que a diferença do primeiro para o terceiro colocado, numa prova de duathlon *sprint*, pode ser minimizada com uma transição mais eficiente.

Outro ponto importante a ser considerado é a intensidade do ciclismo e seu efeito sobre a corrida posterior, sendo que a literatura aponta para a manutenção da maior velocidade durante o ciclismo, pois sua diminuição não poderia ser compensada

durante a corrida (SURIANO e BISHOP, 2010), sendo que o presente estudo aponta que o ciclismo representa, aproximadamente, 55% do tempo total de prova.

Nessa direção, no presente estudo, apesar de não ser observada melhora no tempo e na velocidade do ciclismo de M1 para M2, este fato pode ter sido influenciado principalmente pelas condições climáticas, uma vez que em M2 houve 14 mm de chuva, sendo que, nestas condições, a condução da bicicleta pode ficar comprometida (TUONO, 2021).

Deste modo, a diminuição da velocidade no ciclismo pode levar o atleta numa prova de duathlon *sprint* a ter um desgaste maior no último segmento de corrida para obter melhor desempenho ao final da prova. Segundo Neves e Norberto (2020), um desempenho abaixo do esperado durante esse segmento não poderia ser compensado em outro. Embora o ciclismo represente um maior percentual desta prova, torna-se evidente verificar qual melhor estratégia para obtenção do melhor resultado corrida-ciclismo-corrida e não somente na transição ciclismo-corrida.

Quantificação dos meios e métodos de treinamento

Quanto à quantificação do treinamento, os principais achados deste estudo demonstram que, ao longo das 31 semanas, os duatletas realizaram 121 horas de treinamento, o que demonstra um volume menor do que o preconizado pela literatura (DE LA ROSA, 2006; GOMES, 2009) sobre o volume de treinamento de atletas amadores de eventos regionais, em torno de 400 horas anuais, podendo chegar de 500-700 horas para corredores até 1400 horas para ciclistas (STOGGL, 2018). No entanto, Bernhardt (2007) cita que é possível melhorar o nível de treinamento no duathlon, planejando o treinamento com volume semanal menor que 6,5 horas, divididas em seis sessões, num período de 11 semanas, para atletas que já tenham experiência na corrida e no ciclismo.

Dessas 121 horas de treinamento, em relação aos meios de treinamento, foram realizados 66,9% de exercícios específicos e 33,1% de exercícios não-específicos, dados que vão ao encontro dos achados em outras modalidades cíclicas de média duração (SOLLI, TØNNESSEN, SANDBAKK, 2017). Quando quantificado o treinamento de acordo com os momentos avaliados, foi verificado que tanto em M1

quanto em M2 houve predomínio de exercícios específicos (77%), tendo maior volume de ciclismo (55,7% em M1 e 56,4% em M2) em ambos os momentos.

Entretanto, Hottenrott (2017) recomenda que, no duathlon, a proporção do volume de treinamento dos exercícios específicos deveria ser em torno de 75% para o ciclismo e 25% para a corrida, independentemente do nível de treinamento do atleta. Além disso, Bernhardt (2007) cita que, para atletas com experiência em corrida e ciclismo, o planejamento deve incluir seis sessões de treinamento semanais, sendo três de corrida e três de ciclismo, com duração entre 30 e 120 minutos. Estes dados fornecem indicativos para a elaboração do treinamento de duatletas e evidencia que seria interessante aumentar a proporção do treinamento de ciclismo e o número de sessões semanais de treinamento específico na amostra analisada no presente estudo.

Particularmente quanto aos métodos de treinamento, alguns trabalhos apresentam informações quando compararam a utilização de diferentes métodos para o desenvolvimento das capacidades biomotoras e sua relação com o desempenho. Em relação aos métodos para o treinamento da capacidade de resistência, de acordo com a figura 5, é possível observar, no presente estudo, predomínio do método contínuo, tanto em M1 (82,8%) quanto em M2 (91%). Entretanto, a literatura carece de investigações que explicitam os métodos utilizados, sendo possível questionar o tempo destinado ao treinamento de alta intensidade e que a maioria dos atletas utilizam o tipo de distribuição do treinamento polarizado para corredores ou piramidal para ciclistas, o que pode refletir pequeno emprego do método intervalado, sendo aproximadamente, 18% para a distribuição polarizada e 5% para a piramidal (STOGGL e SPERLICH, 2015).

Estudo de Pugliesi et al. (2018), buscou identificar mudanças no desempenho de corredores experientes masters a partir de dois métodos de treinamento: contínuo de moderada intensidade e intervalado de alta intensidade, e verificaram que ambos os métodos são suficientes para a melhoria do desempenho da corrida de 5 km, após oito semanas de intervenção. Sendo assim, há necessidade de combinar a utilização de ambos os métodos de treinamento, empregando o treinamento intervalado de 2 a 3 sessões por semana (GARCÍA-PINILLOS, SOTO-HERMOSO, LATORRE-ROMÁN, 2017).

Todavia, os dados do presente estudo demonstram que há maior utilização do método contínuo, com predomínio de sessões de alta intensidade, valores superiores aos encontrados por Tønnessen et al. (2015) que verificaram que 41,5% do treinamento de alta intensidade tinha sido por meio do método intervalado e 58,5% de método contínuo, em atletas de corrida de orientação, o que pode ser devido ao fato de os atletas aqui investigados apresentarem menor tempo disponível para os treinamentos por serem atletas amadores.

Nessa linha de pensamento, Hottenrott (2017) aponta que, para melhora do desempenho no duathlon há necessidade de utilizar métodos de treinamento contínuo, principalmente quando se objetiva o aperfeiçoamento da resistência geral e que, além disso, o emprego do método intervalado deve objetivar o desenvolvimento da resistência específica. A partir disso, o treinador deve elaborar a planificação do treinamento selecionando métodos adequados de acordo com as adaptações esperadas para determinada etapa do treinamento.

Distribuição das zonas de intensidade e capacidades biomotoras

Em relação à distribuição das intensidades do treinamento específico, o presente estudo apresenta que 86,9% do volume total de treinamento foi de baixa e média intensidade (zonas 1 e 2) e 13,1% de alta intensidade (zona 3), o que está de acordo com diferentes estudos que apontam para distribuição do treinamento em atletas de modalidades cíclicas, pois algumas investigações demonstram que a distribuição ótima do treinamento de baixa/alta intensidade seria em torno de 80% para baixa intensidade e 20% para alta intensidade (SEILER, 2010), sendo que para Seiler e Tønnessen (2009), o percentual de alta intensidade pode atingir entre 10 e 30%, o que é reforçado por Bernhardt (2013), que diz que para duatletas experientes, é indicado realizar menos do que 20% do volume total de treinamento na zona 3.

Sob essa ótica, Clemente-Suárez et al. (2019) avaliaram duas estratégias de treinamento diferentes: uma baseada no alto volume e a outra na alta intensidade e foi detectado que ambos os métodos proporcionaram efeito positivo sobre o desempenho, salientando que o modelo de distribuição encontrado no presente estudo também pode ser uma forma de organização eficiente para atletas amadores de duathlon *sprint*.

Quanto às capacidades biomotoras, o presente estudo encontrou maior ênfase para a capacidade de resistência (66% do tempo total de treinamento), o que vai ao encontro do que preconiza Hottenrott (2017), que aborda a importância de estimular esta capacidade no processo de preparação do duatleta. Conforme apresentado na figura 6, nota-se que os atletas de duathlon *sprint*, em M1, receberam 66,6% de estímulos de resistência, sendo 55,2% caracterizada como geral e 11,4% como resistência de velocidade, além de 33,4% para força, sendo 24,9% de resistência de força. Em M2 houve 65,3% do tempo destinado para a resistência (54,4% geral e 10,9% resistência de velocidade) e 34,7% para força, 23,1% de resistência de força. Nossos dados corroboram com a literatura atual que aponta para as capacidades de resistência e força (resistência de força) como sendo capacidades decisivas para o duathlon (HOTTENROTT, 2017).

Nesse sentido, Bernhardt (2013), apresenta que, para melhorar o desempenho no duathlon há necessidade de estimular a resistência geral para a distância total da corrida, 7,5 km no caso do duathlon *sprint*. Além disso, a utilização do método de treinamento pliométrico para a melhora da força rápida pode contribuir para o aumento da velocidade de corrida em atletas de resistência de média duração por meio da economia de corrida (DENADAI et al., 2017; LUM, 2016; LUM et al., 2019).

É importante salientar que a inclusão de um programa de treinamento de força contribui para a melhora do desempenho de atletas de resistência, independente da distância (BAZYLER et al., 2015; VEIGA e PIGNATA, 2019), sendo que Warden (2013) aponta que a força é fundamental para atletas de modalidades cíclicas, podendo influenciar positivamente o desempenho da corrida, pois quanto maior aplicação de força, menor pode ser o tempo de contato com o solo, fator que pode aumentar a velocidade de deslocamento tanto na corrida quanto no ciclismo, por meio da aplicação da força nos pedais da bicicleta (VEIGA e PIGNATA, 2019). Deste modo, os duatletas também podem se beneficiar da inclusão do treinamento de força na organização do treinamento, sendo indicado a inclusão de duas a três sessões deste tipo de treinamento para estes atletas (BLAGROVE, HOWATSON, HAYES, 2018).

Nessa direção, estudo de Li et al. (2019) comparou o efeito de três grupos de treinamento: treinamento complexo combinado com treinamento de resistência; treinamento de força tradicional combinado com treinamento de resistência e apenas

treinamento de resistência sobre o desempenho de 5 km de corrida. Eles verificaram que ambos os grupos que realizaram treinamento de força por métodos diferentes tiveram melhora no desempenho, quando comparado ao grupo controle.

No ciclismo, Vikmoen et al. (2016) investigaram o efeito do treinamento de força sobre o desempenho em atletas treinados e verificaram que 11 semanas de treinamento de força combinado com treinamento de resistência foram suficientes para aumentar em 6,4% a potência no desempenho do teste contrarrelógio de 40 minutos, o que evidencia a importância da inclusão do treinamento de força para atletas destas modalidades, o que também pode contribuir para a melhora do desempenho em duatletas, conforme reforçam Bernhardt (2007) e Hottenrott (2017). Ambos citam a importância de se trabalhar os principais músculos envolvidos na corrida e no ciclismo, enfatizando os membros inferiores e o tronco.

7. Conclusão

A partir dos objetivos propostos e os resultados apresentados no presente trabalho, foi possível concluir que:

- (i) Durante as 31 semanas de treinamento dos atletas amadores de duathlon *sprint* houve maior estímulo para a capacidade de resistência, maior percentual de exercícios específicos, e predomínio de sessões de baixa e média intensidade.
- (ii) Nos momentos M1 e M2 o ciclismo apresentou predomínio nas zonas de treinamento 1 e 2 e estímulo para a capacidade de resistência geral, seguida pela resistência de força.
- (iii) O tempo e a velocidade média das corridas 1 e 2, bem como o *pace* da corrida 2, apresentaram melhora significativa de M1 para M2.
- (iv) O tempo total de prova e das transições 1 e 2, como também o *pace* da corrida 1, não sofreram alterações significativas. Entretanto, a variação percentual demonstra sensível diminuição nestes indicadores.
- (v) A queda de desempenho da corrida 1 para a corrida 2 foi menor em M2, o que demonstra melhora no desempenho dos duatletas.

Considerações Finais:

Deste modo, é importante observar que as informações contidas neste estudo poderão contribuir para a organização e estruturação do treinamento de atletas amadores de duathlon na distância *sprint*.

Por fim, sugere-se estudos que apontem na direção da análise da relação do desempenho competitivo com as condições geográficas e climáticas das provas oficiais, bem como a aplicação de diferentes estratégias de prova (*pace*) no duathlon *sprint*.

Referências

BALDASSARRE, R. et al. The road to Rio: a brief report of training-load distribution of open-water swimmers during the Olympic Season. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 2, 2019.

BAZYLER, C. D. et al. Strength training for endurance athletes: theory to practice. **Strength and Conditioning Journal**, v. 37, n. 2, 2015.

BEATTIE, K. et al. The effect of strength training on performance indicators in distance runners. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 1, 2017.

BELINELLI, R. Duathlon cresce 300% nos últimos três anos e atrai adeptos do ciclismo e da corrida; São José receberá maior prova brasileira da modalidade. Disponível em <http://surgiu.com.br/2018/10/25/duathlon-cresce-300-nos-ultimos-tres-anos-e-atrai-adeptos-do-ciclismo-e-da-corrida-sao-jose-recebera-maior-prova-brasileira-da-modalidade/>. Acesso em 08 fev. 2019.

BELLINGER, P.; ARNOLD, B.; MINAHAN, C. Quantifying the training-intensity distribution in middle- distance runners: The influence of different methods of training-intensity quantification, **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.15, n.3, 2019.

BERNHARDT, Gale. **Training plans for multisport athletes**. 2 ed. Boulder: Velo press, 2007.

BERNHARDT, G. Duathlon. In: FRIEL, J.; VANCE, J. **Triathlon Science**. Human Kinetics, 2013.

BERRY, N. T. et al. The effects of a duathlon simulation on ventilatory threshold and running economy. **Journal of Sports Science and Medicine**, n. 15, p. 247-253, 2016.

BLAGROVE, R. C.; HOWATSON, G.; HAYES, P. 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, 2018.

BOMPA, T. O.; HAFF, G. G. **Periodização: teoria e metodologia do treinamento**, 5ª ed. São Paulo: Phorte, 2012.

CEJUELA, R. et al. Temporal activity in particular segments and transitions in the olympic triathlon. **Journal of Human Kinetics**, v. 36, 2013.

CERASOLA, D. et al. Race profiles of rowers during the 2014 youth olympic games. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 37, n.7, 2018.

CLEMENTE-SUÁREZ, V. J. et al. Amateur endurance triathletes' performance is improved independently of volume or intensity-based training. **Physiology & Behavior**, v. 205, 2019.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE TRIATHLON – CBTRI. Disponível em <http://www.cbtri.org.br/duathlon/>. Acesso em 08 set 2019.

COPA INTERIOR DE TRIATHLON: banco de dados. Disponível em <http://www.copainterior.com.br/>. Acesso em: 22 de janeiro de 2019.

CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. **Sports Medicine**, v. 41, n. 2, 2011.

COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

COSTA, R.F. **Composição corporal: Teoria e prática da avaliação**. Barueri: Manole, 2001.

CUNANAN, A. J. et al. The general adaptation syndrome: a foundation for the concept of periodization. **Sports Medicine**, v. 48, 2018.

DE LA ROSA, A. F. **Treinar Para Ganhar**. São Paulo: Phorte, 2000.

DE LA ROSA, A. F. **Treinamento desportivo: carga, estrutura e planejamento**. 2. ed. São Paulo: Phorte, 2006.

DE LA ROSA, A. F; FARTO, E. R. **Teoria , metodologia y planificacion del entrenamiento. De lo ortodoxo a lo contemporaneo**. Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva, 2005.

DE LA ROSA, A. F; FARTO, E. R. **Treinamento desportivo: do ortodoxo ao contemporâneo**. São Paulo: Phorte, 2007.

DENADAI, B. S. et al., Explosive Training and Heavy Weight Training are Effective for Improving Running Economy in Endurance Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 3, 2017.

ERP, T. V.; SANDERS, D.; KONING, J. J. Training characteristics of male and female professional road cyclists: A 4-year retrospective analysis. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 15, n.4, 2020.

ESTEVE-LANAO, J.; CEJUELA, R.; MUÑOZ-PÉREZ, I. Training Intensity distribution during an Ironman season: relationship with competition performance. In: **I World Conference of Science in Triathlon**, 2014.

FERNANDES JÚNIOR, O. A.; PIGNATA, B. H. A influência da intensidade do ciclismo na atividade subsequente em provas de triathlon. In: ANDRIES JÚNIOR, O.; PIGNATA, B. H. (Org.) **Triathlon: terceira coletânea de estudos**. Campinas: Editora FEF/UNICAMP, 2020.

FERRARI, H. G; NASCIMENTO, W. T. Predição da performance da corrida em provas de duathlon utilizando a velocidade crítica. **Revista Digital**, n. 106, 2007. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd106/predicao-da-performance-da-corrida-utilizando-a-velocidade-critica.htm>. Acesso em 18 fev. de 2019.

FINGER, D. et al. Ingestion of carbohydrate or carbohydrate plus protein does not enhance performance during endurance exercise: a randomized crossover placebo-controlled clinical trial. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 43, n. 9, 2018.

GALY, O. et al. Cardiorespiratory responses and blood lactate during an experimental run-cycle transition in duathletes. **International Journal of Sports Medicine**, v. 23, n.3, 2002.

GARCÍA-PINILLOS, F.; SOTO-HERMOSO, V. M.; LATORRE-ROMÁN, P. A. How does high-intensity intermittent training affect recreational endurance runners? Acute and chronic adaptations: A systematic review. **Journal of Sport and Health Science**, v. 6, 2017.

GARGANTA, J. A análise da performance nos jogos desportivos. Revisão acerca da análise do jogo. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.1, n. 1, 2001.

GOMES, A. C. **Treinamento desportivo**: estruturação e periodização. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GRANELL, J. C.; CERVERA, V. R. **Teoria e planejamento do treinamento desportivo**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

HAUSSWIRTH, C. et al. Pacing strategy during the initial phase of the run in triathlon: influence on overall performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 6, 2010.

HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. **Avaliação da composição corporal aplicada**: fundamentos da composição corporal. São Paulo: Manole, 2000.

HOPKINS, W. G.; HEWSON, D. J. Variability of competitive performance of distance runners. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 9, 2001.

HOTTENROTT, K. **El entrenamiento del Duatlón**. Primeira ed. Espanha: Editora Paidotribo, 2017.

HUGHES, M.; BARTLETT, R. M. The use of performance indicators in performance analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, n. 10, 2002.

IULIANO, S.; NAUGHTON, G.; COLLIER, G.; CARLSON, J. Examination of the self-selected fluid intake practices by junior athletes during a simulated duathlon event. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 8, 1998.

JACKSON, A.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 40, n. 3, 1978.

JANDOZA, D.; ANDRIES JÚNIOR, O. A estratégia do ciclismo para uma corrida eficiente no triatlo In: ANDRIES JÚNIOR, O.; PIGNATA, B. H. (Org.) **Triathlon**: segunda coletânea de estudos. Campinas: Editora FEF/UNICAMP, 2019.

JOHNSON, E. C. et al., Bike and run pacing on downhill segments predict Ironman triathlon relative success. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 18, 2015.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 6. ed. Pearson Prentice Hall, 2007.

KENNEALLY, M. et al. Training intensity distribution analysis by race pace vs. physiological approach in world-class middle- and long-distance runners. **European Journal of Sport Science**, 2020.

KNECHTLE, B.; NIKOLAIDIS, P. T. Sex differences in pacing during 'Ultraman Hawaii'. **PeerJ**, v. 4, 2016.

KNECHTLE, B. et al. Effects of the performance level and race distance on pacing in ultra-triathlons. **Journal of Human Kinetics**, v. 5, n. 67, 2019.

KORAL, J. et al. Six sessions of sprint interval training improve running performance in trained athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 3, 2018.

LANE, A.; TERRY, P.; KARAGEORGHIS, C. Antecedents of multidimensional competitive state anxiety and self-confidence in duathletes. **Percept Mot Skills**, v. 80, 1995.

LEITE, G. S. et al. O rendimento esportivo no triathlon a partir de análise das etapas da competição. **Revista da Educação Física**, v. 17, n. 1, 2006.

LI, F. et al. Effects of complex training versus heavy resistance training on neuromuscular adaptation, running economy and 5-km performance in well-trained distance runners. **PeerJ**, v. 25, n 7, 2019.

LUCIA, A. et al. Heart rate response to professional road cycling: the Tour de France **International Journal of Sports Medicine**, v. 20, n. 3, 1999.

LUM, D. Effects of performing endurance and strength or plyometric training concurrently on running economy and performance. **Strength and Conditioning Journal**, v. 38, n. 3, 2016.

LUM, D. et al., Effects of intermittent sprint and plyometric training on endurance running performance. **Journal of Sport and Health Science**, v. 8, n. 5, 2019.

MALLOL, M. et al. Comparison of reduced-volume high-intensity interval training and high-volume training on endurance performance in triathletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 2, 2019.

MARTINS, J. B. et al. The attack in volleyball from the perspective of social network analysis: refining match analysis through interconnectivity and composite of variables. **Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine**, v. 10, n.1, 2021.

MATVEEV, L. P. **Teoria general del entrenamiento deportivo**. Tradução de Elena Konovalova e Misael Rivera Echeverry. Barcelona: Paidotribo, 2001.

MENEGATTO, B.; SILVA NETO, L. V.; PIGNATA, B. H. Análise de desempenho esportivo dos atletas de elite no world triathlon series 2018 do sexo feminino e masculino. In: ANDRIES JÚNIOR, O.; PIGNATA, B. H. (Org.) **Triathlon**: segunda coletânea de estudos. Campinas: Editora FEF/UNICAMP, 2019.

MERINO-MARBAN, R.; FERNANDEZ-RODRIGUEZ, E.; MAYORGA-VEJA, D. The effect of kinesio taping on calf pain and extensibility immediately after its application and after a duathlon competition. **Research in Sports Medicine**, v. 22, n. 1, 2014.

MONCADA-JIMÉNEZ, J. et al. Duathlon performance unaltered by short-term changes in dietary fat and carbohydrates. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 19, n. 1, 2009.

MORETTI, J. O sucesso do triatlo, que ganha mais adeptos entre os paulistanos. Disponível em <https://vejasp.abril.com.br/cidades/capa-triatlo-ironman-saopaulo/>. Acesso em 09 jun 2019.

MUÑOZ, I. et al. Does polarized training improve performance in recreational runners? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, 2014.

MUÑOZ, I.; VARELA-SANZ, A. Training intensity distribution and performance of a recreational male endurance runner. A case report. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 18, n. 4, 2018.

NAUGHTON, G. A.; CARLSON, J. S.; IULIANO, S.; GIBBS, M.; SNOW, R. J. Cardiorespiratory responses and circulating metabolite concentrations in male and female adolescents during a simulated duathlon. **International Journal of Sports Medicine**, v. 19, 1998.

NEVES, A.; MESQUITA, I; SAMPAIO, J. Análise da performance desportiva. **Manual de curso de treinadores de desporto** - grau III. Instituto Português do Desporto e Juventude, 2017.

NEVES, M. S.; NORBERTO, M. S. Relação entre nível de treinamento, idade e estratégia de competição em triatletas que disputaram o Ironman Brasil 2019. In: ANDRIES JÚNIOR, O.; PIGNATA, B. H. (Org.) **Triathlon: terceira coletânea de estudos**. Campinas: Editora FEF/UNICAMP, 2020.

NIKOLAIDIS, P. T.; KNECHTLE, B. Effect of age and performance on pacing of marathon runners. **Open Access Journal of Sports Medicine**, v. 8, 2017.

NIKOLAIDIS, P. T. et al. The effect of sex and performance level on pacing in duathlon. **Sports**, v. 6, n. 4, 2018.

NIKOLAIDIS, P. T.; KNECHTLE, B. Pacing in age group marathoners in the "New York City Marathon". **Research in Sports Medicine**, v. 26, n. 1, 2018.

NIKOLAIDIS, P. T.; VILLIGER, E.; KNECHTLE, B. Participation and performance trends in the ITU duathlon world championship from 2003 to 2017. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, 2018.

NIKOLAIDIS, P. T. et al. The effect of aging on pacing strategies in short and long-distance duathlon. **Experimental Aging Research**, v. 45, n.3, 2019a.

NIKOLAIDIS, P. T. et al. The combined effect of aging and performance level on pacing in duathlon - the "ITU power man long distance duathlon world championships". **Frontiers in Psychology**, 2019b.

O'DONOGHUE, P. **Research Methods for Sports Performance Analysis**. Nova Iorque: Routledge, 2010.

OHATA, M.; LEITE, G. S. Efeito do ciclismo sob a performance na corrida em triatletas. In: ANDRIES JÚNIOR, O.; PIGNATA, B. H. (Org.) **Triathlon: segunda coletânea de estudos**. Campinas: Editora FEF/UNICAMP, 2019.

OLIVEIRA, P. R. (org.) **Periodização contemporânea do treinamento desportivo**. São Paulo: Phorte, 2008.

PASSFIELD, L.; HOPKER, J. G. A mine of information: can sports analytics provide wisdom from your data? **International journal of sports physiology and performance**, v. 12, n. 7, 2017.

PAULSEN, G. et al. Eccentric cycling does not improve cycling performance in amateur cyclists. **Plos One**, v. 14, n. 1, 2019

PICARDO, J. J. et al. Análise do desempenho de atletas no esporte de orientação **Colloquium Vitae**, vol. 10, n. Especial 5, 2018.

PLATONOV, V. N. **Teoría general del entrenamiento deportivo Olímpico**. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2001.

PLATONOV, V. N. **Tratado geral de treinamento desportivo**. Tradução de Denise Sales e Felipe Freires de Carvalho. São Paulo: Phorte, 2008.

PUGLIESE, L. et al. Different training modalities improve energy cost and performance in master runners, **Frontiers in Physiology**, v. 9, 2018.

ROMERO-RAMOS, O. et al. Sexo e mudanças relacionadas com a idade no desempenho em campeonatos mundiais de duatlo. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 26, n. 3, 2020.

RONCONI, M.; ALVERO-CRUZ, J. R. Respuesta de la frecuencia cardiaca y consumo de oxígeno de atletas varones en competiciones de duatlón sprint. **Apunts Sports Medicine**, v. 46, n. 172, 2011.

RONNESTAD, B. R.; HANSEN, J. A scientific approach to improve physiological capacity of an elite cyclist. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, 2018.

SCORCINE, C. et al., Contribution of swimming, cycling and running in the final performance in different distances of triathlon races. **MOJ Sports Med**, v. 1, n.5, 2017.

SEILER, K. S.; KJERLAND, G. O. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 16, 2006.

SEILER, S.; TØNNESSEN, E. Intervals , thresholds , and long slow distance : the role of intensity and duration in endurance training. **Sport Science**, v. 13, 2009.

SEILER, S. What is best practice for training intensity and what is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 5, 2010.

SELLES-PEREZ, S.; FERNÁNDEZ-SÁEZ, J.; CEJUELA, R. Polarized and Pyramidal Training Intensity Distribution: Relationship with a Half-Ironman Distance Triathlon Competition, **Journal of sports science & medicine**, v. 18, 2019.

SILVA, C. R. O. **Metodologia e organização do projeto de pesquisa**: guia prático. Fortaleza, CE: Editora da UFC, 2004.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3ª ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SIRI, W. E. Body composition from fluids spaces and density: analyses of methods. In: **Techniques for measuring body composition**, Washington, DC: National Academy of Science and Natural Resource Council, 1961.

SOLLI, G.S.; TØNNESSEN, E.; SANDBAKK, Ø. The training characteristics of the world's most successful female cross-country skier. **Frontiers in Physiology**, v. 8, 2017.

SOLLI, G. S.; TONNESSEN, E.; SANDBAKK, O. Block vs. traditional periodization of HIT: Two different paths to success for the world's best cross-country skier. **Frontiers in Physiology**, v.10, 2019.

SPARKS, S. A. et al. Laboratory simulated duathlon performance: Effects of pre-exercise meals. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 23, 2013.

STOGGL, T. L.; SPERLICH, B. The training intensity distribution among well-trained and elite endurance athletes. **Frontiers in Physiology**, v. 6, 2015.

STOGGL, T. L. What is the best way to train to become a star endurance athlete? **Frontiers for Young Minds**, v. 6, 2018.

SURIANO, R., BISHOP, D. Physiological attributes of triathletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, 2010.

TØNNESSEN, E. et al. The road to gold: training and peaking characteristics in the year prior to a gold medal endurance performance. **PLoS One**, v. 9 n. 7, 2014.

TØNNESSEN, E. et al. The annual training periodization of 8 world champions in orienteering. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 1, 2015.

TREFF, G. et al. Eleven-week preparation involving polarized intensity distribution is not superior to pyramidal distribution in national elite rowers. **Frontiers in Physiology**, v. 8, 2017.

TSUZUKI, T.; TSUKIOKA, K.; NAITO, H. Changes in the blood redox balance during a simulated duathlon race and its relationship with athletic performance. **Physiological Reports**, v. 7, n. 21, 2019.

TUONO, A. T. **Análise do desempenho competitivo de atletas amadores de duathlon sprint e a relação com indicadores antropométricos, neuromusculares e fisiológicos**. 2021. 72f Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

VALDIVIELSO, F. N.; GAIA, A. O.; FEAL, A. R. **Planificación del entrenamiento y su control**. Madrid: Real Federación Española de Natación, Escuela Nacional de Entrenadores, 2010.

VALLIER, J. et al. Coût énergétique de la course à pied lors de l'enchaînement spécifique d'un duathlon. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 28, n. 5, 2003.

VEIGA, D. S.; PIGNATA, B. H. A importância do treinamento de força no triathlon. In: ANDRIES JÚNIOR, O.; PIGNATA, B. H. (Org.) **Triathlon**: segunda coletânea de estudos. Campinas: Editora FEF/UNICAMP, 2019.

VERKHOSHANSKY, Y. **Treinamento desportivo**: teoria e metodologia. Tradução de Antônio Carlos Gomes e Valeri V. Gorokhov. Porto Alegre: Artmed, 2001.

VIKMOEN, O. et al. Effects of heavy strength training on running performance and determinants of running performance in female endurance athletes. **Plos One**, v. 11, n. 3, 2016.

VIKMOEN, O.; RØNNESTAD, B. R.; ELLEFSEN, S.; RAASTAD, T. Heavy strength training improves running and cycling performance following prolonged submaximal work in well-trained female athletes. **Physiological Reports**, v. 5, n. 5, 2017.

VODLOZEROV, V. Organizing and running duathlon competitions in Ukraine. **Slobozhanskyi Herald of Science and Sport**, v. 59, n.3, 2017.

WARDEN, D. Strength Training. In: FRIEL, J.; VANCE, J. **Triathlon Science**. Human Kinetics, 2013.

WARDENAAR, F. C. et al. Validity of a food and fluid exercise questionnaire for macronutrient intake during exercise against observations. **Nutrients**, v. 11, 2019.

WEINECK, J. **Treinamento ideal**. São Paulo: Manole, 1999.

WEINECK, J. **Entrenamiento total**. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2005.

WU, S. S. X. et al. Factors influencing pacing in triathlon. **Open Access Journal of Sports Medicine**, v. 5, 2014.

Apêndice

Apêndice A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DO SISTEMA NEUROMUSCULAR EM MODALIDADES OLÍMPICA E PARALÍMPICA.

João Paulo Borin

Número do CAAE: 00348818.1.0000.5404

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

Justificativa e objetivos:

As atividades que serão desenvolvidas pelos pesquisadores nesse projeto de pesquisa terão o objetivo de ajudar na compreensão da relação entre o desenvolvimento de seu corpo e as atividades físicas que você desenvolve. No caso, a pesquisa avaliará como o treinamento em diferentes intensidades afeta o desenvolvimento do seu corpo.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a realização de:

- 1) Teste de potência de membros inferiores- Teste de teste de salto vertical: durante a realização desse teste o voluntário realizará um movimento de agachamento e saltará com as mãos fixas na sua cintura. Serão feitas três tentativas e será registrada a altura do maior salto realizado.
- 2) Teste de potência de membros superiores – Teste de arremesso de *medicine ball*: durante a realização desse teste o voluntário ficará sentado em uma cadeira e arremessará uma bola (2 Kg ou 3 Kg) na maior distância que conseguir. Serão feitas três tentativas e será registrada a maior distância.
- 3) Teste de Velocidade de Deslocamento: durante a realização desse teste o voluntário se colocará em pé junto a uma linha inicial e, ao comando do avaliador, irá realizar um deslocamento máximo por meio de corrida, com o intuito de percorrer a distância de 30 metros no menor tempo possível. O voluntário realizará duas tentativas, com intervalo de 90 segundos entre elas.

- 4) Teste de força máxima: durante a realização desse teste o voluntário ficará sentado em uma cadeira extensora isocinética e, ao sinal sonoro, fará movimento de flexionar e estender o joelho empurrando um equipamento utilizando o membro inferior dominante. Após o término deste, o avaliado repetirá o protocolo utilizando o membro inferior não dominante.
- 5) Teste de força máxima: nesse teste o voluntário realizará um único movimento com a maior quantidade de carga possível no aparelho *leg press*.
- 6) Teste de potência no ciclismo: na realização desse teste o voluntário deverá pedalar na máxima velocidade possível numa bicicleta estacionária durante 30 segundos.
- 7) Teste de pico de velocidade: nesse procedimento o voluntário deverá percorrer multi estágio de 90 segundos de duração numa velocidade inicial de 9 0,6 km/h uma distância inicial de 15m, sendo aumentada a distância em 1m a cada estágio.
- 8) Termografia: o voluntário ficará em pé de frente para uma câmera e será tirado uma foto de sua perna na parte da frente e de trás para saber a temperatura da pele daquela região.
- 9) Responder a uma pergunta: “como foi o seu treino hoje?”, numa escala de 0 a 10, relatando como está sua percepção em relação ao esforço que realizou.
- 10) Coleta de sangue: para análise do lactato sanguíneo será coletado do voluntário 25 µl de sangue da orelha. Esse sangue será coletado utilizando um tubo capilar e será utilizado no momento da coleta. Logo após a sua utilização o sangue será descartado respeitando as normas para descarte.

Todos os testes acontecerão no início da pesquisa e se repetirão ao longo da temporada, por pelo menos, 7 vezes.

Desconfortos e riscos:

Você não deve participar deste estudo se tiver alguma alteração cardíaca, pulmonar e ortopédica. O tempo da coleta de dados nas competições é de, aproximadamente, 15 minutos. Durante as fases do treinamento, o tempo necessário para a coleta é de, aproximadamente, 40 minutos. Os riscos da participação no projeto incluem: cansaço após os testes físicos, desconfortos mínimos na coleta de dados antropométricos e os riscos e desconfortos da coleta de sangue.

Benefícios:

O conjunto das informações obtidas nestas atividades permitirá conhecer melhor seu corpo de uma maneira bastante completa: a velocidade, a potência e a força de seus músculos, a sua resistência ao esforço físico e sua recuperação, por exemplo, planejar melhor suas atividades físicas e melhorar seu condicionamento.

Acompanhamento e assistência:

Os voluntários serão acompanhados pelo docente do projeto e será garantido ao voluntário a assistência durante e após as avaliações do projeto. Em caso de acidente, o voluntário será encaminhado ao atendimento hospitalar mais próximo do local de coleta.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Ressarcimento e indenização:

A sua participação é voluntária, sendo que não há qualquer forma de ressarcimento e ajuda de custo pela participação. Da mesma forma, não haverá nenhum tipo de custo para o participante. As atividades serão realizadas durante o dia e horário que você estabelecer, bem como nos locais de competições que você estará participando.

Cabe destacar que o voluntário terá direito à indenização, por parte do pesquisador, em casos de danos decorrentes de sua participação nessa pesquisa.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre o estudo, você poderá entrar em contato com o pesquisador João Paulo Borin, Faculdade de Educação Física - Departamento de Ciências do Esporte, Avenida *Érico Veríssimo*, 701 - Cidade Universitária "Zeferino Vaz" Barão Geraldo - Campinas – SP CEP: 13.083-851, Fone: 3521-6673, e-mail: borinjp@fef.unicamp.br

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você pode entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP: Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936; fax (19) 3521-7187; e-mail: cep@fcm.unicamp.br

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter sido esclarecimento sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar:

Nome do(a) participante: _____

_____ Data: ____/____/____.
(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu responsável LEGAL)

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma cópia deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

_____ Data: ____/____/____.
(Assinatura do pesquisador)

Anexo

Anexo I – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



Continuação do Parecer: 3.314.089

Outros	CartaRespostaCEP.pdf	21/03/2019 17:27:15	ANDRESSA MELLA PINHEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	21/03/2019 17:12:05	ANDRESSA MELLA PINHEIRO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoCEP.pdf	21/03/2019 17:07:03	ANDRESSA MELLA PINHEIRO	Aceito
Outros	FUNCIONALJB.pdf	04/10/2018 17:08:00	JOÃO PAULO BORIN	Aceito
Folha de Rosto	FOLHAROSTOJB.pdf	04/10/2018 17:07:35	JOÃO PAULO BORIN	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPINAS, 08 de Maio de 2019

Assinado por:

Maria Fernanda Ribeiro Bittar
(Coordenador(a))