UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ATIVIDADE FÍSICA

FELIPE DE RUSSI DE LIMA

**Efeitos da ingestão de cerveja combinada a uma tarefa de alta demanda cognitiva sobre
o desempenho físico em teste de corrida de 30 minutos**

São Paulo

2018

FELIPE DE RUSSI DE LIMA

**Efeitos da ingestão de cerveja combinada a uma tarefa de alta demanda cognitiva sobre
o desempenho físico em teste de corrida de 30 minutos**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção de título de mestre em Ciências pelo programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física.

Versão Corrigida contendo as alterações solicitadas pela comissão julgadora em 11 de outubro de 2018. A versão original encontra-se em acervo reservado na Biblioteca da EACH/USP e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD), de acordo com a Resolução CoPGr 6018, de 13 de outubro de 2011.

Área de Concentração:

Atividade Física, Saúde e Lazer

Orientador:

Prof. Dr. Flávio de Oliveira Pires

São Paulo

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca)

CRB 8 - 4936

Lima, Felipe De Russi de

Efeitos da ingestão de cerveja combinada à uma tarefa de alta demanda cognitiva sobre o desempenho físico em teste de corrida de 30 minutos / Felipe De Russi de Lima ; orientador, Flávio de Oliveira Pires. – 2018
78 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo

Versão corrigida

1. Corridas - Desempenho. 2. Desempenho esportivo. 3. Cerveja - Consumo ; Impacto. 4. Fadiga (Manifestações neurológicas). I. Pires, Flávio de Oliveira, orient. II. Título
CDD 22.ed. – 796.42

Nome: Lima, Felipe De Russi de

Título: Efeitos da ingestão de cerveja combinada a uma tarefa de alta demanda cognitiva sobre o desempenho físico em teste de corrida de 30 minutos

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção de título de mestre em Ciências pelo programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física.

Área de Concentração:

Atividade Física, Saúde e Lazer

Aprovado em: 11 / 10 / 2018

Banca examinadora

Prof. Dr. Tony Mireles dos Santos

Instituição: UFPE

Julgamento: Aprovado

Assinatura: _____

Prof. Dr. Katherine Maria de Araújo Vêras Instituição: UMC

Julgamento: Aprovado

Assinatura: _____

Prof. Dr. Patrícia Guimarães Couto

Instituição: FACIS

Julgamento: Aprovado

Assinatura: _____

Agradecimentos

Primeiramente agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Flávio de Oliveira Pires pela oportunidade em participar de seu grupo de estudos, pelo tempo empregado nos ensinamentos e orientações ao longo do mestrado.

Agradecer aos meus pais, Maria Isabel e Sérgio. Que sempre fizeram questão de me proporcionar uma boa educação e estrutura para conclusão desta etapa. Tenho muito orgulho de minha trajetória acadêmica, podendo contribuir da melhor forma possível com a ciência e com a comunidade.

Agradeço à Camila pelo carinho, companheirismo e todos conselhos, sem amor não construímos nada!

Aos meus amigos de pós-graduação, Cayque, Paulo, Raul e Marcio, que auxiliaram em todo processo de coleta de dados, brincadeiras e “*funny moments*”. Valorizando a grandeza do trabalho e de todo processo acadêmico com muita dedicação e perseverança.

Todos integrantes do Grupo de Estudos em Psicofisiologia do Exercício (GEPsE), que auxiliaram na construção do ensinamento acadêmico, somando através de ideias e debates ao longo desse processo.

Muito obrigado!

RESUMO

Lima, Felipe De Russi de. **Efeitos da ingestão de cerveja combinada a uma tarefa de alta demanda cognitiva sobre o desempenho físico em teste de corrida de 30 minutos.** 2018. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Versão Corrigida

A interação entre a ingestão aguda de bebida alcoólica, fadiga mental e capacidade de realização de exercício físico é pouco conhecida. Seus possíveis efeitos parecem ter relação com as alterações fisiológicas que ocorrem no sistema nervoso central. Assim o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da ingestão aguda de cerveja, combinada a uma tarefa de alta demanda cognitiva, sobre o desempenho físico, respostas fisiológicas e psicológicas, durante uma corrida de 30 minutos, realizada como contrarrelógio. **Métodos:** Dezesesseis homens saudáveis e fisicamente ativos, com 25,8 anos ($\pm 5,1$) em média, sem qualquer restrição física ou clínica para prática de atividade física, realizaram cinco visitas ao laboratório para realização de uma sessão preliminar para determinação do VO_{2PICO} , seguida de duas sessões de familiarização, e duas sessões experimentais com corrida de 30 minutos. Desta forma, eles realizaram: 1) Sessão preliminar; 2) Corrida após ingestão de cerveja; 3) Corrida após ingestão de cerveja sem álcool (placebo); 4) Corrida após instalação de fadiga mental e ingestão de cerveja; 5) Corrida após instalação de fadiga mental e ingestão de placebo. Após realização da sessão preliminar, os participantes realizaram as sessões 2 e 3 (familiarização), em ordem balanceada entre elas, sendo seguidas sequencialmente das sessões 4 e 5 (experimentais), em ordem balanceada entre elas. Para as análises de comparação entre pré e pós tarefa cognitiva e medidas de desempenho utilizou-se um teste T-Student. Para as comparações múltiplas das variáveis fisiológicas e psicológicas durante a corrida, entre as condições, utilizou-se um modelo misto com correção de Bonferroni. **Resultados:** Os participantes apresentaram aumento significativo no tempo de reação durante o teste cognitivo, e na sensação de fadiga entre os momentos antes e após teste cognitivo, para indução de fadiga mental. O desempenho físico na corrida apresentou diferença significativa, e a associação da fadiga mental à ingestão de cerveja também reduziu a distância final e a velocidade média em 12 dos 16 participantes. A economia de corrida apresentou uma tendência a significância, sugerindo possível potencialização da fadiga mental após ingestão de cerveja, tornando os indivíduos menos econômicos para realização do mesmo modelo de exercício. Para as variáveis fisiológicas e psicológicas ambas apresentaram efeito do tempo. **Conclusão:** Os resultados indicam que a ingestão aguda de cerveja afeta o desempenho físico e altera a economia de corrida, indicando que, com baixas doses ofertadas de cerveja, na

presença ou ausência de fadiga mental, ambos desempenho e economia de corrida são piorados em corrida de 30 minutos.

Palavras-chave: Desempenho aeróbio. Ingestão aguda de cerveja. Percepção subjetiva de esforço. Fadiga mental. Economia de corrida.

ABSTRACT

Lima, Felipe De Russi de. **Effects of beer intake combined with a task of high cognitive demand on physical performance in 30-minute run test.** 2018. 78 f. Dissertation (Master of Science) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2018. Corrected Version.

The interaction of acute alcoholic beverage intake and exercise capacity is little known. Its possible effects appear to be related to the physiological changes that occur in the cardiovascular system, as well as in the central nervous system. Thus, the aim of this study was to investigate the effects of acute beer intake, combined with a task of high cognitive demand, on physical performance, physiological and psychological responses, during a 30-minute run, performed as a time trial. **Methods:** Sixteen healthy and physically active men, with a mean age of 25,8 years ($\pm 5,1$) on average, without any physical or clinical restrictions to practice physical activity, performed five visits to the laboratory for a preliminary session to determine VO_{2PEAK} , followed of two familiarization sessions, and two experimental sessions with a 30-minute run. In this way, they performed: 1) Preliminary session; 2) Running after ingesting beer; 3) Running after drinking non-alcoholic beer (placebo); 4) Running after installation of mental fatigue and beer intake; 5) Running after installation of mental fatigue and placebo intake. After the preliminary session, the participants performed sessions 2 and 3 (familiarization), in a balanced order between them, being followed sequentially from sessions 4 and 5 (experimental), in a balanced order between them. For the comparative analyzes between pre and post cognitive task and performance measures a Student's T-test was used. For the multiple comparisons of the physiological and psychological variables during the race, among the conditions, a mixed model with Bonferroni correction was used. **Results:** Participants presented a significant increase in reaction time during the cognitive test, and in the sensation of fatigue between the moments before and after the cognitive test, to induce mental fatigue. The physical performance in the race presented a significant difference, and the association of mental fatigue with beer intake also reduced the final distance and the mean velocity in 12 of the 16 participants. The running economy presented a tendency to significance, suggesting possible potentiation of mental fatigue after beer intake, making individuals less economical to perform the same exercise model. For the physiological and psychological variables, both had an effect of time. **Conclusion:** These results indicate that acute beer intake affects physical performance and alters running economy, thus indicating that with low doses

of beer offered in the presence or absence of mental fatigue, both performance and running economy may be impaired 30 minutes running.

Keywords: Endurance performance. Acute beer intake. Rating perceived exertion. Mental fatigue. Running economy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Alterações percentuais na distância final entre as sessões cerveja vs placebo.	35
Figura 2 – Alterações percentuais na velocidade média entre as sessões cerveja vs placebo.	35
Figura 3 – Economia de corrida entre as sessões cerveja vs placebo.	36
Figura 4 – RER durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.	37
Figura 5 – VO_2 durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.	38
Figura 6 – VCO_2 durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.	38
Figura 7 – VE durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja placebo.	39
Figura 8 – FC durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.	39
Figura 9 – PSE durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.	40
Figura 10 – Afeto durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.	41
Figura 11 – Motivação durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.	41
Figura 12 – Ativação durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo	42
Figura 13 – PAE durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo	42
Figura 14 – Distância final entre as sessões fadiga mental e cerveja vs fadiga mental e placebo.	45
Figura 15 – Velocidade média entre as sessões fadiga mental e cerveja vs fadiga mental e placebo.	45
Figura 16 – Economia de corrida entre as sessões fadiga mental e cerveja vs fadiga mental e placebo.	46
Figura 17 – VO_2 durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.	47

Figura 18 – VCO ₂ durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.....	48
Figura 19 – VE durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.	48
Figura 20 – RER durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.	49
Figura 21 – FC durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.	49
Figura 22 – PSE durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.	50
Figura 23 – Afeto durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.....	51
Figura 24 – Motivação durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.....	51
Figura 25 – Ativação durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.....	52
Figura 26 – PAE durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.	52
Figura 27 – Δ Distância (fase de estudo 1 corrigida pela fase de estudo 2) entre cerveja e cerveja sob fadiga mental vs placebo e placebo sob fadiga mental.	54
Figura 28 – Δ Velocidade média (fase de estudo 1 corrigida pela fase de estudo 2) entre cerveja e cerveja sob fadiga mental vs placebo e placebo sob fadiga mental.	55
Figura 29 - Δ alteração da economia de corrida (fase 1 de estudo corrigida pela fase 2 de estudo) entre cerveja e cerveja sob fadiga mental vs placebo e placebo sob fadiga mental.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estudos que investigaram os efeitos da ingestão de álcool sobre o exercício físico	22
Tabela 2 – Respostas individuais sobre o perfil de consumo de bebida alcoólica medida pelo questionário AUDIT e concentração de álcool medida pelo bafômetro	33
Tabela 3 – Características gerais dos sujeitos e valores obtidos durante o teste incremental máximo.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA	Análise de variância
AUDIT	<i>Alcohol use disorders identification test</i>
BAES	Escala de efeito bifásico do álcool
DP	Desvio padrão
EEG	Eletroencefalografia
ES	<i>Effect Size</i>
FC	Frequência cardíaca
FM	Fadiga mental
GC	Gordura corporal
LV2	Limiar ventilatório 2
MC	Massa corporal
OMS	Organização Mundial de Saúde
PAE	Pensamento associado ao exercício
PSE	Percepção subjetiva de esforço
RER	Razão de trocas respiratórias
RVIP	<i>Rapid Visual Information Processing</i>
SNC	Sistema nervoso central
SPSS	<i>Statistics package for the social sciences</i>
TIM	Teste incremental máximo
TMS	Estimulação magnética transcraniana
VAS	Escala analógica visual
VCO ₂	Volume de dióxido de carbono
VE	Ventilação
VEL	Velocidade
VO ₂	Consumo de oxigênio
VO _{2MÁX}	Consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVO E HIPÓTESE	25
2.1 Objetivo.....	25
2.2 Hipóteses	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 Amostra e aspectos éticos	26
3.2 Desenho experimental.....	26
3.2.1 <i>Sessão preliminar</i>	27
3.2.2 <i>Teste de corrida de 30 minutos</i>	28
3.3 Ingestão de cerveja	28
3.4 Protocolo de tarefa mental para indução de fadiga mental	29
3.5 Medidas cardiopulmonares	29
3.6 Medidas psicológicas	29
3.7 Análise dos dados experimentais.....	30
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	32
5. RESULTADOS	33
5.1 Sessões de familiarização.....	34
5.1.1 <i>Efeitos da ingestão de cerveja sobre o desempenho físico em teste de corrida</i>	34
5.1.2 <i>Efeitos da ingestão de cerveja sobre a economia de corrida</i>	36
5.1.3 <i>Efeitos da ingestão de cerveja sobre as respostas fisiológicas durante teste de corrida</i>	36
5.1.4 <i>Efeitos da ingestão de cerveja sobre as respostas psicológicas durante teste de corrida</i>	40
5.2 Sessões experimentais.....	43
5.2.1 <i>Efeitos da realização do teste RVIP sobre o desempenho cognitivo e respostas psicológicas</i>	43
5.2.2 <i>Efeitos da ingestão de cerveja sobre o desempenho físico em teste de corrida em indivíduos mentalmente fadigados</i>	43
5.2.3 <i>Efeitos da ingestão de cerveja sobre a economia de corrida de indivíduos mentalmente fadigados</i>	46
5.2.4 <i>Efeitos da Ingestão de Cerveja sobre as Respostas Fisiológicas Durante Teste de Corrida em Indivíduos Mentalmente Fadigados</i>	47

5.2.5	<i>Efeitos da Ingestão de Cerveja sobre as respostas Psicológicas Durante Teste de Corrida em Indivíduos Mentalmente Fadigados.....</i>	50
5.2.6	<i>Efeitos da Fadiga Mental sobre o Desempenho Físico em Teste de Corrida após Ingestão de Cerveja.....</i>	53
5.2.7	<i>Efeitos da Fadiga Mental sobre a Economia de Corrida após Ingestão de Cerveja</i>	56
6.	DISCUSSÃO.....	58
7.	CONCLUSÕES	64
	REFERÊNCIAS	65
	ANEXO A - AUDIT	71
	ANEXO B – ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO	74
	ANEXO C – ESCALA DE ATIVAÇÃO	75
	ANEXO D – ESCALA DE MOTIVAÇÃO	76
	ANEXO E – ESCALA DE AFETO	77
	ANEXO F – ESCALA DE PENSAMENTO ASSOCIADO AO EXERCÍCIO	78

1 INTRODUÇÃO

Aspectos do Exercício Físico na Vida Contemporânea

A inatividade física é um dos principais problemas da vida contemporânea e além disso, é responsável por um número considerável de mortes por ano no mundo. Aproximadamente um terço da população mundial e a grande maioria dos jovens enquadram-se no grupo de pessoas que não praticam a quantidade recomendada de atividade física (HALLAL; MARTINS; RAMÍREZ, 2014; KOHL et al., 2012; SALLIS et al., 2016). Um dos objetivos principais para corrigir a inatividade física na adolescência é estimular o aumento da prevalência na prática de 60 minutos de atividade física com intensidade moderada à vigorosa por dia.

Alguns fatores são primordiais para aderência à atividade física como, por exemplo, a resposta de prazer/desprazer (i.e. afeto). Alguns autores têm observado que os indivíduos avaliam a atividade física de acordo com fatores externos ao exercício, como por exemplo, questões ambientais, sociais e culturais, assim como fatores relativos ao próprio exercício. Destes últimos, a intensidade de exercício também pode influenciar na aderência à atividade física, uma vez que respostas prazerosas são comumente observadas quando exercícios são realizados em intensidade abaixo do limiar ventilatório, existindo uma maior variabilidade para tais respostas acima dos limiares ventilatórios (EKKEKAKIS, 2003; LADWIG; HARTMAN; EKKEKAKIS, 2017).

A vida urbana contemporânea expõe os indivíduos a hábitos que trazem riscos à saúde e podem, provavelmente, prejudicar a aderência ao exercício físico. Por exemplo, dados da OMS (2017), indicam um consumo médio de 6,4 litros/ano de álcool para pessoas maiores de 15 anos. Esses dados têm alarmado sobre o crescente aumento da ingestão de bebida alcoólica nessa população. Além disso, a vida urbana é conhecida por impor maiores níveis de cansaço físico e mental, devido a rotinas cada vez mais estressantes (JAYNE; HOLLOWAY; VALENTINE, 2006; TAYLOR; DORN, 2006). Desta forma, dois fatores que teriam o potencial de interferir na resposta de prazer à prática de exercício físico e, consequentemente, na aderência, são o consumo de bebida alcóolica e o cansaço mental, também conhecido como fadiga mental.

Em última análise, a presença destes fatores, isolados ou combinados, poderia representar uma redução na resposta afetiva ao exercício, devido ao aumento na sensação de esforço, redução das valências afetivas e da tolerância ao exercício físico (JAYNE; HOLLOWAY; VALENTINE, 2006). De fato, alguns estudos têm demonstrado que a fadiga mental pode reduzir o desempenho e elevar a sensação de esforço (i.e. PSE) (BROWN; BRAY,

2018; PIRES et al., 2018). De outro, o estudo de Borg demonstra que o álcool alterou a frequência cardíaca (FC) nos instantes iniciais do teste de ciclismo, porém, não apresentou alteração significativa na PSE (BORG; DOMSERIUS; KAIJSER, 1990).

Os tópicos a seguir, apresentarão como esses fatores podem interferir no desempenho físico e respostas associadas.

Fadiga Mental e Desempenho Físico

A fadiga mental é caracterizada como uma alteração comportamental e fisiológica resultante de longos períodos de atividade de alta demanda cognitiva, gerando uma sensação de “falta de energia” (CUTSEM et al., 2017; MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009). Tal alteração parece estar associada ao sistema nervoso central (SNC), pois tem sido demonstrado que atividades com alta demanda cognitiva promovem diminuição de ondas de maior frequência, entre 13 e 30 Hz (beta), junto de um aumento de ondas de baixa frequência, entre 4 e 7 Hz (teta) e 8 e 13 Hz (alfa), em regiões do córtex central, frontal e parietal (BARWICK; ARNETT; SLOBOUNOV, 2012; WASCHER et al., 2014).

Uma das consequências da instalação de um quadro de fadiga mental é a limitação da capacidade de realizar exercício físico (CUTSEM et al., 2017). Estudos têm demonstrado que a sobrecarga mental é capaz de reduzir o desempenho físico em diferentes modelos de exercício. Por exemplo, Brownsberger et al., (2013) realizaram um estudo com exercício auto ajustado em diferentes níveis de percepção subjetiva de esforço (PSE), uma considerada leve (PSE = 11) e outra considerada pesada (PSE = 15). Os autores verificaram uma redução da potência mecânica em ambas as intensidades quando os sujeitos foram submetidos à tarefa mental antes do exercício. Recentemente, Pageaux et al., (2015) analisaram a resposta do desempenho físico associado à tarefa cognitiva, e notaram que houve queda do desempenho e maior PSE no exercício após a realização de tarefa mental, embora não tenham ocorrido alterações na FC. Estes resultados corroboram resultados prévios observados em exercícios de ritmo controlado, sugerindo decréscimo no desempenho quando do aumento da sensação de fadiga mental (MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009).

De outro lado, a fadiga mental também parece limitar a capacidade de realização de exercício físico devido a alterações nas respostas perceptivas, e a possível explicação é que a sensação de fadiga seja oriunda da mudança de ativação em regiões cerebrais ligadas a emoções, tais como as regiões frontais (especialmente o córtex pré-frontal) e sensoriais (por exemplo, o córtex parietal). De fato, de um lado há a sugestão de que a fadiga mental reduza a ativação em regiões do córtex cerebral frontal e parietal (BARWICK; ARNETT;

SLOBOUNOV, 2012; WASCHER et al., 2014). De outro, independentemente de fadiga mental, é sugerido que alterações nessas regiões possam estar associadas a algumas respostas perceptivas como a PSE, ativação, motivação e afeto (ST CLAIR GIBSON et al., 2003). Por exemplo, no estudo de Tempest; Eston; Parfitt (2014) foram analisadas as alterações no córtex pré-frontal e as respostas afetivas durante um teste incremental máximo (TIM) em cicloergômetro. Os resultados sugerem uma diminuição nas respostas afetivas ao longo do TIM, com maiores reduções em intensidades acima do segundo limiar ventilatório (LV2). Além disso, os autores encontraram forte associação inversa entre as respostas afetivas e ativação de regiões do córtex pré-frontal em intensidades acima de LV2. Desta forma, mesmo que a ligação entre ativação de regiões corticais e respostas perceptivas como a afetiva seja um assunto recente, o aumento da PSE e alteração das respostas afetivas durante exercício poderiam ser uma consequência da alteração na ativação dessas regiões, as quais poderiam estar ligadas à sensação de letargia e de perda de vigor físico normalmente reportadas quando da instalação da fadiga mental (MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009).

Os mecanismos responsáveis pela queda na capacidade de realizar exercício físico na presença de fadiga mental ainda é alvo de debate. Contudo, ganha força a hipótese de que o provável mecanismo dessa limitação seja, justamente, a alteração no padrão de ativação cortical em regiões relacionadas ao planejamento motor, tais como o córtex pré-frontal, frontal, e do cíngulo anterior (BUSH; LUU; POSNER, 2000; THAYER et al., 2012).

Ingestão de Alcool e Desempenho Físico

Uma consequência do maior conhecimento sobre os efeitos negativos que a fadiga mental tem sobre o desempenho físico é a busca por intervenções que possam interagir, atenuando ou acentuando tais efeitos. Uma intervenção que poderia interagir com os efeitos negativos que a fadiga mental tem sobre o desempenho físico é a ingestão aguda de bebida alcoólica. É possível que, mesmo em baixas doses, a ingestão aguda de bebida alcoólica potencialize a queda do desempenho motor observado com a instalação de fadiga mental. Embora seus efeitos negativos sobre o sistema cardiovascular não possam ser negligenciados (BLOMQUIST; SALTIN; MITCHELL, 1970; BRUNELLE; BARRETT; PIHL, 2007; ETTINGER et al., 1978; NISSEN; LEMBERG, 1984; RICH; SIEBOLD; CAMPION, 1985), a sugestão de interação entre ingestão aguda de álcool em baixas doses e fadiga mental está baseada no fato de que seus prováveis mecanismos de ação envolvem, justamente, alterações no SNC como, por exemplo, o metabolismo glutamatérgico (DENG et al., 2009; GONZALES; JOB; DOYON, 2004; JIA et al., 2008).

Neste contexto, ainda que seja necessário reconhecer que a resposta das células neuronais do SNC ao consumo do álcool seja complexa e envolva o metabolismo de outros neurotransmissores, como os dopaminérgicos (ERDOZAIN; CALLADO, 2014), tem sido sugerido que a ingestão aguda de álcool iniba a ação do glutamato e dos receptores de glutamato, principais transmissores excitatórios do cérebro que medeiam a neurotransmissão rápida em 3 famílias de receptores (NMDAr, receptores pós-sinápticos de cainato e os receptores AMPA) e seus canais iônicos dependentes (TRAYNELIS et al., 2010). Uma gama de estudos identificou que a ingestão aguda de álcool inibe os receptores NMDA mediados pela corrente pós-sináptica excitatória em neurônios piramidais de camada profunda do córtex pré-frontal medial, hipocampo, núcleo accumbens, córtex do cíngulo posterior e amígdala (LI; WILSON; SWARTZWELDER, 2002; LOVINGER; WHITE; WEIGHT, 1990; NIE; MADAMBA; SIGGINS, 1994; ROBERTO et al., 2004; WEITLAUF; WOODWARD, 2008). Desta forma, alterações no padrão de ativação destas áreas corticais poderiam estar relacionadas à ingestão de álcool.

De fato, estudos de Kähkönen (2003) e Lee e Yun (2014) observaram que a ingestão aguda entre 0,7 e 0,8 gramas de álcool para cada quilo de massa corporal reduzia a ativação do córtex cerebral, gerando alteração na excitabilidade e conectividade funcional do córtex motor e regiões parietais e frontais. Por exemplo, Kähkönen (2003) analisou o efeito da ingestão aguda de álcool no córtex pré-frontal através da combinação da estimulação magnética transcraniana (TMS) com eletroencefalografia (EEG), que informa sobre a excitabilidade cortical após a estimulação. Foi observado que a ingestão de álcool reduziu significativamente a atividade elétrica no córtex pré-frontal, associado à diminuição de atenção e memória. Adicionalmente, Lee e Yun (2014) observaram diminuição no acoplamento da fase-teta e amplitude-gama em regiões parietais e frontais em repouso após ingestão de álcool, indicando diminuição da função executiva no córtex frontal. Na verdade, estudo anterior de Ehlers, Wall e Schuckit (1989) já tinha observado com análise de EEG que a ingestão aguda de álcool elevava as bandas de frequência lenta em lobos anteriores e posteriores, pois o álcool promoveu aumento na potência das bandas teta e alfa lenta, mais especificamente nas derivações F4-C4, P4-O2, F3-C3 e P3-O1, sugerindo assim, uma redução da ativação em regiões cerebrais frontais e posteriores.

Apesar dos estudos revelando os mecanismos cerebrais de ação do álcool, pouco se conhece a respeito do possível efeito da ingestão aguda de álcool com baixa dose sobre o desempenho físico. Num dos poucos estudos sobre esse tema envolvendo testes de corrida, Kendrick; Affrime e Lowenthal (1993) reportaram aumento significativo na frequência cardíaca (FC) de corredores após consumo agudo de bebida alcoólica, antes e durante teste em

corrida com duração de 60 minutos e intensidade entre 80 % e 85 % do $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$. Além da elevação da FC, a estatística descritiva sugeriu um maior VO_2 para os indivíduos que ingeriram álcool. Esses resultados trazem uma possível inferência aos efeitos deletérios do álcool sobre a economia de corrida, representado pelo maior VO_2 para realização do mesmo exercício em mesma intensidade. Os efeitos deletérios do álcool também foram observados em testes com corredores de curta e média distância. Os testes foram realizados com diferentes volumes de bebida alcoólica e os autores reportaram aumento no tempo para realização nos testes de 200, 400, 800 e 1500 metros, dessa forma, corroborando a queda do desempenho físico (MCNAUGHTON; PREECE, 1986). Entretanto, contrapondo estes achados, estudo recente de Popovic et al., (2016) observaram que a ingestão aguda de álcool em consumidores não habituais de bebida alcoólica não gerou decréscimo nas medidas de desempenho (duração e carga máxima), medidas fisiológicas (VE, FC, $\text{VCO}_{2\text{MÁX}}$ e $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$) e resposta hormonal, durante teste incremental, podendo trazer uma possível inferência sobre o desempenho físico.

Além desse modelo de exercício realizado em corrida, existem outros pesquisadores que analisaram a ingestão aguda de álcool sobre o desempenho aeróbio em testes de ciclismo. Como estudo pioneiro, Blomqvist; Saltin; Mitchell (1970) utilizaram testes submáximos e máximos em bicicleta, dividindo os indivíduos em dois grupos separados pela quantidade de álcool ingerido 156 mg/ 100 ml e 125 mg/ 100 ml respectivamente, reportando maior elevação da frequência cardíaca (G1 - controle $115,9 \pm 3,0$ / álcool $130,3 \pm 4,7$; G2 – controle $162,5 \pm 1,6$ / álcool $174,6 \pm 1,4$) em repouso e durante testes submáximos pós ingestão de álcool, possível motivo para elevação do débito cardíaco.

Contrapondo estes achados, Bond; Franks; Howley (1984) reportaram que em testes máximos de ciclismo envolvendo diferentes intensidades (i.e. 360 kpm/min, 720 kpm/min e 1080 kpm/min), mesmo quando os indivíduos ingeriram diferentes quantidades de álcool (i.e. 0,0 g/ kg, 0,352 g/kg e 0,704 g/kg), não houve diferença significativa em medidas fisiológicas (FC, Pressão arterial, VE e VO_2) e de desempenho.

Ainda assim, com a ingestão de uma maior quantidade de álcool (1g/ kg) associado a testes submáximos, Borg e colaboradores não observaram alteração da PSE e da concentração de lactato sanguíneo entre as condições, porém reportou elevação da FC aos 50 W e 100 W do teste, mas sem alteração significativa acima dessas intensidades (BORG; DOMSERIUS; KAIJSER, 1990). Entretanto, Wang et al., (1995) reportaram elevação da FC, pressão sanguínea, ácido lático e VO_2 durante trabalho submáximo de 30 minutos de ciclismo a 70% da $\text{FC}_{\text{MÁX}}$ com ingestão aguda de 0,625 g/kg. Resultados parecidos foram evidenciados por Suter e Schutz (2008), após ingestão de 0,4 g de álcool por quilograma livre de gordura, em teste com

60 minutos de duração com intensidade superior a 80% do $VO_{2MÁX}$. Apresentou queda significativa na potência média (4%), principalmente na fase inicial do teste, além da redução do VO_2 e do VCO_2 .

Estudo de Ferreira et al., (2004), apresentou resultados semelhantes a Bond (1984), após a ingestão de 1g de álcool/ kg de massa corporal durante protocolo de rampa em bicicleta. Os autores não observaram diferença significativa entre as condições (controle, álcool, bebida energética e bebida energética com álcool), para as variáveis VO_{2PICO} , VO_2 , $FC_{MÁX}$ e os limiares ventilatórios. Porém, relatou uma possível tendência a maior gasto energético para realização da tarefa, além da redução do VO_{2PICO} 5,0% na condição álcool, 2,7% na condição bebida energética com álcool e 1,4% na condição bebida energética. Em adição, Lecoultre e Schutz (2009), reportaram resultados opostos aos observados nos estudos de Suter e Schutz (2008), através de um teste de contrarrelógio 60 minutos numa câmara calorimétrica; após ingestão de 0,4 g de álcool/ kg de massa corporal, houve queda na potência média (3,9%), embora não tenha sido observada alteração significativa nas variáveis FC e PSE.

Possivelmente, a diferença entre os estudos e a ausência de resultados significantes com a ingestão de álcool devem-se a falta de padronização quanto ao tipo de bebida alcoólica, quantidade ofertada e não observância do tempo necessário para metabolização do álcool pelo organismo e seu surgimento no sangue. Alguns estudos reportam que o pico de concentração de álcool no sangue pode variar de acordo com a quantidade, tipo de bebida ingerida, presença e/ou ausência de alimento no estômago (BRUNELLE; BARRETT; PIHL, 2007; MITCHELL; TEIGEN; RAMCHANDANI, 2014; ROINE et al., 1991). De acordo com os estudos supracitados, o pico de concentração de álcool no sangue ocorre entre 30 e 40 minutos após a ingestão, e pode variar de acordo com a quantidade e tipo de bebida ofertada. Por exemplo, o estudo de Mitchell, Teigen e Ramchandani (2014) analisou diferentes bebidas (i.e. cerveja, vinho e vodka) e reportou que após a ingestão de 0,5 g/kg de cerveja, o pico de concentração de álcool no sangue demora, aproximadamente, 45 minutos. A tabela 1 apresenta

TABELA 1. Estudos que investigaram os efeitos da ingestão de álcool sobre o exercício físico.

Estudo	Número de participantes	Tipo de exercício	Intensidade do exercício	Álcool ingerido	Desempenh o físico	Respostas fisiológicas
Kendrick et al., (1993)	4	Corrida	80 - 85% do $VO_{2MÁX}$	0,25 g/kg		↑ FC
Mcnaughh ton et al., (1986)	10	Corrida	Testes de curta a longa distância	0,01 – 0,1 g/kg	↑ Tempo de conclusão	
Popovic et al., (2016)	10	Ciclismo	TIM	1,5 g/kg	Sem alteração	Sem alteração
Blomqvist et al., (1970)	8	Ciclismo	Teste de 12 min entre 50 -75% $VO_{2MÁX}$ e TIM	0,12 – 0,15 g/kg	Sem alteração	↑ FC
Bond et al., (1984)	12	Ciclismo	Testes máximos a 360, 720 e 1080 kpm/min	0 – 0,7 g/kg	Sem alteração	Sem alteração
Borg et al., (1990)	10	Ciclismo	Teste incremental submáximo	1 g/kg	Sem alteração	↑ FC
Wang et al., (1995)	10	Ciclismo	Teste submáximo a 70% da $FC_{MÁX}$	0,6 g/kg		↑ FC e VO_2
Suter et al., (2008)	13	Ciclismo	Contrarrelógio 60 min a 80% do $VO_{2MÁX}$	0,4 g/kg	↓ Potência média	↓ VO_2 e VCO_2

Ferreira et al., (2004)	14	Ciclismo	TIM	1 g/kg		Sem alteração
Lecoultre et al., (2009)	13	Ciclismo	Contrarrelógio 60 min	0,4 g/kg	↓ Potência média	Sem alteração

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Dados referentes aos estudos sobre consumo de álcool e exercício físico.

O Problema: interação entre fadiga mental e ingestão de álcool

Apesar dos estudos revelando os mecanismos cerebrais de ação do álcool, provavelmente explicando seus potenciais efeitos negativos sobre o desempenho físico, ainda não se conhece como a ingestão aguda de álcool, mesmo em baixas doses, poderia interagir com os efeitos da fadiga mental sobre as respostas de desempenho físico e economia de corrida. Do ponto de vista prático-aplicado, conhecer a possível interação entre álcool e fadiga mental poderia ser importante, uma vez que o cotidiano mais contemporâneo expõe indivíduos ao consumo de álcool e à instalação de fadiga mental com maior frequência (JAYNE; HOLLOWAY; VALENTINE, 2006).

Uma possível interação entre fadiga mental e ingestão aguda de álcool pode ter implicações práticas relevantes, pois poderia reduzir a tolerância ao esforço físico, reduzindo assim, a capacidade de realização de exercício. Por exemplo, estudo de Lopes e Silva (2014) verificou que 30 minutos de tarefa de atenção sustentada, realizada antes de um TIM, causou reduções na intensidade de exercício em que ocorriam os LV1, LV2 e VO_{2MÁX}. Então, considerando que ainda existe dúvida se a ingestão aguda de álcool pode também induzir reduções em marcadores de desempenho aeróbio, como observado em estudo de McNaughton e Preece (1986), um provável efeito negativo da fadiga mental poderia ser potencializado pela ingestão de álcool.

Por exemplo, Addicott et al., (2007) utilizaram uma escala de efeito bifásico do álcool (BAES) para analisar o efeito do álcool através de 14 adjetivos (i.e. falador, animado, estimulado, vigoroso, excitado, energizado, cabeça pesada, sedação, pensamentos lentos, inativo, lento e dificuldade de concentração). Os autores sugeriram que o consumo leve e moderado de álcool pode elevar o estado de humor e a motivação (BRABANT; GUARNIERI; QUERTEMONT, 2014). Ademais, Davidson et al. (2002) e Martin et al. (1993) reportaram que a ingestão aguda de álcool teve efeito significativo sobre a resposta estimulante medida pela BAES, o que poderia ser um indicativo do estado motivacional do indivíduo. No entanto, não é possível saber se uma melhora do humor e elevação da motivação com a ingestão de bebida

alcoólica poderia trazer melhora ao desempenho físico, principalmente em exercícios de grande massa muscular com pouca influência de ajustes finos no controle motor. Na verdade, esses resultados precisam ser interpretados com cautela, pois não necessariamente significariam uma maior motivação para a prática de exercício.

Desta forma, assumindo-se que a ingestão aguda de bebida alcoólica em baixas doses está presente nos hábitos dos indivíduos, é possível esperar que ela possa influenciar os efeitos negativos que o cansaço mental tem sobre o desempenho físico aeróbio, devido ao aumento da sensação de esforço. Neste caso, esperar-se-ia que a ingestão aguda de baixas doses de bebida alcoólica pudesse potencializar a redução do desempenho e alterar variáveis fisiológicas, durante teste físico executado sob fadiga mental. De outro lado, não é claro se a ingestão aguda de álcool iria potencializar ou atenuar a alteração em algumas respostas psicológicas tais como a PSE e sensação de fadiga (redução), ou motivação (aumento), durante desempenho físico sob fadiga mental.

2 OBJETIVO E HIPÓTESE

2.1 Objetivo

O presente estudo teve como objetivo, investigar os efeitos da ingestão aguda de cerveja, combinada a uma tarefa de alta demanda cognitiva, sobre o desempenho físico, respostas fisiológicas e psicológicas, durante uma corrida de 30 minutos. Foram objetivos específicos verificar se a ingestão de cerveja associada à instalação de fadiga mental, potencializava uma possível alteração sobre a capacidade de desempenho físico, economia de corrida, respostas fisiológicas (VO_2 , VCO_2 , VE, RER e FC) e psicológicas (PSE, afeto, ativação, pensamento associado ao exercício e motivação), durante corrida de 30 minutos.

2.2 Hipótese

De acordo com o argumentado na introdução é possível esperar um prejuízo sobre o desempenho físico em corrida de 30 minutos após a ingestão aguda de bebida alcoólica em baixas doses, como por exemplo, cerveja. Além disso, é provável que esse prejuízo no desempenho seja acentuado na presença de fadiga mental. É esperado que a ingestão aguda de cerveja reduza a economia de corrida e aumente a PSE do exercício, sendo que tais respostas poderão ser potencializadas na presença de fadiga mental.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Amostra e aspectos éticos

Dezesseis homens saudáveis e fisicamente ativos, com 25,8 anos ($\pm 5,1$) em média, sem qualquer restrição física ou clínica para prática de atividade física, foram convidados a participar do estudo. Os procedimentos experimentais, tanto quanto os riscos e benefícios do estudo, foram explicados previamente à obtenção da assinatura do consentimento livre e esclarecido. Os procedimentos experimentais deste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (CEP-EACH/USP) sob o número 60915616.9.0000.5390.

3.2 Desenho experimental

Após convite e entrada no estudo, os participantes foram designados à cinco visitas ao laboratório para realização de uma sessão preliminar, seguida de duas sessões de familiarização, e duas sessões experimentais com ingestão de cerveja a instalação de fadiga mental. Desta forma, eles realizaram: 1) Sessão preliminar; 2) Corrida após ingestão de cerveja (familiarização); 3) Corrida após ingestão de cerveja sem álcool (placebo; familiarização); 4) Corrida após instalação de fadiga mental e ingestão de cerveja; 5) Corrida após instalação de fadiga mental e ingestão de cerveja sem álcool (placebo). Após realização da sessão preliminar, os participantes realizaram as sessões 2 e 3 (familiarização), em ordem balanceada entre elas, sendo seguidas sequencialmente das sessões experimentais 4 e 5, em ordem balanceada entre elas. Esse desenho experimental em duas fases sequenciais, com ordem balanceada entre elas, permitiu familiarizar os participantes com o modelo de exercício (i.e. corrida de 30 minutos) após ingestão aguda de cerveja, antes de se avaliar o efeito da combinação entre ingestão de cerveja e fadiga mental sobre o desempenho físico.

Um intervalo mínimo entre as sessões de 2 a 7 dias foi observado. Todos os testes foram realizados em esteira ergométrica, no mesmo período do dia, com temperatura aproximada de 22,5° C ($\pm 2,4^\circ$ C) e umidade relativa do ar em 63,3 % ($\pm 4,6\%$). Os sujeitos foram instruídos à abstenção da prática de exercício físico intenso, tarefas de alta demanda cognitiva e consumo de bebida alcoólica, cafeína ou qualquer substância estimulante por pelo menos 24 horas antes das sessões experimentais. Além disso, os participantes seguiram sua dieta habitual e, no dia

dos testes físicos, foram orientados a consumir a mesma refeição citada no recordatório alimentar, além da ingestão de 250 ml de água antes dos procedimentos experimentais (LECOULTRE; SCHUTZ, 2009; POTGIETER, 2013). O recordatório alimentar e a padronização na ingestão de água foram importantes para controlar os efeitos da ingestão aguda de álcool e a hidratação dos sujeitos.

3.2.1. Sessão Preliminar

Na sessão preliminar, medidas de estatura, massa corporal e dobras cutâneas para obtenção do percentual de gordura (%GC), foram realizadas. A estimativa do %GC foi feito através da equação de Jackson e Pollock (1978), seguindo a padronização ISAK (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000). Os sujeitos receberam instruções para se absterem da prática de atividade física, tanto quanto do consumo de cafeína, bebida alcoólica ou qualquer substância estimulante, por pelo menos 24 horas antes das sessões experimentais. Além disso, responderam ao questionário AUDIT (*Alcohol use disorders identification test*) (BABOR; GRANT, 1989). Desenvolvido pela OMS para avaliação da dependência e problemas decorrentes do consumo de álcool, e apresenta evidências de validade para a língua Portuguesa (BABOR et al., 2001; FIGLIE et al., 1997; LIMA et al., 2005).

Anteriormente a realização do TIM os sujeitos foram familiarizados com a escala de Borg de 15 pontos e a escala de afeto (BORG, 1982; HARDY; REJESKI, 1989). Após a familiarização com as escalas os sujeitos foram submetidos a um TIM em esteira ergométrica (Sper ATL. Inbrasport®, Porto Alegre, Brasil), após 3 minutos de aquecimento padrão, caminhando a uma velocidade de 5 km/h. Imediatamente após o aquecimento, o TIM foi iniciado com velocidade de 5 km/h e inclinação de 1 %, com incrementos de 1 km/h realizados a cada 1 minuto até a exaustão. Incentivo verbal foi provido pelo mesmo avaliador para assegurar que valores máximos fossem atingidos no momento de exaustão.

As trocas gasosas (Metamax Biophysic, Cortex®, Alemanha) e a frequência cardíaca (FC) (Polar®, Finlândia) foram coletados continuamente durante todo teste, enquanto a PSE e afeto foram obtidas a cada estágio de incremento. Os dados de trocas gasosas tais como volume de oxigênio consumido (VO_2), volume de dióxido de carbono (VCO_2), ventilação (VE) e razão de trocas respiratórias (RER) foram convertidos para médias de dez segundos e o $\text{VO}_{2\text{PICO}}$ foi calculado pela média do VO_2 , obtidos nos últimos 30 segundos do teste (WESTON et al., 2002).

3.2.2. Testes de corrida de 30 minutos

Ao menos 72 horas após a realização do TIM, quatro testes de corrida de 30 minutos foram executados em ordem balanceada, com designação randômica, com um intervalo de 2 a 7 dias entre elas, para assegurar completa recuperação dos períodos de exercícios anteriores. Os indivíduos eram orientados a completar a maior distância possível durante 25 minutos de corrida. Após 5 minutos de aquecimento a 8km/h, os voluntários auto ajustavam a velocidade da esteira quantas vezes fossem necessárias, a fim de ajustar o ritmo para alcançar a maior distância possível. Eles tiveram acesso ao painel da esteira para controle do ritmo. Medidas cardiopulmonares e psicológicas, juntamente com as medidas de desempenho, foram obtidas durante todos os testes de corrida.

3.3 Ingestão de cerveja

Nas condições experimentais a bebida alcoólica foi oferecida como cerveja (Brahma®, Brasil) do estilo Pilsen, com teor alcoólico de 4,8 %, contendo aproximadamente 149 kcal (11 g de carboidrato, 0 g de proteína e 0 g de gordura). Na condição placebo foi oferecida cerveja sem álcool (Brahma 0.0%®, Brasil) do estilo Pilsen como placebo, com teor alcoólico de 0%, contendo aproximadamente 84 kcal (20 g de carboidrato, 0 g de proteína e 0 g de gordura). Ambas foram mantidas em temperatura de 8,7° C ($\pm$ 3,7° C). O volume de bebida foi definido de acordo com a massa corporal de cada voluntário, assumindo um total de 13,44 g de álcool por porção de 350 ml de cerveja. O volume de cerveja ingerida resultou em ~ 0,3 g de álcool para cada 1 kg de massa corporal. Por exemplo, um indivíduo com 70 kg de massa ingeriu 547 ml. Essa dose representa a metade da dose observada no estudo de Pickering (2015), o qual reportou ausência de respostas inibitórias no SNC após ingestão aguda de álcool. Ao mesmo tempo, além desta dose ser considerada segura, com baixa probabilidade de gerar efeitos colaterais, representa um consumo leve de álcool. Os indivíduos receberam a bebida em um vasilhame fechado, de cor opaca e utilizaram *nose clip* para dificultar a identificação do tipo de cerveja. Eles foram livres para tomar a bebida na velocidade que desejassem, desde que não excedessem o limite de 15 minutos. A concentração de álcool foi mensurada no ar expirado, antes e após a ingestão da bebida, por meio de bafômetro. Nas sessões experimentais 4 e 5, o mesmo protocolo foi executado, porém, sendo a bebida ingerida imediatamente após a execução da tarefa mental.

3.4 Protocolo de tarefa mental para indução de fadiga mental

O teste de tarefa mental foi realizado por meio do *Rapid Visual Information Processing* (RVIP). Esse teste é caracterizado por apresentar continua, e randomicamente números de 1 a 9 em um monitor. Os números foram apresentados com uma frequência de 100 números por minuto e foi solicitado aos participantes que pressionassem a tecla “*space bar*” o mais rapidamente possível, quando sequências de três números ímpares ou pares aparecessem no monitor (i.e. 1, 3, 5; 2, 4, 6; 3, 5, 7). A cada minuto foram apresentadas 8 sequências corretas. A duração total da tarefa foi de 40 minutos. Resultados como tempo de reação, falsos alarmes e número total de acertos foram registrados e usados como indicativo da instalação de fadiga mental. Nas sessões experimentais, os participantes realizavam o teste RVIP e, imediatamente após, iniciavam a ingestão de cerveja ou placebo, antes de começarem a corrida na esteira. O tempo entre o final da realização do teste RVIP e a corrida foi de, aproximadamente, $20,1 \pm 3,1$ minutos.

3.5 Medidas cardiopulmonares

As trocas gasosas foram registradas por meio de uma máscara conectada a um analisador de gases de circuito aberto (Metamax Biophysic, Cortex®, Alemanha), e as respostas da ventilação (VE), consumo de oxigênio (VO_2) e produção de dióxido de carbono (VCO_2) foram registradas durante o TIM e todas as seções experimentais, respiração a respiração. O volume de ar expirado foi mensurado através de um sensor de fluxo bidirecional, calibrado antes do início de cada teste com uma seringa contendo três litros de ar. A fração expirada de O_2 será analisada com sensor de zircônio e a fração expirada de CO_2 , por absorção de infravermelho. Ambos os sensores foram calibrados de forma automática antes do início de cada teste, utilizando cilindro com concentração conhecida de O_2 (20,9 %) e CO_2 (5 %).

A FC foi registrada por meio de cinta fixada ao tórax do voluntário (Polar®, Finlândia), a 2 Hz de frequência, durante todo TIM e testes de corrida de 30 minutos.

3.6 Medidas psicológicas

As respostas psicológicas foram obtidas durante a realização do TIM, ao final de cada estágio e para os testes de corrida de 30 minutos, a cada 5 minutos. A PSE (Anexo B), ativação

(Anexo C), motivação (Anexo D), afeto (Anexo E) e pensamento associado ao exercício (PAE) (Anexo F) foram obtidas por meio de escalas específicas. A PSE foi obtida através da escala de Borg de 15 pontos (BORG, 1982), a qual ancora seus valores em sensações corporais como dispneia, taquicardia, desconforto muscular e transpiração. O nível de ativação foi obtido por meio de escala de 1-6 pontos, correspondendo, respectivamente, a dois descritores antagônicos: “baixa ativação” e “alta ativação”. A alta percepção de ativação é caracterizada pela alta excitação, disposição e energia, enquanto a baixa ativação de ativação é observada como relaxamento, indisposição (SVEBAK; MURGATROYD, 1985). A motivação foi avaliada por uma escala de dez pontos, que correspondem a dois descritores antagônicos da sensação de motivação: “muito desmotivado” (1) e “muito motivado” (10) (VLACHOPOULOS; KARAGEORGHIS; TERRY, 2000). O afeto foi avaliado por uma escala de onze pontos, que expressa a bipolaridade entre prazer e desprazer, que representa a valência afetiva, sendo que - 5 (muito mal) a +5 (muito bem) (HARDY; REJESKI, 1989). Por fim, o PAE foi obtido através de uma escala de 10 pontos (0-100%), sendo que 100 % corresponde ao pensamento associado as sensações derivadas do exercício, tais como as alterações de respiração, temperatura, fadiga, FC e etc. Por outro lado, o descritor 0 % corresponde a pensamentos dissociados do exercício (TAMMEN; TAMMEN, 1996).

Medidas das escalas de motivação e ativação, assim como da escala visual analógica (VAS), também foram obtidas antes e após a realização do teste de atenção sustentada (RVIP). Brevemente, a VAS quantifica subjetivamente o nível de cansaço mental. A VAS é uma escala que vai de 0 a 100 pontos, sendo que 0 equivale a ausência de cansaço mental e 100 representa estar mentalmente cansado.

3.7 Análise dos dados Experimentais

Foram utilizados como medidas de desempenho a velocidade média e distância final. A distância final foi adotada como a distância máxima obtida em cada sessão experimental, enquanto a velocidade média foi a média de velocidade alcançada entre os 25 minutos de corrida em esteira. Para saber o efeito da ingestão de cerveja, comparou-se o delta de alteração (Δ) nos dados de desempenho entre as condições cerveja vs placebo na fase 1 do estudo. Para conhecer o efeito da ingestão de cerveja em participantes mentalmente fadigados, comparou-se o Δ de alteração no desempenho entre cerveja vs placebo quando os participantes estavam mentalmente fadigados, na fase 2 do estudo. Para saber se a fadiga mental potencializava os

efeitos da ingestão de cerveja, calculamos o Δ de alteração entre a cerveja *vs* cerveja sob fadiga mental, e o Δ de alteração entre as condições placebo *vs* placebo sob fadiga mental, entre as fases 1 e 2 do estudo.

A análise das variáveis fisiológicas (VO_2 , VCO_2 , VE, RER, FC) ocorreu da seguinte forma. Os dados coletados durante o período de corrida, respiração a respiração, foram convertidas para médias de 10 segundos. Nos testes de corrida de 30 minutos, posteriormente, foram calculadas médias de 5 minutos correspondentes aos estágios do teste de corrida. Adicionalmente, a economia de corrida foi calculada através da média de VO_2 obtido nos últimos 60 segundos de aquecimento com velocidade controlada de 8 km/h (TARTARUGA et al., 2012). Nos dados do TIM, os dados de VO_2 em médias de 10 segundos foram utilizados para cálculo do $\text{VO}_{2\text{PICO}}$, determinado na média dos últimos 30 segundos de teste, de acordo com critérios tradicionalmente sugeridos (WESTON et al., 2002).

As variáveis psicológicas (PSE, ativação, motivação, afeto e PAE), coletadas a cada 5 minutos, foram analisadas e comparadas entre as sessões (i.e. 2 *vs* 3; 4 *vs* 5). As respostas obtidas pré e pós RVIP (VAS, ativação e motivação) foram utilizadas para representar o quão mentalmente fadigado o indivíduo estava. Referente à VAS, o aumento do valor respondido foi interpretado como maior cansaço mental, enquanto a redução nas respostas de motivação e ativação representaram perda de motivação e disposição para realização do exercício.

4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade e homogeneidade dos dados foram verificadas com o teste de Shapiro-Wilk e Levene. Dada a distribuição normal dos dados, estatística descritiva foi feita por meio de média e desvio-padrão ($\pm$ DP). Além disso, variáveis dependentes durante a corrida foram analisadas entre as condições cerveja e placebo, ou entre as condições com fadiga mental e ingestão de cerveja ou placebo, por meio de Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas, como modelagem da matriz de covariância (modelos mistos). Neste caso, as variáveis dependentes foram VO_2 , VCO_2 , VE, RER, FC, e respostas psicológicas (PSE, ativação, motivação, afeto e PAE) tendo a condição como fator fixo (cerveja vs placebo; cerveja vs placebo sob fadiga mental) e os sujeitos, o aleatório. As variáveis de desfecho do teste cognitivo (% de acerto, falso alarme e tempo de reação) também foram analisadas por Anova para medidas repetidas, com modelagem da matriz de covariância (modelos mistos).

Para as variáveis de desempenho (velocidade média, distância final) e economia de corrida, foi utilizado um teste T-Student pareado para comparar estas respostas entre as sessões de familiarização com cerveja ou placebo, e entre as sessões experimentais com ingestão de cerveja ou placebo sob fadiga mental. Além disso, usou-se teste T-Student para comparar os dados de Δ desempenho (sessões experimentais corrigidas por suas sessões de familiarização correspondente (i.e. cerveja-cerveja sob fadiga mental e placebo-placebo sob fadiga mental). Além disso, alterações nas respostas psicológicas (VAS, motivação e ativação) entre os momentos pré e pós teste RVIP, na fase experimental do estudo, foram comparadas por meio de Teste T-Student.

Os resultados foram acompanhados do cálculo do tamanho do efeito (ES: *Effect Size*), interpretado como efeito pequeno $\leq 0,1$; moderado entre $0,1 > e < 0,3$; grande entre $0,3 > e < 0,5$; muito grande entre $0,5 > e < 0,7$; e extremamente grande $> 0,9$ (HOPKINS et al., 2009). Em todas as análises foi adotado um nível de significância de 5 % ($p \leq 0,05$), realizadas no software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 20.0.

5 RESULTADOS

Os principais resultados são apresentados em tabelas ou figuras. As respostas individuais do AUDIT, bafômetro e as respectivas características antropométricas e os resultados referentes ao TIM preliminar, tais como velocidade máxima e VO_{2PICO} , são apresentados na tabela 2 e 3, respectivamente. Importante, 67,2 % identificaram corretamente a presença de bebida alcoólica nas sessões experimentais.

TABELA 2. Respostas individuais sobre o perfil de consumo de bebida alcoólica medida pelo questionário AUDIT e concentração de álcool medida pelo bafômetro.

Sujeito	AUDIT	Cerveja Mg/L	Placebo Mg/L	FM e Cerveja Mg/L	FM e Placebo Mg/L
1	7	0,35	0,00	0,35	0,05
2	7	0,20	0,05	0,35	0,00
3	2	0,30	0,00	0,25	0,00
4	3	0,25	0,00	0,25	0,00
5	7	0,25	0,10	0,30	0,00
6	7	0,25	0,00	0,20	0,00
7	0	0,25	0,00	0,25	0,00
8	6	0,25	0,00	0,25	0,00
9	5	0,25	0,00	0,25	0,00
10	1	0,25	0,05	0,20	0,00
11	7	0,25	0,00	0,25	0,00
12	5	0,30	0,00	0,20	0,00
13	7	0,25	0,00	0,25	0,00
14	7	0,35	0,10	0,25	0,00
15	5	0,25	0,00	0,15	0,00
16	7	0,25	0,00	0,20	0,00
MÉDIA	5,2	0,27	0,02	0,25	0,00
DP	2,4	0,04	0,04	0,05	0,01

DP é desvio padrão.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Dados individuais do AUDIT e da concentração de álcool medida por bafômetro.

TABELA 3. Características gerais dos sujeitos e valores obtidos durante o teste incremental máximo.

Sujeito	Idade	Estatura	MC	%GC	VO₂PICO	FC_{PICO}	VEL_{PICO}
	anos	cm	kg		ml.kg.min ⁻¹	bpm	km/h
MÉDIA	25,8	175,0	76,0	19,1	49,11	193,38	16,69
DP	5,1	5,4	6,5	7,5	6,2	9,7	1,7

MC é massa corporal; Valores apresentados em média e desvio padrão (DP).

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP.

Com o intuito de melhor descrever os resultados do estudo, os valores referentes às sessões de familiarização serão apresentados a seguir.

5.1 Sessões de familiarização

5.1.1 Efeitos da Ingestão de Cerveja sobre o Desempenho Físico em Teste de Corrida

Em primeiro lugar, analisamos as medidas de desempenho, dentre elas a distância final e a velocidade média. Observamos que a ingestão aguda de cerveja reduziu a distância final percorrida em 12 participantes, representada pela queda de $4,75 \pm 4,48$ % em relação ao controle. Entretanto, 4 participantes não responderam à ingestão de cerveja, pois apresentaram aumento da distância percorrida em torno de $1,49 \pm 1,96$ %, quando comparado à sessão controle (i.e. placebo). A velocidade média comportou-se similarmente à distância final, pois 12 participantes apresentaram queda de $5,47 \pm 5,56$ % na velocidade média, porém, 4 participantes não responderam à ingestão de cerveja, e aumentaram a velocidade média em $1,66 \pm 1,44$ %. Quando analisados os dados de todos os 16 participantes, tanto a distância final percorrida ($P = 0,020$; $d = 0,234$, ES moderado), quanto a velocidade média ($P = 0,026$; $d = 0,226$, ES moderado) foram diferentes entre as condições. As figuras 1 e 2 descrevem esses efeitos.

Figura 1 – Alterações percentuais na distância final entre as sessões cerveja vs placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados são os valores individuais e o valor da média $\pm$ DP, relatados em % de alteração.

Apresentou diferença significativa entre as condições ($P= 0,020$).

Figura 2 – Alterações percentuais na velocidade média entre as sessões cerveja vs placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados são os valores individuais e o valor da média $\pm$ DP, relatados em % de alteração. Apresentou diferença significativa entre as condições ($P = 0,026$).

5.1.2 Efeitos da Ingestão de Cerveja sobre a Economia de corrida

A comparação da economia de corrida revelou efeito significativo ($P = 0,050$; $d = 0,376$ e ES grande), representando um efeito deletério do álcool na economia de corrida. Esse resultado sugere que a ingestão de cerveja previamente à realização do exercício aumenta a necessidade por VO_2 para a realização da mesma tarefa aeróbia, como apresentado na figura 3.

Figura 3 - Economia de corrida entre as sessões cerveja vs placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados são os valores individuais e o valor da média $\pm$ DP, relatados em % de alteração. Apresentou efeito significativo entre as condições ($P = 0,050$).

5.1.3 Efeitos da Ingestão de Cerveja sobre as Respostas Fisiológicas Durante Teste de Corrida

Em relação às medidas fisiológicas analisadas durante a corrida de 30 minutos, entre as condições cerveja e placebo, nenhuma das variáveis apresentou efeito significativo da condição para ingestão de cerveja ($P > 0,05$). Por exemplo, RER ($P > 0,05$, $d = 0,288$ e ES moderado), VO_2 ($P > 0,05$, $d = 0,115$ e ES moderado), VCO_2 ($P > 0,05$, $d = 0,282$ e ES moderado), VE ($P >$

0,05, $d = 0,00$ e ES pequeno) e FC ($P > 0,05$, $d = 0,215$ e ES moderado). Em relação ao efeito do tempo, todas variáveis fisiológicas apresentaram mudança significativa em função do tempo como, por exemplo, VO_2 ($P = 0,000$, $d = 2,611$ e ES extremamente grande), VCO_2 ($P = 0,000$, $d = 3,04$ e ES extremamente grande), VE ($P = 0,000$, $d = 3,82$ e ES extremamente grande), RER ($P = 0,000$, $d = 2,349$ e ES extremamente grande) e FC ($P = 0,000$, $d = 5,059$ e ES extremamente grande).

Em relação à interação entre condição e tempo, apenas a FC apresentou efeito significativo. No entanto, nenhuma das demais variáveis fisiológicas apresentou efeito significativo, por exemplo, VO_2 ($P > 0,05$, $d = 0,277$ e ES moderado), VCO_2 ($P > 0,05$, $d = 0,212$ e ES moderado), VE ($P > 0,05$, $d = 0,226$ e ES moderado), RER ($P > 0,05$, $d = 0,188$ e ES moderado) e FC ($P = 0,045$, $d = 0,59$ e ES muito grande). Os valores médios destas variáveis são apresentados na figura 4, 5, 6, 7 e 8 respectivamente.

Figura 4 – RER durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. RER durante teste de corrida de 30 minutos.

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,000$).

Figura 5 – VO_2 durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. VO_2 durante teste de corrida de 30 minutos.

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,000$).

Figura 6 – VCO_2 durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. VCO_2 durante teste de corrida de 30 minutos.

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,000$).

Figura 7 – VE durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. VE durante teste de corrida de 30 minutos.

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,000$).

Figura 8 - FC durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. FC durante teste de corrida de 30 minutos.

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

apresentou interação significativa no momento 5 min de teste ($P = 0,045$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,000$).

5.1.4 Efeitos da Ingestão de Cerveja sobre as Respostas Psicológicas Durante Teste de Corrida

Em relação às medidas psicológicas analisadas, foi observado efeito do tempo de exercício na PSE ($P=0,000$, $d=4,581$ e ES extremamente grande), afeto ($P=0,000$, $d=1,236$ e ES extremamente grande), motivação ($P=0,014$, $d=0,628$ e ES muito grande) e ativação ($P=0,010$, $d=0,648$ e ES muito grande), mas sem diferença significativa na variável PAE ($P>0,05$, $d=0,389$ e ES grande). Entretanto, não foram observados efeitos significantes da condição ($P>0,05$), nem interação entre condição e tempo ($P>0,05$). Essas respostas referentes às variáveis psicológicas são apresentadas nas figuras 9, 10, 11, 12 e 13 respectivamente.

Figura 9 – PSE durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. PSE durante teste de corrida de 30 minutos.

Não houve efeito significativo entre as condições ($P>0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P=0,000$).

Figura 10 – Afeto durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. Afeto durante teste de corrida de 30 minutos.

Não houve efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,000$).

Figura 11 – Motivação durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. Motivação durante teste de corrida de 30 minutos.

Não houve efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,014$).

Figura 12 – Ativação durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. Ativação durante teste de corrida de 30 minutos.

Não houve efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,010$).

Figura 13 - PAE durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. Pensamento associado ao exercício durante teste de corrida de 30 minutos.

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

5.2 Sessões experimentais

Em relação às sessões experimentais, além das análises reportadas nas sessões de familiarização, são apresentados os resultados referentes à análise do desempenho cognitivo durante o teste RVIP (número total de acertos, falsos alarmes e tempo de reação). Ademais, as medidas de desempenho e economia de corrida reportadas são relativas ao Δ de alteração entre as sessões experimentais corrigidas por suas respectivas sessões de familiarização.

5.2.1 Efeitos da Realização do Teste RVIP Sobre o Desempenho Cognitivo e Respostas Psicológicas

Verificamos o efeito da execução de uma tarefa cognitiva intensa (RVIP), antes da ingestão aguda de cerveja. Com relação ao desempenho cognitivo, houve aumento significativo no tempo de reação ao longo da execução do teste RVIP, tanto na sessão de ingestão de cerveja ($P = 0,000$, $d = 2,059$ e ES extremamente grande), quanto na sessão com ingestão de placebo ($P = 0,000$, $d = 1,099$ e ES extremamente grande). Além do aumento significativo no tempo de reação, houve também aumento significativo do número de falsos alarmes na sessão com ingestão de placebo ($P = 0,023$, $d = 0,663$ e ES muito grande). Contudo, as demais variáveis como número de acertos e falsos alarmes não foram alteradas ao longo da execução do teste, nem da sessão com ingestão de cerveja ($P > 0,05$), nem na sessão com ingestão de placebo ($P > 0,05$).

Com relação às medidas psicológicas, houve elevação significativa na sensação de fadiga (escala VAS) entre os momentos antes e após o teste de RVIP na sessão com ingestão de cerveja (pré= $17,50 \pm 21,45$ e pós= $58,75 \pm 20,94$; $P = 0,000$, $d = 1,946$ e ES extremamente grande), assim como na sessão com ingestão de placebo (pré= $18,75 \pm 19,28$ e pós= $60,63 \pm 18,43$; $P = 0,000$, $d = 2,221$ e ES extremamente grande). Da mesma forma, houve redução significativa na resposta de ativação entre pré e pós teste RVIP na sessão com ingestão de cerveja (pré= $4,31 \pm 1,74$ e pós= $3,69 \pm 1,78$; $P = 0,020$; $d = 0,352$ ES grande), e na sessão com ingestão de placebo (pré= $3,94 \pm 1,61$ e pós= $3,00 \pm 1,46$; $P = 0,001$; $d = 0,611$ ES muito grande). Em relação à motivação, houve diferença significativa entre os momentos na sessão com ingestão de cerveja (pré= $7,38 \pm 2,42$ e pós= $5,94 \pm 3,45$; $P = 0,007$, $d = 0,483$ e ES grande), e na sessão com ingestão de placebo (pré= $7,63 \pm 1,59$ e pós= $5,94 \pm 2,11$; $P = 0,000$, $d = 0,905$ e ES extremamente grande).

5.2.2 Efeitos da Ingestão de Cerveja sobre o Desempenho Físico em Teste de Corrida em Indivíduos Mentalmente Fadigados

Quando houve ingestão de cerveja alcoólica na presença de fadiga mental, foi observado que 13 dos 16 sujeitos apresentaram piora no desempenho, pois reduziram a distância final percorrida na corrida em torno de $4,28 \pm 3,55$ %. Entretanto, 3 participantes não responderam à ingestão de cerveja, mesmo na presença de fadiga mental, pois aumentaram a distância final quando ingeriram placebo ($1,41 \pm 2,03$ %). Desta forma, quando todos os participantes foram analisados juntos, foi observado efeito significativo da ingestão de cerveja em participantes mentalmente fadigados ($P = 0,007$; $d = 0,267$ e ES moderado). A velocidade média comportou-se similarmente à distância final, pois 13 participantes apresentaram queda de $4,71 \pm 4,76$ % na velocidade média quando ingeriram cerveja na presença de fadiga mental. Porém, 3 participantes não responderam ao efeito da ingestão de cerveja, apresentando aumento da velocidade média ($3,38 \pm 1,81$ %). Assim, quando analisados os dados de todos os 16 participantes, a velocidade média apresentou efeito significativo da ingestão de cerveja em participantes mentalmente fadigados ($P = 0,042$; $d = 0,217$ ES moderado). A figura 14 descreve os efeitos da ingestão de cerveja em participantes mentalmente fadigados sobre a distância percorrida, enquanto a figura 15 apresenta a velocidade média.

Figura 14 – Distância final entre as sessões fadiga mental e cerveja vs fadiga mental e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados são valores individuais e a média $\pm$ DP, relatados em % de alteração.

Apresentou diferença significativa entre as condições ($P= 0,007$).

Figura 15 – Velocidade média entre as sessões fadiga mental e cerveja vs fadiga mental e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados são valores individuais e a média $\pm$ DP, relatados em % de alteração.

Apresentou diferença significativa entre as condições ($P= 0,042$).

5.2.3 Efeitos da Ingestão de Cerveja sobre a Economia de corrida de Indivíduos Mentalmente Fadigados

Quando analisada a economia de corrida após a ingestão de cerveja na presença de fadiga mental, foi observado que 9 dos 16 sujeitos apresentaram piora da economia ($9,20 \pm 9,63$ %). Entretanto, 7 participantes não responderam à ingestão de cerveja, mesmo na presença de fadiga mental, pois apresentaram melhora na economia de corrida em torno de $2,46 \pm 2,45$ %. Desta forma, quando todos os participantes foram analisados juntos, não foi observado efeito significativo da ingestão de cerveja em participantes mentalmente fadigados ($P = 0,099$; $d = 0,399$ e ES grande), apesar da tendência observada. Os resultados referentes à economia de corrida são apresentados na figura 16.

Figura 16 - Economia de corrida entre as sessões fadiga mental e cerveja vs fadiga mental e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados são valores individuais e a média $\pm$ DP, relatados em % de alteração.

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

5.2.4 Efeitos da Ingestão de Cerveja sobre as Respostas Fisiológicas Durante Teste de Corrida em Indivíduos Mentalmente Fadigados

Observando os resultados das variáveis fisiológicas das sessões experimentais, todas as variáveis fisiológicas apresentaram efeito significativo do tempo, assim, VO_2 ($P = 0,000$, $d = 2,657$ e ES extremamente grande), VCO_2 ($P = 0,000$, $d = 3,026$ e ES extremamente grande), VE ($P = 0,000$, $d = 3,331$ e ES extremamente grande), RER ($P = 0,000$, $d = 2,617$ e ES extremamente grande) e FC ($P = 0,000$, $d = 5,602$ e ES extremamente grande) mudaram conforme o teste ocorreu. Referente à condição (ingestão de cerveja), observamos efeito da ingestão de cerveja apenas para RER ($P = 0,004$, $d = 1,066$ e ES extremamente grande). Em relação às demais variáveis, tais como VO_2 ($P > 0,05$, $d = 0,753$ e ES extremamente grande), VCO_2 ($P > 0,05$, $d = 0,408$ e ES grande), VE ($P > 0,05$, $d = 0,374$ e ES grande) e FC ($P > 0,05$, $d = 0,02$ e ES pequeno), não houve efeito significativo.

Em relação ao efeito de interação entre condição e tempo, nenhuma das variáveis fisiológicas apresentou efeito significativo como, por exemplo, VO_2 ($P > 0,05$, $d = 0,602$ e ES muito grande), VCO_2 ($P > 0,05$, $d = 0,229$ e ES moderado), VE ($P > 0,05$, $d = 0,477$ e ES grande), RER ($P > 0,05$, $d = 0,228$ e ES moderado) e FC ($P > 0,05$, $d = 0,367$ e ES grande). As figuras 17, 18, 19, 20 e 21 apresentam a resposta destas variáveis.

Figura 17 – VO_2 durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. VO_2 durante teste de corrida de 30 minutos com cerveja (triângulo aberto) e placebo (círculo preenchido).

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,000$).

Figura 18 – VCO_2 durante teste de corrida de 30 minutos com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. VCO_2 durante teste de corrida de 30 minutos com cerveja (triângulo aberto) e placebo (círculo preenchido).

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,000$).

Figura 19 – VE durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. VE durante teste de corrida de 30 minutos com cerveja (triângulo aberto) e placebo (círculo preenchido).

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,000$).

Figura 20 – RER durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. RER durante teste de corrida de 30 minutos com cerveja (triângulo aberto) e placebo (círculo preenchido).

\$ apresentou efeito significativo entre as condições ($P=0,004$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P=0,000$).

Figura 21 - FC durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. FC durante teste de corrida de 30 minutos com cerveja (triângulo aberto) e placebo (círculo preenchido).

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P>0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P=0,000$).

5.2.5 Efeitos da Ingestão de Cerveja sobre as respostas Psicológicas Durante Teste de Corrida em Indivíduos Mentalmente Fadigados

As medidas psicológicas oriundas das sessões experimentais não apresentaram efeito significativo da ingestão de cerveja ($P > 0,05$). Igualmente, não houve interação entre condição e tempo de exercício ($P > 0,05$). Porém, em relação ao efeito do tempo, houve efeito significativo na PSE ($P = 0,000$, $d = 4,882$ e ES extremamente grande), afeto ($P = 0,001$, $d = 0,948$ e ES extremamente grande), motivação ($P = 0,001$, $d = 0,835$ e ES muito grande) e ativação ($P = 0,000$, $d = 0,881$ e ES muito grande), sem efeito significativo no PAE ($P > 0,05$, $d = 0,514$ e ES muito grande). A seguir, as figuras 22, 23, 24, 25 e 26 mostram estas respostas.

Figura 22 – PSE durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. PSE durante teste de corrida de 30 minutos com cerveja (triângulo aberto) e placebo (círculo preenchido).

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,000$).

Figura 23 – Afeto durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. Afeto durante teste de corrida de 30 minutos com cerveja (triângulo aberto) e placebo (círculo preenchido).

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,001$).

Figura 24 – Motivação durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. Motivação durante teste de corrida de 30 minutos com cerveja (triângulo aberto) e placebo (círculo preenchido).

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,001$).

Figura 25 – Ativação durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. Ativação durante teste de corrida de 30 minutos com cerveja (triângulo aberto) e placebo (círculo preenchido).

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

* apresentou efeito significativo em função do tempo ($P = 0,000$).

Figura 26 - PAE durante teste de corrida de 30 minutos após teste cognitivo com ingestão aguda de cerveja e placebo.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Os dados foram relatados como média $\pm$ DP. Pensamento associado ao exercício durante teste de corrida de 30 minutos.

Não apresentou efeito significativo entre as condições ($P > 0,05$).

5.2.6 Efeitos da Fadiga Mental sobre o Desempenho Físico em Teste de Corrida após Ingestão de Cerveja

Para verificar se a instalação de fadiga mental potencializava um eventual efeito da ingestão de cerveja, calculamos o Δ de alteração no desempenho e economia de corrida entre as sessões experimentais e suas sessões de familiarização correspondentes, ou seja, entre as sessões com ingestão de cerveja e cerveja com fadiga mental e com ingestão de placebo e placebo com fadiga mental. Quando houve ingestão de cerveja na presença de fadiga mental foi observado que 11 dos 16 sujeitos apresentaram piora no desempenho em relação à sessão de familiarização com ingestão de cerveja, pois reduziram a distância final percorrida na corrida em torno de $5,23 \pm 2,98$ %. Entretanto, 5 participantes não responderam à ingestão de cerveja na presença de fadiga mental, pois apresentaram maior distância final mesmo quando ingeriram cerveja na presença de fadiga mental ($4,11 \pm 3,12$ %). Entretanto, igualmente para seus respectivos controles, 10 dos 16 sujeitos também apresentaram piora no desempenho na ingestão de placebo com fadiga mental, pois reduziram a distância final percorrida na corrida em torno de $4,30 \pm 3,45$ %, enquanto 6 participantes não pioraram o desempenho na presença de fadiga mental ($2,16 \pm 1,74$ %). Desta forma, quando todos os participantes foram analisados juntos para o Δ de alteração entre a ingestão de cerveja e o placebo, não foi observado efeito significativo, indicando que a fadiga mental potencializou a piora no desempenho causada pela ingestão de cerveja ($P=0,776$; $d=0,089$ e ES pequeno).

A velocidade média comportou-se similarmente à distância final, pois 10 participantes apresentaram queda de $6,53 \pm 3,25$ % na velocidade média quando ingeriram cerveja na presença de fadiga mental. Porém, 6 participantes não responderam ao efeito da fadiga mental mais ingestão de cerveja, apresentando aumento da velocidade média ($4,01 \pm 4,03$ %). Quando analisado seus controles com placebo, foi observado que 10 dos 16 sujeitos apresentaram piora no desempenho na presença de fadiga mental, pois reduziram a velocidade média em torno de $5,14 \pm 4,13$ %. Entretanto, 6 participantes não responderam da mesma forma, e apresentaram maior velocidade média nas sessões experimentais ($2,95 \pm 2,15$ %). Dessa forma, quando analisados os dados de todos os 16 participantes, a velocidade média não apresentou efeito significativo da fadiga mental com a ingestão de cerveja ($P=0,800$; $d=0,081$ ES pequeno). A seguir, as figuras 27 e 28 mostram estas respostas.

Figura 27 – Δ Distância (fase de estudo 1 corrigida pela fase de estudo 2) entre cerveja e cerveja sob fadiga mental vs placebo e placebo sob fadiga mental.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Nenhuma diferença foi encontrada entre os deltas da distância percorrida na ingestão de cerveja (e placebo) entre as fases do estudo.

Não apresentou diferença significativa entre as condições ($P > 0,05$).

Figura 28 – Δ Velocidade média (fase de estudo 1 corrigida pela fase de estudo 2) entre cerveja e cerveja sob fadiga mental vs placebo e placebo sob fadiga mental.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Nenhuma diferença foi encontrada entre os deltas de velocidade média na ingestão de cerveja (e placebo) entre as fases do estudo.

Não apresentou diferença significativa entre as condições ($P > 0,05$).

5.2.7 Efeitos da Fadiga Mental sobre a Economia de Corrida após Ingestão de Cerveja

Quando analisada a economia de corrida da sessão com ingestão de cerveja na presença de fadiga mental corrigida por seu controle apenas com a ingestão de cerveja, foi observado que 7 dos 16 sujeitos apresentaram piora ($6,42 \pm 4,74$ %). Entretanto, 9 participantes não responderam às manipulações, pois apresentaram melhora na economia de corrida em torno de $7,35 \pm 7,23$ %. Com ingestão de placebo na presença de fadiga mental, foi observado que 7 dos 16 sujeitos apresentaram piora na economia de corrida, pois aumentaram o VO_2 em torno de $6,48 \pm 6,17$ %. Entretanto, 9 participantes não responderam às manipulações e apresentaram melhor economia de corrida nas sessões experimentais ($5,89 \pm 3,46$ %). Desta forma, quando todos os participantes foram analisados juntos, não foi observado efeito significativo no Δ de alteração entre ingestão de cerveja e ingestão de cerveja sob fadiga mental e seus respectivos controles ($P = 0,735$; $d = 0,097$ e ES pequeno). Esse resultado sugere que a ingestão de álcool não potencializa o efeito da fadiga mental sobre a economia de corrida. Os resultados referentes à economia de corrida são apresentados na figura 29.

Figura 29 – Δ alteração da economia de corrida (fase 1 de estudo corrigida pela fase 2 de estudo) entre cerveja e cerveja sob fadiga mental vs placebo e placebo sob fadiga mental.

Fonte: Felipe De Russi de Lima, 2018.

Nenhuma diferença foi encontrada entre os deltas da economia de corrida na ingestão de cerveja (e placebo) entre as fases do estudo.

Não apresentou diferença significativa entre as condições ($P > 0,05$).

6 DISCUSSÃO

O presente estudo buscou investigar os efeitos da ingestão aguda de cerveja, combinada a uma tarefa de alta demanda cognitiva, sobre o desempenho físico, respostas fisiológicas e psicológicas, durante uma corrida de 30 minutos. Os resultados mostram que a ingestão aguda de cerveja em indivíduos mentalmente fadigados gera declínio significativo no desempenho e piora na economia de corrida. Da mesma forma, os dados sugerem que na presença de fadiga mental, a ingestão de cerveja piora a economia de corrida, gerando provavelmente, piora no desempenho físico.

Alguns estudos dos efeitos da ingestão aguda de álcool sobre a realização de exercícios físico não deixaram claros os reais efeitos do álcool sobre o desempenho (BOND; FRANKS; HOWLEY, 1984b; BORG; DOMSERIUS; KAIJSER, 1990). Atualmente, este estudo é o primeiro a medir diversas respostas fisiológicas e psicológicas associando a ingestão aguda de cerveja, numa corrida de 30 minutos, sob um estado de fadiga mental. A seguir discutiremos os principais achados do estudo em relação ao grupo estudado.

Efeitos da ingestão de cerveja sobre o desempenho físico, respostas fisiológicas e psicológicas durante corrida de 30 minutos

Primeiramente, estudamos se a ingestão de cerveja modificava a capacidade de desempenho físico e respostas fisiológicas e psicológicas durante teste de corrida de 30 minutos, comparando a ingestão de cerveja com placebo. Diferente dos resultados encontrados no estudo de Bond, Franks e Howley (1984); Borg, Domserius e Kaijser (1990); Ferreira et al., (2004); Popovic et al., (2016), a ingestão aguda de bebida alcoólica não influenciou a resposta dos marcadores fisiológicos em corrida de 30 minutos em modelo contrarrelógio, mas resultou em queda significativa do desempenho. Porém, utilizamos um modelo experimental de exercício comum ao dia a dia urbano, mas não utilizado ainda na literatura em associação com a ingestão aguda de cerveja. Nesta perspectiva, a ingestão aguda de cerveja sustenta nossa hipótese sobre o efeito deletério do álcool em associação ao exercício, pois as respostas observadas evidenciaram efeito significativo.

Da mesma forma, outros pesquisadores obtiveram resultados semelhantes, reportando que os sujeitos, após consumo de álcool, apresentaram queda significativa em alguns marcadores fisiológicos e de desempenho (i.e. FC, VO_2 , potência média e tempo de realização) (KENDRICK; AFFRIME; LOWENTHAL, 1993; MCNAUGHTON; PREECE, 1986; SUTER;

SCHUTZ, 2008; WANG et al., 1995). Como contraponto, nossos resultados não evidenciaram alteração de outros marcadores fisiológicos além da economia de corrida, ainda que tenha ocorrido redução do desempenho. Uma provável diferença entre estes estudos e o presente estudo pode ser o modelo de exercício utilizado, uma vez que utilizamos uma corrida contrarrelógio de 30 minutos. Nos estudos que reportaram efeito deletério do álcool, foram utilizados testes constantes de corrida e ciclismo, com intensidade constante acima de 80 % do $VO_{2MÁX}$ (KENDRICK; AFFRIME; LOWENTHAL, 1993; SUTER; SCHUTZ, 2008). Em outro estudo que reportou redução no desempenho, foi utilizado exercício de ritmo auto-ajustado, porém, em intensidade máxima de curta duração (testes de até 300 segundos) (MCNAUGHTON; PREECE, 1986). Desta forma, uma possível justificativa é que o efeito da ingestão de álcool poderia ser mais impactante em exercício de longa duração e ritmo constante, ou de ritmo auto-ajustado e intensidade máxima. No caso do exercício de *sprint*, talvez a execução de um exercício máximo, de curta duração possa sofrer menos influência do álcool.

De outro lado, alguns estudos não respeitaram o *time course* do álcool, ou seja, o instante pico do efeito do álcool no organismo. Em nosso estudo, seguimos adequadamente o *time course* para ingestão de álcool, respeitando o instante pico do efeito da cerveja no organismo, e optamos por um modelo de exercício comumente utilizado em ambientes livres, clubes ou academias. Nesse caso, respeitando o *time course* do álcool a quantidade de 0,3 g/ kg de álcool atua em uma potencial queda do desempenho em exercícios aeróbios. Nos diferentes estudos que não reportaram queda no desempenho e nas variáveis fisiológicas, doses entre 0,0, 0,44 e 0,88 ml/kg ou entre 1 g/kg e 1,5 g/kg de álcool foram utilizadas (BOND; FRANKS; HOWLEY, 1984a; FERREIRA et al., 2004; POPOVIC et al., 2016), é possível sugerir que a ausência de efeito do álcool sobre as variáveis analisadas possa estar relacionada à não observação do tempo necessário para metabolização do álcool no organismos, e seu subsequente surgimento no sangue. Estudos mecanicistas são necessários para um melhor entendimento sobre como o álcool poderia interferir na capacidade de realizar exercício.

Nossos resultados apresentaram um efeito negativo do álcool no desempenho e na economia de corrida, indicado pelo número de sujeitos que pioraram seu desempenho e economia. Da mesma forma, alguns estudos reportaram efeito em variáveis fisiológicas, por exemplo, Wang et al., (1995) observaram aumento significativo nas variáveis VO_2 e FC em testes submáximos de ciclismo com ingestão de álcool. Assim como Ferreira et al., (2004); Suter; Schutz (2008), observaram que após a ingestão de álcool houveram maiores respostas de VO_2 e VCO_2 . Assim, também Blomqvist; Saltin; Mitchell (1970) observaram que após a ingestão aguda de álcool a FC foi maior tanto em repouso, quanto durante teste submáximo,

representando um maior débito cardíaco. Resultados similares foram observados por Borg; Domserius; Kaijser (1990), quando houve aumento significativo da FC após a ingestão de álcool nos instantes iniciais do teste e ciclismo (i.e. 50 e 100 Watts). Em nossos dados, 11 participantes apresentaram uma piora média de 8,49 % na economia de corrida, com efeito significativo ($P=0,050$). Desta forma, a mensagem geral de todos estes achados é que os sujeitos, após a ingestão de cerveja, se tornam menos econômicos (consomem mais oxigênio), indicando uma inferência negativa no desempenho e marcadores fisiológicos (WASSERMAN K, HANSEN JE, SUE DY, 2005). De fato, do ponto de vista fisiológico, a ingestão de cerveja promove maior consumo de oxigênio devido a alterações no metabolismo energético e no sistema cardiovascular (FERREIRA et al., 2004; WANG et al., 1995).

Independentemente da manipulação, as variáveis psicológicas, apresentaram resultados que apontam efeito em relação ao tempo do exercício. Curiosamente, a variável PSE em nosso estudo apresentou resultado significativo em relação ao tempo, algo que não foi observado no estudo de Borg e colaboradores, que não observaram efeito significativo do tempo e da ingestão de álcool (1 g/ kg) na PSE em teste submáximo de ciclismo (BORG; DOMSERIUS; KAIJSER, 1990). Entretanto, a ingestão de uma quantidade moderada de cerveja não foi capaz de modificar as respostas psicológicas no exercício.

Efeitos da ingestão de cerveja sobre o desempenho, respostas fisiológicas e psicológicas em corrida de 30 minutos, em indivíduos mentalmente fadigados

A sessão experimental apresenta resultados inéditos na literatura científica, pois verificou se os possíveis efeitos da ingestão de cerveja poderiam ser potencializados na presença de fadiga mental. Nossos resultados sobre a tarefa de alta demanda cognitiva sugerem a instalação de fadiga mental, pois os participantes apresentaram aumento significativo no tempo de reação e falso alarme, aumento significativo na sensação de fadiga (medida na escala visual analógica), e redução significativa da motivação e ativação após a execução do teste RVIP. Similarmente, estudos de Brownsberger et al., (2013); Marcora; Staiano; Manning, (2009); Pageaux et al., (2015), também observaram aumento da sensação de cansaço quando indivíduos foram submetidos à tarefa de alta demanda cognitiva similar ao do presente estudo. Corroborando com nossos resultados, estes estudos também verificaram o efeito deletério da fadiga mental no exercício físico.

Analisando as variáveis de desempenho, tanto a distância final quanto a velocidade média apresentaram efeito deletério da fadiga mental associada à ingestão de cerveja. Da

mesma forma, a análise descritiva demonstrou que a grande maioria dos sujeitos apresentou redução nas variáveis de desempenho. De forma contrária, estudo de Cutsem et al., (2017) não observou diferença significativa no desempenho de indivíduos mentalmente fadigados em ambiente de hipertermia. Similarmente aos nossos resultados, alguns estudos mostraram que há a redução do desempenho na presença de fadiga mental, porém, sem alteração em variáveis fisiológicas. Entretanto, a comparação entre as condições não apontou um efeito significativo para economia de corrida, ainda que esta variável tenha apresentando uma tendência de piora nessa condição, uma vez que 9 dos 16 sujeitos apresentaram uma piora média de 9,20 % na economia de corrida ($P=0,009$), assim, sugerindo uma potencialização da fadiga mental sobre o consumo de oxigênio (VO_2) necessário para realizar o mesmo tipo de exercício. Por consequência, isso sugeri uma queda nas variáveis de desempenho, indicado pelo número de sujeitos que pioraram seu desempenho. Ademais, a piora na maioria dos sujeitos poderia dar algum suporte para a nossa hipótese de potencialização do efeito da fadiga mental.

As variáveis fisiológicas analisadas no presente estudo apresentaram diferença significativa em relação ao tempo. Assim, apenas a RER apresentou efeito significativo da ingestão de cerveja sob fadiga mental. Esses resultados corroboram com estudos prévios. Por exemplo, alguns estudos que verificaram o efeito da fadiga mental nas variáveis fisiológicas não reportam alterações significantes ao longo do exercício (BROWNSBERGER et al., 2013; MACMAHON et al., 2014). Entretanto, os estudos de Acevedo et al., (2006); Webb et al., (2008), observaram que indivíduos mentalmente fadigados reportaram elevação nas respostas cardiopulmonares (i.e. VE, frequência respiratória e FC) em testes submáximos de ciclismo.

As medidas psicológicas comportaram-se similarmente, tanto na sessão de familiarização, quanto à sessão experimental. Ambas apresentaram efeito do tempo durante a realização do teste de corrida, porém, sem efeito da ingestão de álcool. Estudos que reportaram o uso da tarefa de alta demanda cognitiva associada a variáveis psicológicas observaram alterações em respostas psicológicas como a PSE (BROWNSBERGER et al., 2013; MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009). Por outro lado, Cutsem et al., (2017), não observaram alteração significativa na percepção subjetiva de esforço de indivíduos mentalmente fadigados. É possível que o tempo de transição entre o teste RVIP e a realização da corrida tenha permitido um abrandamento da fadiga mental sobre as respostas psicológicas no exercício.

Efeitos da fadiga mental em corrida de 30 minutos em indivíduos que fizeram ingestão de cerveja

Para verificar se a fadiga mental poderia mudar o desempenho físico de indivíduos que fazem ingestão aguda de cerveja, comparamos os deltas de alteração no desempenho entre a sessão de familiarização (ingestão de cerveja) e a sessão experimental (ingestão de cerveja sob fadiga mental). De forma contrária ao encontrado nas outras comparações, observamos efeito significativo da fadiga mental sobre a distância final e velocidade média, indicando que os sujeitos apresentaram redução nas variáveis de desempenho, ingerindo cerveja, após indução de fadiga mental. Considerando a redução da maioria dos sujeitos no desempenho, é possível que uma dose maior de álcool apresentasse um efeito maior para o modelo de exercício proposto. Ou, alternativamente, um prolongamento da tarefa mental e/ou redução do tempo de transição entre tarefa mental e exercício. Além disso, a economia de corrida não apresentou efeito significativo, ainda que a análise descritiva tenha revelado que 9 sujeitos mentalmente fadigados, após a ingestão de cerveja, tiveram maior consumo de oxigênio para o mesmo modelo de exercício em relação aos indivíduos que não foram expostos a fadiga mental.

Aspectos metodológicos e aplicados

O presente estudo possui algumas limitações. Dentre elas, utilizamos uma dosagem mais baixa que as reportadas nos demais estudos sobre o tema. A quantidade ofertada durante o estudo variou entre uma e duas latas de cerveja por participante (entre ~ 527 e 670 ml). A menor dose utilizada no presente estudo poderia explicar a ausência de efeito significativo na maioria das variáveis analisadas (i.e. variáveis fisiológicas e psicológicas). Entretanto, a dose ofertada foi suficiente para gerar uma redução na economia de corrida, ou seja, os sujeitos ficaram menos econômicos para o mesmo modelo de exercício. Consequentemente, a piora na economia de corrida pode estar relacionada à piora no desempenho, já que também observamos que a maioria dos sujeitos apresentou piora com a ingestão de cerveja. É possível que pudéssemos observar um efeito maior no desempenho se utilizássemos uma dose maior que 0,3 g/ kg de massa corporal. A proposta do presente estudo foi investigar os efeitos de doses pequenas ou moderadas de álcool. Assim, estudos futuros poderiam ser desenhados para verificar o efeito de diferentes doses de cerveja sobre essas respostas.

Na mesma linha, é possível que o tempo de transição de, aproximadamente, 20 minutos, entre o teste RVIP e a corrida possa ter contribuído para que o possível efeito da fadiga mental

fosse amenizado. Neste caso, o efeito da tarefa cognitiva causando sensação de cansaço imediatamente após sua execução, poderia ter ficado reduzido quando a corrida foi iniciada. Neste caso, é importante ressaltar que utilizamos um tempo de transição duas vezes maior (20 vs 10 minutos) que outros estudos porque precisávamos respeitar o devido *time course* da cerveja (aproximadamente 10 minutos) (PIRES et al., 2018).

Outra possível limitação foi que não realizamos uma sessão de familiarização com o teste de 30 minutos em contrarrelógio. A decisão por não realizar familiarização com este teste foi baseada no fato de que esse modelo de exercício se aproxima ao modelo real de exercício realizado em ambientes livres ou academias de ginástica, por populações urbanas. Assim, o desenho experimental teria reproduzido melhor uma condição real, onde os sujeitos comumente sob influência de cansaço mental após longos períodos de tarefa cognitiva, fazem ingestão de cerveja e realizam exercício físico. Contudo, devemos reconhecer que a falta de uma sessão exclusiva para familiarização com esta tarefa pode ter aumentado a variabilidade na resposta de desempenho dos sujeitos, principalmente nas sessões da fase 1 do estudo.

Como argumentado anteriormente, os resultados do presente estudo trazem indícios de que indivíduos podem se tornar menos econômicos (i.e. aumento no VO_2) e ter, um desempenho prejudicado, após a ingestão de cerveja na presença ou ausência de fadiga mental. Dessa forma, a estatística inferencial do presente estudo permitiu afirmar de forma categórica, que tais variáveis podem ser potencializadas por uma dose maior de cerveja. Provavelmente, a ingestão de altas doses de cerveja ou outras bebidas alcoólicas impliquem em maior prejuízo para realização de exercício.

7 CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo indicam que a ingestão aguda de cerveja afeta o desempenho físico e altera a economia de corrida, embora não altere as demais respostas fisiológicas e psicológicas em corrida de 30 minutos. Entretanto, os resultados parecem indicar que esse é um efeito da ingestão de bebida alcoólica, sem potencialização da fadiga mental. Consequentemente, estes resultados sugerem que, com baixas doses ofertadas de cerveja, na presença ou ausência de fadiga mental, ambos desempenho e economia de corrida são piorados em corrida de 30 minutos.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, E. O. et al. Cardiorespiratory responses of Hi Fit and low fit subjects to mental challenge during exercise. **International Journal of Sports Medicine**, 2006.
- ADDICOTT, M. A. et al. The biphasic effects of alcohol: Comparisons of subjective and objective measures of stimulation, sedation, and physical activity. **Alcoholism: Clinical and Experimental Research**, 2007.
- BABOR, T. et al. The Alcohol Use Disorders Identification Test: Guidelines for use in primary care. **Geneva: World Health Organization**, p. 1–40, 2001.
- BABOR, T. F.; GRANT, M. From clinical research to secondary prevention: international collaboration in the development of the alcohol use disorders identification test (AUDIT). **Alcohol Health Res World**, v. 13, p. 371–374, 1989.
- BARWICK, F.; ARNETT, P.; SLOBOUNOV, S. EEG correlates of fatigue during administration of a neuropsychological test battery. **Clin Neurophysiol**, v. 123, n. 2, p. 278–284, 2012.
- BLOMQUIST, G.; SALTIN, B.; MITCHELL, J. H. Acute effects of ethanol ingestion on the response to submaximal and maximal exercise in man. **Circulation**, v. 42, n. 3, p. 463–470, 1970.
- BOND, V.; FRANKS, B. D.; HOWLEY, E. T. Alcohol, cardiorespiratory function and work performance. **British journal of sports medicine**, 1984a.
- BOND, V.; FRANKS, B. D.; HOWLEY, E. T. ALCOHOL, CARDIORESPIRATORY FUNCTION AND WORK PERFORMANCE V. BOND, EdD, B. D. FRANKS, PhD and E. T. HOWLEY, PhD Human Performance Laboratory, University of Tennessee, Knoxville, Tennessee. v. 18, n. 3, p. 203–206, 1984b.
- BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med Sci Sports Exerc**, v. 14, n. 5, p. 377–381, 1982.
- BORG, G.; DOMSERIUS, M.; KAIJSER, L. Effect of alcohol on perceived exertion in relation to heart rate and blood lactate. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, 1990.
- BRABANT, C.; GUARNIERI, D. J.; QUERTEMONT, E. Stimulant and motivational effects of alcohol: lessons from rodent and primate models. **Pharmacol Biochem Behav**, v. 122, p. 37–52, 2014.
- BROWN, D. M. Y.; BRAY, S. R. Effects of Mental Fatigue on Exercise Intentions and Behavior. **Annals of Behavioral Medicine**, n. July, p. 1–10, 2018.
- BROWNSBERGER, J. et al. Impact of mental fatigue on self-paced exercise. **Int J Sports Med**, v. 34, n. 12, p. 1029–1036, 2013.

BRUNELLE, C.; BARRETT, S. P.; PIHL, R. O. Relationship between the cardiac response to acute intoxication and alcohol-induced subjective effects throughout the blood alcohol concentration curve. **Hum Psychopharmacol**, v. 22, n. 7, p. 437–443, 2007.

BUSH, G.; LUU, P.; POSNER, M. I. Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. **Trends Cogn Sci**, v. 4, n. 6, p. 215–222, 2000.

CUTSEM, J. VAN et al. The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance : A Systematic Review. **Sports Medicine**, 2017.

DAVIDSON, D. et al. Assessing the stimulant effects of alcohol in humans. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, 2002.

DENG, C. et al. Ethanol enhances glutamate transmission by retrograde dopamine signaling in a postsynaptic neuron/synaptic bouton preparation from the ventral tegmental area. **Neuropsychopharmacology**, v. 34, n. 5, p. 1233–1244, 2009.

EHLERS, C. L.; WALL, T. L.; SCHUCKIT, M. A. EEG spectral characteristics following ethanol administration in young men. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 73, n. 3, p. 179–187, 1989.

EKKEKAKIS, P. **Pleasure and displeasure from the body: Perspectives from exercise** **Cognition and Emotion**, 2003.

ERDOZAIN, A. M.; CALLADO, L. F. Neurobiological alterations in alcohol addiction: a review. **Adicciones**, v. 26, n. 4, p. 360–370, 2014.

ETTINGER, P. O. et al. Arrhythmias and the “Holiday Heart”: alcohol-associated cardiac rhythm disorders. **Am Heart J**, v. 95, n. 5, p. 555–562, 1978.

FERREIRA, S. E. et al. Does an energy drink modify the effects of alcohol in a maximal effort test? **Alcoholism: Clinical and Experimental Research**, 2004.

FIGLIE, N. B. et al. **AUDIT identifica a necessidade de interconsulta específica para dependentes de álcool no hospital geral?** **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, 1997.

Disponível em: <[http://www.uniad.org.br/v2/master/imgAlbum/%7B2A7F722F-8AC0-4096-806F-9E5A22BF82FB%7D_AUDIT identifica a necessidade.pdf%5Cnpapers3://publication/uuid/3E565BA1-4D6C-4E1D-8CD2-79A476D6F994](http://www.uniad.org.br/v2/master/imgAlbum/%7B2A7F722F-8AC0-4096-806F-9E5A22BF82FB%7D_AUDIT%20identifica%20a%20necessidade.pdf%5Cnpapers3://publication/uuid/3E565BA1-4D6C-4E1D-8CD2-79A476D6F994)>

GONZALES, R. A.; JOB, M. O.; DOYON, W. M. The role of mesolimbic dopamine in the development and maintenance of ethanol reinforcement. **Pharmacol Ther**, v. 103, n. 2, p. 121–146, 2004.

HALLAL, P. C.; MARTINS, R. C.; RAMÍREZ, A. **The Lancet Physical Activity Observatory: Promoting physical activity worldwide** **The Lancet**, 2014.

HARDY, C.; REJESKI, W. Not what, but how one feels: the measurement of affect during exercise. **Journal of Sport & Exercise Psychology**, 1989.

HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. Avaliação da composição corporal aplicada. **Avaliação antropométrica nos ciclos da vida uma visão prática**, 2000.

HOPKINS, W. G. et al. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 1, p. 3–13, 2009.

JAYNE, M.; HOLLOWAY, S. L.; VALENTINE, G. Drunk and disorderly: Alcohol, urban life and public space. **Progress in Human Geography**, 2006.

JIA, F. et al. Ethanol modulates synaptic and extrasynaptic GABAA receptors in the thalamus. **J Pharmacol Exp Ther**, v. 326, n. 2, p. 475–482, 2008.

KÄHKÖNEN, S. et al. Alcohol reduces prefrontal cortical excitability in humans: a combined TMS and EEG study. **Neuropsychopharmacology**, v. 28, n. 4, p. 747–754, 2003.

KENDRICK, Z. V.; AFFRIME, M. B.; LOWENTHAL, D. T. Effect of Ethanol on Metabolic Responses to Treadmill Running in Well-Trained Men. **The Journal of Clinical Pharmacology**, v. 33, n. 2, p. 136–139, 1993.

KOHL, H. W. et al. The pandemic of physical inactivity: Global action for public health. **The Lancet**, 2012.

LADWIG, M. A.; HARTMAN, M. E.; EKKEKAKIS, P. Affect-based exercise prescription. **ACSM's Health and Fitness Journal**, 2017.

LECOULTRE, V.; SCHUTZ, Y. Effect of a small dose of alcohol on the endurance performance of trained cyclists. **Alcohol Alcohol**, v. 44, n. 3, p. 278–283, 2009.

LEE, J.; YUN, K. Alcohol reduces cross-frequency theta-phase gamma-amplitude coupling in resting electroencephalography. **Alcohol Clin Exp Res**, v. 38, n. 3, p. 770–776, 2014.

LI, Q.; WILSON, W. A.; SWARTZWELDER, H. S. Differential effect of ethanol on NMDA EPSCs in pyramidal cells in the posterior cingulate cortex of juvenile and adult rats. **J Neurophysiol**, v. 87, n. 2, p. 705–711, 2002.

LIMA, C. T. et al. Concurrent and construct validity of the audit in an urban brazilian sample. **Alcohol Alcohol**, v. 40, n. 6, p. 584–589, 2005.

LOVINGER, D. M.; WHITE, G.; WEIGHT, F. F. NMDA receptor-mediated synaptic excitation selectively inhibited by ethanol in hippocampal slice from adult rat. **J Neurosci**, v. 10, n. 4, p. 1372–1379, 1990.

MACMAHON, C. et al. Cognitive fatigue effects on physical performance during running. **Journal of sport & exercise psychology**, 2014.

MARCORA, S. M.; STAIANO, W.; MANNING, V. Mental fatigue impairs physical performance in humans. **J Appl Physiol** (1985), v. 106, n. 3, p. 857–864, 2009.

MARTIN, C. S. et al. Development and validation of the Biphasic Alcohol Effects Scale.

Alcoholism: Clinical and Experimental Research, 1993.

MCNAUGHTON, L.; PREECE, D. Alcohol and its effects on sprint and middle distance running. **British journal of sports medicine**, v. 20, n. 2, p. 56–9, 1986.

MITCHELL, M. C.; TEIGEN, E. L.; RAMCHANDANI, V. A. Absorption and peak blood alcohol concentration after drinking beer, wine, or spirits. **Alcohol Clin Exp Res**, v. 38, n. 5, p. 1200–1204, 2014.

NIE, Z.; MADAMBA, S. G.; SIGGINS, G. R. Ethanol inhibits glutamatergic neurotransmission in nucleus accumbens neurons by multiple mechanisms. **J Pharmacol Exp Ther**, v. 271, n. 3, p. 1566–1573, 1994.

NISSEN, M. B.; LEMBERG, L. The “holiday heart” syndrome. **Heart Lung**, v. 13, n. 1, p. 89–92, 1984.

PAGEAUX, B. et al. Mental fatigue induced by prolonged self-regulation does not exacerbate central fatigue during subsequent whole-body endurance exercise. **Front Hum Neurosci**, v. 9, p. 67, 2015.

PICKERING, C. et al. Ethanol impairment of spontaneous alternation behaviour and associated changes in medial prefrontal glutamatergic gene expression precede putative markers of dependence. **Pharmacol Biochem Behav**, v. 132, p. 63–70, 2015.

PIRES, F. O. et al. Mental fatigue alters cortical activation and psychological responses, impairing performance in a distance-based cycling trial. **Frontiers in Physiology**, 2018.

POPOVIC, D. et al. Exercise capacity is not impaired after acute alcohol ingestion. **Journal of Cardiovascular Medicine**, v. 17, n. 12, p. 896–901, 2016.

POTGIETER, S. Sport Nutrition: A review of the latest guidelines for exercise and sport nutrition from the American College of Sport Nutrition, the International Olympic Committee and the International Society for Sports. **South African Journal of Clinical Nutrition**, v. 26, n. 1, p. 6–17, 2013.

RICH, E. C.; SIEBOLD, C.; CAMPION, B. Alcohol-related acute atrial fibrillation. A case-control study and review of 40 patients. **Arch Intern Med**, v. 145, n. 5, p. 830–833, 1985.

ROBERTO, M. et al. Acute and chronic ethanol alter glutamatergic transmission in rat central amygdala: an in vitro and in vivo analysis. **J Neurosci**, v. 24, n. 7, p. 1594–1603, 2004.

ROINE, R. P. et al. Effect of concentration of ingested ethanol on blood alcohol levels. **Alcohol Clin Exp Res**, v. 15, n. 4, p. 734–738, 1991.

SALLIS, J. F. et al. Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: A cross-sectional study. **The Lancet**, 2016.

ST CLAIR GIBSON, A. et al. The conscious perception of the sensation of fatigue. **Sports Med**, v. 33, n. 3, p. 167–176, 2003.

SUTER, P. M.; SCHUTZ, Y. The effect of exercise, alcohol or both combined on health and physical performance. **International journal of obesity (2005)**, v. 32 Suppl 6, p. S48-52, 2008.

SVEBAK, S.; MURGATROYD, S. Metamotivational dominance: A multimethod validation of reversal theory constructs. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 48, n. 1, p. 107, 1985.

TAMMEN, V. V.; TAMMEN, V. V. Elite middle and long distance runners associative/dissociative coping. **Journal of Applied Sport Psychology**, 1996.

TARTARUGA, M. P. et al. The relationship between running economy and biomechanical variables in distance runners. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 2012.

TAYLOR, A. H.; DORN, L. STRESS, FATIGUE, HEALTH, AND RISK OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS AMONG PROFESSIONAL DRIVERS: The Contribution of Physical Inactivity. **Annual Review of Public Health**, v. 27, n. 1, p. 371–391, 2006.

TEMPEST, G. D.; ESTON, R. G.; PARFITT, G. Prefrontal cortex haemodynamics and affective responses during exercise: A multi-channel near infrared spectroscopy study. **PLoS ONE**, v. 9, n. 5, p. 1–9, 2014.

THAYER, J. F. et al. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. **Neurosci Biobehav Rev**, v. 36, n. 2, p. 747–756, 2012.

TRAYNELIS, S. F. et al. Glutamate receptor ion channels: structure, regulation, and function. **Pharmacol Rev**, v. 62, n. 3, p. 405–496, 2010.

VLACHOPOULOS, S. P.; KARAGEORGHIS, C. I.; TERRY, P. C. Motivation profiles in sport: A self-determination theory perspective. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 2000.

WANG, M. Q. et al. The acute effect of moderate alcohol consumption on cardiovascular responses in women. **Journal of Studies on Alcohol**, 1995.

WASCHER, E. et al. Frontal theta activity reflects distinct aspects of mental fatigue. **Biol Psychol**, v. 96, p. 57–65, 2014.

WASSERMAN K, HANSEN JE, SUE DY, S. W. AND W. B. **Principles of Exercise Testing and Interpretation: Pathophysiology and Clinical Applications**. [s.l: s.n.].

WEBB, H. E. et al. Psychological stress during exercise: Cardiorespiratory and hormonal responses. **European Journal of Applied Physiology**, 2008.

WEITLAUF, C.; WOODWARD, J. J. Ethanol selectively attenuates NMDAR-mediated synaptic transmission in the prefrontal cortex. **Alcohol Clin Exp Res**, v. 32, n. 4, p. 690–698, 2008.

WESTON, S. B. et al. Effect of ramp slope on ventilation thresholds and $\dot{V}O_{2peak}$ in male

cyclists. **International Journal of Sports Medicine**, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World Health Statistics 2017 : Monitoring Health for The SDGs**. [s.l: s.n.].

ANEXO A - AUDIT – TESTE DE IDENTIFICAÇÃO DE DESORDENS DEVIDO AO USO DE ÁLCOOL

Instruções de preenchimento:

- a) Escolha uma opção para cada pergunta e assinale o número.
- b) Uma dose equivale: 150 ml de vinho, 350 ml de cerveja e 40 ml de destilado (whisky, vodka e pinga).

1) Com que frequência você toma bebidas alcoólicas?

0 Nunca	3 Duas a três vezes por semana
1 Uma vez por mês ou menos	4 Quatro ou mais vezes por semana
2 Duas a quatro vezes por mês	

2) Nas ocasiões em que bebe, quantas doses você costuma tomar?

0 1 a 2 doses	3 7 a 9 doses
1 3 ou 4 doses	4 10 ou mais doses
2 5 ou 6 doses	

3) Com que frequência você toma seis ou mais doses em uma ocasião?

0 Nunca	3 Duas a três vezes por semana
1 Uma vez por mês ou menos	4 Quatro ou mais vezes por semana
2 Duas a quatro vezes por mês	

4) Com que frequência, durante o último ano, você achou que não seria capaz de controlar a quantidade de bebida depois de começar?

0 Nunca	3 Duas a três vezes por semana
1 Uma vez por mês ou menos	4 Quatro ou mais vezes por semana
2 Duas a quatro vezes por mês	

- 5) **Com que frequência, durante o último ano, você não conseguiu cumprir com algum compromisso por causa de bebida?**

0 Nunca	3 Duas a três vezes por semana
1 Uma vez por mês ou menos	4 Quatro ou mais vezes por semana
2 Duas a quatro vezes por mês	

- 6) **Com que frequência, durante o último ano, depois de ter bebido muito, você precisou beber pela manhã para se sentir melhor?**

0 Nunca	3 Duas a três vezes por semana
1 Uma vez por mês ou menos	4 Quatro ou mais vezes por semana
2 Duas a quatro vezes por mês	

- 7) **Com que frequência, durante o último ano, você já sentiu culpa ou remorso por beber?**

0 Nunca	3 Duas a três vezes por semana
1 Uma vez por mês ou menos	4 Quatro ou mais vezes por semana
2 Duas a quatro vezes por mês	

- 8) **Com que frequência, durante o último ano, você não conseguiu se lembrar do que aconteceu na noite anterior por causa da bebida?**

0 Nunca	3 Duas a três vezes por semana
1 Uma vez por mês ou menos	4 Quatro ou mais vezes por semana
2 Duas a quatro vezes por mês	

- 9) **Alguma vez na vida você ou alguma outra pessoa já se machucou, se prejudicou por causa de você ter bebido?**

0 Não
1 Sim, mas não no último ano
4 Sim, durante o último ano

10) Alguma vez na vida algum parente, amigo, médico ou outro profissional da saúde já se preocupou com você por causa de bebida ou lhe disse para parar de beber?

0 Não

1 Sim, mas não no último ano

4 Sim, durante o último ano

Nível de risco	Tipo de intervenção	Pontuação no AUDIT
Zona I	Abstêmio ou baixo risco	0-7
Zona II	Consumo de risco	8-15
Zona III	Alto risco ou nocivo	16-19
Zona IV	Provável dependência	20-40

**ANEXO B - ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (BORG,
1982)**

ESCALA DE BORG

6

7 – Muito Fácil

8

9 – Fácil

10

11 – Relativamente Fácil

12

13 – Ligeiramente Cansativo

14

15 – Cansativo

16

17 – Muito Cansativo

18

19 – Exhaustivo

20

ANEXO C - ESCALA DE ATIVAÇÃO (*FELT AROUSAL SCALE – FAS*)
(SVEBAK, MURGATROYD, 1985)

ESCALA DE ATIVAÇÃO

1 – Baixa Ativação

2

3

4

5

6 – Alta Ativação

**ANEXO D - ESCALA DE MOTIVAÇÃO (VLACHOPOULOS;
KARAGEORGHIS; TERRY, 2000)**

ESCALA DE MOTIVAÇÃO

1 – Sem motivação nenhuma

2

3

4

5

6

7

8

9

10 – Extremamente motivado

ANEXO E - ESCALA DE AFETO (HARDY; REJESKI, 1989)**ESCALA DE AFETO**

- 5 MUITO MAL

- 4

- 3 MAL

- 2

- 1 UM POUCO MAL

0

+ 1 UM POUCO BEM

+ 2

+ 3 BEM

+ 4

+ 5 MUITO BEM

ANEXO F - ESCALA DE PENSAMENTO ASSOCIADO AO EXERCÍCIO
(TAMMEN; TAMMEN, 1996)

ESCALA DE PENSAMENTO ASSOCIADO AO EXERCÍCIO

ASSOCIATIVO

100 %

90 %

80 %

70 %

60 %

50 %

40 %

30 %

20 %

10 %

DISSOCIATIVO