

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Franciele Marques Pivetta

**O EFEITO DA BEBIDA ISOTÔNICA NO DESEMPENHO DE
CICLISTAS RECREATIVOS**

Santa Maria, RS
2018

Franciele Marques Pivetta

**O EFEITO DA BEBIDA ISTÔNICA NO DESEMPENHO DE CICLISTAS
RECREATIVOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Educação Física**

Orientador: Prof. Dr. Carlos Bolli Mota

Santa Maria, RS
2018

Franciele Marques Pivetta

**O EFEITO DA BEBIDA ISOTÔNICA NO DESEMPENHO DE CICLISTAS
RECREATIVOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Educação Física**

Aprovado em ___ de _____ de _____:

Carlos Bolli Mota, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Felipe Pivetta Carpes, Dr. (UNIPAMPA)

Fernando Diefenthaler, Dr. (UFSC)

Jeam Marcel Geremia, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2018

AGRADECIMENTOS

- Aos meus pais Carmen e Luiz pela educação e valores que me deram, mostrando desde cedo a importância dos estudos, e por acreditarem sempre em mim me apoiando em tudo e em todas as minhas escolhas. Sem vocês eu não conseguiria ter chegado até aqui, obrigada pelo amor e compreensão nos dias difíceis.
- As minhas irmãs Lisiane e Laís que participaram da minha jornada, a qual compartilhei minhas conquistas e momentos de dificuldades. Obrigada por nossas conversas, conselhos e poder encontrar em vocês todo o apoio para eu realizar os meus sonhos.
- Aos meus sobrinhos Raul e Lara que me proporcionaram momentos de descontração (quando era possível), tornando tudo mais leve no período do mestrado. Amo vocês.
- Ao meu namorado Mateus que sonhou junto comigo a realização deste trabalho. Obrigada por sempre acreditar em mim e me incentivar a ser cada dia melhor. Agradeço também pelas horas que dedicaste para estar ao meu lado ajudando nos estudos e coletas, por comemorar comigo cada etapa concluída deste trabalho, pela paciência e pelo teu amor comigo. Te amo, minha dupla.
- Ao meu orientador Dr. Carlos Bolli Mota que acreditou em mim e me deu a oportunidade de realizar o mestrado, se não fosse o senhor esse trabalho não seria possível. Obrigada Profe pelos teus ensinamentos, paciência, amizade, pelo o seu apoio e compreensão durante todo esse tempo.
- Aos colegas de laboratório agradeço pela convivência no LABIOMEC, pela troca de conhecimentos, pelos momentos de descontração, pelas viagens juntos para os congressos com histórias que certamente levarei em minha memória. Obrigada especial ao Ruy, que me auxiliou nas coletas de dados, pela parceria, por ser sempre otimista quando algo não saiu como o planejado, pelas risadas, caronas e pelos contatos dos ciclistas.
- Aos ciclistas que fizeram parte deste estudo, sem vocês não seria possível a realização deste trabalho. Obrigada pela paciência, troca de conhecimento sobre o ciclismo e pela parceria que fizemos ao longo dos dias de coletas.
- Ao professor Dr. Orlando Laitano e ao professor Dr. Rodrigo Rico Bini que mesmo de longe disponibilizaram seus tempos para contribuírem com o meu trabalho de mestrado. Obrigada professores pela atenção e contribuições que foram muito importantes para o desenvolvimento deste trabalho.

- À banca avaliadora agradeço pelas contribuições, ensinamentos, por toda a atenção no desenvolvimento da minha dissertação de mestrado. Vocês são as minhas referências, tanto em trabalhos acadêmicos quanto como exemplos de profissionais.

Professor Dr. Felipe Pivetta Carpes,

Professor Dr. Fernando Diefenthaler,

Professor Dr. Jean Marcel Geremia.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

O EFEITO DA BEBIDA ISOTÔNICA NO DESEMPENHO DE CICLISTAS RECREATIVOS

AUTORA: Franciele Marques Pivetta
ORIENTADOR: Dr. Carlos Bolli Mota

RESUMO

As estratégias de movimento na pedalada parecem apresentar relação com a fadiga. A ingestão de bebidas isotônicas pode ser utilizada com objetivo de melhorar o desempenho no exercício ao retardar o tempo para o início da fadiga. No entanto, o efeito da bebida isotônica e do estado de hidratação na instauração de fadiga e no desempenho têm sido estudados prioritariamente em atletas, mas não está explicado para ciclistas recreativos. O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos da ingestão prévia de bebida isotônica no desempenho de ciclistas recreativos. Foram avaliados 23 ciclistas recreativos do sexo masculino. Os ciclistas realizaram dois protocolos em três dias: carga incremental (Dia 1) e carga constante (Dia 2 e Dia 3), com 48 – 72 horas de intervalo entre os dias. O protocolo de carga incremental foi realizado com carga inicial de 100 W, com adição de 30 W a cada minuto até a exaustão voluntária, definindo a carga a ser utilizada nos dias seguintes (60% da potência máxima). Os ciclistas consumiram bebida isotônica ou placebo (desenho duplo-cego) e realizaram o protocolo de carga constante até a exaustão. Variáveis de desempenho físico (tempo até a exaustão) e de hidratação foram mensuradas ao início e final do teste. A cada 3 min do protocolo de carga constante foram medidas: variáveis cinemáticas das articulações (quadril, joelho e tornozelo) e eletromiográficas, representando o padrão de ativação muscular (reto femoral, bíceps femoral, tibial anterior e gastrocnêmio medial), do membro inferior direito, a percepção subjetiva de esforço (Escala de Borg) e a frequência cardíaca de cada ciclista. No primeiro estudo (Capítulo 3), uma interação entre bebida e tempo no ângulo mínimo e no ângulo médio do tornozelo na fase de recuperação foi observada no final do teste. A articulação do tornozelo apresentou aumento da plantiflexão com consumo da bebida isotônica comparado ao consumo de placebo no final do teste. Para as articulações do quadril, joelho e tornozelo não houve alteração na amplitude de movimento entre bebidas e nem ao longo do tempo. No segundo estudo (Capítulo 4), o consumo de placebo resultou em maior desidratação absoluta, sem diferença entre bebidas na taxa de desidratação. Apenas os músculos da perna (tibial anterior e o gastrocnêmio medial) apresentaram diminuição da ativação ao longo do teste. O tibial anterior também apresentou mudança nos componentes de frequência, com diminuição da contribuição das baixas e aumento das altas frequências ao longo do tempo. Em ambos os estudos não foram observadas diferenças entre bebidas para o tempo de exaustão, com aumento na frequência cardíaca e da percepção subjetiva de esforço local e geral ao longo do teste. Os resultados observados indicaram que a bebida isotônica não promove aumento do desempenho físico de ciclistas recreativos executando um teste constante até a exaustão.

Palavras-chave: bebida isotônica, desidratação, ciclismo, cinemática, eletromiografia, fadiga.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

ISOTONIC DRINK EFFECTS ON RECREATIONAL CYCLISTS' PERFORMANCE

AUTHOR: Franciele Marques Pivetta

ADVISOR: Dr. Carlos Bolli Mota

ABSTRACT

Movement strategies in cycling seem to be related to fatigue. The ingestion of isotonic beverages can be used aiming to improve exercise performance by delaying the time to fatigue onset. However, the effect of isotonic drink ingestion and the hydration status on fatigue establishment and cycling performance have been studied in athletes, but it is not fully explained for recreational cyclists. This study aimed to analyze the effects of previous ingestion of isotonic drink on the performance of recreational cyclists. Twenty-three male recreational cyclists were evaluated. Each cyclist performed two protocols in three days: incremental load (Day 1) and constant load (Day 2 and Day 3), with 48 – 72 hours interval between days. The incremental load protocol was performed with an initial load of 100 W, adding 30 W every minute until voluntary exhaustion. On the following days, a 60% of the maximum power was adopted at constant load tests. Cyclists consumed isotonic drink or placebo (double-blind design) and performed the constant load protocol until exhaustion. Physical performance (time to exhaustion) and hydration status were measured at the beginning and the end of the test. Every 3 min of the constant load protocol were measured: kinematic variables of the joints (hip, knee and ankle) and electromyographic representing the muscle activation pattern (rectus femoris, femoral biceps, anterior tibial and medial gastrocnemius) of the right lower limb, the subjective perception of exertion (Borg Scale) and the heart rate of each cyclist. In the first study (Chapter 3), an interaction between drink and time at the minimum angle and the mean angle of the ankle in the recovery phase was observed at the end of the test. The ankle joint presented an increase in plantar flexion with isotonic drink consumption compared to placebo consumption at the end of the test. For hip, knee and ankle joints there were no changes at the range of motion between drinks or over time. In the second study (Chapter 4), placebo intake had greater absolute dehydration, without differences in rate of dehydration. Only the anterior tibial and medial gastrocnemius muscles showed less overall muscle activation throughout the test. Tibialis anterior also presented a change in the frequency components, decreasing lower frequencies and increasing higher frequencies contributions over the time. In both studies, no differences were observed between beverages for the time until exhaustion, with increases in heart rate and subjective perception of effort (local and general) throughout the test. Our results indicate that previous isotonic drinking does not promote an increase in recreational cyclists performing physical performance during a constant load test until exhaustion.

Keywords: isotonic drinks, dehydration, cycling, kinematics, electromyography, fatigue.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Modelos de explicação da fadiga, adaptado de Abbiss e Laursen (ABBISS; LAURSEN, 2005). As variáveis frequência cardíaca, percepção de esforço, biomecânicas e de hidratação (termorregulação).....	16
Figura 2. Fluxograma sobre os efeitos da hidratação e da desidratação.....	19
Figura 3. Tempo até a exaustão no ciclismo com a ingestão das bebidas do experimento. ...	26
Figura 4. Média e desvio padrão da frequência cardíaca durante o exercício de ciclismo com a ingestão da bebida isotônica e placebo.	32
Figura 5. Média e desvio padrão dos ângulos máximo, mínimo e médio do tornozelo na fase de recuperação durante o exercício com a ingestão da bebida isotônica e placebo.	33
Figura 6. Média e desvio padrão da amplitude de movimento (ADM) durante o exercício com a ingestão da bebida isotônica e placebo.	34
Figura 7. Contribuição das baixas frequências (% da ativação total) do reto femoral ao longo do protocolo. As cruzes azuis (+) representam os dados coletados no início, meio e fim do teste. O coeficiente da reta (azul clara) representou a tendência geral dos dados ao longo do teste. Figura ilustrativa de um dos ciclistas.	41
Figura 8. Média e desvio-padrão do tempo até a exaustão (A) e do percentual de desidratação (B) com o consumo de bebida isotônica e do placebo.	43
Figura 9. Média e desvio-padrão da frequência cardíaca (A) e da percepção subjetiva de esforço local (B) e geral (C) durante o teste com a ingestão de isotônico ou placebo.	47
Figura 10. Componentes de ativação muscular do tibial anterior (A) e do gastrocnêmio medial (B) com o consumo de bebida isotônica e do placebo. Ativação geral do tibial anterior (C) e do gastrocnêmio medial (D) com o consumo de bebida isotônica e do placebo.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Média (X) e desvio-padrão (DP) das características dos sujeitos.....	23
Tabela 2.	Composição nutricional das bebidas.	24
Tabela 3.	Média (X) e desvio-padrão (DP) das variáveis de controle nos dias de teste com consumo de isotônico (ISO) e placebo (PLA).....	26
Tabela 4.	Média (X) e desvio-padrão (DP) dos ângulos máximo, mínimo e médio do quadril na fase de propulsão e de recuperação com uso do isotônico (ISO) e placebo (PLA) nas diferentes etapas do teste (início, meio e fim).....	30
Tabela 5.	Média (X) e desvio-padrão (DP) dos ângulos máximo, mínimo e médio do joelho na fase de propulsão e de recuperação com uso do isotônico (ISO) e placebo (PLA) nas diferentes etapas do teste (início, meio e fim).....	30
Tabela 6.	Média (X) e desvio-padrão (DP) dos ângulos máximo, mínimo e médio do tornozelo na fase de propulsão com uso do isotônico (ISO) e placebo (PLA) nas diferentes etapas do teste (início, meio e fim). Os valores negativos representam dorsiflexão e os valores positivos representam plantiflexão.	31
Tabela 7.	Média (X) e desvio-padrão (DP) das características dos sujeitos.....	38
Tabela 8.	Composição nutricional das bebidas.	39
Tabela 9.	Série de bandas de frequência de filtragem do sinal eletromiográfico(DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012a).....	41
Tabela 10.	Média (X) e desvio-padrão (DP) das variáveis de controle e de hidratação nos dias de teste com consumo de isotônico (ISO) e placebo (PLA).....	42
Tabela 11.	Contribuição dos componentes de baixa frequência (LF), alta frequência (HF), ativação total (OV) e comportamento das frequências ao longo do teste (α_{RETA}) com consumo de bebida isotônica (ISO) ou placebo (PLA). Média (X) e desvio-padrão (DP) dos músculos reto femoral (RF), bíceps femoral (BF), tibial anterior (TA) e gastrocnêmio medial (GM)....	48

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	11
1.2. OBJETIVOS	14
1.2.1. Objetivo Geral.....	14
1.2.2. Objetivos Específicos	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1. BIOMECÂNICA E FADIGA NO CICLISMO	15
2.2. HIDRATAÇÃO E EXERCÍCIO	17
3. CAPÍTULO 3 – EFEITO DA BEBIDA ISOTÔNICA NA CINEMÁTICA DO MEMBRO INFERIOR E NO DESEMPENHO PSICOFISIOLÓGICO DE CICLISTAS RECREATIVOS EM UM TESTE CONSTANTE ATÉ A EXAUSTÃO.....	20
3.1. INTRODUÇÃO.....	20
3.2. MÉTODOS.....	22
3.2.1. Desenho do estudo.....	22
3.2.2. Participantes.....	22
3.2.3. Procedimentos	22
3.2.4. Coleta dos dados.....	25
3.2.5. Processamento dos dados	25
3.2.6. Análise estatística	25
3.3. RESULTADOS	26
3.4. DISCUSSÃO	27
3.5. CONCLUSÃO.....	29
4. CAPÍTULO 4 – EFEITO DA BEBIDA ISOTÔNICA NO DESEMPENHO FÍSICO E NEUROMUSCULAR DE CICLISTAS RECREATIVOS EM UM TESTE CONSTANTE ATÉ A EXAUSTÃO	35
4.1. INTRODUÇÃO.....	35
4.2. MÉTODOS.....	37
4.2.1. Desenho do estudo.....	37
4.2.2. Participantes.....	37
4.2.3. Procedimentos	37
4.2.4. Coleta dos dados.....	39
4.2.5. Processamento dos dados	40

4.2.6. Análise estatística.....	42
4.3. RESULTADOS	42
4.4. DISCUSSÃO	43
4.5. CONCLUSÃO.....	46
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
REFERÊNCIAS	51
ANEXOS	60
APÊNDICES.....	66

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA

Os estudos sobre os padrões de movimento adotados no ciclismo buscam compreender, por meio das análises cinemática, cinética e de ativação muscular, como ocorre a ação da pedalada (BINI et al., 2016; BINI; DIEFENTHAELER; MOTA, 2010; CARPES et al., 2011; DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012b; JACQUES et al., 2014; SANDERSON, 1991; WIEST et al., 2009). Contudo, a fadiga parece apresentar efeito nas estratégias de movimento da pedalada, o que pode ser identificado pelo comportamento muscular durante essa condição (BINI; DIEFENTHAELER; MOTA, 2010; DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012b; JACQUES et al., 2014).

Durante exercícios extenuantes, ciclistas apresentam alterações nos parâmetros mecânicos que determinam o padrão de movimento. A fadiga decorrente destes exercícios afeta o movimento de pedalada, com mudanças na amplitude de movimento, nos momentos articulares e na ativação elétrica muscular (BINI; DIEFENTHAELER; MOTA, 2010; DIEFENTHAELER et al., 2012; WIEST et al., 2009) dos membros inferiores.

O padrão de movimento do tornozelo de ciclistas experientes, por exemplo, apresenta aumento na amplitude de movimento dessa articulação (BINI; DIEFENTHAELER; MOTA, 2010; CHAPMAN et al., 2009; WIEST et al., 2009). Ao contrário do observado em ciclistas experientes, ciclistas novatos apresentam menor amplitude de movimento na articulação do tornozelo. No entanto, a amplitude de movimento das articulações do quadril e do joelho não modificam seu padrão no decorrer do exercício, independentemente do nível de treinamento destes ciclistas (CHAPMAN et al., 2009; WIEST et al., 2009).

Ciclistas treinados tendem ainda a apresentar menores indicadores de fadiga muscular quando comparados a indivíduos sedentários submetidos a prática de ciclismo indoor. Durante a pedalada, esses sujeitos sedentários apresentam maior ativação muscular e maior variação na mediana da frequência quando comparados aos ciclistas treinados (DOS SANTOS et al., 2017). Adicionalmente, ciclistas treinados apresentam diferenças no índice de fadiga entre os músculos do membro inferior em diferentes tempos de exercício, identificado pelo aumento na ativação muscular (RMS) e pela queda na mediana da frequência (CAMATA et al., 2011).

Em exercícios exaustivos, também são observadas alterações no momento articular do tornozelo de ciclistas experientes, relacionadas à transferência de energia mecânica ao pedivela

e à redução da potência articular (BINI; DIEFENTHAELER; MOTA, 2010; MARTIN; BROWN, 2009; WIEST et al., 2009). Além das alterações decorrentes pela duração do exercício, maiores intensidades da carga de trabalho implicam em maiores picos de ativação dos músculos da coxa e da perna, com aumento adicional na coativação dos mesmos (MOMENI; FAGHRI; EVANS, 2014). Com isso, aparentemente maiores cargas de trabalho resultam em um maior esforço dos ciclistas durante a pedalada. Adicionalmente, outros fatores são intervenientes e importantes no entendimento do processo de fadiga. O consumo de cafeína e de carboidratos, por exemplo, pode alterar o processo de instalação de fadiga no ciclismo durante exercícios extenuantes, retardando o tempo para o início da fadiga, e, conseqüentemente, melhorando o desempenho do ciclista (ALTIMARI et al., 2008; SAWKA et al., 2007).

A hidratação adequada e o consumo de carboidratos antes e durante o exercício também têm um papel relevante para a otimização do desempenho e para evitar problemas de saúde (JEUKENDRUP, 2011). A ingestão de fluidos pode auxiliar a manutenção do estado de hidratação e trazer benefício sobre variáveis fisiológicas (frequência cardíaca) e psicofísicas (percepção subjetiva de esforço – PSE), uma vez que a desidratação resulta no aumento da frequência cardíaca e na perda de desempenho durante o ciclismo prolongado (VALLIER et al., 2005). O consumo de bebidas esportivas, que contém carboidrato e eletrólitos, durante o exercício pode propiciar benefícios comparado à água. Bebidas esportivas auxiliam a manutenção do equilíbrio eletrolítico e do desempenho atlético contrapondo as grandes perdas de água e de eletrólitos provocadas pela atividade, principalmente em dias com a temperatura mais elevada (SAWKA et al., 2007). Estudos mostram como o uso de bebidas que contém carboidratos durante o exercício em atletas contribui para um melhor desempenho (BONETTI; HOPKINS, 2010).

Em exercícios de alta intensidade, com duração entre 30 segundos e 2 minutos, o desempenho pode ser prejudicado em condições de desidratação. A desidratação afeta o desenvolvimento de força e de potência, causando uma redução na força em 2% e na potência em 3% em exercícios de alta intensidade (JUDELSON et al., 2007a). A presença da sede, que ocorre quando há necessidade de ingestão de líquido, é outro fator que pode afetar o desempenho. O prenúncio de beber quando se está com sede é um excelente método para repor o fluido durante o exercício físico, pois não há indícios científicos de que beber além da condição de sede produza um maior privilégio do que beber conforme a necessidade (NOAKES, 2010). A desidratação causa ainda sobrecarga fisiológica e resulta em riscos que

podem ser momentâneos ou duradouros para a saúde, sugerindo a reposição de fluidos como a forma mais eficiente para evitar os danos causados pela desidratação (MELO-MARINS et al., 2017). A prática de exercício físico em estado de desidratação, principalmente em dias quentes, compromete ainda mais o desempenho e pode acelerar o processo de fadiga, pois em ambientes quentes há um aumento da temperatura corporal, frequência cardíaca e também da ativação muscular (KAY et al., 2001).

Com isso, é recomendável que praticantes de exercícios reponham os fluidos e eletrólitos perdidos através da transpiração durante a atividade (MELO-MARINS et al., 2017; VON DUVILLARD et al., 2008). A ingestão de fluidos parece exercer um efeito positivo no aspecto de alguns indicadores de fadiga neuromuscular, como a mudança na potência e no índice de desenvolvimento de força em ciclistas competitivos (VALLIER et al., 2005). Prins e colaboradores (PRINS et al., 2016), por exemplo, observaram um melhor desempenho de corredores recreativos jovens com ingestão prévia de bebida energética comparado a um placebo. Entretanto, não foram encontradas diferenças significativas entre condições para variáveis fisiológicas como a frequência cardíaca e a PSE.

Apesar da PSE não diferir entre ciclistas com níveis de treinamento distintos durante protocolos incrementais na bicicleta (SMIRMAUL et al., 2010), ao pedalar em durações um pouco mais longas tanto a frequência cardíaca quanto a PSE são menores para ciclistas treinados do que para sedentários (DOS SANTOS et al., 2017). Esse indicativo de maior exaustão para o grupo com menor nível de treinamento sugere preocupação em estratégias para a manutenção do seu desempenho.

Porém, pouco se tem conhecimento sobre o efeito do uso de bebidas isotônicas em praticantes recreativos do ciclismo. Grande parte das pesquisas realizadas visando os efeitos da hidratação e do consumo de carboidratos para o desempenho no ciclismo são feitas em atletas (COLOMBANI; MANNHART; METTLER, 2013) ou com indivíduos apenas executando testes em bicicleta (GALLOWAY; LOTT; TOULOUSE, 2014). Outro fator importante é que a maior parte dos estudos apresentados em uma recente revisão tem se preocupado com a ingestão das bebidas durante o desempenho (JEUKENDRUP, 2014), não dando prioridade à ingestão prévia de bebidas para prevenir a perda de desempenho. Além disso, até o presente momento, a maior parte dos estudos relatados reporta os efeitos fisiológicos de recursos ergogênicos no desempenho, sem observar os efeitos na mecânica da pedalada. Sendo assim, observar os parâmetros biomecânicos de ciclistas recreativos em condição de esforço,

principalmente com objetivo de identificar formas para prorrogar o cansaço e a exaustão, pode apresentar relevância.

Com isso, pesquisas sobre o efeito ergogênico da ingestão prévia de bebidas podem sugerir se as mesmas são alternativas viáveis para manutenção do desempenho de ciclistas recreativos. Logo, o objetivo desse trabalho é avaliar o efeito da ingestão prévia de bebida isotônica sobre o desempenho durante um teste de carga constante no ciclismo.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Analisar os efeitos da ingestão prévia bebida isotônica no desempenho de ciclistas recreativos.

1.2.2. Objetivos Específicos

Avaliar o efeito do consumo prévio da bebida isotônica no desempenho psicofisiológico de ciclistas recreativos em um teste constante de ciclismo até a exaustão.

Avaliar o efeito do consumo prévio da bebida isotônica no estado de hidratação de ciclistas recreativos em um teste constante de ciclismo até a exaustão.

Avaliar o efeito do consumo prévio da bebida isotônica na cinemática das articulações do quadril, joelho e tornozelo de ciclistas recreativos em um teste constante de ciclismo até a exaustão.

Avaliar o efeito da bebida isotônica na ativação muscular em um teste constante de ciclismo até a exaustão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. BIOMECÂNICA E FADIGA NO CICLISMO

No estudo da cinemática do ciclismo, análises avaliando a ocorrência de fadiga e as suas consequências nos movimentos dessa atividade tem investigado: a amplitude de movimento (ADM) das articulações do membro inferior, a posição da pelve e da coluna sobre a bicicleta, a cadência de pedalada ou as mudanças do padrão de movimento (BINI et al., 2016; BINI; DIEFENTHAELER; MOTA, 2010; CHAPMAN et al., 2009; DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012b; JACQUES et al., 2014; MARTIN; BROWN, 2009; MOMENI; FAGHRI; EVANS, 2014; ROSSATO et al., 2008; WIEST et al., 2009). Essas mudanças cinemáticas no padrão coordenativo da pedalada podem implicar em perda de desempenho dos ciclistas (CHAPMAN et al., 2009).

Durante exercícios até a exaustão é possível observar um aumento da ADM do tornozelo e da inclinação do tronco de ciclistas com experiência (BINI et al., 2012; BINI; DIEFENTHAELER; MOTA, 2010; WIEST et al., 2009). Contudo, o nível de treinamento faz com que a resposta a fadiga seja distinta no comportamento da ADM do tornozelo, com ciclistas novatos apresentando menores amplitudes no plano sagital para a articulação do tornozelo (CHAPMAN et al., 2009). As articulações do quadril e joelho, por sua vez, parecem não diferir entre ciclistas de diferentes níveis de treinamento (CHAPMAN et al., 2009; WIEST et al., 2009).

O estudo da fadiga muscular, no entanto, tem empregado outras técnicas biomecânicas para a mensuração do efeito da fadiga. Análises dos dados da eletromiografia de superfície têm usado diferentes variáveis para analisar o comportamento neuromuscular (GONZÁLEZ-IZAL et al., 2012), observando a ocorrência de falhas neuromusculares ou de incapacidade do músculo em gerar força (LEPERS et al., 2000). A importância dessas análises está no fato de que essas mudanças no sinal eletromiográfico resultam em alterações cinemáticas durante o ciclismo (DINGWELL et al., 2008).

As principais respostas do sinal eletromiográfico durante a fadiga são o aumento do sinal de ativação muscular (HUG; DOREL, 2009) e a diminuição das frequências no conteúdo de espectro desse sinal (DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012a; PRIEGO-QUESADA et al., 2015b). Essas mudanças estão associadas com a perda de força e potência durante a execução do exercício (GONZÁLEZ-IZAL et al., 2012), transferindo a responsabilidade de gerar o

movimento para os músculos do quadril e joelho (BINI; CARPES, 2014; DIEFENTHAELER et al., 2012). Há uma série de fatores que podem explicar a ocorrência de fadiga durante exercícios prolongados no ciclismo, propondo modelos com variáveis biomecânicas e fisiológicas (ABBISS; LAURSEN, 2005). A figura a seguir (Figura 1) apresenta um esquema sobre os modelos de proposição da ocorrência de fadiga.

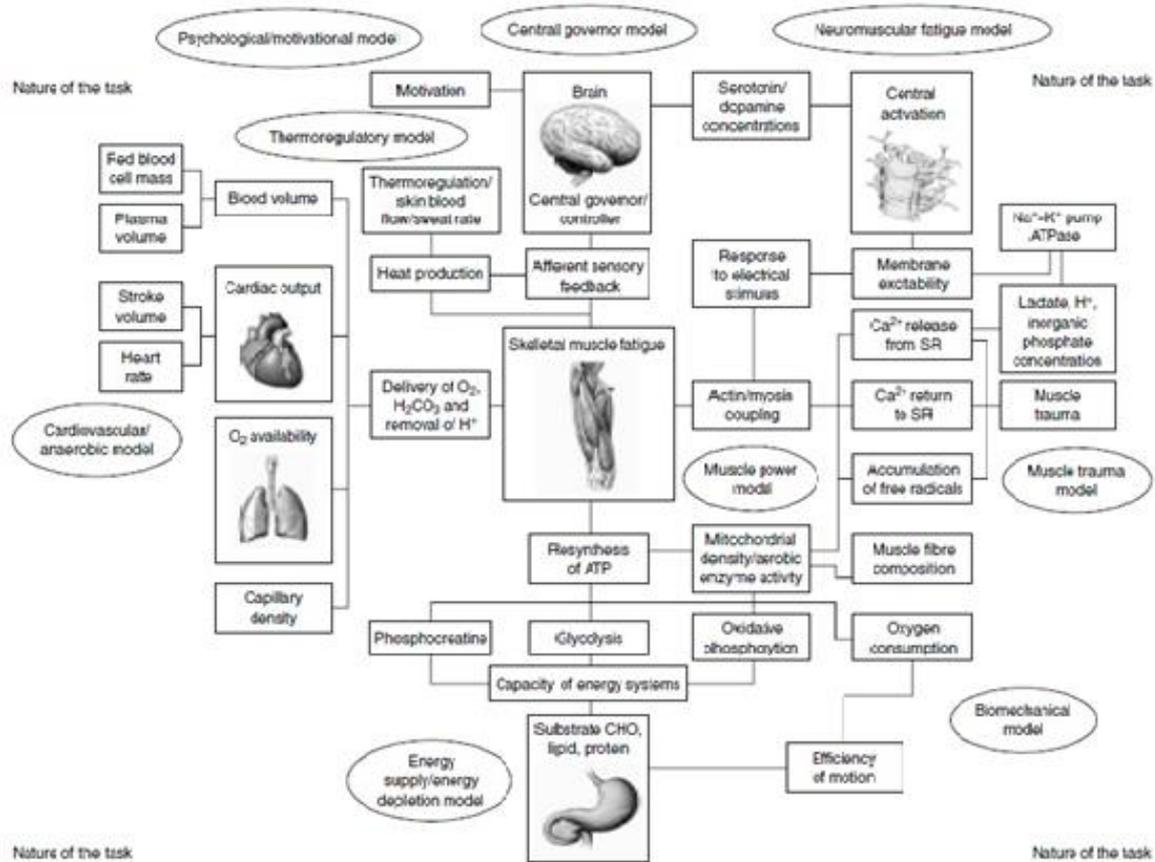


Figura 1. Modelos de explicação da fadiga, adaptado de Abbiss e Laursen (ABBISS; LAURSEN, 2005). As variáveis frequência cardíaca, percepção de esforço, biomecânicas e de hidratação (termorregulação)

Dentre os modelos apresentados, cinco deles: o modelo Cardiovascular/Anaeróbico – observando a habilidade do coração em manter os músculos abastecidos, o modelo de Fadiga Neuromuscular – estudando as vias, desde o sistema nervoso até o músculo, na qual a contração muscular pode ser interrompida, o modelo Biomecânico – observando principalmente a eficiência do movimento, o modelo Termorregulatório – relacionando a importância das mudanças da temperatura corporal com as respostas fisiológicas que resultam na fadiga e o modelo Psicológico/Motivacional – sugerindo a percepção do esforço como resposta a

percepção de fadiga – são alguns dos mais frequentes modelos abordados, com suas variáveis, nos estudos do ciclismo. Todos eles, acabam desencadeando de forma integrada ao processo de fadiga do praticantes de exercício (ABBISS; LAURSEN, 2005).

2.2. HIDRATAÇÃO E EXERCÍCIO

Uma das causas que podem desencadear a fadiga muscular é a desidratação (BIGARD et al., 2001). Durante a prática de exercícios físicos, convertemos parte da energia química armazenada no organismo para produzir o movimento (energia mecânica). No entanto, parte dessa energia não é utilizada para produzir movimento e é convertida em calor, que aumenta nossa temperatura corporal e exige providências para manter o funcionamento ideal das funções orgânicas (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2008). Uma das alternativas para controlar a temperatura (termorregulação) é a evaporação do suor. Porém, grandes quantidades de suor resultam em perdas significativas de água e minerais (principalmente o sódio) que são essenciais para o praticante (CARVALHO; MARA, 2010; HERNANDEZ; NAHAS, 2009). A falta de reposição de líquidos pode resultar na desidratação, que apresenta consequências que vão desde sintomas simples, como a fadiga, até a morte (CARVALHO; MARA, 2010).

A desidratação é um resultado do processo de sudorese que, além de prejudicar o desempenho físico, compromete o sistema fisiológico e pode ainda promover riscos à saúde, principalmente em níveis elevados de desidratação (perda maior de 2% da massa corporal) (MELO-MARINS et al., 2017; SAWKA et al., 2007). A prática de exercício físico em estado de desidratação, principalmente em dias quentes e úmidos, compromete o desempenho e apresenta aumento da frequência cardíaca, tornando necessária a reposição de fluídos e eletrólitos que são perdidos durante o exercício através da transpiração (DE MELO-MARINS et al., 2018; KAY et al., 2001; MELO-MARINS et al., 2017; VALLIER et al., 2005; VON DUVILLARD et al., 2008). A resposta de variáveis psicofisiológicas, tais como a percepção de esforço, também são aumentadas em condições de desidratação (SAWKA et al., 2007), o que resulta em uma menor resistência para a execução do exercício. Com isso, algumas alternativas são utilizadas para melhorar o desempenho físico, como o consumo de bebidas que contém carboidratos e eletrólitos, com a finalidade de manter os praticantes de exercícios físicos hidratados (COYLE, 2004; SAWKA et al., 2007).

Uma vez que a desidratação ocorre, há uma diminuição do volume sanguíneo (hipovolemia) que, conseqüentemente, induz o organismo a situações de conflito: manter o

volume plasmático do sangue ou realizar a termorregulação (HERNANDEZ; NAHAS, 2009). Com isso, o suor começa a ser produzido em menores quantidades, priorizando a manutenção do volume plasmático do sangue e o corpo tende a perder a capacidade liberar calor (CARVALHO; MARA, 2010). Isso resulta na perda de desempenho do atleta e obriga a procura de alternativas para prolongar o bom desempenho dos atletas.

O consumo de bebidas esportivas é uma das alternativas que pode colaborar para retardar o processo de instauração de fadiga e, conseqüentemente, melhorar o desempenho durante o exercício (COYLE, 2004; SAWKA et al., 2007; VON DUVILLARD et al., 2008). A hidratação adequada e o consumo de carboidratos antes e durante o exercício são fundamentais para a otimização do desempenho (BONETTI; HOPKINS, 2010; JEUKENDRUP, 2011). Ao consumir bebidas que contém carboidratos e eletrólitos, é possível observar benefícios no organismo devido à manutenção do equilíbrio eletrolítico em comparação com a ingestão simples de água. Isso ocorre porque a composição da bebida esportiva repõe as perdas de água e de eletrólitos ocorridas no suor com a prática do exercício físico, prologando assim o desempenho do praticante (SAWKA et al., 2007).

O consumo exclusivo de água, por sua vez, pode inclusive prejudicar o desempenho do praticante, levando a um quadro de hiponatremia (SAWKA et al., 2007; VON DUVILLARD et al., 2008). A hiponatremia retrata a condição em que o participante tem uma concentração suficiente de água (solvente), mas com baixas concentrações de sódio (soluto). O sódio auxilia na retenção de água e, quando em baixas concentrações, também prejudica o desempenho do praticante e resulta em danos tão graves quanto os da desidratação: náusea, vômitos, cefaleia, coma e morte (CARVALHO; MARA, 2010).

A hidratação apresenta um papel importante na alteração do sinal eletromiográfico. Em condições inadequadas de hidratação (desidratação ou hipohidratação), a ativação muscular e a fadiga muscular associada ocorrem mais cedo em relação a condição de euhidratação (BIGARD et al., 2001), com limitação na produção de força e potência muscular (JUDELSON et al., 2007b). No entanto, a discussão do efeito ergogênico de bebidas isotônicas em aspectos biomecânicos ainda tem sido pouco discutido ou até mesmo ausente na literatura, como identificado na presente revisão. Com isso, as implicações da fadiga na cinemática e na ativação muscular durante o exercício com o uso de bebidas esportivas ainda precisam de maior investigação, principalmente em ciclistas não competitivos, visto que a maioria dos estudos tem analisado o uso de bebidas esportivas em atletas, a fim de melhorar o desempenho de ciclistas recreativos.

Os efeitos resumidos do processo de termorregulação, desidratação e hidratação estão resumidos na figura abaixo (Figura 2).

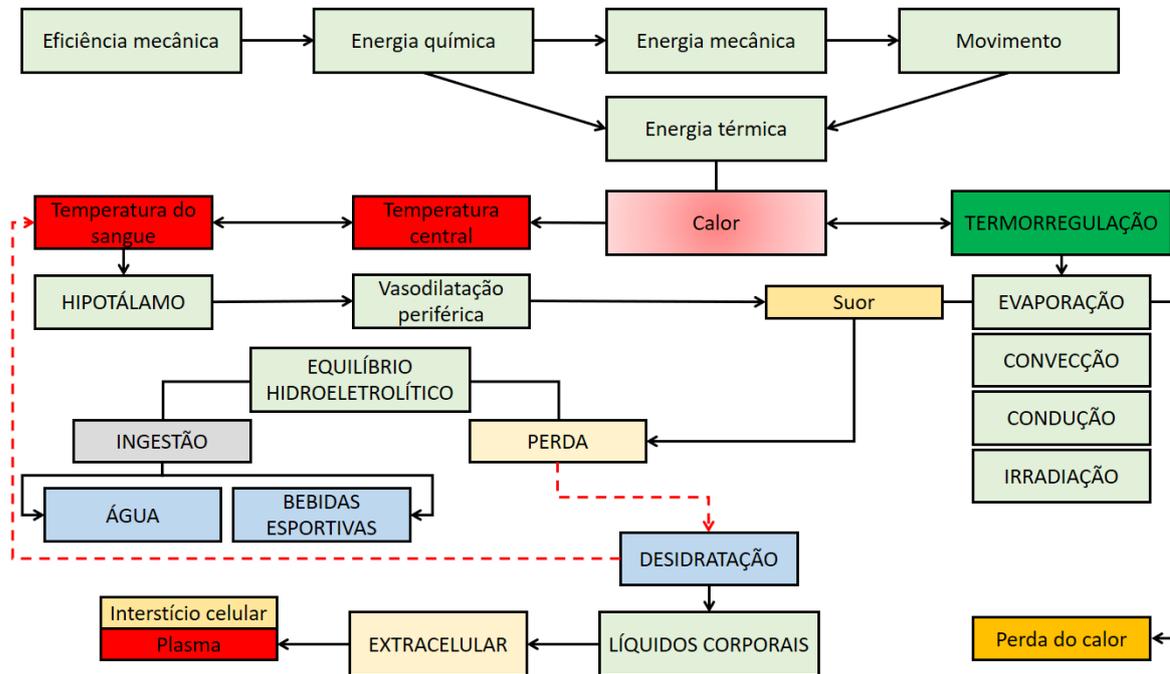


Figura 2. Fluxograma sobre os efeitos da hidratação e da desidratação.

3. CAPÍTULO 3 – EFEITO DA BEBIDA ISOTÔNICA NA CINEMÁTICA DO MEMBRO INFERIOR E NO DESEMPENHO PSICOFISIOLÓGICO DE CICLISTAS RECREATIVOS EM UM TESTE CONSTANTE ATÉ A EXAUSTÃO

Pontos chave:

- **Não foram observadas diferenças entre bebidas para o tempo de exaustão.**
- **Houve aumento da frequência cardíaca e da percepção subjetiva de esforço local e geral ao longo do teste.**
- **Foi observada interação entre bebida e tempo no ângulo mínimo e no ângulo médio do tornozelo no final do teste apenas na fase de recuperação.**
- **Para ambas as variáveis, a articulação do tornozelo apresentou aumento da flexão plantar na bebida isotônica em relação ao placebo ao final do teste.**
- **As articulações do quadril, joelho e tornozelo não apresentaram alterações significativas na amplitude de movimento, nem entre bebidas ou ao decorrer do teste.**

3.1. INTRODUÇÃO

A cinemática permite avaliar o movimento em diversos exercícios. No ciclismo, a cinemática tem sido utilizada para analisar a amplitude de movimento das articulações do membro inferior, a posição da pelve e da coluna sobre a bicicleta, a cadência de pedalada ou as mudanças do padrão de movimento em decorrência de condições como a fadiga (BINI et al., 2016; BINI; DIEFENTHAELER; MOTA, 2010; CHAPMAN et al., 2009; DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012b; JACQUES et al., 2014; MARTIN; BROWN, 2009; MOMENI; FAGHRI; EVANS, 2014; ROSSATO et al., 2008; WIEST et al., 2009). A fadiga pode ser definida como a ocorrência de falhas neuromusculares e a incapacidade do músculo em gerar força (LEPERS et al., 2000) e esse estado de fadiga muscular, aparentemente, apresenta relação com a alteração na cinemática do tronco e do membro inferior (DINGWELL et al., 2008).

Com isso, estudos têm observado alterações no padrão de movimento da pedalada, especialmente no membro inferior de ciclistas, em condições de fadiga durante exercícios prolongados. Durante testes incrementais até a exaustão é possível observar um aumento da amplitude de movimento (ADM) do tornozelo e da inclinação do tronco dos ciclistas (BINI et al., 2012). No entanto, o nível de treinamento pode apresentar um papel importante no comportamento da ADM. Ciclistas novatos apresentam um padrão cinemático distinto nas

articulações dos membros inferiores comparados aos ciclistas experientes. Ciclistas experientes apresentam maiores ADM na articulação do tornozelo ao longo de testes até a exaustão (BINI; DIEFENTHAELER; MOTA, 2010; WIEST et al., 2009), enquanto ciclistas novatos possuem ADM reduzida (CHAPMAN et al., 2009). Contudo, o comportamento da ADM das articulações do quadril e joelho durante o exercício parece não diferir entre ciclistas de diferentes níveis de treinamento (CHAPMAN et al., 2009; WIEST et al., 2009). Essas mudanças cinemáticas no padrão coordenativo da pedalada podem implicar em perda de desempenho dos ciclistas (CHAPMAN et al., 2009).

No entanto, outros fatores podem ser importantes na perda de desempenho físico e a ocorrência de fadiga, um deles é o estado de hidratação do sujeito (SAWKA et al., 2007). A desidratação é um resultado do processo de sudorese que, além de prejudicar o desempenho físico, compromete o sistema fisiológico e pode ainda promover riscos à saúde principalmente a níveis elevados de desidratação (perda maior de 2% da massa corporal) (MELO-MARINS et al., 2017; SAWKA et al., 2007). A prática de exercício físico em estado de desidratação, principalmente em dias quentes e úmidos, compromete o desempenho apresentando um aumento na frequência cardíaca, sendo necessária a reposição de fluídos e eletrólitos que são perdidos durante o exercício através da transpiração (DE MELO-MARINS et al., 2018; KAY et al., 2001; MELO-MARINS et al., 2017; VALLIER et al., 2005; VON DUVILLARD et al., 2008). A resposta de variáveis psicofisiológicas, tais como a percepção de esforço, também são aumentadas em condições de desidratação (SAWKA et al., 2007), levando a menor resistência para a execução do exercício. Com isso, algumas alternativas são utilizadas para melhorar o desempenho físico, como o consumo de bebidas que contém carboidratos e eletrólitos a fim de manter os praticantes de exercícios físicos hidratados (COYLE, 2004; SAWKA et al., 2007).

Estudos prévios têm mostrado que a hidratação adequada melhora o desempenho físico, reduz a perda de fluidos, aumenta a retenção de líquido e proporciona uma menor produção de urina (LAITANO et al., 2014; MELO-MARINS et al., 2017; SAWKA et al., 2007), podendo assim prevenir alterações em alguns indicadores de fadiga neuromuscular e contribuir para o aumento do rendimento do exercício (VALLIER et al., 2005). Porém, o efeito da bebida isotônica frequentemente tem sido analisado em atletas de corrida e do ciclismo (COLOMBANI; MANNHART; METTLER, 2013), não dando atenção a possíveis benefícios para ciclistas recreativos, possível maioria entre os praticantes do esporte (PRIEGO-QUESADA et al., 2018). Além disso, o consumo de bebidas ainda precisa ser melhor compreendido frente a variáveis mecânicas a partir de análises cinemáticas. Portanto, o objetivo

do presente estudo é avaliar o efeito do consumo prévio da bebida isotônica na cinemática e no desempenho psicofisiológico de ciclistas recreativos em um teste constante de ciclismo até a exaustão.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Desenho do estudo

O estudo teve um delineamento quase experimental, com arranjo duplo-cego, para comparação do desempenho de ciclistas recreativos com consumo de uma bebida isotônica (experimental) e de uma bebida placebo (controle). Os ciclistas visitaram o laboratório em três dias, com intervalo entre dois e sete dias, para execução de um teste incremental e dois testes constantes com 60% da sua potência máxima.

3.2.2. Participantes

Inicialmente, um cálculo amostral foi realizado a partir de um trabalho (LAITANO et al., 2014) com desenho experimental semelhante ao do presente estudo, usando variáveis de desempenho no exercício e do estado de hidratação. O cálculo levou em consideração um poder de 90%, um nível de significância de 5% e um tamanho de efeito de 1,55. Com isso, um mínimo de 13 ciclistas foi necessário de acordo com o cálculo amostral.

Vinte e três ciclistas recreativos do sexo masculino, que praticavam ciclismo pelo menos uma vez na semana e não participavam de competição, participaram voluntariamente desse estudo. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria sob o número 68656317.1.0000.5346. Os participantes, foram orientados para que não fizessem uso de bebidas alcoólicas ou de qualquer tipo de substância que contivesse cafeína, não realizassem atividades vigorosas nas 24 horas anteriores à execução do teste, além de manterem os hábitos alimentares nos dias de avaliação. Dois ciclistas não concluíram o protocolo e quatro ciclistas foram excluídos das análises devido a problemas com a coleta dos dados cinemáticos, com isso a amostra foi composta por 17 ciclistas.

3.2.3. Procedimentos

O experimento ocorreu em três dias no mesmo turno, com um intervalo mínimo de 48 horas entre os testes. No primeiro dia de avaliação os participantes reportaram as características

da prática no ciclismo (experiência no ciclismo – anos, frequência semanal, volume semanal – km/semana e hora/semana, modalidade – estrada, *mountain bike*, triatleta, BMX, campo aberto, objetivo da pedalada – profissional, recreativo) (PRIEGO-QUESADA et al., 2018) e suas medidas antropométricas (estatura e peso corporal) foram realizadas. As características gerais dos sujeitos estão apresentadas a seguir (Tabela 1).

Tabela 1. Média (\bar{X}) e desvio-padrão (DP) das características dos sujeitos.

Ciclistas: estrada = 13; mountain bike = 4	\bar{X}	DP
Frequência (vezes/semana)	3,2	1,6
Horas (horas/semana)	4,1	2,2
Percurso (km/sem)	69,6	51,2
Experiência (anos)	4,0	3,6
Velocidade média/sessão (km/h)	22,7	8,8
Idade (anos)	33,0	9,9
Massa (kg)	75,3	11,5
Estatura (cm)	174,4	8,3

Em seguida, os ciclistas realizaram um teste de carga incremental em suas próprias bicicletas, as quais estavam conectadas em um ciclossimulador (Computrainer Prolab 3D, USA) calibrado antes de cada avaliação. O ciclista foi orientado a manter sua cadência entre 70 e 75 rpm durante o teste. A carga inicial foi ajustada em 100 W, com adição de 30 W a cada minuto, até a exaustão voluntária, definida como o momento em que a cadência atingiu valores abaixo de 65 rpm (BINI et al., 2016). A potência máxima de cada ciclista foi definida a partir da seguinte equação:

$$P_{MAX} = P_{PICO} + (30 \times T_{ULTIMO}/60)$$

Onde: P_{MAX} = potência máxima, P_{PICO} = última potência atingida, T_{ULTIMO} = tempo atingido na última potência.

Nos dois dias restantes de avaliação, o nível de hidratação do participante foi avaliado ao chegar no laboratório com a escala de coloração da urina de Armstrong (ARMSTRONG, 2005). Então, o peso corporal foi mensurado e o participante iniciou a ingestão da bebida. Cada ciclista ingeriu um total 10 ml por quilograma de peso corporal (medida no dia de teste incremental) de uma bebida (experimental ou placebo) dividida em sete doses, que foi fornecida a cada 10 minutos durante a preparação do indivíduo para as avaliações (LAITANO et al.,

2014).O consumo da bebida apresentou controle duplo cego e a ordem de oferta das bebidas foi realizada de forma controlada e randomizada. A composição das bebidas está descrita a seguir (Tabela 2). O sujeito foi preparado para as medições biomecânicas e concluiu a ingestão da bebida 30min antes do teste.

Tabela 2. Composição nutricional das bebidas.

Ingredientes	Bebida Gatorade (1L)	Suco Clight (1,6g)	Água Ouro Fino (500 mL)
Calorias	46 kcal	5 kcal	–
Carboidratos	12 g	0 g	–
Açúcares	6,9 g	0g	–
Sódio	99 mg	32 mg	1,079 mg/L
Potássio	28 mg	–	0,542 mg/L

Em seguida, um protocolo de carga constante com intensidade correspondente a 60% da potência máxima obtida no teste de carga incremental foi realizado (LAITANO et al., 2014). A cadência de pedalada foi a mesma do protocolo de carga incremental e o teste foi finalizado (i) quando a cadência atingiu valores inferiores a 65 rpm (BINI et al., 2016) ou (ii) quando a resposta da escala de percepção de esforço de Borg foi de 19 (Extremamente intenso). A escala de Borg foi explicada de forma padronizada para cada participante do estudo antes de responderem a sua percepção subjetiva de esforço (PSE) local (membros inferiores) e geral (BORG, 1998). Durante o teste, as medidas biomecânicas, da escala de Borg e de frequência cardíaca (Polar FT1, Polar Electro, Kempele, Finlândia) foram registradas a cada três minutos de teste. A massa corporal foi mensurada imediatamente ao final do teste, para determinar a perda de suor (diferença entre a massa final e a inicial), percentual de desidratação (perda relativa de suor pela massa inicial do sujeito) a taxa de suor de cada ciclista (perda de suor relativa ao tempo de teste). A quantidade de líquido ingerido e de urina produzida foram acrescentadas nos cálculos (LAITANO et al., 2014).

Um termo higrômetro digital (Tomate® PD002), com resolução de 1°C e de 1% de umidade, foi utilizado para observar as condições do ambiente. Em todos os dias de teste, a umidade do ar foi registrada e a temperatura da sala foi controlada entre 20°C e 23°C (82% com 22°), objetivando minimizar o estresse térmico dos ciclistas (ANGUS et al., 2000).

3.2.4. Coleta dos dados

Para avaliar o padrão de movimento ao longo do teste de carga constante, seis câmeras de infravermelho (Vicon Motion Systems, Oxford, UK) registraram o movimento do quadril e dos membros inferiores de cada ciclista a partir do rastreamento de 16 marcadores reflexivos (14 mm de diâmetro), colocados em pontos anatômicos (pelve, coxas, pernas e pés) do indivíduo de acordo com o modelo Plug-In-Gait. Um marcador adicional foi anexado no pedal para auxiliar a determinação dos ciclos de pedalada. Os dados cinemáticos foram capturados com uma frequência de amostragem ajustada em 200 Hz.

3.2.5. Processamento dos dados

Para cada tentativa, 15 revoluções do pedal foram retiradas para a análise (BINI; DIEFENTHAELER; MOTA, 2010). A trajetória do pedal direito foi rastreada para determinar o início de cada revolução (zero de velocidade vertical). Os dados calculados dos ângulos articulares de quadril, joelho e tornozelo foram exportados do software Nexus 1.8.5 (Vicon Motion Systems, Oxford, UK). Então, os dados cinemáticos brutos passaram por um filtro Butterworth passa baixas de 4ª ordem (frequência de corte de 6 Hz) e amostrados em 360 pontos para cada revolução. Uma média das 15 revoluções do pedal representou cada tentativa. Em seguida, a posição mínima, máxima e média do quadril, joelho e tornozelo nas fases de propulsão (0°–180°) e recuperação (180°–360°), além da amplitude de movimento de cada articulação foram selecionadas para a análise.

O processamento dos dados foi realizado a partir de rotinas customizadas criadas no software MATLAB® (The MathWorks, Natick, MA).

3.2.6. Análise estatística

Os valores das variáveis coletadas durante o teste (Borg, FC, cinemáticas) foram selecionadas nas tentativas do início, meio e final do teste de cada sujeito. Então, o teste de normalidade de Shapiro-Wilk analisou a distribuição paramétrica das variáveis e, quando a mesma foi rejeitada, transformadas logarítmicas foram realizadas nos dados não normais. Uma ANOVA de duas vias para medidas repetidas (bebida e tempo) foi realizada para comparação das médias e para verificar existência de interação entre os fatores. No caso de valores F significativos, o contraste Helmert reverso foi utilizado para identificar as diferenças (FIELD, 2013). Um teste t pareado unicaudal foi realizado para comparar as variáveis relacionadas ao efeito simples da bebida e as variáveis de controle do teste. O nível de significância adotado

para todos os testes foi de 5%. Todos os resultados, incluindo das variáveis transformadas, estão apresentados em seus valores originais.

3.3. RESULTADOS

As variáveis de controle não apresentaram diferença entre os dias de teste (Tabela 3). Não foram observadas diferenças entre bebidas para o tempo de exaustão (Figura 3).

Tabela 3. Média (\bar{X}) e desvio-padrão (DP) das variáveis de controle nos dias de teste com consumo de isotônico (ISO) e placebo (PLA).

	HM (%)		CA (kcal)		JJ (min)		UR (pontos)		DS (%)		TS (L*s ⁻¹)	
	ISO	PLA	ISO	PLA	ISO	PLA	ISO	PLA	ISO	PLA	ISO	PLA
\bar{X}	63	67	1401	1398	258	255	2,8	2,7	1,0	1,0	1553	1483
DP	10	6	813	863	76	76	1,2	1,0	0,5	0,5	935	805

Legenda: HM = umidade, CA = calorias ingeridas, JJ = minutos em jejum até o início do teste, UR = cor da urina, DS = percentual de desidratação, TS = taxa de sudorese.

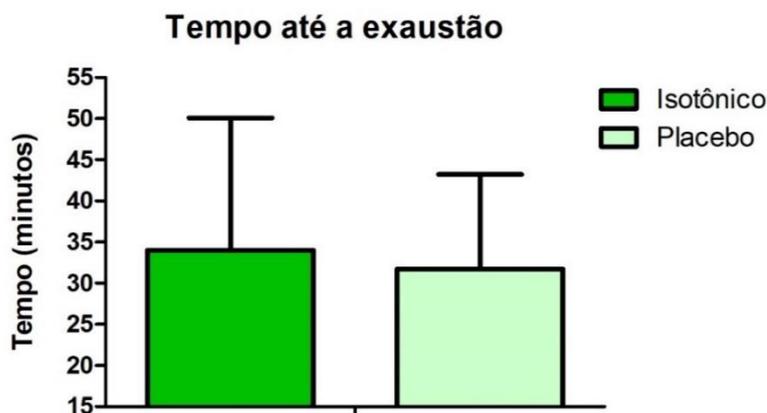


Figura 3. Tempo até a exaustão no ciclismo com a ingestão das bebidas do experimento.

Paras as variáveis psicofisiológicas, apenas o fator tempo apresentou efeito significativo nas variáveis (Figura 4). A FC, a PSE local e a PSE geral apresentaram maiores valores no final do teste em relação aos tempos prévios do exercício e também no meio do teste comparado ao início.

Os dados cinemáticos do quadril (Tabela 4) e do joelho (Tabela 5) estão apresentados a seguir. O fator tempo aumentou os valores dos ângulos na fase de propulsão do quadril. Para o joelho, o tempo também aumentou os valores máximos dos ângulos em ambas as fases do pedal.

Um efeito da bebida foi observado para o ângulo mínimo do joelho nas fases de propulsão e recuperação, onde o joelho apresentou maior flexão no dia de consumo do isotônico.

Não houve efeito da bebida, do tempo e nem interação entre fatores para o ângulo máximo do tornozelo na fase de propulsão (Tabela 6). No entanto, houve interação entre fatores para o ângulo mínimo do tornozelo no final do teste em relação aos tempos prévios na fase de recuperação (Figura 5). Os ciclistas apresentaram o seu tornozelo em posições de maior plantiflexão quando consumiram a bebida isotônica. Porém, não houve efeito do tempo, da bebida nem interação entre fatores na amplitude de movimento das articulações do membro inferior (Figura 6).

3.4. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi analisar o efeito da bebida isotônica em um exercício extenuante nos parâmetros cinemáticos e psicofisiológicos de ciclistas recreativos. Não foram observadas diferenças no tempo até a exaustão os diferentes tipos de bebida. As variáveis psicofisiológicas foram afetadas apenas pelo tempo. Apenas as variáveis cinemáticas do tornozelo apresentaram interação entre a bebida e o tempo. Ao consumir o isotônico, os ciclistas apresentaram uma posição de plantiflexão mais acentuada em comparação a ingestão do placebo.

Resultados mostram que o enxague de carboidrato resulta em maior potência média e menor tempo de pedalada em teste contrarrelógio do que com o placebo (PIRES et al., 2018). Contudo, em testes incrementais (BONETTI; HOPKINS, 2010) e constantes (DE MELO-MARINS et al., 2018) até a exaustão não foi observada melhoria no desempenho físico dos ciclistas. A influência do tipo de protocolo no efeito da bebida ainda é um fator a ser investigado. Outro ponto remete ao nível de treinamento destes ciclistas. Deve-se ressaltar que apesar de recreativos, as características de treinamento (h/semana, km/semana, frequência de pedalada) dos ciclistas do presente estudo coincidem com a margem inferior da classificação de ciclistas recreativos previamente definido (PRIEGO-QUESADA et al., 2018). Com isso, é possível que o efeito ergogênico reportado em estudos anteriores (BONETTI; HOPKINS, 2010; COLOMBANI; MANNHART; METTLER, 2013; DE MELO-MARINS et al., 2018; PIRES et al., 2018) seja realmente mais visível em atletas do que em praticantes recreativos.

A percepção de esforço e a frequência cardíaca aumentaram com o tempo independentemente do tipo de bebida ingerida. Os resultados coincidem com trabalhos

anteriores para o efeito do exercício exaustivo (BONETTI; HOPKINS, 2010; DE MELO-MARINS et al., 2018; LAITANO et al., 2014; SAWKA et al., 2007), mas sem observar efeito ao consumir diferentes tipos de bebida. A bebida isotônica, por manter um melhor estado de hidratação no volume sanguíneo (SAWKA et al., 2007), deveria ter auxiliado simultaneamente na menor FC (BONETTI; HOPKINS, 2010) e Borg (PIRES et al., 2018) ao longo do teste. Entretanto, como não foram observadas diferenças no estado de hidratação entre bebidas, é possível que a frequência cardíaca tenha sido similar em ambos. Indiretamente, como a frequência cardíaca é uma variável extremamente importante no consumo de oxigênio ($VO_2 = \text{volume de ejeção} * \text{frequência cardíaca} * \text{diferença } (O_{2\text{ARTÉRIA}} - O_{2\text{VEIA}})$), é possível também que os indivíduos não tenham percebido diferentes esforços devido ao mesmo estresse fisiológico entre os dias de teste, independentemente do tipo de bebida consumida (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

Aparentemente, a carga de trabalho não apresenta diferença na amplitude de movimento para as articulações do quadril, joelho e tornozelo (MOMENI; FAGHRI; EVANS, 2014), nem para a rotação dos membros inferiores (BINI et al., 2016). Condições submáximas de trabalho também parecem não afetar a cinemática do membro inferior em testes incrementais até a exaustão (BINI et al., 2012). Portanto, provavelmente o efeito da bebida seja melhor visualizado em outras características biomecânicas, tais como a atividade eletromiográfica (SEMG).

As alterações observadas no ângulo da articulação do tornozelo ao longo do exercício são também relatadas por outros autores (BINI; DIEFENTHAELER; MOTA, 2010; WIEST et al., 2009). Alterações no padrão de movimento do tornozelo podem ser uma estratégia para tentar manter a produção de potência e conseguir realizar o exercício (WIEST et al., 2009). A redução da contribuição do tornozelo para a produção de torque sugere que a fadiga reduz a capacidade dos músculos dessa articulação em transferir força até o pedal (BINI; DIEFENTHAELER; MOTA, 2010). Com isso, é possível que adotar posições com maior plantiflexão vise aumentar, entre os músculos da perna, a possibilidade de participação do gastrocnêmio no movimento. No presente estudo, os ângulos mínimo e médio da articulação do tornozelo apresentaram modificações ao longo do exercício na fase de recuperação de acordo com a bebida ingerida. Quando a bebida isotônica foi ingerida, uma maior plantiflexão foi observada ao final do teste, o que sugere participação do gastrocnêmio (flexor plantar). Inclusive, a participação tardia do gastrocnêmio no ciclo do pedal já foi observada em estudos com EMG (HUG; DOREL, 2009). No entanto, essas afirmações devem ser vistas com cuidado,

pois resultados sugerem que alterações na cinemática do tornozelo podem estar associadas a reduções na potência dessa articulação durante a pedalada (MARTIN; BROWN, 2009).

Como limitações do estudo, as avaliações foram realizadas em um teste de carga constante até a exaustão. Medidas de desempenho em protocolos até a exaustão com carga constante são considerados limitados (PATON; HOPKINS, 2001). No entanto, a aplicação de testes contrarrelógio exigem no mínimo três familiarizações com o protocolo para limitar o erro das medições em ciclistas menos experientes (HIBBERT et al., 2017). Com isso, o tempo necessário para a execução da pesquisa tornou inviável a aplicação do protocolo. Outra limitação está nas variáveis de controle entre os dias de consumo da bebida (horas de jejum, alimentação prévia, umidade do ar e outros), que podem ter influenciado o resultado nas variáveis dependentes do teste. Contudo, essas variáveis foram monitoradas e não apresentaram diferença entre os dias de teste. Logo, acreditamos que isso não deve ter influenciado nos resultados. Por fim, como a força aplicada no pedal não foi avaliada, não é possível saber o efeito das mudanças na cinemática do membro inferior para a produção de potência na pedalada. A mensuração da força no pedal de acordo com a ingestão de diferentes tipos de bebida pode servir como sugestão para próximos estudos.

3.5. CONCLUSÃO

A bebida isotônica não aumentou o desempenho físico de ciclistas recreativos no seu tempo até a exaustão. Contudo, o consumo de bebidas isotônicas apresentou efeito na cinemática do tornozelo ao longo de um teste com carga constante. Estudos devem avaliar o efeito da bebida isotônica na ativação neuromuscular e na força dos músculos do membro inferior, visando compreender melhor a adoção deste padrão de movimento.

Tabela 4. Média (\bar{X}) e desvio-padrão (DP) dos ângulos máximo, mínimo e médio do quadril na fase de propulsão e de recuperação com uso do isotônico (ISO) e placebo (PLA) nas diferentes etapas do teste (início, meio e fim).

Ângulo	Fase	Propulsão				Recuperação			
		\bar{X}_{ISO}	DP _{ISO}	\bar{X}_{PLA}	DP _{PLA}	\bar{X}_{ISO}	DP _{ISO}	\bar{X}_{PLA}	DP _{PLA}
Máximo	Início	89,3	9,3	90,4	9,7	88,4	9,4	89,3	9,7
	Meio	89,4	7,7	91,6	10,0	88,4	7,6	90,5	10,0
	Fim	91,0* ^{BM}	8,7	93,6* ^{BM}	10,2	89,9* ^{BM}	8,7	92,4* ^{BM}	10,2
Mínimo	Início	44,4	10,5	44,4	11,6	44,5	10,5	44,5	11,6
	Meio	45,0	9,6	44,6	12,5	45,1	9,6	44,7	12,5
	Fim	45,6* ^{BM}	10,2	47,2* ^{BM}	11,9	45,6	10,2	47,2	12,0
Médio	Início	68,7	9,9	69,1	10,5	63,8	9,8	64,1	10,6
	Meio	68,9	8,9	69,5	11,3	63,9	8,4	64,5	11,2
	Fim	70,1* ^{BM}	9,5	72,0* ^{BM}	10,9	64,5	9,7	66,5	11,4

Legenda: *efeito do tempo, maior média com $p < 0,05$, BM em relação as etapas anteriores do teste.

Tabela 5. Média (\bar{X}) e desvio-padrão (DP) dos ângulos máximo, mínimo e médio do joelho na fase de propulsão e de recuperação com uso do isotônico (ISO) e placebo (PLA) nas diferentes etapas do teste (início, meio e fim).

Ângulo	Fase	Propulsão				Recuperação			
		\bar{X}_{ISO}	DP _{ISO}	\bar{X}_{PLA}	DP _{PLA}	\bar{X}_{ISO}	DP _{ISO}	\bar{X}_{PLA}	DP _{PLA}
Máximo	Início	113,0	4,1	114,0	5,8	115,1	4,0	116,1	5,5
	Meio	114,3* ^B	4,1	114,8* ^B	5,4	116,2* ^B	3,8	116,8* ^B	5,4
	Fim	114,1	5,2	114,9	4,9	116,1	4,9	116,8	4,7
Mínimo	Início	30,7 ^Ψ	9,4	28,2	8,6	34,2 ^Ψ	9,4	31,7	8,9
	Meio	32,6 ^Ψ	9,0	28,1	9,5	36,0 ^Ψ	8,7	31,6	9,7
	Fim	30,9 ^Ψ	11,8	28,6	7,7	34,6 ^Ψ	11,6	32,2	8,0
Médio	Início	65,6	5,7	64,4	5,9	82,8	4,9	82,2	5,7
	Meio	67,1	6,3	64,4	6,2	84,1	4,9	82,4	5,8
	Fim	66,0	7,5	65,2	5,2	83,1	6,9	82,6	5,0

Legenda: Ψ efeito da bebida, maior média com $p < 0,05$, * efeito do tempo, maior média com $p < 0,05$, B em relação ao início do teste.

Tabela 6. Média (\bar{X}) e desvio-padrão (DP) dos ângulos máximo, mínimo e médio do tornozelo na fase de propulsão com uso do isotônico (ISO) e placebo (PLA) nas diferentes etapas do teste (início, meio e fim). Os valores negativos representam dorsiflexão e os valores positivos representam plantiflexão.

Ângulo	Fase	Propulsão			
		\bar{X}_{ISO}	DP_{ISO}	\bar{X}_{PLA}	DP_{PLA}
Máximo	Início	21,4	7,4	20,9	6,7
	Meio	20,7	7,3	19,8	9,2
	Fim	19,3	9,3	20,2	9,1
Mínimo	Início	-1,4	7,4	-2,4	7,6
	Meio	-0,7	6,9	-2,2	8,0
	Fim	-2,1	8,4	-1,5	8,6
Médio	Início	12,8	6,3	12,2	5,6
	Meio	12,6	6,2	11,7	7,4
	Fim	11,2	8,0	12,0	7,6

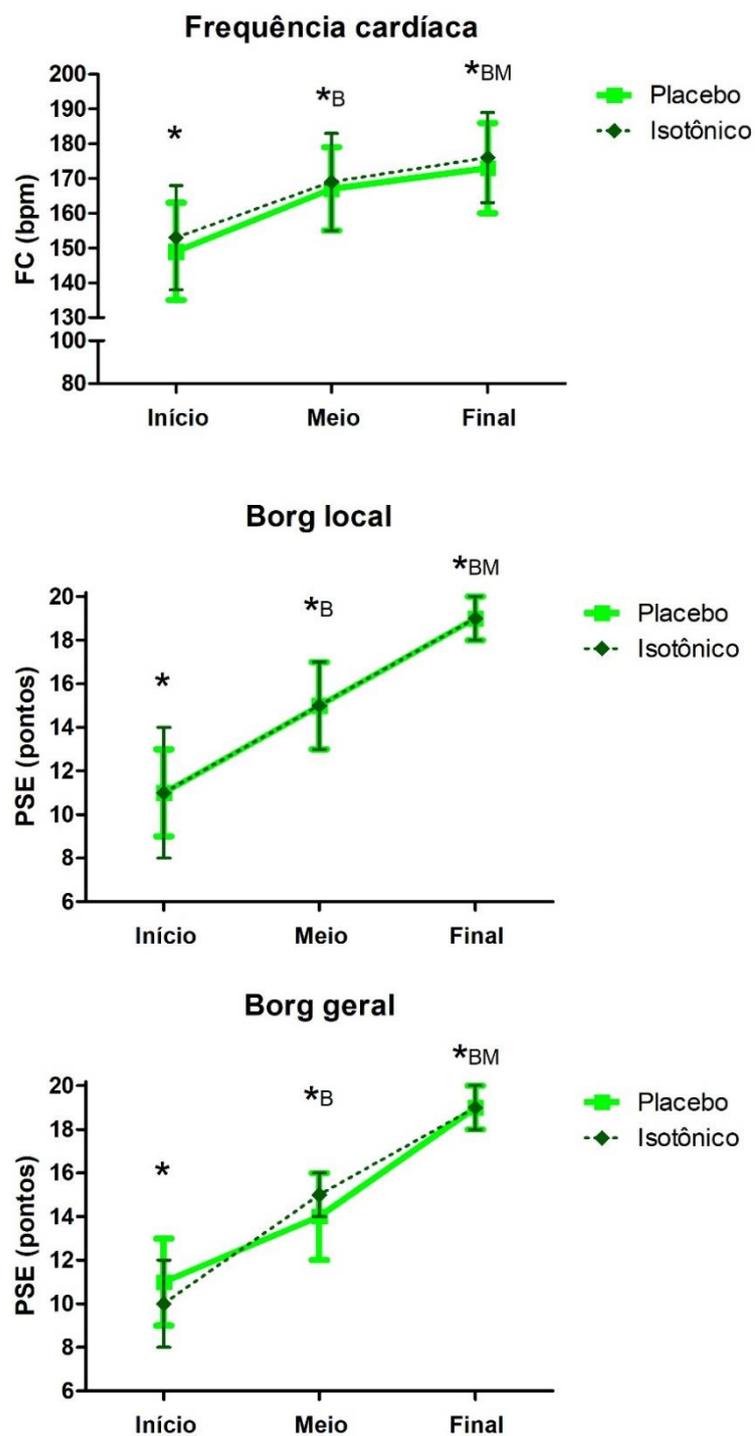
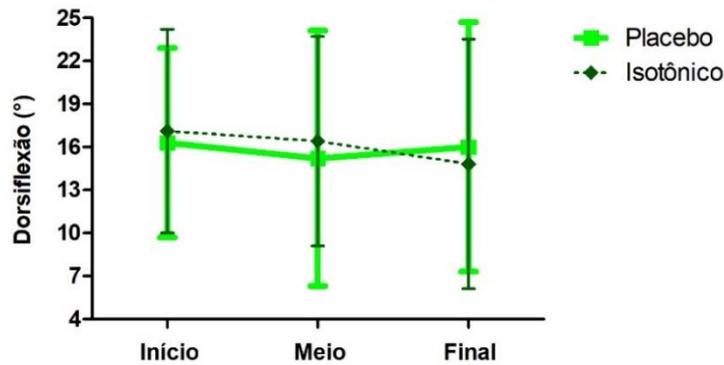


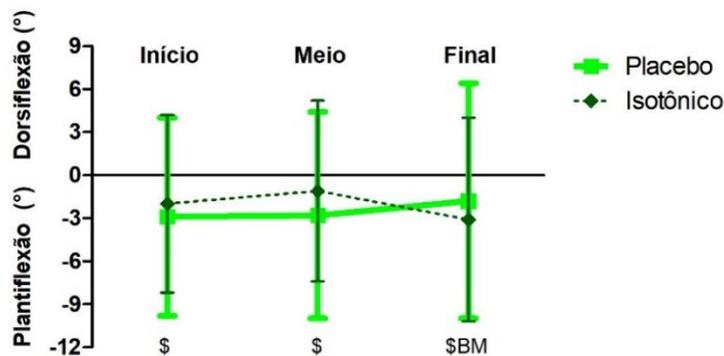
Figura 4. Média e desvio padrão da frequência cardíaca durante o exercício de ciclismo com a ingestão da bebida isotônica e placebo.

Legenda: * efeito do tempo, maior média com $p < 0,05$, BM em relação as etapas anteriores do teste, B em relação ao início do teste.

Tornozelo: ângulo máximo (recuperação)



Tornozelo: ângulo mínimo (recuperação)



Tornozelo: ângulo médio (recuperação)

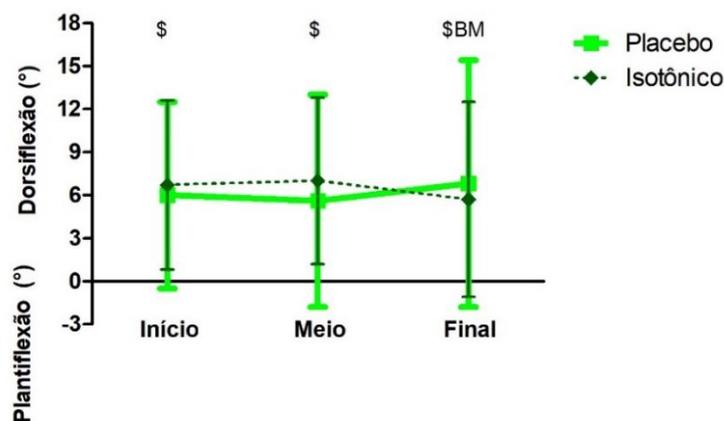


Figura 5. Média e desvio padrão dos ângulos máximo, mínimo e médio do tornozelo na fase de recuperação durante o exercício com a ingestão da bebida isotônica e placebo.

Legenda: \$ efeito de interação com $p < 0,05$, BM em relação as etapas anteriores do teste.

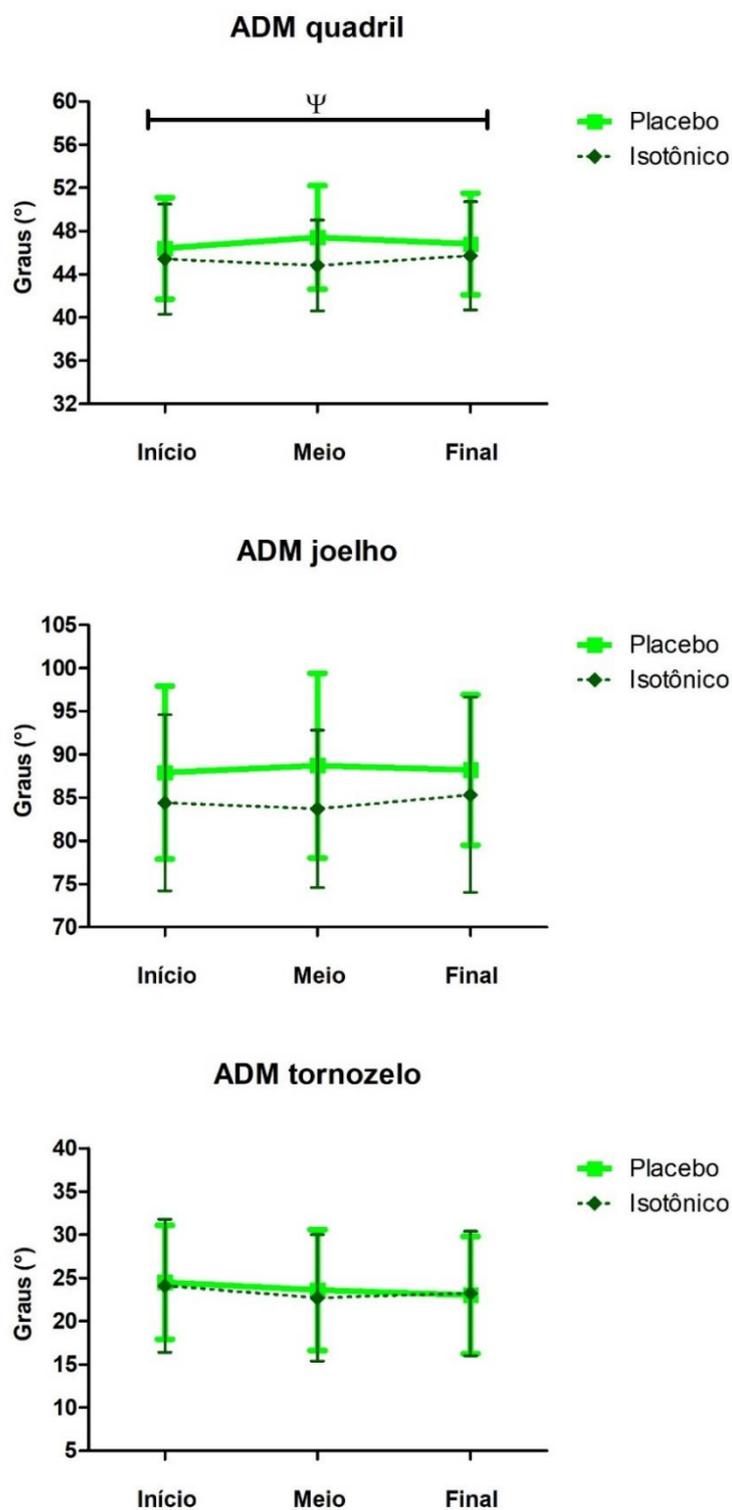


Figura 6. Média e desvio padrão da amplitude de movimento (ADM) durante o exercício com a ingestão da bebida isotônica e placebo.

Legenda: Ψ efeito da bebida, maior média com $p < 0,05$, BM em relação as etapas anteriores do teste, B em relação ao início do teste.

4. CAPÍTULO 4 – EFEITO DA BEBIDA ISOTÔNICA NO DESEMPENHO FÍSICO E NEUROMUSCULAR DE CICLISTAS RECREATIVOS EM UM TESTE CONSTANTE ATÉ A EXAUSTÃO

Pontos chave:

- **O tempo até a exaustão não aumenta com a ingestão prévia de bebida isotônica.**
- **A desidratação absoluta foi maior com o consumo do placebo, sem diferença na taxa de desidratação.**
- **As variáveis psicofisiológicas (frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço) aumentaram ao longo do teste.**
- **Apenas os músculos da perna (tibial anterior e gastrocnêmio) modificaram seu padrão de ativação ao longo do tempo. Ambos diminuíram a ativação com o decorrer do teste.**
- **O músculo tibial anterior também apresentou mudança nos componentes de frequência, com diminuição da contribuição das baixas e aumento das altas frequências ao longo do tempo.**

4.1. INTRODUÇÃO

O estudo da fadiga muscular tem empregado diferentes técnicas para a mensuração a partir de análises dos dados da eletromiografia de superfície (SEMG) (GONZÁLEZ-IZAL et al., 2012). No ciclismo, as análises SEMG têm observado similarmente a relação entre a ativação muscular e o comportamento do sinal durante a fadiga. O comportamento do sinal SEMG durante a fadiga mostra um aumento da ativação muscular (HUG; DOREL, 2009), com maior ativação dos músculos do quadril e joelho (BINI; CARPES, 2014; DIEFENTHAELER et al., 2012), além de mudanças no conteúdo do espectro das frequências, com aumento na contribuição das baixas frequências (PRIEGO-QUESADA et al., 2015b) e redução nas componentes de altas frequências de ativação (DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012a). Essas mudanças no conteúdo SEMG comumente estão associadas com a perda de força e potência durante a execução do exercício (GONZÁLEZ-IZAL et al., 2012). Há uma série de fatores que podem explicar a ocorrência de fadiga durante exercícios prolongados no ciclismo, propondo modelos com variáveis biomecânicas e fisiológicas (ABBISS; LAURSEN, 2005).

A hidratação apresenta um papel importante na alteração do sinal SEMG. Em condições inadequadas de hidratação (desidratação ou hipohidratação), o sinal SEMG e a fadiga muscular associada ocorrem mais cedo em relação a condição de euhidratação (BIGARD et al., 2001), com limitação na produção de força e potência muscular (JUDELSON et al., 2007b). A desidratação ocorre principalmente a partir da produção de suor para realizar a termorregulação corporal, mas induz perda de água e eletrólitos durante o processo (SAWKA et al., 2007). Como consequência desse processo, o atleta apresenta adaptações como o aumento da percepção de esforço, frequência cardíaca e consequente perda de desempenho (PIRES et al., 2018; SAWKA et al., 2007; THOMAS; ERDMAN; BURKE, 2016).

Assim, estratégias para a manutenção do desempenho têm sido propostas para prorrogar os efeitos decorrentes da desidratação. O consumo de bebidas com carboidrato no desempenho do exercício sugere um aumento do desempenho durante o exercício (BONETTI; HOPKINS, 2010; ROLLO; WILLIAMS, 2009). O efeito ergogênico da ingestão de bebidas com carboidratos e eletrólitos está associado primeiramente à manutenção do estado de hidratação, com perdas inferiores a 2% da massa corporal (COYLE, 2004). Contudo, o efeito da bebida também pode apresentar relação com a diminuição da frequência cardíaca, a diminuição da percepção de esforço e com a melhor capacidade de manutenção da temperatura corporal (DE MELO-MARINS et al., 2018; SAWKA et al., 2007).

A estratégia de hidratação é importante para a manutenção do desempenho. O consumo planejado de bebidas contendo carboidratos e eletrólitos antes de exercícios na bicicleta é capaz de prolongar o desempenho (COLOMBANI; MANNHART; METTLER, 2013; LAITANO et al., 2014; NIEMAN et al., 2012). No entanto, os estudos focam no efeito de diferentes suplementações em atletas treinados (NIEMAN et al., 2012; ROLLO; WILLIAMS, 2009, 2010), mas tem dado pouca atenção na hidratação prévia de não atletas com bebidas para prevenir a perda de desempenho durante o exercício. Adicionalmente, os participantes de alguns desses estudos são sujeitos não treinados realizando avaliações na bicicleta, que não apresentam a mesma resistência e características neuromusculares (DOS SANTOS et al., 2017; HUG et al., 2004) comparados a ciclistas habituais. Por fim, poucos estudos realizaram a avaliação com exercícios de intensidade moderada em condições de fadiga (LAITANO et al., 2014; VON TSCHARNER, 2002), que apresentam diferenças em relação a exercícios mais intensos até a exaustão.

Logo, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da bebida isotônica na ativação muscular e em variáveis psicofisiológicas de esforço de ciclistas recreativos em um protocolo

de carga constante até a exaustão. Temos a hipótese de que a bebida aumenta a capacidade de suportar o exercício, retardando o aumento das variáveis psicofisiológicas e neuromusculares.

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Desenho do estudo

O estudo teve um delineamento quase experimental, com arranjo duplo-cego, para comparação do desempenho de ciclistas recreativos com consumo de uma bebida isotônica (experimental) e de uma bebida placebo (controle). Os ciclistas visitaram o laboratório em três dias, com intervalo entre dois e sete dias, para execução de um teste incremental e dois testes constantes com 60% da sua potência máxima.

4.2.2. Participantes

Um cálculo amostral foi realizado a partir de um trabalho (LAITANO et al., 2014) com desenho experimental semelhante ao do presente estudo, usando variáveis de desempenho no exercício e do estado de hidratação. O cálculo levou em consideração um poder de 90%, um nível de significância de 5% e um tamanho de efeito de 1,55. Com isso, o cálculo amostral resultou em um mínimo de 13 ciclistas necessário para o estudo.

Vinte e três ciclistas recreativos saudáveis do sexo masculino participaram voluntariamente do estudo. Antes do início das sessões de avaliação, todos os procedimentos do estudo foram apresentados aos ciclistas, que assinaram um termo de consentimento aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da instituição onde o estudo foi realizado (registro nº #68656317.1.0000.5346). Dois ciclistas não concluíram o protocolo e cinco participantes foram excluídos por problemas na aquisição dos dados eletromiográficos. Com isso, a amostra final foi composta por 16 ciclistas.

4.2.3. Procedimentos

No primeiro dia de avaliação os participantes reportaram as características da prática no ciclismo, como o propósito de pedalada, a modalidade do ciclismo, volume de treinamento e experiência (PRIEGO-QUESADA et al., 2018). No mesmo dia, a mensuração de algumas medidas antropométricas (estatura e peso corporal) também foram realizadas. As características dos ciclistas se encontram a seguir (Tabela 7).

Tabela 7. Média (\bar{X}) e desvio-padrão (DP) das características dos sujeitos.

Ciclistas: estrada = 11; mountain bike = 5	\bar{X}	DP
Frequência (vezes/semana)	3,6	1,9
Horas (horas/semana)	4,0	2,2
Percurso (km/semana)	78,9	55,3
Experiência (anos)	4,4	4,0
Velocidade média/sessão (km/h)	22,7	9,3
Idade (anos)	29,4	5,9
Massa (kg)	72,5	11,6
Estatura (cm)	168,9	16,6

Em seguida, os ciclistas realizaram um teste de carga incremental em suas próprias bicicletas, as quais estavam conectadas em um ciclossimulador (COMPUTRAINER PROLAB 3D, USA) calibrado antes de cada avaliação. O ciclista foi orientado a manter sua cadência entre 70 e 75 rpm durante o teste. A carga inicial foi ajustada em 100 W, com adição de 30 W a cada minuto, até a exaustão, definida como o momento em que a cadência atingiu valores abaixo de 65 rpm (BINI et al., 2016). A potência máxima de cada ciclista foi definida a partir da seguinte equação:

$$P_{MAX} = P_{PICO} + (30 \times T_{ULTIMO}/60)$$

Onde: P_{MAX} = potência máxima, P_{PICO} = última potência atingida, T_{ULTIMO} = tempo atingido na última potência.

Nos dois dias restantes de avaliação, o nível de hidratação do participante foi avaliado ao chegar no laboratório com a escala de coloração da urina de Armstrong (ARMSTRONG, 2005). Então, o peso corporal foi mensurado com a menor vestimenta possível e o participante iniciou a ingestão da bebida. Cada ciclista ingeriu 10 ml/kg (massa corporal do 1º dia) de uma bebida (experimental ou placebo) dividida em sete doses fornecidas a cada 10 minutos (LAITANO et al., 2014). O consumo da bebida apresentou controle duplo cego e a ordem de oferta das bebidas foi realizada de forma controlada e randomizada (1º dia: 56% isotônico). A bebida experimental consistiu de uma bebida isotônica comercial (sabor limão), enquanto o placebo consistiu de um suco com o mesmo sabor. A composição das bebidas está descrita na tabela a seguir (Tabela 8). O sujeito foi preparado para as medições biomecânicas e seguiu para a realização das avaliações.

Tabela 8. Composição nutricional das bebidas.

Ingredientes	Bebida Gatorade (1L)	Suco Clight (1,6g)	Água Ouro Fino (500 mL)
Calorias	46 kcal	5 kcal	–
Carboidratos	12 g	0 g	–
Açúcares	6,9 g	0g	–
Sódio	99 mg	32 mg	1,079 mg/L
Potássio	28 mg	–	0,542 mg/L

Um protocolo de carga constante com intensidade correspondente a 60% da potência máxima obtida no teste de carga incremental (LAITANO et al., 2014) foi aplicado nos dois dias subsequentes. A mesma cadência de pedalada do protocolo de carga incremental foi utilizada e o teste foi finalizado quando (i) a cadência atingiu valores inferiores a 65 rpm (BINI et al., 2016) ou (ii) quando a resposta da escala de percepção de esforço de Borg foi de 19 (Extremamente intenso). A escala de Borg foi explicada de forma padronizada para cada participante do estudo antes de responderem a sua percepção subjetiva de esforço (PSE) local (membros inferiores) e geral (BORG, 1998). Durante o teste, as medidas biomecânicas, da escala de Borg e de frequência cardíaca (Polar FT1, Polar Electro, Kempele, Finlândia) foram registradas a cada três minutos de teste. A massa corporal foi novamente mensurada imediatamente ao final do teste, para determinar o percentual de desidratação (percentual de massa perdida durante o teste relativo a massa inicial) e a taxa de sudorese (perda de suor relativa ao tempo de teste) de cada ciclista.

Um termo higrômetro digital (Tomate® PD002), com resolução de 1°C e de 1% de umidade, foi utilizado para observar as condições do ambiente. Nos dois dias de teste a umidade do ar foi registrada e a temperatura da sala foi controlada entre 20°C e 23°C (22°C: 94%), para minimizar o estresse térmico dos ciclistas (ANGUS et al., 2000).

4.2.4. Coleta dos dados

Câmeras de infravermelho (Vicon Motion Systems, Oxford, UK) registraram o movimento de um marcador anexado no pedal para obter dos ciclos de pedalada. Os dados do marcador foram capturados com uma frequência de amostragem ajustada em 200 Hz. A trajetória do pedal direito foi rastreada para determinar o início de cada revolução (zero de velocidade vertical).

A ativação muscular dos membros inferiores foi monitorada pelo sistema TeleMyo Desktop DTS (Noraxon, Arizona, USA), com frequência de amostragem de 3000 Hz. Os eletrodos foram colocados nos seguintes músculos: reto femoral (RF), bíceps femoral (BF), tibial anterior (TA) e gastrocnêmio medial (GM) do membro inferior direito. Os procedimentos de preparação da pele e de localização dos eletrodos seguiram todas as recomendações propostas pela SENIAM (HERMENS et al., 2000), usando um mapa (folha de acetato) para replicação da posição dos eletrodos entre os dias. Um multímetro mediu a resistência entre eletrodos e tecidos biológicos para determinar a impedância pele/eletrodo. O limite de 20 kOhm de impedância da pele foi estipulado como limite de aceitação para o início da coleta de dados (KONRAD, 2005).

Quatro pares de eletrodos Ag/AgCl passivos de superfície (configuração bipolar), com 20 mm de diâmetro e distância de 20 mm entre o centro de cada eletrodo, foram colocados nos músculos propostos. Cada um dos eletrodos estava conectado aos sensores do sistema, que possuem ganho eletrônico de 200x e total de 500x, ruído de base $< 1 \mu\text{V RMS}$, impedância de entrada $> 100 \text{ MOhm}$, taxa de rejeição de modo comum $> 100 \text{ dB}$. Os sensores enviaram o sinal SEMG para o receptor do sistema NORAXON conectado ao sistema VICON. Os dados de SEMG e cinemáticos estavam sincronizados durante a coleta de dados.

4.2.5. Processamento dos dados

Para cada tentativa, 15 revoluções do pedal foram retiradas para a análise a cada três minutos de teste. Inicialmente, os dados brutos de SEMG passaram por um filtro Butterworth de 2ª ordem, com passagem de banda entre 20 e 500 Hz. Então, o sinal de cada músculo foi avaliado a partir de análises de banda de frequência, como descrito em trabalhos anteriores (BINI et al., 2018; DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012a). Esse procedimento consiste em aplicar nove diferentes combinações de filtros passa banda no sinal SEMG (Tabela 9). O valor RMS médio, com janela de 40 ms, dos sinais SEMG atenuados pelo filtro representou a intensidade de ativação durante cada período do teste. Uma média dos sinais das duas primeiras bandas de frequência representou os componentes de baixa frequência de ativação (LF), enquanto a média da quinta, sexta e sétima bandas representou os componentes de alta frequência (HF) do sinal (BINI et al., 2018; PRIEGO-QUESADA et al., 2015b). A somatória do RMS das frequências de todas as bandas de frequência descreveu a ativação geral do músculo (OV) durante cada tentativa. Os dados de alta e baixa frequências foram normalizados pelo valor da ativação total, enquanto os valores de ativação geral ao longo do teste foram

normalizados pelos valores da primeira tentativa (BINI et al., 2018; DIEFENTHAELER et al., 2012).

Tabela 9. Série de bandas de frequência de filtragem do sinal eletromiográfico(DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012a).

Banda	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Alta (Hz)	48,45	75,75	110,00	149,00	193,45	244,45	300,80	363,80	431,65
Baixa (Hz)	26,95	48,45	74,80	108,00	146,95	191,75	242,20	297,40	359,35

Uma regressão linear foi realizada nos dados de LF, HF e OV para cada sujeito. O valor do coeficiente de inclinação da reta de regressão (α_{RETA}) representou o comportamento dos músculos resultante ao longo do teste (Figura 7).

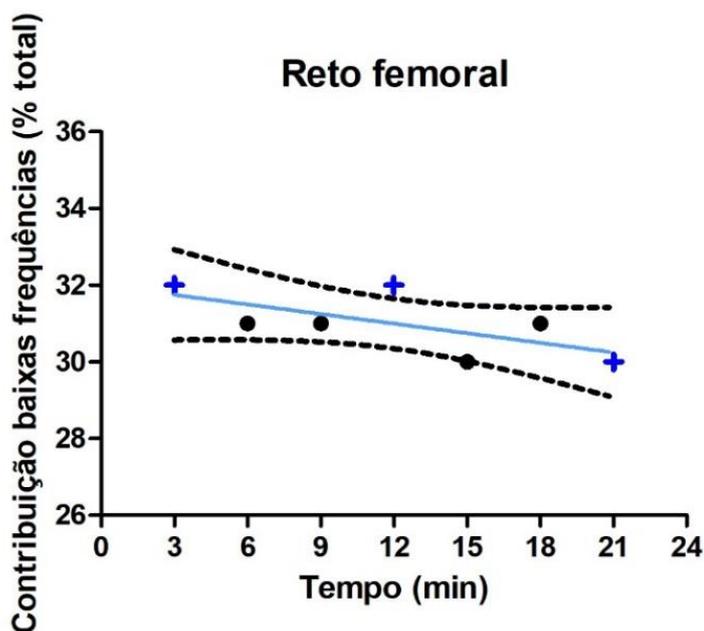


Figura 7. Contribuição das baixas frequências (% da ativação total) do reto femoral ao longo do protocolo. As cruzes azuis (+) representam os dados coletados no início, meio e fim do teste. O coeficiente da reta (azul clara) representou a tendência geral dos dados ao longo do teste. Figura ilustrativa de um dos ciclistas.

Todo o processamento dos dados foi realizado a partir de rotinas customizadas criadas no software MATLAB[®] (The MathWorks, Natick, MA).

4.2.6. Análise estatística

Inicialmente, a mediana dos dados em cada uma das 15 revoluções do pedal foi utilizada para representar as variáveis SEMG em cada tentativa. Os dados das tentativas do início, meio e final do teste foram para as análises.

O teste de Shapiro-Wilk analisou a normalidade das variáveis. Quando a normalidade não foi confirmada, uma transformada logarítmica foi realizada nos dados não-paramétricos. As variáveis de controle (umidade, estado de hidratação inicial, horas em jejum, calorias ingeridas antes do teste) e as variáveis de hidratação (taxa de sudorese e percentual de desidratação) foram comparadas entre as bebidas a partir de um teste t para amostras pareadas (unicaudal). As variáveis coletadas durante o protocolo (FC, Borg e SEMG) foram comparadas a partir de uma ANOVA repetida de duas vias (bebida * tempo). Em caso de valores F críticos, contrastes simples adotando o início do teste como categoria de referência foram utilizados para localizar as diferenças (FIELD, 2013). O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5%. Os valores apresentados nos resultados, incluindo os das variáveis transformadas, estão em seus valores originais.

4.3. RESULTADOS

Inicialmente, as variáveis de controle não apresentaram diferença entre os dias de teste (Tabela 10). No entanto, o percentual de desidratação foi menor no dia de consumo do isotônico, mas isso não resultou em um maior tempo até a exaustão dos ciclistas (Figura 8).

Tabela 10. Média (\bar{X}) e desvio-padrão (DP) das variáveis de controle e de hidratação nos dias de teste com consumo de isotônico (ISO) e placebo (PLA).

	HM (%)		CA (kcal)		JJ (min)		UR (pontos)		TS (L*s ⁻¹)	
	ISO	PLA	ISO	PLA	ISO	PLA	ISO	PLA	ISO	PLA
\bar{X}	65,9	63,7	1245	1332	263	239	3	3	1622	1552
DP	11,0	6,7	593	782	102	78	1	1	1026	931

Legenda: HM = umidade, CA = calorias ingeridas, JJ = minutos em jejum até o início do teste, UR = cor da urina, S = taxa de sudorese.

As variáveis psicofisiológicas (PSE e FC) apresentaram apenas efeito do tempo. Ambas as variáveis aumentaram seus valores em relação ao início do teste com o decorrer do tempo (Figura 9).

Em relação a ativação neuromuscular, os músculos RF e BF não apresentaram qualquer mudança ao longo do teste ao consumir ambas as bebidas (Tabela 11). Entretanto, os músculos TA e GM mostraram adaptações com efeito do tempo. Apenas o músculo TA teve alteração na contribuição das baixas e altas frequências (Figura 10A). Ao final do teste, as LF diminuíram sua contribuição relativa no sinal, com aumento da participação das HF nessa etapa do teste. Ambos os músculos diminuíram OV no meio e no final do teste comparado ao início (Figura 10C e Figura 10D).

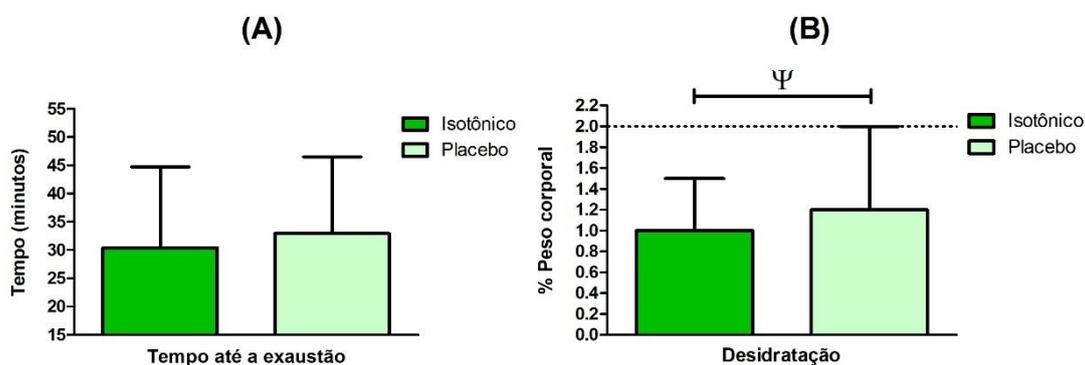


Figura 8. Média e desvio-padrão do tempo até a exaustão (A) e do percentual de desidratação (B) com o consumo de bebida isotônica e do placebo.

Legenda: Ψ efeito da bebida, menor média em relação ao início do teste ($p < 0,05$).

4.4. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da bebida isotônica no desempenho físico, psicofisiológico e neuromuscular de ciclistas recreativos ao longo de um teste constante até a exaustão. Nenhum efeito da bebida foi visualizado no desempenho neuromuscular ou psicofisiológico. Ambos os aspectos foram sensíveis apenas ao efeito do tempo.

O percentual de desidratação foi reduzido com a ingestão da bebida isotônica. No entanto, a capacidade de resistir ao exercício não aumentou de acordo com a bebida. Há duas possíveis explicações para a ausência de diferenças no desempenho físico. Primeiro, a perda inferior a 2% da massa corporal para ambas as bebidas pode ser insuficiente para reduzir o desempenho (COYLE, 2004; SAWKA et al., 2007). O consumo de bebidas como controle muitas vezes tem sido suficiente para a manutenção do estado de hidratação e, conseqüentemente, apresentando desempenhos de exercício similares aos da bebida isotônica (BONETTI; HOPKINS, 2010; ROLLO; WILLIAMS, 2010). Recentemente, resultados

mostram que volumes reduzidos de líquido já são suficientes para a manutenção na capacidade de suportar o exercício (DE MELO-MARINS et al., 2018). Outra explicação para a ausência de diferença no tempo até a exaustão pode ser o fato de que nossos resultados não apontaram diferença na taxa de sudorese, que remete a perda de suor relativa ao tempo de exercício.

As variáveis FC e PSE aumentaram durante a execução do teste, sem efeito para a ingestão da bebida. O aumento do esforço psicofisiológico é um efeito claro do tempo com o decorrer do exercício (SAWKA et al., 2007; THOMAS; ERDMAN; BURKE, 2016). No entanto, essas mudanças parecem acontecer em graus mais elevados de desidratação (SAWKA et al., 2007) ou em condições de consumo reduzido de líquido (DE MELO-MARINS et al., 2018). Estudos prévios também não identificaram melhoria na FC e PSE de acordo com a ingestão de bebida com eletrólitos ou carboidrato (LEE; RUTHERFURD-MARKWICK; ALI, 2018; ROLLO; WILLIAMS, 2009, 2010). Adicionalmente, bebidas com índices mais elevados de concentração de substâncias (carboidrato, potássio, sódio) apresentam um esvaziamento gástrico lento, que dificulta a absorção do líquido e desses minerais (SAWKA et al., 2007). Como consequência, estudos que verificam maiores FC com estas bebidas (BONETTI; HOPKINS, 2010; LAITANO et al., 2014) podem ter associação com a dificuldade de absorção do líquido para manter o volume plasmático do sangue e a corrente sanguínea (BONETTI; HOPKINS, 2010; COOMBES; HAMILTON, 2000). Logo, a intensidade similar da FC entre bebidas pode inclusive ser o principal ponto para explicar a ausência de diferenças para a PSE.

A bebida não apresentou efeito nos dados SEMG dos músculos avaliados. Exercícios até a exaustão induzem maior ativação neuromuscular dos músculos do quadril e joelho (BINI et al., 2018; BINI; CARPES, 2014; CAMATA et al., 2011; DIEFENTHAELER et al., 2012; DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012a; PRIEGO-QUESADA et al., 2015b), músculos maiores e capazes de produzir mais força. Nosso estudo não apontou efeito do tempo para os músculos RF e BF, mas mostrou diminuição da ativação geral dos músculos TA e GM. Apesar de protocolos exaustivos aumentarem a necessidade de recrutamento neuromuscular geral, aparentemente os músculos da perna diminuem sua contribuição ao final de testes com elevada carga constante (DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012a) ou nem alteram sua contribuição em testes incrementais (PRIEGO-QUESADA et al., 2015b). No entanto, ambos os testes apresentam alta intensidade e curta duração. Logo, a diminuição na ativação geral do GM vista em nossos resultados pode ser consequência dos maiores tempos de teste em relação aos demais estudos.

Exercícios exaustivos no ciclismo usualmente induzem um aumento na participação das LF (BIGARD et al., 2001; CAMATA et al., 2011; DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012a; PRIEGO-QUESADA et al., 2015b), em função da maior resistência de fibras lentas à fadiga, que possuem menor frequência de disparo. O decréscimo no espectro da frequência parece ser ainda maior em estado de desidratação (BIGARD et al., 2001). Os resultados de SEMG do presente estudo indicaram que apenas o músculo TA alterou a contribuição das componentes LF e HF no espectro das frequências, mas sem efeito da bebida ingerida. Contudo, o músculo apresentou aumento da participação das HF simultaneamente a um decréscimo das LF durante o protocolo. Nossos resultados são similares a obtidos em protocolos submáximos de corrida (WAKELING et al., 2001) e ciclismo (VON TSCHARNER, 2002), concordando que a intensidade do exercício tem papel crucial no padrão de recrutamento muscular (DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012a). É possível que exercícios submáximos sequer sejam suficientes para resultar adaptações nas respostas neuromusculares (KAY et al., 2001; PRIEGO et al., 2014). Os resultados do presente estudo podem ser importantes pelo fato de que ciclistas recreativos não estão habituados a pedalar em intensidades elevadas (PRIEGO-QUESADA et al., 2018), como requerido em protocolos máximos realizados em diversos trabalhos prévios.

O presente estudo possui limitações a serem consideradas. O protocolo de carga constante utilizado é responsável por gerar grande variabilidade de desempenho nos resultados (PATON; HOPKINS, 2001), confundindo os resultados de efeito de cada bebida. No entanto, protocolos contrarrelógio exigem adaptação de um número considerável de dias (HIBBERT et al., 2017), incluindo inclusive a estratégia de hidratação usada convencionalmente pelo atleta (STEVENS; DASCOMBE, 2015). Com isso, a execução desse tipo de teste também não assegura que a variabilidade seria reduzida em nosso protocolo. Outro ponto a ser ressaltado é que não necessariamente mudanças no sinal SEMG refletem mudanças na força. A ativação neuromuscular possui relação não-linear com a força muscular nos domínios do tempo e da frequência nos diferentes tipos de contração muscular (HOF, 1997; MADELEINE et al., 2001). Além disso, a produção de força depende de grupos musculares ao redor de uma articulação, não apenas da ativação de um único músculo (HOF, 1997). Portanto, o aumento de ativação geral ou de alguma frequência do sinal em situações de fadiga (BINI et al., 2018; DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012a; PRIEGO et al., 2014) pode não necessariamente representar capacidade de transmitir força até o pedal.

Como sugestão para futuros estudos, pesquisadores podem avaliar o efeito da bebida na capacidade de produção específica de força no pedal, com intuito de compreender a capacidade

de ativação muscular em transmitir força até o pedal. Outra perspectiva a ser estudada é a relação entre o sinal SEMG e a temperatura da pele. Resultados recentes têm mostrado que uma maior ativação geral acompanhada de menores frequências geram menor temperatura da pele (PRIEGO-QUESADA et al., 2015a), fator que possui relação importante com a hidratação (DE MELO-MARINS et al., 2018; SAWKA et al., 2007). Por fim, o efeito da bebida deve ser testado em protocolos diferentes ao do presente estudo, com objetivo de descobrir se a bebida isotônica auxilia em testes de contrarrelógio (mais comuns em avaliações de laboratório).

4.5. CONCLUSÃO

A bebida isotônica não melhorou o desempenho físico dos ciclistas executando um teste constante até a exaustão. Apesar da perda de suor ter sido menor com consumo do isotônico, a ingestão de placebo foi suficiente para evitar a perda de 2% da massa do sujeito. Tanto as variáveis psicofisiológicas (frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço local e geral) quanto as variáveis neuromusculares (eletromiográficos) apresentaram mudança dos seus valores com o decorrer do teste, porém sem efeito da bebida. Nos estágios mais tardios do teste, a frequência cardíaca, a percepção de esforço e a contribuição dos componentes de alta frequência do músculo tibial apresentaram-se maiores. Essas adaptações sugerem um maior esforço para manutenção da tarefa, independentemente do tipo de bebida ingerido.

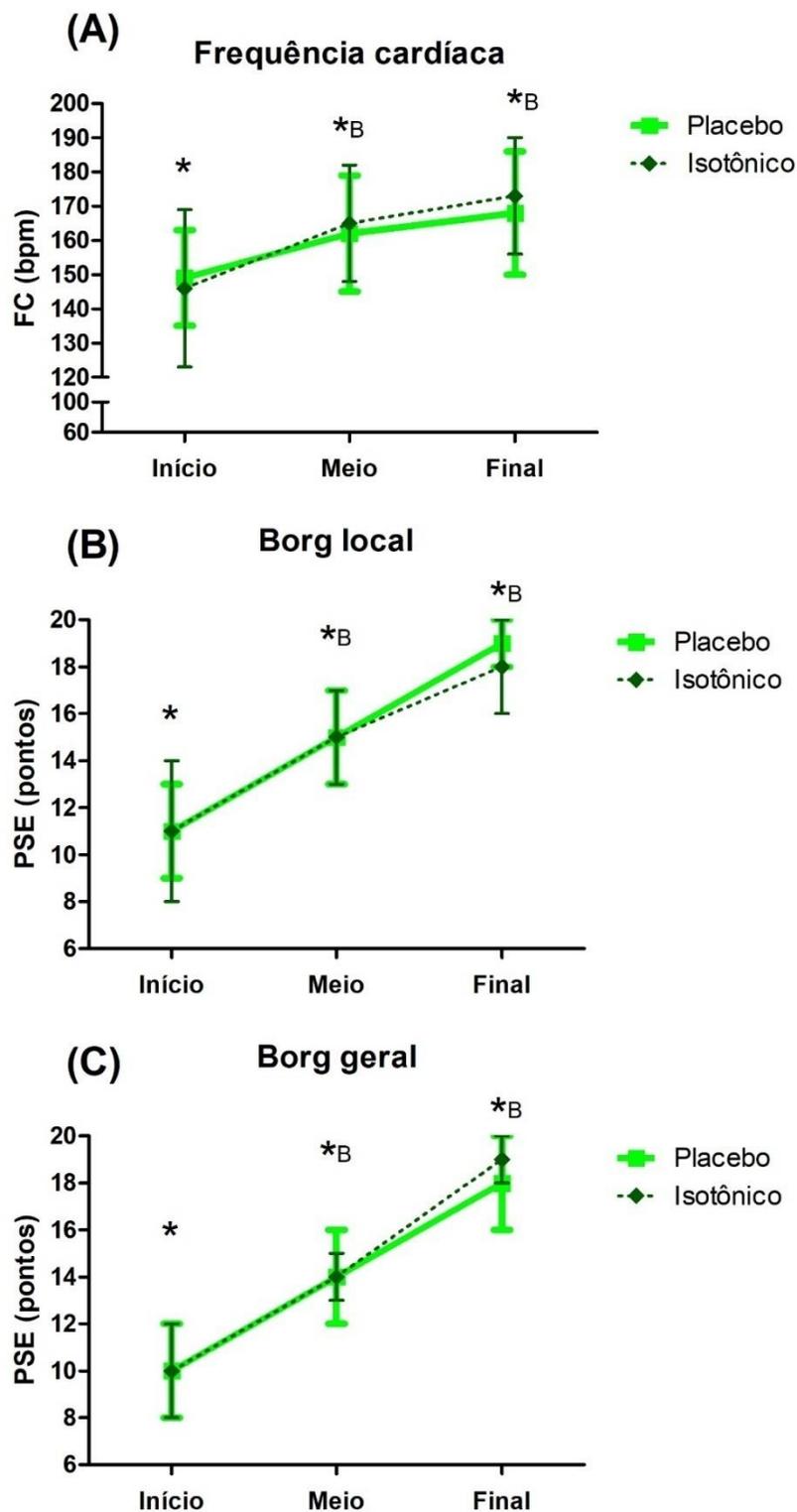


Figura 9. Média e desvio-padrão da frequência cardíaca (A) e da percepção subjetiva de esforço local (B) e geral (C) durante o teste com a ingestão de isotônico ou placebo.

Legenda: * efeito do tempo, maior média com $p < 0,05$, B em relação ao início do teste.

Tabela 11. Contribuição dos componentes de baixa frequência (LF), alta frequência (HF), ativação total (OV) e comportamento das frequências ao longo do teste (α_{RETA}) com consumo de bebida isotônica (ISO) ou placebo (PLA). Média (\bar{X}) e desvio-padrão (DP) dos músculos reto femoral (RF), bíceps femoral (BF), tibial anterior (TA) e gastrocnêmio medial (GM).

	LF (% OV)				HF (% OV)				OV (% 1ª tentativa)			
	\bar{X}_{ISO}	DP _{ISO}	\bar{X}_{PLA}	DP _{PLA}	\bar{X}_{ISO}	DP _{ISO}	\bar{X}_{PLA}	DP _{PLA}	\bar{X}_{ISO}	DP _{ISO}	\bar{X}_{PLA}	DP _{PLA}
RF												
Início	32,6	3,0	32,0	3,0	3,3	1,1	3,6	1,1	100,0	0,0	100,0	0,0
Meio	32,3	3,2	31,8	2,7	3,3	1,2	3,6	1,1	102,6	41,1	95,9	17,7
Fim	31,9	3,1	31,4	3,9	3,5	1,1	3,8	1,5	122,8	69,1	101,0	41,4
BF												
Início	31,3	2,6	31,4	2,2	3,5	1,1	3,5	0,8	100,0	0,0	100,0	0,0
Meio	31,0	3,3	31,3	2,1	3,7	1,5	3,5	0,6	91,2	35,0	102,2	33,5
Fim	30,6	3,3	30,7	2,5	4,0	1,5	3,8	1,1	90,0	46,5	97,4	42,7
α_{RETA}												
RF	-0,02	0,09	-0,01	0,07	0,00	0,04	0,00	0,03	1,45	3,15	0,27	2,14
BF	0,00	0,09	0,00	0,07	0,01	0,04	0,00	0,03	-0,01	2,49	-0,02	1,06
TA	-0,06	0,10	-0,03	0,10	0,04	0,05	0,01	0,05	-1,03	2,73	-0,85	1,39
GM	-0,05	0,16	-0,01	0,07	0,03	0,09	0,00	0,04	-0,96	0,83	-0,86	1,65

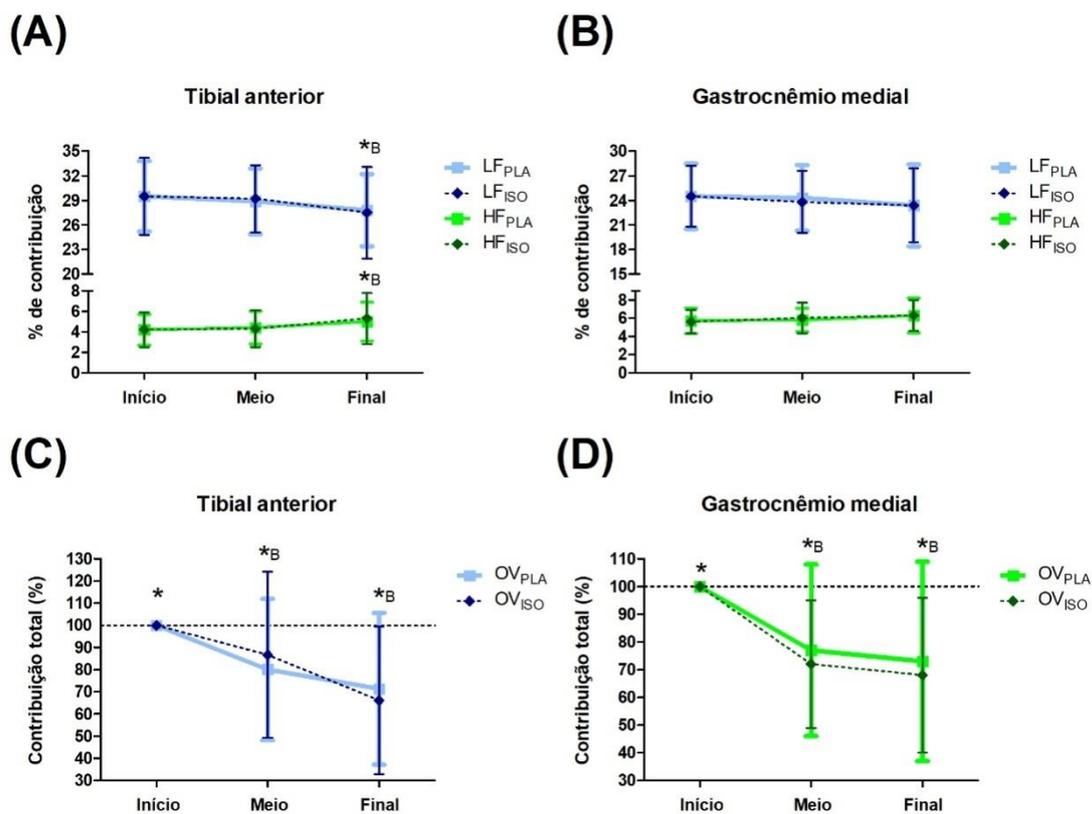


Figura 10. Componentes de ativação muscular do tibial anterior (A) e do gastrocnêmio medial (B) com o consumo de bebida isotônica e do placebo. Ativação geral do tibial anterior (C) e do gastrocnêmio medial (D) com o consumo de bebida isotônica e do placebo.

Legenda: * efeito do tempo com $p < 0,05$, B em relação ao início do teste.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de dissertação teve como principal objetivo compreender o efeito da bebida isotônica sobre o desempenho de ciclistas recreativos. O desempenho destes ciclistas foi avaliado a partir da mensuração de parâmetros físicos, de hidratação, biomecânicos e psicofisiológicos. De maneira geral, os resultados do presente trabalho não apresentaram melhoria a partir da ingestão prévia de bebida isotônica nos diferentes parâmetros mencionados.

Relativo ao desempenho físico dos ciclistas, a bebida isotônica não resultou no aumento do tempo até atingir a exaustão. Com isso, a capacidade de tolerância ao exercício parece não ser modificada de acordo com o tipo de bebida ingerido.

A respeito dos parâmetros de hidratação, a bebida apresentou maior desidratação absoluta (perda de peso em suor) com o consumo de placebo ao longo do tempo. No entanto, o resultado não sugere que a bebida isotônica consegue manter por mais tempo o estado de hidratação. Quanto aos parâmetros psicofisiológicos, a frequência cardíaca não apresentou efeito para o tipo de bebida ingerido, com aumento dos seus valores apenas para o tempo de teste. Por sua vez, a percepção subjetiva de esforço apresentou resultados idênticos aos observados para a frequência cardíaca.

Os parâmetros biomecânicos apresentaram pequenas alterações como resultado do consumo de bebida isotônica. A presente dissertação analisou a cinemática de três articulações e a ativação eletromiográfica de quatro músculos do membro inferior. Apenas a articulação do tornozelo apresentou interação entre a bebida e o tempo para as variáveis ângulo mínimo e médio na fase de recuperação da pedalada. Ao consumir a bebida isotônica, os ciclistas apresentaram um aumento da plantiflexão do tornozelo no final do teste. A estratégia de movimento desta articulação pode estar associada ao comportamento dos músculos que atuam no tornozelo. Os dois músculos da perna analisados (tibial anterior e gastrocnêmio) apresentaram diminuição da ativação total com o passar do tempo. Além disso, houve mudança na contribuição dos componentes de frequência do tibial anterior, com diminuição das baixas frequências e aumento das altas frequências com o decorrer do teste. Embora a articulação do tornozelo possa estar associada a estes músculos, não foram analisadas relações entre ambas as variáveis. Com isso, a análise do efeito da bebida na relação entre a cinemática do tornozelo e a ativação dos músculos envolvidos nesta articulação pode servir como sugestão para futuros trabalhos.

REFERÊNCIAS

- ABBISS, C. R.; LAURSEN, P. B. Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, [s. l.], v. 35, n. 10, p. 865–98, 2005. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16180946>>. Acesso em: 16 out. 2018.
- ALTIMARI, L. R. et al. A ingestão de cafeína aumenta o tempo para fadiga neuromuscular e o desempenho físico durante exercício supramáximo no ciclismo. **Brazilian Journal of Biomotricity**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 195–203, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/930/93020306/>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- ANGUS, D. J. et al. Effect of carbohydrate or carbohydrate plus medium-chain triglyceride ingestion on cycling time trial performance. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 88, n. 1, p. 113–119, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10642370>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- ARMSTRONG, L. E. Hydration Assessment Techniques. **Nutrition Reviews**, [s. l.], v. 63, n. 6, p. S40–S54, 2005. Disponível em: <<https://academic.oup.com/nutritionreviews/article-lookup/doi/10.1111/j.1753-4887.2005.tb00153.x>>. Acesso em: 16 out. 2018.
- BIGARD, A. X. et al. Effects of dehydration and rehydration on EMG changes during fatiguing contractions. **Medicine and science in sports and exercise**, [s. l.], v. 33, n. 10, p. 1694–700, 2001. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11581554>>. Acesso em: 16 out. 2018.
- BINI, R. R. et al. Joint kinematics assessment during cycling incremental test to exhaustion. **Isokinetics and Exercise Science**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 99–105, 2012. Disponível em: <<https://content.iospress.com/articles/isokinetics-and-exercise-science/ies00447>>. Acesso em: 17 out. 2018.
- BINI, R. R. et al. Three-dimensional kinematics of competitive and recreational cyclists across different workloads during cycling. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 16, n. 5, p. 553–559, 2016. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17461391.2015.1135984>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- BINI, R. R. et al. Reproducibility of upper leg EMG frequency content during cycling. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 36, n. 5, p. 485–491, 2018. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640414.2017.1318217>>. Acesso em: 16 out. 2018.

- BINI, R. R.; CARPES, F. P. **Biomechanics of cycling**. [s.l.] : Springer International Publishing, 2014. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ZUG3BAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&ots=ufF62GZhO9&sig=Uv_f6E2oeOFGASkxlkR4b2Zxcpl#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 16 out. 2018.
- BINI, R. R.; DIEFENTHAELER, F.; MOTA, C. B. Fatigue effects on the coordinative pattern during cycling: Kinetics and kinematics evaluation. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 102–107, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641108001594>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- BONETTI, D. L.; HOPKINS, W. G. Effects of Hypotonic and Isotonic Sports Drinks on Endurance Performance and Physiology. **Sportscience**, [s. l.], v. 14, p. 63–70, 2010. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-Hypotonic-and-Isotonic-Sports-Drinks-on-Bonetti-Hopkins/7c94242fa1279cec4dcf3ffafa5dfdc47c5ff702>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- BORG, G. **Borg's perceived exertion and pain scales**. [s.l.] : Human kinetics, 1998. Disponível em: <<http://psycnet.apa.org/record/1998-07179-000>>. Acesso em: 16 out. 2018.
- CAMATA, T. V et al. Electromyographic Activity and Rate of Muscle Fatigue of the Quadriceps Femoris During Cycling Exercise in the Severe Domain. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 25, n. 9, p. 2537–2543, 2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21804424>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- CARPES, F. P. et al. Influence of leg preference on bilateral muscle activation during cycling. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 151–159, 2011. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640414.2010.526625>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- CARVALHO, T. De; MARA, L. S. De. Hidratação e Nutrição no Esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 144–148, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922010000200014&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 15 out. 2018.
- CHAPMAN, A. et al. Do differences in muscle recruitment between novice and elite cyclists reflect different movement patterns or less skilled muscle recruitment? **Journal of Science and Medicine in Sport**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 31–34, 2009. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18077215>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- COLOMBANI, P. C.; MANNHART, C.; METTLER, S. Carbohydrates and exercise

performance in non-fasted athletes: A systematic review of studies mimicking real-life. **Nutrition Journal**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 16, 2013. Disponível em: <<http://nutritionj.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2891-12-16>>. Acesso em: 16 out. 2018.

COOMBES, J. S.; HAMILTON, K. L. The effectiveness of commercially available sports drinks. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 181–209, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10739268>>. Acesso em: 16 out. 2018.

COYLE, E. F. Fluid and fuel intake during exercise. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 39–55, 2004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14971432>>. Acesso em: 15 out. 2018.

DE MELO-MARINS, D. et al. Personalized Hydration Strategy Attenuates the Rise in Heart Rate and in Skin Temperature Without Altering Cycling Capacity in the Heat. **Frontiers in nutrition**, [s. l.], v. 5, p. 22, 2018. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29707541>>. Acesso em: 15 out. 2018.

DIEFENTHAELER, F. et al. Muscle activity and pedal force profile of triathletes during cycling to exhaustion. **Sports Biomechanics**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 10–19, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22518941>>. Acesso em: 17 out. 2018.

DIEFENTHAELER, F.; BINI, R. R.; VAZ, M. A. Análise da ativação muscular durante a pedalada até a exaustão utilizando bandas de frequência. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 243–253, 2012. a. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/view/19798>>. Acesso em: 17 out. 2018.

DIEFENTHAELER, F.; BINI, R. R.; VAZ, M. A. Análise da técnica de pedalada durante o ciclismo até a exaustão. **Motriz: Revista de Educação Física**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 476–486, 2012. b. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-65742012000300008&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 15 out. 2018.

DINGWELL, J. B. et al. Changes in Muscle Activity and Kinematics of Highly Trained Cyclists During Fatigue. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, [s. l.], v. 55, n. 11, p. 2666–2674, 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18990638>>. Acesso em: 15 out. 2018.

DOS SANTOS, R. de M. et al. Muscle fatigue in participants of indoor cycling. **Muscles, ligaments and tendons journal**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 173–179, 2017. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28717626>>. Acesso em: 15 out. 2018.

FIELD, A. P. **Discovering statistics using IBM SPSS statistics : and sex and drugs and rock “n” roll**. 4. ed. [s.l.] : SAGE, 2013.

GALLOWAY, S. D. R.; LOTT, M. J. E.; TOULOUSE, L. C. Preexercise Carbohydrate Feeding and High-Intensity Exercise Capacity: Effects of Timing of Intake and Carbohydrate Concentration. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 258–266, 2014. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24281911>>. Acesso em: 16 out. 2018.

GONZÁLEZ-IZAL, M. et al. Electromyographic models to assess muscle fatigue. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 501–512, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641112000508>>. Acesso em: 16 out. 2018.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of electromyography and kinesiology**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 361–74, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11018445>>. Acesso em: 16 out. 2018.

HERNANDEZ, A. J.; NAHAS, R. M. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista brasileira de medicina do esporte**, [s. l.], v. 15, n. 3, supl.0, p. 3–12, 2009. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=517421&indexSearch=ID>>. Acesso em: 15 out. 2018.

HIBBERT, A. W. et al. Familiarization Protocol Influences Reproducibility of 20-km Cycling Time-Trial Performance in Novice Participants. **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 8, p. 488, 2017. Disponível em: <<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2017.00488/full>>. Acesso em: 16 out. 2018.

HOF, A. L. The relationship between electromyogram and muscle force. **Sportverletzung · Sportschaden**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 79–86, 1997. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9351163>>. Acesso em: 16 out. 2018.

HUG, F. et al. EMG versus oxygen uptake during cycling exercise in trained and untrained subjects. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 187–195, 2004. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641103000816>>. Acesso em: 16 out. 2018.

HUG, F.; DOREL, S. Electromyographic analysis of pedaling: A review. **Journal of**

Electromyography and Kinesiology, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 182–198, 2009. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18093842>>. Acesso em: 16 out. 2018.

JACQUES, T. C. et al. Implicações da cadência de pedalada sobre a potência mecânica e o período de contração muscular no ciclismo. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 387–394, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-55092014000300387&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 15 out. 2018.

JEUKENDRUP, A. A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, [s. l.], v. 44, n. Suppl 1, p. S25–S33, 2014. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24791914>>. Acesso em: 16 out. 2018.

JEUKENDRUP, A. E. Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 29, n. suppl 1, p. S91–S99, 2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21916794>>. Acesso em: 15 out. 2018.

JUDELSON, D. A. et al. Hydration and muscular performance: does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance? **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, [s. l.], v. 37, n. 10, p. 907–21, 2007. a. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17887814>>. Acesso em: 15 out. 2018.

JUDELSON, D. A. et al. Effect of hydration state on strength, power, and resistance exercise performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 39, n. 10, p. 1817–24, 2007. b. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17909410>>. Acesso em: 16 out. 2018.

KAY, D. et al. Evidence for neuromuscular fatigue during high-intensity cycling in warm, humid conditions. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 84, n. 1–2, p. 115–121, 2001. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11394239>>. Acesso em: 15 out. 2018.

KONRAD, P. **The ABC of EMG - A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[http://edge.rit.edu/edge/DBP_EDGE/public/WE_2012/ABC of EMG.pdf](http://edge.rit.edu/edge/DBP_EDGE/public/WE_2012/ABC%20of%20EMG.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2018.

LAITANO, O. et al. Improved exercise capacity in the heat followed by coconut water consumption. **Motriz: Revista de Educação Física**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 107–111, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-65742014000100107&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 14 out. 2018.

LEE, V.; RUTHERFURD-MARKWICK, K.; ALI, A. Effect of carbohydrate ingestion during

cycling exercise on affective valence and activation in recreational exercisers. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 340–347, 2018. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28349730>>. Acesso em: 16 out. 2018.

LEPERS, R. et al. Evidence of neuromuscular fatigue after prolonged cycling exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, [s. l.], v. 32, n. 11, p. 1880–6, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11079517>>. Acesso em: 15 out. 2018.

MADELEINE, P. et al. Mechanomyography and electromyography force relationships during concentric, isometric and eccentric contractions. **Journal of electromyography and kinesiology: official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 113–21, 2001. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11228424>>. Acesso em: 16 out. 2018.

MARTIN, J. C.; BROWN, N. A. T. Joint-specific power production and fatigue during maximal cycling. **Journal of Biomechanics**, [s. l.], v. 42, n. 4, p. 474–479, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021929008006015>>. Acesso em: 15 out. 2018.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance**. Seventh ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

MELO-MARINS, D. et al. Termorregulação e equilíbrio hídrico no exercício físico: aspectos atuais e recomendações. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 170–181, 2017. Disponível em: <<https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/170/pdf>>. Acesso em: 15 out. 2018.

MOMENI, K.; FAGHRI, P. D.; EVANS, M. Lower-extremity joint kinematics and muscle activations during semi-reclined cycling at different workloads in healthy individuals. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 146, 2014. Disponível em: <<http://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-146>>. Acesso em: 15 out. 2018.

NIEMAN, D. C. et al. Bananas as an Energy Source during Exercise: A Metabolomics Approach. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 7, n. 5, p. e37479, 2012. Disponível em: <<http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0037479>>. Acesso em: 16 out. 2018.

NOAKES, T. D. Is drinking to thirst optimum? **Annals of nutrition & metabolism**, [s. l.], v. 57, n. Suppl 2, p. 9–17, 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21346332>>. Acesso em: 16 out. 2018.

PATON, C. D.; HOPKINS, W. G. Tests of cycling performance. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, [s. l.], v. 31, n. 7, p. 489–96, 2001. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11428686>>. Acesso em: 16 out. 2018.

PIRES, F. O. et al. Carbohydrate Mouth Rinse Fails to Improve Four-Kilometer Cycling Time Trial Performance. **Nutrients**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 342, 2018. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2072-6643/10/3/342>>. Acesso em: 16 out. 2018.

PRIEGO-QUESADA, J. I. et al. Relationship between skin temperature and muscle activation during incremental cycle exercise. **Journal of Thermal Biology**, [s. l.], v. 48, p. 28–35, 2015. a. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306456514001892>>. Acesso em: 16 out. 2018.

PRIEGO-QUESADA, J. I. et al. Spectral properties of muscle activation during incremental cycling test. **Journal of Science and Cycling**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 7–13, 2015. b. Disponível em: <[http://www.jsc-journal.com/ojs/index.php?journal=JSC&page=article&op=view&path\[\]=160](http://www.jsc-journal.com/ojs/index.php?journal=JSC&page=article&op=view&path[]=160)>. Acesso em: 16 out. 2018.

PRIEGO-QUESADA, J. I. et al. The categorization of amateur cyclists as research participants: findings from an observational study. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 36, n. 17, p. 2018–2024, 2018. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29369014>>. Acesso em: 15 out. 2018.

PRIEGO, J. I. et al. Effects of workload level on muscle recruitment in cycling. **Human Movement**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 45–50, 2014. Disponível em: <<http://www.degruyter.com/view/j/humo.2014.15.issue-1/humo-2014-0001/humo-2014-0001.xml>>. Acesso em: 16 out. 2018.

PRINS, P. J. et al. Energy Drinks Improve Five-Kilometer Running Performance in Recreational Endurance Runners. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 30, n. 11, p. 2979–2990, 2016. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26937774>>. Acesso em: 15 out. 2018.

ROLLO, I.; WILLIAMS, C. Influence of Ingesting a Carbohydrate-Electrolyte Solution before and during a 1-hr Running Performance Test. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, [s. l.], v. 19, n. 6, p. 645–658, 2009. Disponível em: <<http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/ijsnem.19.6.645>>. Acesso em: 16 out. 2018.

ROLLO, I.; WILLIAMS, C. Influence of ingesting a carbohydrate-electrolyte solution before and during a 1-hour run in fed endurance-trained runners. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.],

v. 28, n. 6, p. 593–601, 2010. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640410903582784>>. Acesso em: 16 out. 2018.

ROSSATO, M. et al. Cadence and Workload Effects on Pedaling Technique of Well-Trained Cyclists. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 29, n. 9, p. 746–752, 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18302076>>. Acesso em: 15 out. 2018.

SANDERSON, D. J. The influence of cadence and power output on the biomechanics of force application during steady-rate cycling in competitive and recreational cyclists. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 191–203, 1991. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1895355>>. Acesso em: 15 out. 2018.

SAWKA, M. N. et al. Exercise and fluid replacement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 377–390, 2007. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17277604>>. Acesso em: 14 out. 2018.

SMIRMAUL, B. D. P. C. et al. O nível de treinamento não influencia a percepção subjetiva de esforço durante um teste incremental. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 159–163, 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/view/12960>>. Acesso em: 15 out. 2018.

STEVENS, C. J.; DASCOMBE, B. J. The Reliability and Validity of Protocols for the Assessment of Endurance Sports Performance: An Updated Review. **Measurement in Physical Education and Exercise Science**, [s. l.], v. 19, n. 4, p. 177–185, 2015. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1091367X.2015.1062381>>. Acesso em: 16 out. 2018.

THOMAS, D. T.; ERDMAN, K. A.; BURKE, L. M. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. **Medicine and science in sports and exercise**, [s. l.], v. 48, n. 3, p. 543–68, 2016. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26891166>>. Acesso em: 16 out. 2018.

VALLIER, J.-M. et al. Effect of fluid ingestion on neuromuscular function during prolonged cycling exercise. **British Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. e17–e17, 2005. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15793075>>. Acesso em: 15 out. 2018.

VON DUVILLARD, S. P. et al. Sports Drinks, Exercise Training, and Competition. **Current Sports Medicine Reports**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 202–208, 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18607221>>. Acesso em: 15 out. 2018.

VON TSCHARNER, V. Time–frequency and principal-component methods for the analysis of EMGs recorded during a mildly fatiguing exercise on a cycle ergometer. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, [s. l.], v. 12, n. 6, p. 479–492, 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641102000056>>. Acesso em: 16 out. 2018.

WAKELING, J. M. et al. Surface EMG shows distinct populations of muscle activity when measured during sustained sub-maximal exercise. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 86, n. 1, p. 40–47, 2001. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11820321>>. Acesso em: 16 out. 2018.

WIEST, M. J. et al. Efeito de um exercício extenuante sobre o padrão angular de pedalada: estudo preliminar. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 386–391, 2009. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/view/11320>>. Acesso em: 16 out. 2018.

ANEXOS

ANEXO A. QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA

<p style="text-align: center;">QUADRO 2 Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q) – versão revisada em 1992</p>

1. Algum médico já disse que você possui algum problema de coração e que só deveria realizar atividade física supervisionada por profissionais de saúde?
2. Você sente dores no peito quando pratica atividade física?
3. No último mês, você sentiu dores no peito quando praticava atividade física?
4. Você apresenta desequilíbrio devido a tontura e/ou perda de consciência?
5. Você possui algum problema ósseo ou articular que poderia ser piorado pela atividade física?
6. Você toma atualmente algum medicamento para pressão arterial e/ou problema de coração?
7. Sabe de alguma outra razão pela qual você não deve realizar atividade física?

ANEXO B. RECORDATÓRIO 24 HORAS

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

RECORDATÓRIO 24H

VISITA ()

Data: ___/___/___

Nome: _____

Refeição	Local	Alimentos	Quantidade
Desjejum			
Lanche 1			
Almoço			
Lanche 2			
Jantar			
Ceia			

ANEXO C. ESCALA DE BORG E EXPLICAÇÃO PADRONIZADA

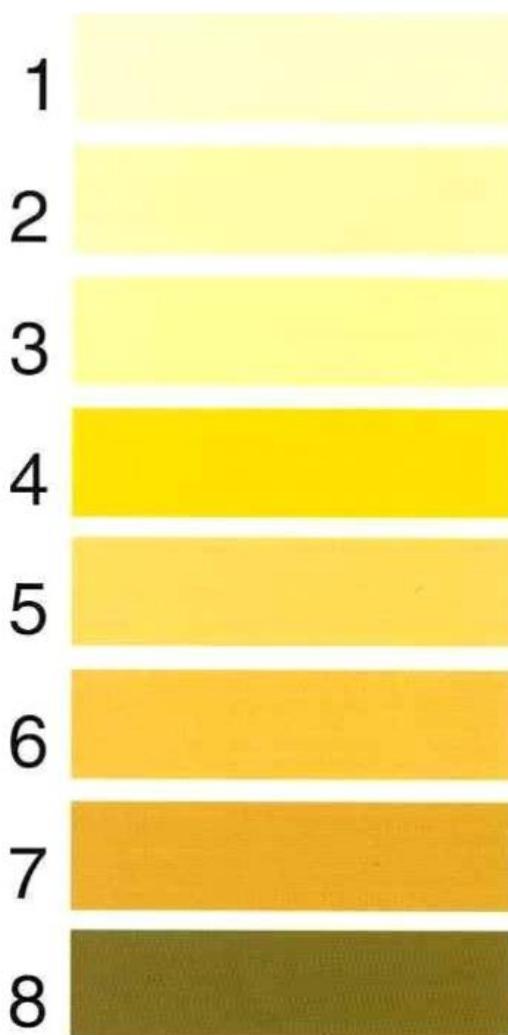
Durante o exercício queremos avaliar a sua percepção de esforço, ou seja, quão difícil, pesado e árduo você sente o exercício. A percepção de esforço depende de quão difícil está para você exercitar com suas pernas ou braços, quão difícil está para respirar, e a sua sensação geral de cansaço para o exercício. Ele não depende de dor muscular, ou seja, a dor e sensação de queimação em seus músculos de pernas ou braços. Olhe para esta escala de classificação; queremos usar esta escala de 6 a 20, onde 6 significa "sem nenhum esforço, praticamente em repouso" e 20 significa "máximo esforço". Nove corresponde ao exercício "muito leve". Para uma pessoa normal e saudável é como caminhar lentamente em seu próprio ritmo por alguns minutos. Treze na escala é exercício "um pouco intenso", mas que ainda se sente bem para continuar. Dezesete na escala ("muito intenso") é um exercício muito vigoroso. Uma pessoa saudável pode ainda realizar, mas ela realmente tem que se esforçar. Você se sente muito pesado e muito cansado. Dezenove na escala é exercício "extremamente intenso". Para a maioria das pessoas este é o exercício mais intenso que já experimentou. Tente avaliar suas sensações de esforço tão honesta quanto possível, sem pensar sobre a carga de trabalho (por exemplo, frequência cardíaca, velocidade, potência, nível de intensidade da máquina de exercício). Não subestime sua percepção de esforço. É sua própria sensação de esforço que é importante, não como ela se compara a outras pessoas. O que as pessoas pensam não é importante. Olhe atentamente para a escala e suas expressões e, em seguida, dê um número. Alguma dúvida?

- | | |
|----|----------------------|
| 6 | Sem nenhum esforço |
| 7 | |
| 8 | Extremamente leve |
| 9 | Muito leve |
| 10 | |
| 11 | Leve |
| 12 | |
| 13 | Um pouco intenso |
| 14 | |
| 15 | Intenso (pesado) |
| 16 | |
| 17 | Muito Intenso |
| 18 | |
| 19 | Extremamente intenso |
| 20 | Máximo esforço |

Escala RPE de Borg
© Gunnar Borg, 1970, 1985, 1994, 1998

ANEXO D. ESCALA DE COLORAÇÃO DA URINA DE ARMSTRONG

Escala de coloração da urina de Armstrong



APÊNDICES

APÊNDICE A. ANAMNESE DE AVALIAÇÃO

Dados Pessoais

Nome: _____ Data nascimento: __/__/__
Sexo: Masculino () Feminino ()
Profissão: _____ Telefone: _____ E-mail: _____
Peso: _____ Estatura: _____

1. Já foi avaliado na bicicleta quanto ao desempenho?

Gerou algum desconforto? Qual? _____

() Não

2. Já fez algum teste de esforço? () Sim () Não

Qual (is)? _____

Data: _____

3. É portador de algum tipo de doença? () Sim () Não

Qual (is)? _____

4. Fuma ou já fumou? () Sim () Não

5. Possui alergia (as)? () Sim () Não

Qual (is)? _____

6. Medicação em uso? () Sim () Não

Qual (is)? _____

7. Possui alguma lesão óssea ou muscular? () Sim () Não

Qual (is)? _____

8. Já teve alguma lesão óssea ou muscular? () Sim () Não

Qual (is)? _____

Se já teve lesões, fez fisioterapia? () Sim () Não

Sente-se confortável na bicicleta? () Sim () Não

9. Sente dor em algum lugar particular do corpo? () Sim () Não

Local (is):

() braços () costas () joelhos () pescoço

() punhos () quadril () tornozelos

Outro: Qual: _____

10. Quantas vezes pedala na semana? E no mês?

Semana: _____ Mês: _____

11. Qual o seu percurso de pedalada?

Costuma fazer o mesmo percurso? () Sim () Não

CÁLCULO DA QUILOMETRAGEM: _____ km.

12. Onde pedala:

() asfalto () paralelepípedo/rua não-asfaltada () trilhas

A bicicleta utilizada foi sempre a mesma? () Sim () Não

Quais foram as modificações?

13. Realiza prática outro tipo de esporte: () Sim () Não

Qual(is) e com que frequência: _____

APÊNDICE B. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Estudo: O EFEITO DA BEBIDA ISOTÔNICA NO DESEMPENHO DE CICLISTAS RECREATIVOS

Pesquisador responsável: Dr. Carlos Bolli Mota.

Pesquisadora envolvida: Franciele Marques Pivetta

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e Desportos, Laboratório de Biomecânica

Telefone para contato:(55) 3220-8271. Avenida Roraima, 1000, prédio 51, sala 1021, 97105-900 - Santa Maria - RS.

Local da coleta de dados: Laboratório de Biomecânica da UFSM

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro participante

Por meio deste termo de consentimento livre e esclarecido você está sendo convidado a participar de um estudo que envolve avaliações, que vão desde a sua prática esportiva até avaliações antropométricas, além do desempenho esportivo perante exercício de exaustão diante do consumo de bebidas esportivas. A participação no estudo ocorrerá em três dias, com intervalo mínimo de 48 horas entre testes. Você terá o direito de desistir previamente ou durante o desenvolvimento do estudo, se assim desejar. A qualquer momento, sua participação no estudo também poderá ser encerrada por parte do pesquisador responsável, caso seja necessário.

Será necessária sua vinda até o Laboratório de Biomecânica da UFSM para a coleta de dados nos três dias de teste, sendo de suma importância para o bom desenvolvimento deste projeto que você se comprometa a participar de todas as etapas deste estudo. Antes dos testes, você será avaliado antropometricamente (massa corporal, estatura) e responderá a um questionário que abordará questões relacionadas à saúde, à prática de ciclismo e à incidência de dor de maneira geral ou localizada por região do corpo. As coletas serão realizadas em ambiente com sua presença e a dos pesquisadores qualificados na área do estudo.

Serão realizados testes em sua própria bicicleta ou em uma bicicleta que estará disponível no Laboratório de Biomecânica da UFSM. A bicicleta será fixada em um equipamento que proporciona estabilidade e simula a resistência de pedalada oferecida na rua. No primeiro dia o teste será de carga incremental, com uma carga inicial de 100 W com adição

de 30 W a cada minuto durante a pedalada, mantendo uma cadência entre 70 e 75 rpm, até que a sua potência máxima seja atingida. No segundo e terceiro dia, o teste será feito com a carga de trabalho de 60% da potência máxima obtida no primeiro dia de teste e se manterá constante até a exaustão. Nesses testes, novamente você deverá manter uma cadência de pedalada entre 70 e 75 rpm e o teste será finalizado quando os valores forem menores que 65 rpm.

O consumo das bebidas esportivas será feito no segundo e no terceiro dia de testes, previamente ao protocolo na bicicleta. O seu estado de hidratação através da avaliação da urina, identificada por uma escala de cor, também será avaliado. Nestes dois dias de testes serão fixados sobre sua pele marcadores reflexivos, semelhantes a pequenas bolas de isopor, para avaliação do movimento e reconstrução via software específico da pesquisa do seu movimento de pedalada. Além disso, eletrodos em pares, semelhantes aos usados em testes de eletrocardiograma, também serão fixados sobre sua pele para avaliação da atividade muscular de alguns músculos do membro inferior. O local de fixação dos eletrodos será raspado com gilete para remoção dos pelos e será usado álcool para limpeza adequada da pele.

Quais os benefícios com a sua participação no estudo?

Os benefícios com a participação no estudo relacionam-se à obtenção de informações provenientes da sua prática de ciclismo (ex: do comportamento da frequência cardíaca, da sua potência máxima, comportamentos das articulações e músculos), além de informar se o uso de bebidas esportivas apresenta efeito sobre o seu desempenho no ciclismo.

Quais os riscos com a sua participação no estudo?

Durante o preenchimento do questionário, você poderá se sentir cansado e/ou incomodado com algum questionamento. Durante a realização dos testes, você sentirá redução da capacidade de geração de força e poderá sentir tontura. Após os testes poderá sentir dor muscular e sensação de fadiga que em poucos dias desaparecerão devido ao processo de restauração do corpo. Durante ou após a raspagem e limpeza da pele para a fixação dos eletrodos você poderá sentir ardência.

Os pesquisadores do presente projeto se comprometem a preservar a privacidade dos participantes, cujos dados serão coletados por meio de questionário e softwares de pesquisa. Concordam, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto. As informações poderão ser divulgadas somente de forma

anônima e serão mantidas no Laboratório de Biomecânica por um período de 5 anos sob a responsabilidade do Sr. Carlos Bolli Mota. Após este período, os dados serão destruídos.

Por fim, os responsáveis pelo estudo – instituição, financiadores e investigadores – lhe garantem todos os direitos legais. Sua participação é isenta de despesas e em caso de dano pessoal diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo, o pesquisador encaminhará você imediatamente a um atendimento médico mais próximo. Não restando nenhuma dúvida em relação às informações apresentadas, você pode então optar a participar do estudo assinando este termo de consentimento. Qualquer esclarecimento ou informação adicional podem ser obtidos pelos fones **(55) 3220-8271** ou **(55) 996634428** ou pelos e-mails bollimota@gmail.com ou fran87.mp@gmail.com.

Assinatura do sujeito de pesquisa

Nº identidade

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representante legal para a participação neste estudo.

Santa Maria, ____ de _____ de 2018

Assinatura do responsável pelo estudo