

**ANA PAULA MUNIZ GUTTIERRES**

**DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA LÁCTEA SABOR CAFÉ PARA  
RECUPERAÇÃO PÓS- EXERCÍCIO DE LONGA DURAÇÃO**

**Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa como parte  
das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos, para  
obtenção do título de *Doctor  
Scientiae*.**

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS-BRASIL  
2011**

**ANA PAULA MUNIZ GUTTIERRES**

**DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA LÁCTEA SABOR CAFÉ PARA  
RECUPERAÇÃO PÓS- EXERCÍCIO DE LONGA DURAÇÃO**

**Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.**

**APROVADA: 23 de setembro de 2011.**

---

**Prof. Luís Antônio Minim  
(Coorientador)**

---

**Prof. João Carlos Bouzas Marins  
(Coorientador)**

---

**Prof<sup>a</sup> Suzana Maria Della Lucia**

---

**Prof. Renato Souza Cruz**

---

**Prof<sup>a</sup> Valéria Paula Rodrigues Minim  
(Orientadora)**

*Dedico*  
*a minha tia Maria José Muniz (in memoriam) por*  
*todos os ensinamentos, amor e carinho que me*  
*fizeram chegar até aqui.*

## **AGRADECIMENTOS**

O Deus por ter me dado força, calma, equilíbrio emocional e a sabedoria necessária para o cumprimento dessa longa caminhada.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e, especialmente, ao Departamento de Tecnologia de Alimentos representado por todos os seus professores e funcionários por terem contribuído para a qualidade de minha formação acadêmica.

A minha querida Orientadora Professora Valéria Paula Rodrigues Minim que me recebeu com muito respeito, carinho e amizade, abrindo as portas para uma experiência diferente de pesquisa. Obrigada pelas exigências, conselhos e bate papos descontraídos! Com certeza este conjunto contribuiu para minha formação!

Aos meus conselheiros Luis Antonio Minim e João Carlos Bouzas Marins por toda dedicação e atenção dispensadas por vocês durante estes anos de trajetória no Doutorado.

Ao Prof. Jorge Roberto Perrout por toda paciência, sabedoria e bom humor para me auxiliar nas análises estatísticas.

Aos Departamentos de Nutrição e Saúde, Microbiologia e Solos (UFV) por terem colaborado com a realização das análises necessárias.

Ao Hospital Universitário (HU) da UFJF, principalmente ao Prof. Alexandre Pinto (Laboratório de Análises Clínicas do HU) que sempre tratou meu projeto com toda atenção e respeito. Agradeço aos residentes disponibilizados por ele (Ricardo, Juliana, Saulo e Moisés) que acordavam

cedo aos fins de semana de coleta para encontrarem comigo às 6h da manhã para irmos para a UFJF.

A empresa Terroni (São Carlos-SP) por toda presteza em realizar a liofilização da bebida.

A Actrium Academia por ter sempre viabilizado o espaço para a realização das análises sensoriais.

Aos atletas que apesar de toda a exaustão promovida pelos testes físicos, toda dor devido às várias retiradas sanguíneas foram guerreiros, persistentes, comprometidos e contribuíram para que tudo fosse realizado da melhor forma possível. Foram eles: Alessandro Rodrigues Machado, Diogo Fiochi de Araújo, Edson do Nascimento, Edevaldo da Silva, Eliel Gonçalves dos Santos, Felipe Henrique Fernandes dos Anjos, Jocemar Corrêa, Leonardo Poncinelli, Marcius Pascoal Itaborahy, Pablo Ribeiro Casadio, Paulo Roberto da Silva, Thiago Moraes Castro, Robson Andrade de Lima, Reginaldo Silva, Rubens Gabriel Ruela, Waldir Jose da Silva, Whelliton D. Nascimento Franco. Agradeço em especial ao Marcos Hallack e toda a equipe da Saúde Performance por terem aberto as portas quando tudo ainda parecia um sonho distante.

Aos amigos que acordavam de madrugada para me ajudar nas coletas, principalmente, Reginaldo, Marília, Alexandre, André, Fábio, Luciana, Karla, Julio, Luciano, Silvinho. Sem vocês eu nunca conseguiria ter realizado este trabalho!

Aos estagiários Luis Paulo e Andréa por me auxiliarem no desenvolvimento da bebida.

À minha avó, por toda compreensão, ajuda e carinho nesses anos de doutorado quem considero minha melhor e mais sábia amiga. À minha mãe, que fez tudo que estava ao alcance desde a graduação até a conclusão desse momento. A minha doce tia Maria José Muniz que não está aqui hoje para ver a finalização deste trabalho que ela acompanhou, mas com certeza está batendo palma pra mim por esta vitória. Obrigada por tudo!

Ao Rogério, pelo companheirismo de todas as horas, obrigada por todo apoio, compreensão, amor e amizade que foram fundamentais para o cumprimento dessa etapa. Obrigada por tudo, principalmente por entender a distância e os muitos não recebidos nesse tempo.

A minha grande amiga Juliana que conseguiu resistir aos momentos de minha ausência. Aos meus amigos Sandra e João Ricardo que de alguma forma foram espelhos na minha trajetória profissional e acadêmica.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para esse dia!  
OBRIGADA!

## BIOGRAFIA

**ANA PAULA MUNIZ GUTTIERRES** filha de Sérgio Guttierres Moraes e Margarete Gomes Muniz, natural de Juiz de Fora, Estado de Minas Gerais, nasceu em 07 de Janeiro de 1981.

Em Março de 2001, iniciou o curso de Graduação em Educação Física na Universidade Federal de Juiz de Fora, concluindo-o em Janeiro de 2005.

Em Março de 2004 iniciou no programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* e em Maio de 2006 obteve o título de Especialista em Treinamento Desportivo e Fisiologia do Exercício pelo Centro Universitário de Volta Redonda – UNIFOA.

Em Junho de 2005, ingressou no programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde, nível de mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em Julho de 2007.

Em Agosto de 2007 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, nível de Doutorado, na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em setembro de 2011.

## SUMÁRIO

|   |      |
|---|------|
| LISTA DE TABELAS.....   | XI   |
| LISTA DE QUADROS.....   | XIII |
| LISTA DE FIGURAS.....   | XIV  |
| LISTA DE ABREVIATURAS.....  | XV   |
| RESUMO.....   | XVII |
| ABSTRACT.....   | XIX  |
| INTRODUÇÃO GERAL.....   | 1    |
| CAPITULO 1.....   | 3    |
| REFERENCIAL TEORICO.....  | 3    |
| 1. INTRODUÇÃO.....  | 4    |
| 2. ALIMENTOS PARA PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA.....  | 4    |
| 3. PROTEÍNAS DO SORO DO LEITE.....  | 9    |
| 4. CARACTERÍSTICAS IDEAIS PARA BEBIDAS ESPORTIVAS.....  | 13   |
| 5. RECOMENDAÇÃO DE PROTEÍNAS PARA PRATICANTES DE EXERCÍCIO DE LONGA DURAÇÃO.....  | 14   |
| 6. O CONSUMO DE LEITE, BEBIDAS LÁCTEAS E DE BEBIDAS ENRIQUECIDAS DE PROTEÍNAS DO LEITE PARA A HIDRATAÇÃO.....   | 17   |
| 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 25   |
| CAPÍTULO 2.....   | 28   |
| BEBIDA LÁCTEA SABOR CAFÉ COM FINS ESPECÍFICOS PARA PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA: DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E ACEITABILIDADE SENSORIAL..... | 28   |



|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....  | 29 |
| 2. MATERIAIS E MÉTODOS.....   | 32 |
| 2.1. Desenvolvimento da Bebida Láctea Sabor Café.....   | 32 |
| 2.2. Aceitabilidade Sensorial das Formulações das Bebidas Lácteas Sabor<br>Café.....  | 35 |
| 2.3. Composição Centesimal da Bebida Láctea Sabor Café.....   | 37 |
| 2.4. Determinação de Minerais da Bebida Láctea Sabor Café.....  | 38 |
| 2.5. Determinação da Osmolalidade da Bebida Láctea Sabor Café.....  | 40 |
| 2.6. Análises Microbiológicas da Bebida Láctea Sabor Café.....  | 41 |
| 2.6.1. Determinação de Coliformes Totais.....   | 42 |
| 2.6.2. Contagem de Estafilococos Coagulase Positiva.....  | 42 |
| 2.6.3. Análise da Presença de <i>Salmonella</i> .....   | 42 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 43 |
| 3.1. Aceitabilidade Sensorial das Formulações das Bebidas Lácteas Sabor<br>Café.....  | 43 |
| 3.2. Composição Centesimal da Bebida Sabor Café.....  | 44 |
| 3.3. Concentração de Minerais da Bebida Sabor Café.....   | 47 |
| 3.4. Osmolalidade da Bebida Láctea da Bebida Sabor Café.....  | 50 |
| 3.5. Análises Microbiológicas da Bebida Sabor Café.....   | 51 |
| 4. CONCLUSÃO.....   | 52 |
| 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 53 |
| CAPÍTULO 3.....   | 57 |
| EFEITOS DA HIDRATAÇÃO COM BEBIDA LÁCTEA, LEITE DESNATADO<br>E REPOSITOR HIDROELETROLÍTICO NA RECUPERAÇÃO PÓS -<br>EXERCÍCIO DE LONGA DURAÇÃO..... | 57 |

|  |     |
|--|-----|
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 58  |
| 2. MATERIAIS E MÉTODOS.....  | 61  |
| 2.1. Seleção dos Atletas para a Realização dos Testes .....                              | 61  |
| 2.2. Caracterização dos Atletas.....   | 62  |
| 2.3. Padronização da Refeição Pré- Teste .....   | 63  |
| 2.4. Coleta das Variáveis Fisiológicas.....  | 64  |
| 2.4.1. Peso Corporal, Desidratação Relativa e Absoluta.....                              | 65  |
| 2.4.2. Coleta de Urina.....  | 66  |
| 2.4.2.1. Densidade Urinária.....   | 66  |
| 2.4.2.2. Grau de Desidratação.....   | 66  |
| 2.4.2.3. Taxa de Sudorese.....   | 67  |
| 2.4.3. Coletas Sanguíneas.....   | 67  |
| 2.5. Testes de Corrida em Pista Sintética.....   | 69  |
| 2.6. Temperatura Ambiental.....  | 71  |
| 2.7. Registro da Frequência Cardíaca (FC) e do Índice de Percepção do Esforço (IPE)..... | 71  |
| 2.8. Reidratação Pós-Exercício.....  | 72  |
| 2.9. Caracterização das Bebidas.....   | 74  |
| 2.10. Análise Estatística.....   | 75  |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 75  |
| 4. CONCLUSÃO.....  | 96  |
| 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 97  |
| CONCLUSÃO GERAL.....   | 105 |

|   |     |
|---|-----|
| ANEXOS.....   | 107 |
| ANEXO I- PAR-Q (Physical Activity Readiness Questionnaire).....   | 108 |
| ANEXO II- Formulário de Termo de Consentimento.....   | 109 |
| ANEXO III- Tabela 1- Valores médios da FC e do IPE ao final de cada bloco do protocolo de exercícios..... | 110 |
| ANEXO IV- Tabela 2: Resumo da ANOVA dos Parâmetros de Hidratação dos Atletas Avaliados.....               | 111 |
| ANEXO V- Tabela 1. Resumo da ANOVA dos Parâmetros Sanguíneos dos Atletas Avaliados.....                   | 112 |
| ANEXO VI- Escala de Percepção Subjetiva do Esforço ou Escala de Borg.....                                 | 113 |

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1.1. Principais estudos que investigaram o uso de água, repositores hidroeletrolítico (RH), RH acrescido de proteínas e leite com o objetivo de reidratação no período recuperativo..... | 23 |
|---|----|

### Capítulo 2

|  |    |
|--|----|
| Tabela 2.1. Formulações da Bebida Láctea Sabor Café Adicionada de CPS.....                               | 33 |
| Tabela 2.2. Resumo da ANOVA da Análise Sensorial das Formulações Finais da Bebida Láctea Sabor Café..... | 43 |
| Tabela 2.3. Composição Centesimal e Valor Calórico da Bebida Láctea.....                                 | 44 |
| Tabela 2.4. Concentração de Minerais da Bebida Láctea Sabor Café...47                                    |    |
| Tabela 2.5: Valores de Osmolalidade de Bebidas Destinadas a Hidratação de Atletas.....                   | 50 |

### Capítulo 3

|   |    |
|---|----|
| Tabela 3.1. Rotação dos Procedimentos de Hidratação Empregado.....                          | 73 |
| Tabela 3.2. Características Físicas e Fisiológicas dos Avaliados.....                       | 76 |
| Tabela 3.3. Valores de FC e IPE Obtidos Durante o Protocolo de Exercícios.....              | 77 |
| Tabela 3.4. Avaliação do Peso Corporal dos Atletas.....                                     | 79 |
| Tabela 3.5. Parâmetros do Balanço Hídrico dos Atletas.....                                  | 80 |
| Tabela 3.6. Volume de Urina Produzido Durante o Teste Físico e no Período Recuperativo..... | 82 |

|   |    |
|---|----|
| Tabela 3.7. Amplitude dos Valores de Urina em Diferentes Momentos de Coleta.....                    | 84 |
| Tabela 3.8. Influência do Exercício e da Reidratação Sobre os Valores do Hematócrito.....           | 85 |
| Tabela 3.9. Concentração de CK Sanguínea em Diferentes Momentos de Avaliação.....                   | 87 |
| Tabela 3.10. Quantidade de Proteínas, Carboidratos e Energia Consumida no Período Recuperativo..... | 90 |
| Tabela 3.11. Concentração de LDH e Lactato Sanguíneo em Diferentes Momentos de Avaliação.....       | 90 |
| Tabela 3.12. Glicemia Sanguínea em Diferentes Momentos de Avaliação...                              | 94 |

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1. Composição das Bebidas Testes em 100 mL do produto.....74

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 2

- Figura 2.1. Fluxograma do processamento da bebida láctea.....35
- Figura 2.2. Ficha de resposta para o teste de aceitação.....37

### Capítulo 3

- Figura 3.1. Ordem Cronológica da Coleta das Variáveis.....73
- Figura 3.2. Volume de Urina Produzido em Diferentes Momentos de Avaliação.....84
- Figura 3. Valores do Hematócrito em Diferentes Momentos de Avaliação...86

## LISTA DE ABREVIATURAS

AG: Água

BCC: Bebida Carboidratada Comercial

BBG: Bebida Láctea com Baixo Teor de Gordura (0,1% de gordura)

BCHO: Bebida Carboidratada

BL: Bebida Láctea

BLC: Bebida Láctea de Chocolate

CHO: Carboidratos

CK: Creatina Quinase

CPS: Concentrado Protéico do Soro

DP: Desvio Padrão

DU: Densidade Urinária

FC: Frequência Cardíaca

GLI: Glicose

GOR: Gordura

HNO<sub>3</sub>: Ácido Nítrico

IMC: Índice de Massa Corporal

IPE: Índice de Percepção do Esforço

K: Potássio

L: Leite

LAC: Lactato

LD: Leite Desnatado

LDH: Lactato Desidrogenase

LI: Líquido Ingerido

Na: Sódio



PC: Peso Corporal

PI: Peso Inicial

PF: Peso Final

PRT: Proteínas

RE: Repositor Energético Rico em Carboidratos

RH: Repositor Hidroeletrolítico

RH+ PL: Repositor Hidroeletrolítico + Proteínas do Leite

RH+ W: Repositor Hidroeletrolítico + *Whey Protein*

VO<sub>2</sub>: Volume de Oxigênio

## RESUMO

GUTTIERRES, Ana Paula Muniz, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2011. **Desenvolvimento de bebida láctea sabor café para recuperação pós- exercício de longa duração.** Orientadora: Valéria Paula Rodrigues Minim. Co-Orientadores: Luis Antônio Minim e João Carlos Bouzas Marins.

A reidratação com leite com baixo teor de gordura e de bebidas lácteas vem se mostrando, frequentemente, uma prática mais eficaz para a recuperação da homeostase corporal no momento pós exercício em comparação a ingestão de tradicionais bebidas esportivas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma bebida láctea sabor café com fins específicos para atletas e analisar seus efeitos sobre os aspectos de hidratação e metabólicos quando comparada ao leite desnatado e ao repositores hidroeletrolítico. Para isso, foram desenvolvidas duas bebidas e por meio de teste de aceitação aplicado em praticantes de atividade física foi definida a bebida teste. Em seguida determinou a composição centesimal, concentração de minerais, osmolalidade e a segurança microbiológica da bebida teste. Após esta etapa, comparou-se o efeito da hidratação com a bebida láctea sabor café (BL), leite desnatado (LD) e repositores hidroeletrolítico (RH) pós-exercício de longa duração. Para isto, 12 atletas foram submetidos a um protocolo de corrida intermitente por 85 minutos. Seguindo um desenho experimental em *crossover* ao final do exercício os atletas se hidratavam em 3 dias distintos com BL ou LD ou RH o equivalente a 100% do peso corporal perdido. Foram realizadas coletas de sangue e urina para avaliar parâmetros de hidratação e metabólicos. Os resultados demonstraram que as duas formulações da BL apresentaram uma boa

aceitação pelo público alvo. A formulação 2 (F2) foi a mais aceita apresentando composição centesimal favorável a uma recuperação hídrica e metabólica decorrente do exercício de longa duração. A concentração de sódio e potássio foi inferior àqueles valores geralmente encontrados em bebidas esportivas para a reposição de fluidos. O consumo de BL poderá contribuir para a adequação do consumo de cálcio por atletas. Pelo valor da osmolalidade pode-se afirmar que a bebida láctea é isotônica. As análises microbiológicas atenderam as exigências da legislação vigente. Quando BL foi comparada com LD e RH em relação aos parâmetros fisiológicos e metabólicos, observou-se que não houve diferença na reidratação com BL, LD e RH (peso corporal ( $p=0,401$ ), hematócrito ( $p=0,134$ ) e volume urinário ( $p=0,326$ )). Não houve diferença em relação aos marcadores de desgaste muscular (CK ( $p=0,073$ ) e LDH ( $p=0,114$ )) e metabólicos (lactato ( $p=0,342$ ) e glicose ( $p=0,859$ )) sob o consumo das diferentes bebidas de hidratação. A bebida láctea sabor café foi tão efetiva quanto as bebidas habitualmente utilizadas para a reposição de fluidos, como os repositores hidroeletrólíticos e o leite desnatado, além de possuir menor concentração de sódio, presença de cálcio e proteínas quando comparada a tradicionais bebidas esportivas e apresentou elevada aceitação sensorial. Demonstrando assim ser um produto promissor destinado a atletas que visam otimizar seu desempenho esportivo e recuperar a homeostase corporal pós-exercício.

## ABSTRACT

GUTTIERRES, Ana Paula Muniz, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, september 2011. **Development of coffee flavored milk drink for recovery after endurance exercise.** Adviser: Valéria Paula Rodrigues Minim. Co-Advisers: Luis Antônio Minim e João Carlos Bouzas Marins.

Rehydration with low fat milk and milk beverages often been proving, more effective practice for the recovery of homeostasis in the body after exercise when compared to traditional sports drinks intake. In this context, the goal of this work was to develop a coffee-flavored milk beverage for athletes and to analyze its effects on hydration and metabolic aspects when compared to skimmed milk and electrolyte sports drink. For this, two drinks were developed and through acceptance test applied in active people the test drink was defined. Then, the chemical composition, mineral concentration, osmolality and microbiological safety of drink test were determined. After this step, we compared the effect of hydration with coffee-flavored milk drink (BL), skim milk (LD) and replenishing electrolyte (HR) after exercise of long duration. In order to do so, 12 athletes underwent a protocol of intermittent running for 85 minutes. Following a crossover experimental design at the end of the exercise the athletes were hydrated in 3 days with different coffee-flavored milk beverage drink (MB) or skim milk (SM) or electrolyte sports drink (SD) equivalent to 100% of body weight lost. Samples were collected to evaluate blood and urine parameters of hydration and metabolism. The results showed that two formulations of MB had a good acceptance by physically active people. Formulation 2 (F2) was the most acceptable presenting chemical composition favorable to a hydric and metabolic

recovery resulting from the endurance exercise. The concentration of sodium and potassium were lower than those typically found in sports drinks for fluid replacement. MB consumption may contribute to the adequacy of calcium intake by athletes. Through the value of osmolality it can be said that MB is isotonic. Microbiological tests met the requirements of current legislation. When MB was compared with SM and SD in relation to physiological and metabolic parameters, there was no difference in rehydration in relation to the evaluated parameters hydration (body weight ( $p=0,401$ ), hematocrit ( $p=0,134$ ) and urine volume ( $p=0,326$ )). There was no difference in relation to markers of muscle damage (CK ( $p=0,073$ ) and LDH ( $0,114$ )) and metabolic (lactate ( $p=0,342$ ) and glucose ( $p=0,859$ )) in the consumption of different drinks hydration. The coffee-flavored milk drink was as effective as commonly used fluid replacement drinks, as the electrolyte and skimmed milk replacers, besides having lower concentration of sodium, presence of calcium and protein in relation to traditional sports drinks and had a high sensory acceptance. Thus, it has been demonstrated that the product is intended for athletes who seek to optimize sports performance and regain body homeostasis after exercise.

## INTRODUÇÃO GERAL

Os benefícios do consumo de tradicionais bebidas esportivas carboidratadas por atletas e suas contribuições na otimização do desempenho esportivo estão claramente definidos na literatura científica. Essa base documental possibilitou a geração de diretrizes por entidades internacionais como o American College of Sports Medicine (ACSM) e National Athletic Trainers' Association (NATA) e nacionais como a Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (SBME) propondo valores de referência relativos ao tipo e concentração de carboidratos, minerais e osmolalidade que atribuem a esta bebida características ideais para que estes benefícios possam ser atingidos. Apesar disso, algumas evidências vêm propondo maiores benefícios relativos ao processo de hidratação e anticatabólico quando consumo destas tradicionais bebidas é substituído por leite desnatado e outras bebidas lácteas com baixo teor de gordura.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma bebida láctea sabor café com fins específicos para atletas e analisar seus efeitos sobre os aspectos de hidratação e metabólicos quando comparada ao leite desnatado e ao repositor hidroeletrólítico.

Desta forma, a tese foi dividida em três etapas (capítulos): no primeiro capítulo foi realizada uma revisão de literatura visando contextualizar a importância do tema e os motivos que levaram ao seu estudo. No segundo capítulo foi abordado o processo de desenvolvimento da bebida láctea bem como a avaliação da sua aceitabilidade, composição química e microbiológica. O terceiro capítulo objetivou comparar os benefícios do

consumo da bebida láctea sabor café em relação ao leite desnatado e ao repositores hidroeletrolítico no momento recuperativo pós-exercício.

**CAPITULO 1**  
**REFERENCIAL TEÓRICO**



## **1. INTRODUÇÃO**

Este capítulo tem como objetivo buscar na literatura fundamento científico a respeito dos produtos alimentares voltados para atletas e pessoas fisicamente ativas, em particular, sobre as bebidas utilizadas para a hidratação como os repositores hidroeletrólíticos, o leite com baixo teor de gordura e outras bebidas lácteas em geral. Esta revisão apresentou as características de tais bebidas bem como os resultados obtidos em parâmetros metabólicos, de hidratação e de desempenho o que contribuiu para nortear o desenvolvimento da bebida láctea sabor café bem como sua aplicação para atletas praticantes de exercícios de longa duração.

## **2. ALIMENTOS PARA PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA**

No dia 24 de março de 1998 foi estabelecida pela ANVISA (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA) a Portaria nº222 com o objetivo de fixar a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer os Alimentos para Praticantes de Atividade Física. Tal portaria foi criada devido à necessidade de orientações precisas quanto à suplementação alimentar de pessoas que praticam atividade física; a necessidade de evitar o consumo indiscriminado de formulações à base de aminoácidos e de outros produtos destinados à suplementação alimentar de praticantes de atividade física; a necessidade de constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos visando à proteção a saúde da população e a necessidade de fixar a identidade e as

características mínimas de qualidade a que devem obedecer aos alimentos para praticantes de atividades físicas. Esse documento passou a nortear toda a produção industrial do segmento de nutrição esportiva no Brasil durante 10 anos.

Em 14 de novembro de 2008, a ANVISA propôs novas regras para os alimentos destinados aos atletas encontradas na Consulta Pública nº60; nela apresenta-se um novo conceito para este grupo específico de alimentos, além de regulamentar-se o uso de suplementos de creatina e de cafeína. Assim, os alimentos para praticantes de atividade física recebem a seguinte classificação:

A. Repositor hidroeletrólítico para atletas.

O produto pronto para o consumo deve atender aos seguintes requisitos:

- a) O produto formulado para fins de reposição hidroeletrólítica deve conter sódio, cloreto e carboidratos.
- b) A quantidade de sódio deve estar entre 460 e 1150 mg/L.
- c) Os carboidratos devem constituir 4% a 8%.
- d) A osmolalidade do produto não deve ser superior a 330 mOsm/kg água. A empresa deve comprovar, por meio de cálculos e ou de análise laboratorial, a osmolalidade do produto. As bebidas com osmolalidade entre 270 e 330 mOsm/kg água podem ser consideradas isotônicas.
- e) O produto não pode conter vitaminas e outros minerais.

O repositore hidroeletrólítico pronto para o consumo deve estar na forma líquida.

B. Repositor energético para atletas.

- a) Nesse produto, no mínimo 75% do valor energético total deve ser proveniente dos carboidratos. A quantidade de carboidratos deve ser de, no mínimo, 20g na porção.
- b) O produto pode conter vitaminas do complexo B até o limite de 100% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) destes nutrientes na quantidade diária de consumo indicada pelo fabricante.

C. Suplemento protéico para atletas

- a) A composição protéica deve ser constituída de 100% de proteínas com PDCAAS (*Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score* - Digestibilidade protéica corrigida pelo escore aminoacídico) acima de 90%. Podem ser utilizadas proteínas intactas e ou hidrolisadas ou outras, desde que se comprove PDCAAS acima de 90%.
- b) O produto deve conter no mínimo 20% da IDR de proteína para adultos na porção.
- c) Para fins de atendimento aos requisitos específicos dos alimentos protéicos, a quantidade e a qualidade de proteínas referem-se ao produto como exposto a venda, sem considerar os ingredientes utilizados na preparação, quando for o caso.
- d) O produto pode conter carboidratos e gorduras, desde que a soma dos percentuais do valor energético de ambos não supere o percentual energético de proteínas.

e) O produto pode conter vitaminas e minerais até o limite de 100% da IDR destes nutrientes na recomendação diária de consumo indicada pelo fabricante.

#### D. Suplemento alimentar para atletas em situações especiais.

Deve conter concentração variada de macronutrientes, obedecendo aos seguintes requisitos, no produto pronto para o consumo:

a) Carboidratos: entre 50 e 70% do valor energético.

b) Proteínas: entre 13 e 20 % do valor energético. As proteínas utilizadas na formulação do produto devem ter PDCAAS acima de 90%. Podem ser utilizadas proteínas intactas e ou hidrolisadas.

c) Gorduras: até 30% do valor energético. O teor de gorduras saturadas não deve ultrapassar 10% do valor energético total.

d) O produto pode conter vitaminas e minerais até o limite de 100% da IDR destes nutrientes na recomendação diária de consumo indicada pelo fabricante.

e) O produto pode ser adicionado de fibras.

f) O produto deve fornecer, no mínimo, 500 kcal por porção.

g) Os ingredientes adicionados no preparo do produto, conforme instruções do fabricante, não devem contribuir com mais de 30% das quantidades exigidas nos requisitos de macronutrientes.

#### E. Compostos nitrogenados e outras substâncias para atletas

- Suplemento de creatina para atletas

a) A recomendação diária indicada pelo fabricante deve conter entre 3 e 5g de creatina.

b) O grau de pureza da creatina monoidratada utilizada na formulação do produto deve ser superior a 99,95%.

c) Outras formas de creatina podem ser aceitas desde que comprovada sua segurança de uso, conforme Regulamento Técnico específico, e eficácia da finalidade de uso para atletas.

d) Este produto não pode ser adicionado de vitaminas e minerais.

- Suplemento de cafeína para atletas.

a) Este produto deve conter entre 140 e 560 mg de cafeína isolada na recomendação diária.

b) Este produto não pode ser adicionado de vitaminas e minerais.

#### F. Outras substâncias para atletas.

Outras substâncias podem ser permitidas como alimento para atletas desde que a segurança de uso, conforme regulamento técnico específico, e eficácia da finalidade de uso com objetivo de rendimento esportivo sejam cientificamente comprovados.

Apesar de a literatura científica apontar os benefícios da ingestão do leite e bebidas lácteas com baixo teor de gordura e das proteínas do soro do leite (*whey protein*), como alimentos otimizadores do desempenho físico e da recuperação no pós-exercício (BERARDI *et al.*, 2006; SEIFERT *et al.*, 2006; SHARP, 2007; GILSON *et al.*, 2009), este tipo de alimento não possui diretrizes na legislação em relação a sua composição. No entanto, é necessário que a ANVISA e demais órgãos relacionados à nutrição esportiva

busquem estabelecer as características mínimas de tais alimentos para que estes produtos com fins específicos para atletas e praticantes de atividades físicas possam garantir os benefícios relacionados ao desempenho esportivo e preservar a saúde dos consumidores.

### **3. PROTEÍNAS DO SORO DO LEITE**

O soro do leite é um co-produto da fabricação de queijos retendo cerca de 55% dos constituintes do leite. Este soro pode ser obtido por coagulação enzimática, processo sofrido pela maioria dos tipos queijos ou coagulação ácida (SINHA *et. al.* 2007).

Devido a alto valor nutritivo promovido, principalmente, pela lactose e proteínas, este co-produto é um grande poluente dos leitos quando lançado sem tratamento prévio. O uso do soro como ingrediente da indústria de alimentos tem como vantagem agregar valor ao produto e reduzir gasto com o tratamento do efluente (ALMEIDA *et. al.* 2001).

De maneira geral, o soro apresenta 93% de água, 5% de lactose, 0,9 % de proteínas, 0,3% de gordura, 0,2% de ácido láctico e pequenas quantidades de vitaminas (BEM-HASSAN & GHALY, 1994). As proteínas do soro representam um grande mercado potencial, por ter vasta aplicação na indústria alimentícia, particularmente, em alimentos destinados a atletas e praticantes de atividade física.

Um dos tipos de concentrado protéico de soro possui 34-36% de proteínas, 48-52% de lactose, 3-4, 5% de gordura, 6,5-8% de cinzas, 3-4,5% de umidade. Ele é obtido pela remoção de quantidade suficiente de

constituintes não protéicos de soro pasteurizado e é fabricado por meio de técnicas de separação física, tais como precipitação, filtração ou diálise. Este concentrado pode ser usado em produtos lácteos, de panificação, de confeitaria tais como “snacks” e salgadinhos, produtos nutricionais como fonte econômica de sólidos lácteos, como substituinte parcial do leite em pó desnatado e como proteínas solúveis em soluções ácidas (USDEC, 1997).

As proteínas do soro do leite apresentam uma estrutura globular contendo algumas pontes de dissulfeto, que conferem certo grau de estabilidade estrutural. As frações, ou peptídeos do soro, são constituídas de: beta-lactoglobulina ( $\beta$ LG), alfa-lactoalbumina ( $\alpha$ LA), albumina do sorobovino (BSA), imunoglobulinas (Ig's) e glicomacropéptídeos (GMP).

Do total de proteínas presente no soro, 70% são  $\beta$ -lactoglobulina e  $\alpha$ -lactoalbumina, sendo estas as principais responsáveis pela capacidade de hidratação, geleificação, formação de emulsão e espumas (DAMODARAM & PARAF, 1997).

Essas frações podem variar em tamanho, peso molecular e função, fornecendo às proteínas do soro características especiais (AIMUTS, 2004). Presentes em todos os tipos de leite, a proteína do leite bovino contém cerca de 80% de caseína e 20% de proteínas do soro, percentual que pode variar em função da raça do gado, da ração fornecida e do país de origem (SALZANO, 2002).

A  $\beta$ LG é o maior peptídeo do soro (45,0%-57,0%), representando, no leite bovino, cerca de 3,2 g/l. Apresenta médio peso molecular (18,4-36,8 kDa), o que lhe confere resistência à ação de ácidos e enzimas

proteolíticas presentes no estômago, sendo, portanto, absorvida no intestino delgado. É o peptídeo que apresenta maior teor de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA), com cerca de 25,1%. Importante carreadora de retinol (pró vitamina A) materno para o filhote, em animais, em humanos essa função biológica é desprezada, uma vez que a BLG não está presente no leite humano (DE WIT, 1998)

Em termos quantitativos, a  $\alpha$ LA é o segundo peptídeo do soro (15%-25%) do leite bovino e o principal do leite humano (SHANNON *et al.*, 2003). Com peso molecular de 14,2 kDa, caracteriza-se por ser de fácil e rápida digestão. Contém o maior teor de triptofano (6%) entre todas as fontes protéicas alimentares, sendo, também, rica em lisina, leucina, treonina e cistina (MARKUS *et al.*, 2002). A  $\alpha$ LA é precursora da biossíntese de lactose no tecido mamário e possui a capacidade de se ligar a certos minerais, como cálcio e zinco, o que pode afetar positivamente sua absorção. Além disso, a fração  $\alpha$ LA apresenta atividade antimicrobiana contra bactérias patogênicas, como, por exemplo, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella pneumoniae* (LONERDAL, 2003).

A BSA corresponde a cerca de 10% das proteínas do soro do leite. É um peptídeo de alto peso molecular (66kD), rico em cistina (aproximadamente 6%), e relevante precursor da síntese de glutathione. Possui afinidade por ácidos graxos livres e outros lipídeos, favorecendo seu transporte na corrente sanguínea (SALZANO, 2002).

As Ig's são proteínas de alto peso molecular (150 -1.000 kDa). Quatro das cinco classes das Ig's estão presentes no leite bovino (IgG, IgA, IgM e



IgE), sendo a IgG a principal, constituindo cerca de 80% do total (HARAGUCHI, *et al.*, 2006).

O GMP (6,7 kDa) é um peptídeo resistente ao calor, à digestão assim como a mudanças de pH. Curiosamente, muitos autores não descrevem o GMP como um peptídeo do soro. Na verdade, o GMP é um peptídeo derivado da digestão da caseína-kapa, pela ação da quimosina durante a coagulação do queijo. Essa fração está presente em um tipo de proteína do soro, conhecida como *whey rennet* (SALZANO, 2002). Apresenta alta carga negativa, que favorece a absorção de minerais pelo epitélio intestinal, e, assim como a fração BLG, possui alto teor de aminoácidos essenciais (47%) (HARAGUCHI, *et al.*, 2006).

As sub-frações ou peptídeos secundários das proteínas do soro são assim denominadas por se apresentarem em pequenas concentrações no leite. Compreendem as sub-frações: lactoferrina, beta-microglobulinas, gama-globulinas, lactoperoxidase, lisozima, lactolina, relaxina, lactofano, fatores de crescimento IGF-1 e IGF-2, proteoses-peptonas e aminoácidos livres (HARAGUCHI *et al.*, 2006).

As proteínas do soro podem exibir diferenças na sua composição de macronutrientes e micronutrientes, dependendo da forma utilizada para sua obtenção. Segundo Salzano (2002), 100g de concentrado protéico do soro do leite possui, em média, 414kcal, 80g de proteína, 7g de gordura e 8g de carboidratos. De acordo com Etzel (2004), a composição média de aminoácidos é de 4,9 mg de alanina, 2,4 mg de arginina, 3,8 mg de asparagina, 10,7 mg de ácido aspártico, 1,7 mg de cisteína, 3,4 mg de glutamina, 15,4 mg de ácido glutâmico, 1,7 mg de glicina, 1,7 mg de

histidina, 4,7 mg de isoleucina, 11,8 mg de leucina, 9,5 mg de lisina, 3,1 mg de metionina, 3,0 mg de fenilalanina, 4,2 mg de prolina, 3,9 mg de serina, 4,6 mg de treonina, 1,3 mg de triptofano, 3,4 mg de tirosina e 4,7 mg de valina, por grama de proteína. Os BCAA perfazem 21,2% e todos os aminoácidos essenciais constituem 42,7%. Segundo o autor, esses valores estão acima da média, quando comparados àqueles de outras fontes protéicas, fornecendo às proteínas do soro importantes propriedades nutricionais<sup>10</sup>. Em relação aos micronutrientes, possui, em média, 1,2 mg de ferro, 170 mg de sódio e 600mg de cálcio por 100g de concentrado protéico (SALZANO, 2002).

#### **4. CARACTERÍSTICAS IDEAIS PARA BEBIDAS ESPORTIVAS**

A seleção de uma bebida para ser consumida durante o exercício de longa duração deve respeitar algumas características específicas para que consiga promover uma recuperação hidroeletrolítica e metabólica satisfatória. O esvaziamento gástrico e a absorção intestinal são influenciados por fatores como concentração de CHO e eletrólitos da bebida e pela intensidade do exercício (RODRIGUEZ *et al.*, 2009). Assim, atenção deve ser dada a formulação de bebidas destinadas a hidratação.

Neste sentido, as bebidas escolhidas devem possuir a osmolalidade entre 250 e 370 mOsmol/kg, faixa de valores essa semelhante a do plasma sanguíneo e que possibilita um facilitado esvaziamento gástrico e absorção intestinal (CASA *et al.*, 2000). Pode conter em sua formulação vários tipos de carboidratos cuja concentração total deve ser limitada em 5-7%

(RODRIGUEZ *et al.*, 2009). O monossacarídeo frutose deve ser limitado a 2-3% (SBME, 2009) por causa dos efeitos negativos associados ao desconforto intestinal. No entanto, a maioria dos efeitos benéficos proporcionados pelo consumo dessas bebidas e a quantidade ótima de ingestão são altamente dependentes da individualidade de cada atleta e da especificidade de cada esporte. Em relação a presença de proteínas e gorduras neste tipo de alimento para atleta, diferentes posicionamentos sobre hidratação (CASA *et al.*, 2000; ACSM, 2007; SBME, 2009) não relatam sobre a presença de tais macronutrientes.

Em relação à concentração de micronutrientes, diferentes posicionamentos sobre hidratação (CASA *et al.*, 2000; ACSM, 2007; SBME, 2009) fazem menção somente ao sódio e ao potássio. Em relação ao último, não estabelecem a concentração que deve conter em bebidas com finalidade de repositores hidroeletrolíticos, no entanto, garantem que a sua presença é justificada neste tipo de alimento para atleta. Em relação ao sódio preconizam que uma bebida esportiva para uma adequada reposição de fluidos deve conter uma concentração que varie de 300 a 700 mg/L (CASA *et al.*, 2000), 460 a 1.150 mg/L (ACSM, 2007) 500 a 700 mg/L (SBME, 2009).

## **5. RECOMENDAÇÃO DE PROTEÍNAS PARA PRATICANTES DE EXERCÍCIO DE LONGA DURAÇÃO**

Exercício de longa duração ou de *endurance* são caracterizados por esportes e atividades que possuem, geralmente, esforço fisiológico

submáximo e que podem ser executadas por períodos de tempo prolongados. Essas atividades também são caracterizadas por exercícios contínuos altamente dependentes do metabolismo oxidativo como fonte de energia e usualmente envolvem grandes massas musculares. Exercícios de *endurance* podem levar à depleção do glicogênio muscular, fato esse com forte relação com a incidência de fadiga e, conseqüente, interrupção da atividade (ROY, 2008). São observadas diferenças nas respostas fisiológicas em decorrência da intensidade em que é executado o exercício.

O objetivo nutricional, nesse tipo de exercício é dividido em três situações: antes, durante e após o exercício. No período prévio a atividade objetiva-se aumentar as reservas energéticas. Durante o exercício, é importante fornecer energia exógena, contribuindo para a poupança das reservas energéticas corporais. Finalmente, após o exercício o objetivo é de promover recuperação muscular buscando otimizar a ressíntese do glicogênio muscular e a reposição de fluidos (ROY, 2008).

Segundo o posicionamento do *American Diet Association* e do *American College of Sports Medicine* (Rodriguez *et al.*, 2009), a recomendação de proteína para atletas de força e *endurance* deve ser de 1,2 a 1,7 g/kg de peso corporal/dia. Essa recomendação de proteína pode ser consumida da dieta somente, sem o uso de suplementos protéicos ou aminoacídicos, sendo que a ingestão energética deve ser suficiente para o uso ótimo da proteína e desempenho físico.

A recomendação de proteína para a manutenção do peso corporal é de 0,8 g/kg de peso corporal/dia. No entanto, durante o exercício de *endurance* há um aumento na oxidação de proteínas, o que provê base para

recomendar ingestão de proteínas no período recuperativo de um exercício de longa duração intenso. Estudos de balanço nitrogenado sugerem que a ingestão dietética de proteína para suportar o balanço nitrogenado positivo em atletas de *endurance* deva ser de 1,2 a 1,4 g/kg de peso corporal/dia (Rodriguez *et al.*, 2009). Suplementos alimentares a base de aminoácidos isolados ou proteínas intactas como soro do leite, caseína e soja são efetivamente utilizados para a manutenção, reparo e síntese de proteínas musculares em resposta ao treinamento. Alimentos ricos em proteínas ou aminoácidos consumidos próximo ao término de atividades de força ou *endurance* pode otimizar a manutenção ou ganho de proteínas no músculo esquelético (Rodriguez *et al.*, 2009).

Atividades de longa duração promovem estresse oxidativo que contribui para o desenvolvimento da fadiga muscular (PEDERSEN *et al.*, 2000), diminuindo o desempenho. Sabe-se que a glutathione é o principal agente antioxidante, o qual depende da concentração intracelular do aminoácido cisteína para ser sintetizado. Lands *et al.* (1999) compararam o efeito de um suplemento à base de concentrado protéico do soro (CPS) e da caseína sobre o desempenho físico de adultos jovens, medido por meio de teste isocinético em bicicletas. Administrando 20g/dia de CPS durante três meses, o grupo suplementado com CPS apresentou um aumento de 35,5% na concentração de glutathione. Além disso, os voluntários suplementados conseguiram gerar mais potência e maior quantidade de trabalho em testes de velocidade, sugerindo melhor rendimento. O provável efeito estaria relacionado ao alto teor de cisteína das proteínas do soro, o que resultaria em aumento da concentração de glutathione, com subsequente

redução da disfunção muscular causada pelos agentes oxidantes. Esse foi o primeiro trabalho relacionando os efeitos das proteínas do soro aos parâmetros diretos do desempenho físico. Apesar de os resultados sugerirem tais benefícios, novos trabalhos são necessários para confirmar essa hipótese.

## **6. O CONSUMO DE LEITE, BEBIDAS LÁCTEAS E DE BEBIDAS ENRIQUECIDAS COM PROTEÍNAS DO LEITE PARA A HIDRATAÇÃO**

Algumas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de elucidar os benefícios do leite, bebidas lácteas e das proteínas do soro (*whey protein*), para o desempenho físico, para a hidratação e como fator anticatabólico durante e após o exercício.

Shirreffs *et al.* (2007) promoveram desidratação de 1,8 % do peso corporal em 11 indivíduos que reporaram a perda de fluidos correspondente a 150% dos fluidos perdidos, consumindo leite, água ou bebida esportiva. Os indivíduos permaneceram com um balanço positivo de fluidos ou euhidratados durante o período de recuperação depois de consumirem leite com baixo teor de gordura o que não ocorreu com as outras bebidas. Os resultados demonstraram que o leite pode ser um efetivo repositor hídrico para ser consumido pós-exercício, exceto, para indivíduos com resistência a lactose.

No entanto, Lee *et al.*, (2007) não encontraram efeitos positivos sobre a resposta cardiovascular, termorregulatória e metabólica em indivíduos que se exercitavam até a exaustão a 70% do VO<sub>2</sub> máximo consumindo durante a

execução do exercício água ou bebida carboidratada (BCHO) ou bebida láctea com baixo teor de gordura (0,1%) (BBG) ou BCHO + BBG.

Berardi *et al.* (2006) utilizaram bebidas isoenergéticas (4,8 Kcal/kg de peso corporal) que continham carboidratos e proteína ou carboidratos somente e concluíram que a mistura com proteína promoveu melhor recuperação do glicogênio muscular pós-exercício (1h) em um grupo de ciclistas. A recuperação do glicogênio muscular após a atividade física na qual este foi depletado é de fundamental importância para o desempenho físico, visto que a incorreta recuperação deste pode acarretar queda de desempenho em sessões de exercícios posteriores.

Niles *et al.* (2001) investigaram o efeito ergogênico de bebidas isocalóricas que eram compostas por carboidratos (CHO =152,7 g) e proteínas (PRT) com CHO (112 g CHO com 40,7 g PRT), que foram consumidas após exercício e dieta de depleção de glicogênio muscular. A bebida com carboidratos e proteínas junto proporcionou maior tempo de corrida até a exaustão em comparação a bebida que continha carboidrato isolado. A bebida de carboidrato com proteína (CHO + PRT) também proporcionou maiores níveis insulinêmicos no período recuperativo, o que pode contribuir para uma maior ressíntese de glicogênio muscular, otimizando o exercício de *endurance* de uma segunda sessão de exercício executada no mesmo dia.

Stover *et al.* (2006) compararam a aceitação sensorial de duas bebidas esportivas distintas. Uma composta de carboidrato isolado (6%) e outra com CHO (6,6%) adicionado de proteínas (1,6%) em atletas de *endurance* que consumiam *ad libitum* durante o exercício a 80% da

freqüência cardíaca máxima. Os resultados demonstraram uma menor aceitação da bebida adicionada de proteína (média de 5,3) em relação à bebida de CHO isolado (média de 7,0) na escala hedônica de 9 pontos. Além disso, a bebida com proteína proporcionou uma menor ingestão e reposição de fluidos. Assim, a adição de proteína na bebida esportiva mostrou efeito adverso na aceitabilidade e significativa redução voluntária de fluidos ( $p < 0,01$ ).

Romano-Ely *et al.* (2006) compararam o efeito de duas bebidas esportivas, uma composta de CHO e a outra com CHO + PRT + antioxidantes, sobre danos celulares consumidas a cada 15 minutos de exercício em ciclo ergômetro a 80% do  $VO_2$  máximo após um exercício a 70% do  $VO_2$  máximo para promover a depleção parcial do glicogênio muscular. Os resultados mostraram que a bebida com PRT e antioxidantes promoveu um menor dano celular (representados pela concentração dos marcadores de dano muscular creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) em relação à bebida de CHO isolado.

Gilson *et al.* (2009) avaliaram a efetividade de bebida achocolatada consumida no período recuperativo de um treinamento intenso de jogadores de futebol. Após o treinamento os jogadores recebiam uma bebida rica em carboidrato (1,77 g CHO/kg de peso corporal (PC) e 0,03 g de GOR/kg de PC) e em outro dia a bebida achocolatada (1,2 g CHO/kg de peso corporal (PC) e 0,1 g de GOR/kg de PC e 0,4 g de PRO/kg de PC). A bebida achocolatada diminuiu significativamente ( $p < 0,05$ ) a concentração de enzima CK (marcador de estresse muscular) e tendeu a aumentar a força isométrica do quadríceps. Assim, a bebida achocolatada promoveu resposta igual ou



superior à bebida isocalórica rica em CHO após período de treinamento intenso de futebol.

Watson *et al.* (2008) promoveram uma perda hídrica equivalente a  $2 \pm 0,1\%$  do peso corporal em 7 indivíduos por meio da execução de exercício intermitente no calor. Após a atividade, eles consumiram 150% do peso corporal perdido de repositores hidroeletrolítico (RH) ou de leite desnatado (LD). Após 3 h de recuperação foi observado um balanço de fluidos positivo nos indivíduos que consumiram LD ( $191 \pm 162$  mL) em comparação ao consumo de RH ( $-135 \pm 392$  mL), no qual foi negativo. Após a recuperação eles foram submetidos a um exercício a 61% de  $VO_{2 \text{ máx.}}$  até a exaustão. Apesar da efetividade do LD na retenção de fluidos, a capacidade de exercício até a exaustão não foi diferente com a ingestão de diferentes bebidas. Assim, é possível concluir que o LD pode ser uma bebida de reidratação efetiva para o momento pós-exercício, promovendo um balanço positivo de fluidos durante todo o período de recuperação.

Cockburn *et al.* (2008) buscaram comparar os efeitos do consumo de leite (L), de bebida carboidratada acrescida das proteínas do leite (CHO-PRT), bebida carboidratada (CHO) e água (AG) sobre os danos musculares induzidos pelo exercício. A dor muscular de início tardio não apresentou diferença com o consumo das diferentes bebidas. No entanto, houve um aumento do pico de torque em exercício isocinético (aumento do pico de força gerada em exercício de resistência constante em todo ângulo articular do movimento) e do total de trabalho e uma diminuição significativa da concentração de CK 48 h após o consumo de L e CHO-PRT.

Karp *et al.* (2006) submeteram 9 ciclistas a um trabalho intervalado seguido de 4 h de recuperação e subsequente teste a 70% do  $VO_2$  máx. até a exaustão. Nas duas primeiras horas de recuperação os indivíduos consumiram bebida láctea de chocolate (BLC), repositores hidroeletrolítico (RH) e repositores energéticos ricos em carboidratos (RE). O tempo de exaustão e o trabalho total foi significativamente maior na situação BLC e RH. Os resultados sugerem que BLC é uma bebida eficaz, auxiliando na recuperação entre duas sessões de exercício exaustivo.

James *et al.* (2011) examinaram os efeitos de bebida carboidratada acrescida de proteínas do leite (CHO-PRT) em comparação à bebida carboidratada comercial (BCC) em reidratação pós-exercício no calor. Oito indivíduos foram reidratados com 150% de suas respectivas perdas de massa corporal. Após a reidratação, a produção de urina total acumulada foi maior após o consumo de BCC ( $1212 \pm 310$  mL) em comparação a CHO-PRT ( $931 \pm 254$  mL) ( $p < 0,05$ ), enquanto que a retenção de fluidos total foi maior após a ingestão de CHO-PRT ( $55 \pm 12\%$ ) em comparação a BCC ( $43 \pm 15\%$ ,  $p < 0,05$ ). Estes resultados sugerem que após o exercício em um ambiente quente, uma solução carboidratada rica em proteínas do leite é mais efetiva do que uma solução de carboidratos isolados, quando possuem a mesma densidade energética e conteúdo de eletrólitos. Assim, alguns dos efeitos benéficos de reidratação pós-exercício com leite podem ser atribuídos às suas proteínas.

Seifert *et al.* (2006) compararam a reidratação com bebidas de carboidratos adicionados de proteínas (CHO-PRT, 6%-1,5%, respectivamente), bebida somente com carboidratos (CHO a 6%) e água

(AG) após a perda de 2,5% do peso corporal total. A retenção de fluidos foi significativamente maior para CHO-PRT ( $88\pm 4,7\%$ ), em comparação ao consumo de CHO ( $75\pm 14,6\%$ ) e AG ( $53\pm 16,1\%$ ). Os resultados indicaram que o acréscimo de proteínas a bebidas carboidratadas pode aumentar em 15% e 40% a retenção hídrica em relação ao consumo de bebidas carboidratadas somente e água, respectivamente. Na Tabela 1.1 encontra-se o resumo dos principais estudos que investigaram os efeitos fisiológicos e de desempenho adotando-se diferentes protocolos de hidratação e tipos de bebidas no período pós exercício.

Tabela 1.1. Principais Estudos que Investigaram o Uso de Água, Repositor Hidroeletrólítico (RH), RH Acrescido de Proteínas e Leite com o Objetivo de Reidratação no Período Recuperativo.

| ESTUDO                         | INDIVÍDUOS  | DESIDRATAÇÃO   | TRATAMENTOS   | RESULTADOS  |
|--------------------------------|---|--|---|---|
| Seifert <i>et al.</i> (2006)   | 13 atletas de <i>endurance</i> experientes (8 homens e 5 mulheres). Idade entre 20-28 anos. | 2,4± 0,1% induzido por exercício em cicloergômetro a 80% da FC máx. Duração do exercício entre 60–75 min para homens e 75–105 min para mulheres. | RH+W: (CHO= 60 g/L; PRT=15 g/L; Na= 53mg/100 mL; k=18 mg/100 mL; 305 mOsm/kg).<br>2. RH: (CHO=60 g/L; Na=46 mg/100 mL; K= 12,5 mg/100 mL; 280 mOsm/kg).<br>3. AG: 2 mOsm/kg.<br>Desenho experimental em <i>crossover</i> os indivíduos ingeriam o mesmo volume de suas perdas de PC durante 3 h de recuperação.                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ao final das 3 h de recuperação a retenção de fluidos foi significativamente maior em RH+W (88,0±4,7%) em comparação a RH (74,9±14,6%) e AG (53,2±16,1%).</li> <li>➤ A retenção de fluidos foi 15% maior em RH+W comparado a RH e 40% maior comparado a AG.</li> <li>➤ Não houve diferença na restauração do volume plasmático.</li> <li>➤ A diferença encontrada na retenção de fluidos deve considerar uma recuperação dos fluidos intracelular e no espaço intersticial.</li> </ul> |
| Shirreffs <i>et al.</i> (2007) | 11 indivíduos fisicamente ativos (5 homens, 6 mulheres). Média de idade 24 anos.            | 1,8 ± 0,2% induzido por exercício intermitente em cicloergômetro (não foi reportado o tempo total do exercício).                                 | 1. AG: água (0,3 mmol/l Na).<br>2. RH: (CHO= 60 g/L; Na = 23 mmol/L; K = 2 mmol/L; 283 mOsmol/kg).<br>3. LD: (CHO= 50 g/L; PRT= 36 g/L; Na= 38.6 mmol/L; K= 45.2 mmol/L; 299 mOsmol/kg).<br>4. LD+ Na: LD + 20 mmol/L de NaCl (CHO= 50 g/L; PRT= 36 g/L; Na= 58 mmol/L; K= 47 mmol/L; 345 mOsmol/kg).   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ao final das 4 h do período de recuperação a retenção de fluidos foi maior no tratamento LD (69±10%) e LD+ Na (72±4%) do que com AG (36±10%) e RH (38±16%).</li> <li>➤ Em ambos, LD e LD+ Na, os indivíduos tiveram um balanço de fluidos positivo após a recuperação.</li> <li>➤ Em ambos, AG e RH, os participantes apresentaram um balanço de fluidos negativo.</li> <li>➤ Uma maior perda de eletrólitos na urina foi observada com o tratamento LD+ Na.</li> </ul>                |
| Watson <i>et al.</i> (2008)    | 7 homens fisicamente ativos. Média de idade 23 anos.  | 2,0 ± 0,1% induzido pela execução de cerca de 36–37 min de exercício intermitente em cicloergômetro no calor.                                    | 1. RH (CHO= 60 g/L; Na= 23 mmol/L; K=1,6 mmol/L; 280 mOsmol/kg).<br>2. LD (CHO= 50 g/l; PRT= 33 g/l; Na=32 mmol/L; K= 42 mmol/L; 278 mOsmol/kg).<br>Desenho experimental randomizado <i>crossover</i> no qual os participantes consumiram volume igual a 150%, de sua perda de PC (aproximadamente 2.270±245 mL) durante 60 min, seguido por 3 h de | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ao final da recuperação a retenção de fluidos foi maior em LD (77±6%) do que em RH (62±17%).</li> <li>➤ No tratamento com LD, os participantes tiveram um balanço de fluidos positivo ao final do período recuperativo.</li> </ul>   |

---

recuperação.

|                               |  |  |   |   |  |
|-------------------------------|--|--|---|---|--|
| James <i>et al.</i><br>(2011) | 8 homens saudáveis. Media de idade de 21 anos. | 1,9±0,2% induzida por exercício intermitente em cicloergômetro no calor por 82±10 min. | Desenho experimental randomizado em <i>crossover</i> em que os participantes consumiam um volume de fluidos correspondente a 150% de suas respectivas perdas de PC na primeira hora pós exercício. Período recuperativo total de 4 h. | 1. RH:(CHO=65 g/L;GOR= 0,8 g/L;Na= 7 mmol/L;K=5 mmol/L;247 mOsm/kg).<br>2. RH+PL: (CHO=40 g/L;GOR= 0,8 g/L; PRT=25 g/L; Na= 7 mmol/L; K= 4 mmol/L;229 mOsm/kg). | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ No final do período recuperativo, a retenção de fluido foi significativamente maior em RH+PL (55±12%) em comparação a RH (43±15%).</li><li>➤ O balanço de fluidos foi negativo com o consumo de ambas as bebidas CHO+PL e RH (-0,26±0,27 l e -0,52±0,3 l, respectivamente), mas apresentou diferença significativa somente com RH.</li><li>➤ Ingestão de RH a 6% de CHO resulta em significativo déficit de fluidos.</li></ul> |
|-------------------------------|--|--|---|---|--|

---

Nota:Na= Sódio ;K=Potássio; RH=repositor hidroeletrólítico; RH+W= repositor hidroeletrólítico+ *Whey Protein*; AG=água; LD=Leite desnatado; PRT=proteína; CHO= carboidratos; GOR=gordura; PC=Peso corporal; RH+PL= repositor hidroeletrólítico+ Proteínas do leite.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA) a Portaria nº222 de 24 de março de 1998. Disponível em: [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br). (Acesso em junho de 2009).

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Consulta Pública nº 60, de 13 de novembro de 2008. Disponível em: [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br). Acesso em abril de 2011.

AIMUTS, W.L. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. **Journal Nutrition**, v.134, n.4, p.989s-95s.

ALMEIDA, K. E.; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. O. Avaliação sensorial de bebida láctea preparada com diferentes teores de soro, utilizando-se dois tipos de cultura láctea. **Indústria de Laticínio**, 32: 50-54, 2001.

BEM-HSSAN, R.M.; GHALY, A.E. Continuour propagation of *Kluyveromyces fragilis* in cheese whey for pollution potencial reduction. **Applied Biochemistry and Biotechnology**. Vol.47, p.89-105. 1994.

BERARDI, J.M.; PRICE, T.B.; NOREEN, E.E.; LEMON, P.W.R. Postexercise Muscle Glycogen Recovery Enhanced with a Carbohydrate-Protein Supplement. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 38, n.6, p. 1106-13, 2006.

CASA, D.J., ARMSTRONG, L.E., HILLMAN, S.K., MOUNTAIN, S.J., REIFF, R.F., RICH, B.S.E., et al. National Athletic Trainers` Association Position Statement: fluid replacement for athletes. **Journal of Athletic Training**, v. 35, n.2, p. 212-24, 2000.

COCKBURN, E.; HAYES, P.R.; FRENCH, D.N. et al. Acute milk-based protein-CHO supplementation attenuates exercise-induced muscle damage. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, 33: 775-783, 2008.

DAMODARAM, S.; PARAF, A. **Food proteins and their applications**. New York: Marcel Dekker, Inc., 1997.

De WIT, J.N. Nutritional and functional characteristics if whey proteins in foods products. **Journal Dairy Science**, v.81, n.3, p.597-608,1998.

ETZEL, MR. Manufacture and use of dairy protein fractions. **Journal Nutrition** v.134, n.4, p. 996s-1002s, 2004.

GILSON, S.F.; SAUNDERS, M.J.; MORAN, C.W.; et al. Effects of chocolate milk consumption on markers of muscle recovery following soccer training: a randomized cross-over study **Journal of the International Society of**

**Sports Nutrition**. v.7, n.19, 2010. Disponível em: <http://www.jissn.com/content/7/1/19>. Acesso em junho de 2011.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 4, 2006 .

JAMES, L.J; CLAYTON D.; EVANS, G.H.Effect of milk protein addition to a carbohydrate-electrolyte rehydration solution ingested after exercise in the heat. **British Journal of Nutrition**, 105: 393–9, 2011.

KARP, J.R.; JOHNSTON, J.D.; TECKLENBURG, S.; MICKLEBOROUGH, T.D.; FLY, A.D.; STAGER, J.M. Chocolate milk as a post-exercise recovery aid. Resultados da pesquisa. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, 16:78-91,2006.

LANDS, L.C., GREY, V.L., SMOUTAS, A.A. Effect of supplementation with cysteine donor on muscular performance. **Journal Apply Physiology**, v.87, n.4, p.1381-5, 1999.

LEE, JKW; MAUGHAN, RJ; SHIRREFFS, SM; WATSON, P. Effects of milk ingestion on prolonged exercise capacity in young, healthy men. **Nutrition**, v.24, p. 340–347, 2008.

LÖNNERDAL, B. Nutritional and physiologic significance of human milk proteins. **American Journal Clinical Nutrition**, v.77, n.6, p.1537-43, 2003.

MARKUS, C.R., OLIVER, B., DE HAAN, E.H.F. Whey Protein rich in alpha-lactalbumin increases the ratio of plasma tryptophan to the sum of the other large neutral amino acids and improves cognitive performance in stress-vulnerable subjects. **American Journal Clinical Nutrition**, v.75, n.6, p.1051-6, 2002.

NILES, E.S., LACHOWETZ, T., GARFI, J., SULLIVAN, W., SMITH, LEYH, B.P., *et al.* Carbohydrate-Protein Drink Improves Time to Exhaustion After Recovery From Endurance Exercise. **Journal of Exercise Physiologyonline**, v.4, n.1, p. 45-52, 2001.

PEDERSEN, B.K., HOFFMAN-GOETZ, L. Exercise and the immune system: regulation, integration and adaptation. **Physiology Review**, v.80, n.3, p.1055-81, 2000.

RODRIGUEZ, N.R.; DIMARCO, N.M.; LANGLEY, S. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. **Journal American Diet Association**, 109(3):509-27, 2009.

ROMANO-ELY, B. C., M. K. TODD, M. J. SAUNDERS, T. ST. LAURENT. Effect of an Isocaloric Carbohydrate-Protein- Antioxidant Drink on Cycling

Performance. **Medicine Science of Sports Exercise**, v. 38, n. 9, p. 1608-1616, 2006.

ROY, B.D. Milk: the new sports drink? A Review. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, 5:15, 2008.

SALZANO, Jr. I. Nutritional supplements: practical applications in sports, human performance and life extension. **Symposium series 007**; São Paulo; p.75-202, 2001.

SEIFERT, J.; HARMON DECLERCQ, P. Protein added to a sport drink improves fluid retention. **International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism**, 16: 420–9, 2006.

SHANNON, L.K, CHATTERTON, D., NIELSEN, K., LÖNNERDAL, B. Glycomacropeptide and alfa-lactoalbumin supplementation of infant formula affects growth and nutritional status in infant rhesus monkeys. **American Journal Clinical Nutrition**, v.77, n.5, p.1261-8, 2003.

SHIRREFFS, S.M.; WATSON, P.; MAUGHAN, R.J. Milk as an effective post-exercise rehydration drink. **British Journal of Nutrition**, v.98, p. 173–180, 2007.

SINHA, R.; RADHA, C.; PRAKASH, J.; KAUL, P. Whey protein hydrolysate: Functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation. **Food Chemistry**, London, v. 101, n. 4, p. 1484-1491, 2007.

STOVER, A., HORSWILL, C.A., MURRAY, R., STOVER, E.A. Comparison of Sensory Acceptance and Fluid Replacement between Two Different Sports Drinks. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. V. 38, n.5, Supplement:S219, 2006.

USDEC – United States Dairy Export Council. **Manual de referência para produtos de soro dos EUA**. Arlington: USDEC, 1997. 135 p.

WATSON, P.; LOVE, T.D.; MAUGHAN, R.J.; SHIRREFFS, S.M. A comparison of the effects of milk and a carbohydrate-electrolyte drink on the restoration of fluid balance and exercise capacity in a hot, humid environment. **European Journal of Applied Physiology**, 104:633–642, 2008.



## **CAPÍTULO 2**

### **BEBIDA LÁCTEA SABOR CAFÉ COM FINS ESPECÍFICOS PARA PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA: DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E ACEITABILIDADE SENSORIAL**

## 1. INTRODUÇÃO

A principal proposta de uma bebida esportiva é repor os fluidos corporais perdidos no suor e fornecer substrato energético, representado normalmente pelos carboidratos (SHI & GISOLFI, 1998). Uma vez ingerida, a rehidratação é dependente da velocidade do esvaziamento gástrico e da absorção intestinal (LEIPER *et al.*, 2001). Uma bebida esportiva deve possuir algumas características tais como: tipo e concentração de carboidratos de 5 a 7% (RODRIGUEZ *et al.*, 2009) para que promova um facilitado esvaziamento gástrico, temperatura variando de 15 a 22 °C para que promova uma adequada absorção intestinal, sabor agradável para estimular a ingestão e pequena quantidade de sódio visando aumentar a palatabilidade, a retenção hídrica, estimular a sede e prevenir hiponatremia (valores de sódio plasmático inferiores a 135 mmol/L) em indivíduos susceptíveis (CASA *et al.*, 2000).

Devido à grande variabilidade das condições de exercícios no que se refere às condições ambientais, tipo da atividade, intensidade do exercício e padrão motor da habilidade, pode afirmar que não exista uma única formulação de bebida capaz de repor os fluidos de forma eficiente em todas as situações da prática esportiva (GISOLFI *et al.*, 2001). Segundo Gisolfi *et al.*, (2001) provavelmente, não exista uma única bebida capaz de ser satisfatória para todas as condições ambientais e diferentes situações esportivas.

A literatura científica aponta para a importância de alimentos com maior densidade energética para uma recuperação mais eficaz de água

corporal e de volume plasmático (LESER, 2011). A presença de nutrientes adicionais, tais como as proteínas, têm sido sugeridas por influenciarem a absorção e retenção de líquidos (SEIFERT *et al.*, 2006; SHARP, 2007), sendo especialmente recomendada após o término de um exercício físico.

Neste sentido, algumas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de elucidar os benefícios do leite, bebidas lácteas e das proteínas do soro (*whey protein*), para o desempenho físico, para a hidratação e como fator anticatabólico promovido pelo desgaste físico (BERARDI *et al.*, 2006; SEIFERT *et al.*, 2006; SHARP, 2007; GILSON *et al.*, 2009).

SHIRREFFS *et al.*, (2007) e ROY, (2008) propuseram o leite com baixo teor de gordura como uma bebida reidratante e anticatabólica eficiente para provas de longa duração. Cockburn *et al.* (2008) relataram que o leite, sendo uma bebida rica em carboidratos e proteínas, pode promover uma atenuação da quebra de proteínas musculares e/ou aumentar a síntese protéica que pode limitar os efeitos de danos musculares induzidos pelo exercício. Romano-Ely *et al.* (2006) reportaram a importância do consumo de bebida achocolatada na diminuição de marcadores de danos musculares. No entanto, Lee *et al.* (2007) não encontraram efeitos positivos da hidratação com leite sobre a resposta cardiovascular, termorregulatória e metabólica com o consumo de bebida láctea com baixo teor de gordura em comparação a bebida carboidratada

Diante das evidências científicas em que bebidas lácteas apresentaram um efeito positivo sobre a capacidade de recuperação física após um exercício extenuante de perfil aeróbico, foi desenvolvida uma bebida láctea com sabor de café, visto que o café em si tem uma boa

aceitação da população brasileira. Relata-se que 9 em cada 10 brasileiros acima de 15 anos consomem café diariamente, o que o faz ser a segunda bebida com maior penetração na população atrás apenas da água e à frente dos refrigerantes (ABIC, 2009). Alguns estudos (SETTE, 2003; ARRUDA *et al.*, 2007) demonstram que existe um público, composto principalmente de jovens, que tem interesse em consumir produtos diferenciados a base de café.

No meio esportivo Brito & Marins (2005) e Cruz *et al.* (2009) relataram que é um hábito comum entre atletas adotarem o consumo do café e de outras bebidas cafeinadas como coca-cola® e chás durante o processo de hidratação. Guttierres *et al.* (2008;2009) demonstraram o efeito ergogênico de uma bebida esportiva cafeinada sobre os aspectos de hidratação e desempenho em habilidades específicas de atletas de futebol.

A ingestão de bebidas como o café, o chocolate, o mate e algumas bebidas à base de guaraná por atletas se deve a presença da cafeína que é um alcalóide farmacologicamente ativo, estimulante do sistema nervoso central (ALTIMARI *et al.*, 2005). A presença do extrato de café e do cacau na bebida desenvolvida pode ser um ponto positivo que deve ser enfatizado durante a elaboração da estratégia de marketing para inserção deste novo produto no mercado.

A bebida desenvolvida se enquadra na categoria “F” intitulada “*Outras substâncias para atletas*” da Resolução da ANVISA (2008) visto que esta classificação permite alimentos para atletas que apresentem segurança de uso e eficácia sobre o rendimento esportivo cientificamente comprovado.

Não estipula as concentrações dos macro e micronutrientes, nem as características físico-químicas dos alimentos.

Assim, o objetivo do presente estudo foi desenvolver uma bebida láctea sabor café com fins específicos para praticantes de atividades físicas e avaliar sua aceitabilidade sensorial, suas características químicas e microbiológicas.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Desenvolvimento da Bebida Láctea Sabor Café**

A partir da bebida láctea desenvolvida por Gonçalves *et al.* (2009) foram realizados vários testes para que a bebida atingisse a osmolalidade ideal de uma bebida isotônica que permitisse um esvaziamento gástrico facilitado. Para isto, foram desenvolvidas formulações cujo valor de osmolalidade deveria apresentar-se de 270 a 330 mOsm/kg água (ANVISA, 2008). Após esta etapa de adequação da osmolalidade, buscou-se adequar a formulação em relação a outras bebidas lácteas apresentadas no capítulo 1.

Nesta etapa, foram preparadas cinco formulações variando-se a proporção de quatro ingredientes (leite desnatado, água destilada, sacarose e sucralose). A proposta de diluir os ingredientes em água foi uma alternativa para que fosse possível diminuir a osmolalidade da bebida original de Gonçalves *et al.* (2009), uma vez que tal formulação era hipertônica. Bebidas hipertônicas não garantem uma recuperação hídrica eficiente pelo fato de promoverem um dificultado esvaziamento gástrico

(BARTOLI *et al.*, 1995). A substituição parcial da sacarose por sucralose foi uma alternativa que contribuísse não somente com a diminuição da osmolalidade, mas que garantisse o atributo de doçura da formulação original. Com a diluição das proteínas do leite em água destilada acrescentou-se concentrado protéico do soro (CPS) com o objetivo de proporcionar uma concentração de proteínas que favorecesse a recuperação da homeostase hídrica pós-esforço.

Após esta etapa duas formulações foram descartadas por não alcançarem a osmolalidade desejada. Restaram três bebidas que atendiam a osmolalidade adequada de um repositores hidroeletrolítico isotônico. Após avaliação pela equipe responsável considerando o sabor das três bebidas restantes, optou-se por duas formulações finais que foram submetidas à análise sensorial. Na Tabela 2.1 estão apresentadas as duas formulações da bebida láctea sabor café adicionada de CPS que foram avaliadas.

Tabela 2.1. Formulações da Bebida Láctea Sabor Café Adicionada de CPS.

| Ingredientes                     | Formulação 1 | Formulação 2 |
|----------------------------------|--------------|--------------|
| Leite Desnatado                  | 55%          | 62,5%        |
| Água destilada                   | 45%          | 37,5%        |
| Concentrado Protéico do Soro 033 | 1%           | 1%           |
| Aroma de café em pó              | 0,2%         | 0,2%         |
| Cacau em pó                      | 0,2%         | 0,2%         |
| Extrato líquido de café          | 0,7%         | 0,7%         |
| Açúcar (g)                       | 2%           | 2%           |
| Sucralose (g)                    | 0,3%         | 0,3%         |

O aroma de café usado foi o aroma em pó da empresa Duas Rodas® e o extrato de café utilizado foi cedido pela empresa Real Café®, com Brix de 41,4<sup>0</sup> e pH de 4,87. Este extrato é comercializado congelado para manter as suas propriedades inalteradas e assim permaneceu até momentos antes de ser usado. O açúcar refinado utilizado foi da marca União®, o cacau em

pó foi da Garoto®, a sucralose foi da Línea® e o leite desnatado foi da marca Itambé®.

O processamento foi realizado no Laboratório de Propriedades Tecnológicas e Sensoriais dos Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV. Os ingredientes foram previamente homogeneizados em leite e água destilada utilizando o homogeneizador (OMMI macro ES) a 4000 rpm durante 10 minutos. O homogenizado foi submetido ao tratamento térmico a 80<sup>0</sup> C por 30 minutos em tanque térmico com agitação constante utilizando equipamento da Biasinox® com capacidade para 20 L de leite. Este equipamento permite realizar o tratamento térmico e em seguida o resfriamento até a temperatura de 40 °C. Após o resfriamento, o produto foi envasado manualmente, em embalagens de plástico de polietileno com capacidade de 800 mL. A bebida foi armazenada em refrigeradores até a sua utilização. O fluxograma do processamento da bebida é mostrado na Figura 2.1.

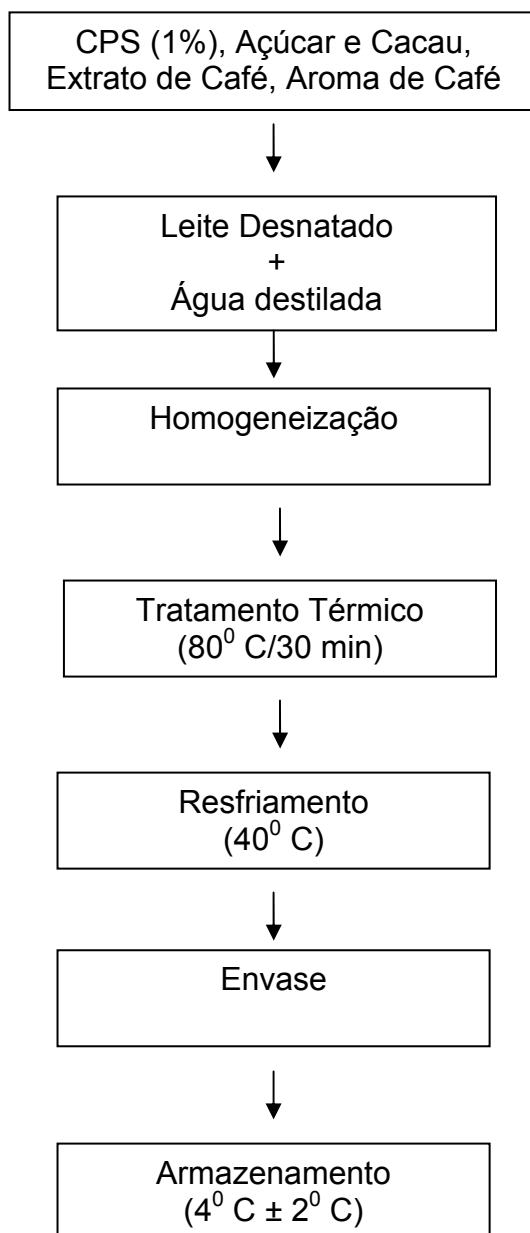


Figura 2.1: Fluxograma do processamento da bebida láctea.

## 2.2. Aceitabilidade Sensorial das Formulações das Bebidas Lácteas

### Sabor Café

As duas formulações da bebida láctea sabor café foram avaliadas por 100 praticantes de atividades físicas de uma academia localizada na cidade de Juiz de Fora (MG) em dois dias nos três turnos (manhã, tarde e noite).



Para realizarem tal avaliação os critérios de inclusão impostos aos participantes foram que os mesmos apresentassem vontade de participar e já tivessem realizado o seu programa de atividade física habitual. Tais atividades variavam entre atividades de perfil fisiológico aeróbico e anaeróbico. O objetivo desta etapa foi avaliar a aceitabilidade sensorial das duas formulações e aquela que obteve maior *score* foi a formulação submetida às avaliações subseqüentes relativas à sua composição química, microbiológica e seu potencial ergogênico pós-exercício de *endurance*. Existem evidências na literatura que o exercício físico modifica a percepção do indivíduo sobre o alimento (LARSON-POWERS & PANGBORN, 1978; GUINARD *et al.*, 1985; YOSHIDA, 1986, HORIO & KAWAMURA, 1998; NARUKAWA *et al.*, 2009, PASSE *et al.*, 2009), por este motivo, a importância de se fazer a avaliação de aceitabilidade sensorial seguida da prática da atividade física para que fosse avaliada a percepção sensorial sobre a bebida no momento específico que ela se propõem: Período recuperativo pós exercício.

Por meio do teste de aceitação escala hedônica os consumidores recebiam as duas formulações refrigeradas da bebida láctea sabor café (Tabela 2.1), havendo uma apresentação aleatória das amostras para os consumidores. As amostras foram servidas em copos descartáveis (50 mL) previamente codificados com três dígitos. Os consumidores utilizaram a escala hedônica de 9 pontos que varia do “gostei extremamente” até o “desgostei extremamente” (1 ponto) (Figura 2.2).

| TESTE DE ACEITAÇÃO   |                         |
|--|-------------------------|
| Nome:  | _____                   |
| Data:  | _____ Idade: _____ anos |
| Sexo:  | M ( ) F ( )             |
| Por favor, Avalie a amostra servida e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a resposta que melhor reflita seu julgamento. |                         |
| Código da Amostra:   | _____                   |
| ( )  | Gostei Extremamente     |
| ( )  | Gostei Muito            |
| ( )  | Gostei moderadamente    |
| ( )  | Gostei ligeiramente     |
| ( )  | Indiferente             |
| ( )  | Desgostei Ligeiramente  |
| ( )  | Desgostei moderadamente |
| ( )  | Desgostei muito         |
| ( )  | Desgostei extremamente  |
| Comentários:   | _____                   |

Figura 2.2. Ficha de resposta para o teste de aceitação.

Os resultados foram avaliados por meio do teste de ANOVA. Para a análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SAS, versão 9.0, licenciado para UFV.

### **2.3. Composição Centesimal da Formulação da Bebida Láctea Sabor Café**

A bebida foi liofilizada em equipamento semi-industrial, marca Terroni, modelo LH 0500. As amostras foram pesadas, colocadas em bandejas de aço inoxidável e submetidas a temperatura de -35°C por três dias, para garantir o congelamento total. Posteriormente, foram transferidas para o liofilizador, onde a temperatura do condensador variou entre - 50°C e - 55°C, por um período de 24 horas.

Após este procedimento, as amostras liofilizadas foram submetidas à análise química realizada no Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa. Foram determinadas as cinzas e proteínas seguindo-se as metodologias propostas pela AOAC (1997).

Para determinação de teor de matéria seca, foi usado o método gravimétrico em que as amostras foram secas em estufa a 105<sup>0</sup> C, até peso constante.

O teor de nitrogênio total foi determinado multiplicando-se o conteúdo de nitrogênio total pelo fator de conversão 6,25.

O teor de lipídeo foi determinado pelo método Soxhlet, segundo metodologia descrita por Ferreira & Gomes (1995).

O teor de carboidratos foi obtido pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de proteína, lipídio, umidade e cinza. O conteúdo calórico foi determinado de acordo com a composição dos produtos em termos de proteínas, lipídios e carboidratos, usando a seguinte equação:

$$\text{Valor Calórico} = (\text{g de proteína} \times 4) + (\text{g de lipídeos} \times 9) + (\text{g de carboidratos} \times 4)$$

#### **2.4. Determinação dos Minerais da Formulação da Bebida Láctea Sabor Café**

A preparação das amostras para a determinação dos minerais (sódio, potássio e cálcio) foi realizada no Laboratório de Análises de Alimentos do

Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa utilizando-se a metodologia proposta pela AOAC (1996).

Para a determinação do sódio e do potássio foi pesada 1g de amostra liofilizada que foi adicionada a 10 mL de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) concentrado na capela. Para fazer o branco adicionou-se, também, 10 mL de  $\text{HNO}_3$  em 3 tubos de 100 mL vazios. A digestão da amostra foi iniciada, ligando o bloco digestor a 80°C. A temperatura foi aumentada gradativamente (10°C/10 min) até 160°C. O tempo de digestão (16 horas) iniciou-se quando a temperatura atingiu 160°C. Após as primeiras 8 horas de digestão foi adicionado 5 mL do  $\text{HNO}_3$  quando a amostra atingiu a temperatura ambiente. Terminada a digestão deixou-se esfriar a amostra e, em seguida, transferiu-se o conteúdo do tubo para um balão volumétrico desmineralizado de 50 mL. Utilizou-se o vórtex para auxiliar na agitação da amostra e o volume foi completado com água deionizada para a homogeneização da amostra. Para a determinação de cálcio foi seguido o mesmo roteiro analítico, entretanto no balão de 50 mL, foi adicionado 5mL de solução de cloreto de estrôncio (49g/L) antes de adicionar a amostra no balão.

As leituras de minerais nas amostras foram realizadas no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. A leitura do sódio e potássio foi realizada por Fotometria de Chamas utilizando-se o aparelho Flame Photometer Corning 400® (EUA) e a leitura do cálcio foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica, utilizando-se o aparelho Morça Varian Modelo Spectra 220 FS (Austrália).

O teor de minerais da amostra foi encontrado por meio da equação:

$$\text{Teor de mineral (mg/L)} = \frac{(\text{leitura amostra} - \text{leitura branco}) \times 50}{\text{Peso da amostra}}$$

Onde:

50 da fórmula refere-se ao volume do balão volumétrico utilizado.

## **2.5. Determinação da Osmolalidade da Formulação da Bebida Láctea**

### **Sabor Café**

A determinação da osmolalidade da bebida láctea e do leite desnatado (Itambé®) foi realizada no Laboratório de Leite e Derivados do Departamento de Tecnologia de Alimentos. Para a determinação da osmolalidade foi utilizado um crioscópio digital eletrônico da marca ITR modelo MK 540®. O aparelho foi calibrado com soluções padrões de  $-0,422$  °H (ou  $-0,408$  °C) e  $-0,621$  °H (ou  $-600$  °C) que possuíam temperatura semelhante a das amostras sendo utilizado o volume de 2,5 mL para a calibração e para as determinações. Foram realizadas três determinações de cada amostra sendo a diferença máxima entre as determinações de  $\pm 2$  miligraus ( $\pm 0,002$  °H). O descenso crioscópico foi encontrado a partir da média aritmética destes valores, e a osmolalidade de cada bebida foi determinada segundo a equação:

$$\Delta t_c = K_c \times m$$

Onde:

$\Delta t_c$  = descenso crioscópico

$K_c$  = 1,86° C / mol / kg, m = molalidade da solução

Considerando que 1 mol é igual a 1000 mOsm / kg que representa a osmolalidade da solução submetida à crioscopia (Campbell & Campbell, 1986).

## **2.6. Análise Microbiológica da Formulação da Bebida Láctea Sabor Café**

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Microbiologia (UFV). Conforme exigências da legislação foram realizadas as análises de Coliformes totais, Estafilococos coagulase positiva e *Salmonella*. Os resultados foram expressos em logaritmo das Unidades Formadoras de Colônias por mililitros do produto (log de UFC/mL). As análises foram realizadas em amostras de 25 mL, medidas assepticamente e homogêneas com 225 mL de água peptonada 0,1%. Diluições decimais apropriadas foram preparadas e alíquotas dessas diluições foram transferidas para meios específicos, para a determinação de cada grupo de microrganismos.

### **2.6.1. Determinação de Coliformes Totais**

Os coliformes totais foram determinados pela técnica do Número Mais Provável (NMP) (BRASIL, 2003). Para o teste presuntivo, inoculou-se alíquota de 1 mL das diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  em série de três tubos contendo caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) (Oxoid®). Após incubação a  $35 \pm 2^\circ \text{C}$  por  $48 \pm 3$  h, alíquotas de amostras com resultados presuntivos positivos foram transferidas para caldo Bile Verde Brilhante (BVB) (Oxoid®) e incubadas a  $35 \pm 2^\circ \text{C}$  por 24 a 48 h para confirmar coliformes totais. Os resultados foram expressos como NMP de coliformes presentes por grama do produto (BRASIL, 2003).

### **2.6.2. Contagem de Estafilococos Coagulase Positiva**

A contagem de estafilococos coagulase positiva foi feita em ágar Baird Parker, adicionado de telurito de potássio e gema de ovo e incubado a  $37^\circ \text{C}$  por 48 horas (BRASIL, 2003).

### **2.6.3. Análise da presença de *Salmonella***

Porções de 25 mL das amostras foram homogeneizadas com 225 mL de solução salina peptonada tamponada 1 %. Após incubação por 16 a 20 horas a  $36 \pm 1^\circ \text{C}$ , alíquotas de 0,1 e 1 mL do homogenato foram transferidas, respectivamente, para caldo Rappaport-Vassiliardis e Selenito-Cistina para a etapa de enriquecimento seletivo, com incubação a  $41 \pm 0,5$

°C por 24 a 30 horas (BRASIL, 2003). O plaqueamento seletivo foi feito pela técnica de espalhamento em superfície em ágar Xilose-Lisina-Desoxicolato (XLD), ágar Verde Brilhante Vermelho-Fenol Lactose e Sacarose (BPLS), seguindo-se incubação a  $36 \pm 1$  °C por 24 horas (BRASIL 2003).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Aceitabilidade Sensorial das Formulações das Bebidas Lácteas Sabor Café

As formulações da bebida láctea sabor café foram avaliadas por 100 consumidores na faixa etária entre 16 e 73 anos, sendo 57% homens e 43% mulheres. Os resultados demonstraram que houve diferença significativa entre as duas formulações ( $p < 0,001$ ) (Tabela 2.2). A formulação 2 obteve maior aceitação pelo público alvo com média hedônica de 7,6 pontos, situando entre os termos hedônicos “gostei moderadamente” e “gostei muito.” A formulação 1 obteve média 6,8 situando-se entre os termos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Tabela 2.2. Resumo da ANOVA da Análise Sensorial das Formulações Finais da Bebida Láctea Sabor Café.

| Parâmetro             | FV          | GL  | QM     | F      | P      |
|-----------------------|-------------|-----|--------|--------|--------|
| Aceitação das Bebidas | Formulações | 1   | 30,420 | 22,152 | <0,001 |
|                       | Residual    | 198 | 1,373  |        |        |
|                       | Total       | 199 |        |        |        |



Assim, a formulação 2 prosseguiu nas próximas etapas avaliativas de caracterização química, microbiológica e avaliação do efeito de seu consumo sobre os parâmetros de hidratação pós exercício.

### 3.2. Composição Centesimal da Formulação da Bebida Láctea Sabor Café

A composição centesimal da bebida láctea está apresentada na Tabela 2.3.

Tabela 2.3. Composição Centesimal e Valor Calórico da Bebida Láctea

|                                    | g/100mL      |
|------------------------------------|--------------|
| Cinzas                             | 0,57         |
| Lipídeos                           | 0,53         |
| Proteínas                          | 2,16         |
| Carboidratos                       | 6,74         |
| Umidade                            | 90           |
| <b>Valor Calórico (kcal/200mL)</b> | <b>80,74</b> |

O valor calórico da bebida foi dentro da faixa de valor calórico de bebidas lácteas utilizadas durante o exercício e na recuperação, que varia de 68 (SHIRREFFS *et al.*, 2007) a 151,2 kcal/200mL (ROY, 2008).

O teor de lipídeos da bebida láctea é de 0,53%. Este valor está dentro da faixa do teor de lipídeos encontrado em outras bebidas lácteas utilizadas durante a atividade física ou na recuperação que é de 0 a 2% (ROY, 2008).

Segundo El-Khair (2009), nutricionistas têm criticado o consumo de bebidas achocolatadas devido ao seu alto teor de gordura e açúcar, que pode atrasar a ressíntese de glicogênio e diminuir o tempo até a exaustão, devido a uma diminuição da taxa de esvaziamento gástrico e uma taxa de absorção de carboidratos carboidratos, conseqüentemente, inferior. A bebida desenvolvida possui um valor de gordura que representa de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{4}$

em comparação a outras bebidas lácteas que já demonstraram comprovados efeitos ergogênicos no desempenho físico (KARP *et al.*, 2006; COCKBURN *et al.*, 2008; GILSON *et al.*, 2010). Este menor teor de gordura da bebida láctea pode ser um fator otimizador do esvaziamento gástrico e, conseqüentemente, das reservas de glicogênio.

O teor de carboidrato da bebida láctea é de 6,74%. Este resultado está de acordo com o de outras bebidas lácteas utilizadas por atletas durante o exercício ou recuperação, que apresentaram valores que variaram de 4,8 (ROY, 2008) a 13,7% (KARP *et al.*, 2006). A concentração de carboidrato da bebida láctea assemelha-se, também, a valores encontrados em tradicionais repositores hidroeletrólíticos isotônicos. Se a bebida esportiva objetiva repor fluidos e carboidratos, a concentração deste último não deverá exceder a 8%, ou até mesmo ser um pouco menos, visto que bebidas altamente concentradas de carboidratos podem reduzir o esvaziamento gástrico (ACSM, 2007). Existem evidências indicando que uma bebida com 8% de carboidrato ocasiona maior lentidão na absorção e no esvaziamento gástrico, em comparação com a água e as bebidas que contêm até 6% de carboidrato (SBME, 2009). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2008) os repositores hidroeletrólíticos para atletas devem possuir de 4 a 8% de carboidratos. Segundo Casa *et al.*, (2000), uma bebida ideal para hidratação e reposição das reservas de carboidratos deve conter em sua formulação uma concentração total limitada em 5-7%. A bebida láctea desenvolvida possui a concentração de carboidratos ideal proposta para uma bebida destinada à hidratação, atributo

este de fundamental importância para que uma bebida cumpra sua função de forma eficiente.

O teor de proteína da bebida é de 2,16%. Em relação à legislação, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea, do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2005), preconiza que para bebida láctea com adição, o teor mínimo de proteínas deve ser de 1,0 g/100g. Desta forma, a bebida láctea desenvolvida apresentou mais do que o dobro previsto na legislação, o que deve ser usado como atrativo no consumo da bebida, visto a maior necessidade diária de proteína para atletas de *endurance* em comparação a indivíduos não praticantes desse tipo de atividade. Assim, a bebida láctea pode contribuir para a obtenção da quantidade diária de proteína sugerida para atletas de exercícios de longa duração que pode variar de 1,2 a 1,4 g/kg de peso corporal (ACSM, 2009) ou 1,2 a 1,6 g/kg de peso corporal (SBME, 2009).

Outros estudos com bebidas lácteas reportaram teor protéico de 3,2 (ROY, 2008) a 4,1% (GILSON *et al.*, 2010). A bebida láctea possui uma relação carboidratos:proteínas 3,1:1 enquanto outras bebidas lácteas utilizadas para a hidratação e reposição de fluidos possuem esta relação entre os valores mínimo e máximo, respectivamente, de 1,2:1 (GILSON *et al.*, 2010) e 3,6:1 (KARP *et al.*, 2006). Ivy *et al.* (2002) encontraram que uma solução contendo esta relação entre 2,0:1 e 2,9:1 otimiza a taxa de síntese do glicogênio muscular e a capacidade de *endurance* em comparação a bebidas de carboidrato somente. A bebida láctea apesar de possuir um menor teor protéico em relação as outras bebidas acima citadas, possui uma

adequada relação carboidrato:proteína, aproximando-se dos valores de uma composição favorável à recuperação da homeostase hídrica e metabólica .

### 3.3. Concentração de Minerais da Formulação da Bebida Láctea Sabor de café

As concentrações de sódio, potássio e cálcio na bebida láctea estão apresentadas na Tabela 2.4.

Tabela 2.4. Concentração de Minerais da Bebida Láctea Sabor Café.

| Minerais | Valores (mg/L) |
|----------|----------------|
| Sódio    | 36,7 ± 0,26    |
| Potássio | 60,8 ± 0,46    |
| Cálcio   | 119,4 ± 0,65   |

A bebida láctea sabor café contém 36,7 mg/L de sódio. Diferentes posicionamentos sobre bebidas para a hidratação preconizam que uma bebida esportiva para uma adequada reposição de fluidos deve conter uma concentração de sódio que varie de 300 a 700 mg/L (CASA *et al.*, 2000), 460 a 1.150 mg/L (ACSM, 2007) 500 a 700 mg/L (SBME, 2009). Contudo, é importante destacar que tais recomendações são destinadas para o momento durante o exercício e não o pós, que é o foco de estudo deste trabalho. Em estudos que utilizaram leite ou bebidas lácteas para a hidratação podemos observar que a concentração de sódio variou entre 516 mg/L (ROY, 2008) e 791,6 mg/L (KARP *et al.*, 2006). No entanto, o estudo de Gisolfi *et al.*, (2001) que investigou parâmetros de hidratação durante exercício em cicloergômetro mediante o consumo de bebidas com diferentes concentrações de sódio observou que não houve diferença ( $p > 0,05$ ) no esvaziamento gástrico, na taxa de suor, na frequência cardíaca, na

temperatura retal quando se comparou bebidas a 6% de carboidrato sem sódio com bebidas que tinha até 414 mg/L de sódio. Acredita-se que a concentração de carboidratos, a osmolalidade da bebida e a concentração de sódio são fatores importantes para um adequado esvaziamento gástrico, absorção intestinal e, conseqüentemente, para a reidratação. No entanto, a importância de cada um destes fatores não é clara e a presença ou magnitude de um ou mais destes fatores pode compensar ou completar a falta de algum outro (GISOLFI *et al.*, 2001). Desta forma, acredita-se que a análise isolada da concentração de sódio da bebida láctea sabor café pode não ser adequada para predizer seu potencial hidratante. Assim, parece que o conteúdo de sódio não é um fator que possa ser analisado de forma independente, podendo ser necessária uma avaliação da composição da bebida de forma integral.

O teor de potássio da bebida láctea sabor café de 60,8 mg/L é inferior ao encontrado por Roy (2008) e Shirreffes *et al.* (2007) que utilizaram leite ou bebidas lácteas para a hidratação nos quais observa-se a concentração de potássio variando entre 1.592 mg/L e 2.808 mg/L, respectivamente. Diferentes posicionamentos sobre hidratação (CASA *et al.*, 2000; ACSM, 2007; SBME, 2009) não estabelecem a concentração de potássio que deve estar contida em bebidas com finalidade de repositores hidroeletrólitos, no entanto, garantem que a sua presença é justificada neste tipo de alimento para atleta.

A bebida láctea sabor café contém uma concentração de cálcio de 119,4 mg/L. Diferentes posicionamentos sobre hidratação (CASA *et al.*, 2000; ACSM, 2007; SBME, 2009) não preconizam a presença deste mineral

em tradicionais bebidas esportivas para atleta com finalidade de repositor hidroeletrolítico. Assim, parece que o cálcio não apresenta um efeito agudo durante ou imediatamente após a realização de um exercício.

No entanto, a bebida láctea pode contribuir para uma maior adequação da ingestão de cálcio por este grupo de pessoas, visto que comumente encontram-se indivíduos atletas e não atletas que possuem este consumo inferior ao recomendado que é de 1.000 mg/dia para homens e mulheres de 19 a 50 anos (DRI, 2002). Essa carência diária do aporte de cálcio, em longo prazo, pode potencializar a probabilidade de fraturas futuras por estresse que são comuns em atletas, principalmente corredores de longa distância devido às superfícies de corrida serem muito duras, ocorrendo um estresse repetitivo e descarga muscular, resultando em reabsorção e enfraquecimento da estrutura óssea (PINTO *et al.*, 2010). A alta biodisponibilidade do cálcio nos produtos lácteos, como é o caso da bebida láctea, está relacionada com o conteúdo de vitamina D e com a presença de lactose, que aumentam a sua absorção no intestino (MEDEIROS *et al.*, 2004), possibilitando uma maior absorção deste mineral pelo organismo. Assim, o consumo de cálcio por meio da bebida láctea teria uma função preventiva em longo prazo. Visto a importância do cálcio em diferentes processos biológicos durante o exercício como contração muscular, transmissão do impulso nervoso, transporte iônico, coagulação sanguínea, no funcionamento do tecido nervoso e nas funções cardíacas (TIRAPÉGUI, 2000) a bebida láctea poderá contribuir para adequação nutricional deste mineral indispensável para a função normal do corpo durante a atividade física.

### 3.4. Osmolalidade da Bebida Láctea Sabor Café

Na Tabela 2.5 estão apresentados os valores de osmolalidade da bebida láctea e de duas bebidas tradicionalmente utilizadas por atletas e praticantes de atividades físicas com fins de hidratação e reposição energética: repositores hidroeletrolíticos e leite desnatado.

Tabela 2.5. Valores de Osmolalidade de Bebidas Destinadas a Hidratação de atletas.

| Bebidas Experimentais        | Osmolalidade (mOsm/kg) |
|------------------------------|------------------------|
| Bebida Láctea                | 294                    |
| Leite desnatado              | 286                    |
| Repositor Hidroeletrolítico* | 292                    |

Nota: Repositor Hidroeletrolítico (Gatorade®, Quaker Oats); Leite Desnatado Itambé®); \*Valor verificado por Andrade *et al.* (2005).

A bebida láctea sabor café apresentou valor de osmolalidade que a caracteriza como uma bebida isotônica. Bebidas com osmolalidade entre 270 e 330 mOsm/kg água podem ser consideradas isotônicas (ANVISA, 2008). Estas bebidas possuem uma faixa de valores de solutos em sua formulação semelhante à do plasma sanguíneo e que possibilita um esvaziamento gástrico e uma absorção intestinal facilitada (CASA *et al.*, 2000). Bebidas que possuem valores de osmolalidade superior a 330 mOsm/kg são consideradas hipertônicas e podem causar a secreção de água do organismo para a luz intestinal (SBME, 2009), o que dificulta uma adequada hidratação e recuperação corporal do estresse promovido pelo exercício. Assim, a bebida láctea apresentou o valor de osmolalidade proposto pela legislação para repositores hidroeletrolíticos isotônicos, o que a qualifica como uma bebida ideal na promoção de uma rápida reposição de fluidos.

### 3.5. Análises Microbiológicas da Bebida Láctea Sabor Café

Em todas as amostras analisadas, constatou-se ausência de *Salmonella* em 25 mL da bebida, Estafilococos coagulase positiva em valores inferiores a  $5 \times 10^2$  UFC/mL e valor de NMP/g de coliformes a 45 °C, menor do que 3. Este resultado mostra que o produto está de acordo com o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos da ANVISA, que estabelece que para o produto em questão deve-se ter no máximo  $10^3$  para coliformes a 45 °C e ausência de *Salmonella* em 25 mL do produto. Desta forma, a bebida processada atende plenamente a legislação. Este regulamento também prevê que para Estafilococos coagulase positiva/mL deve-se ter no máximo  $5 \times 10^2$  UFC/mL, o que também foi atendido.



#### **4. CONCLUSÃO**

Foi desenvolvida uma bebida láctea sabor café, adicionada de concentrado protéico de soro, com fins específicos para praticantes de atividades físicas, com boa aceitação pelo público alvo e que apresentou uma formulação com potencial de promover uma favorável recuperação hídrica e metabólica decorrente do exercício de longa duração. Visto a boa aceitação pela população brasileira de produtos a base café, a bebida láctea é um produto promissor destinado a praticantes de atividade física que visam otimizar seu desempenho esportivo e recuperar a homeostase corporal hídrica e energética pós-exercício. Além disso, considerando o aspecto de promoção da saúde, comparando a bebida láctea sabor café com os tradicionais repositores hidroeletrólíticos, esta apresenta menor concentração de sódio, além da presença de cálcio que pode contribuir para uma maior saúde cardiovascular e óssea. A presença de proteínas, também é um diferencial, uma vez que este macronutriente contribuiu para uma melhor retenção hídrica, potencializando sua capacidade de hidratação.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIC. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. Estatísticas indicadores da indústria de café no Brasil. Disponível em: <http://www.abic.com.br/estatisticas.html>. Acesso em junho de 2007 30.

ACSM. AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE. Position stand on exercise and fluid replacement. **Medicine & Science in Sports & Exercise**; 377-389, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Consulta Pública nº 60, de 13 de novembro de 2008. Disponível em: [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br). Acesso em abril de 2011.

ALTIMARI, Leandro, MELO, Juliana de, TRINDADE, Michele *et al.* Efeito ergogênico da cafeína na performance em exercícios de média e longa duração. **Revista Portuguesa de Ciencia do Desporto**, v 5, n.1, p.87-101, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (method 900.02). Arlington: A.O.A.C., 1996.

AOAC. Association Official Agricultural Chemists. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16th ed. Washington, Cap. 34, p. 2.1998.

ARRUDA, A. C.; FERREIRA, M. A. M.; MINIM, V. P. R. Perfil dos consumidores de café de Viçosa/MG: Um estudo exploratório. In: **V Simpósio de Pesquisas de Cafés do Brasil**, 2007, Águas de Lindóia, 2007.

BERARDI, J.M.; PRICE, T.B.; NOREEN, E.E.; LEMON, P.W.R. Postexercise Muscle Glycogen Recovery Enhanced with a Carbohydrate-Protein Supplement. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 38, n.6, p. 1106-13, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa No 62 de 26 de agosto de 2003. **Diário Oficial da União**, nº 181, Brasília/ DF, seção 1, p. 14- 51, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea**. Instrução Normativa Nº 16 de 26 de agosto de 2005.

BRITO, C.J.; MARINS, J.C.B. Caracterização das práticas sobre hidratação em atletas da modalidade de judô no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, 13(2): 59-74, 2005.

CAMPBELL, J.M.; CAMPBELL, J.B. **Matemática de laboratório: aplicações médicas e biológicas. Diluições.** 3 ed. São Paulo: Roca; 1986

CASA, D.J., ARMSTRONG, L.E., HILLMAN, S.K., MOUNTAIN, S.J., REIFF, R.F., RICH, B.S.E., et al.. National Athletic Trainers` Association Position Statement: fluid replacement for athletes. **Journal of Athletic Training**, v. 35, n.2, p. 212-24, 2000.

COCKBURN, E.; HAYES, P.R.; FRENCH, D.N. et al. Acute milk-based protein-CHO supplementation attenuates exercise-induced muscle damage. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism** 33: 775-783, 2008.

EL-KHAIR, A.A.A. Optimization of a New Version of Chocolate Milk for Endurance Performance and Postexercise Recovery **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, 5(4): 482-489, 2009.

FERREIRA, K.S.; GOMES, J.C.; BELLATO, C.R. Concentrações de Cálcio e de Magnésio em Alguns Alimentos Consumidos no Brasil. **Brazilian Journal of Food Technology.**, v.4, p.123-130, 2001.

Food and Nutrition Board, Institute of Medicine: "Dietary **Reference Intakes for Calcium, Magnesium, Phosphorus, Vitamin D, and Fluoride.**" Washington, DC: National Academy Press, 2002.

GILSON, S.F.; SAUNDERS, M.J.; MORAN, C.W.; et al. Effects of chocolate milk consumption on markers of muscle recovery following soccer training: a randomized cross-over study: **Journal of the International Society of Sports Nutrition** v.7, n.19, 2010. Disponível em: <http://www.jissn.com/content/7/1/19>. Acesso em junho de 2011.

GISOLFI, C.V.; LAMBERT, G.P.; SUMMERS, R.W. Intestinal fluid absorption during exercise: role of sport drink osmolality and  $[Na^+]$ . **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 33(6), p. 907-15, 2001.

GONCALVES, A.C.A. *Desenvolvimento de bebida à base de café adicionada de concentrado protéico de soro: da pesquisa mercadológica à avaliação sensorial.* **Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1-132.** (Em Português: Resumo em Inglês), 2009.

GUINARD, J.X., PANGBOM, R.M. SHOEMAKER, C.F. Computerized procedure for time-intensity sensory measurements. **Journal Food Science**, v. 50, p.543, 1985.

GUTTIERRES, Ana Paula Muniz; NATALI, Antônio José; ALFENAS, Rita de Cássia Gonçalves and MARINS, João Carlos Bouzas. Efeito ergogênico de uma bebida esportiva cafeinada sobre a *performance* em testes de habilidades específicas do futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte [online]**. v.15, n.6, pp. 450-454. 2009.

GUTTIERRES, Ana Paula Muniz; GATTI, Karolina; LIMA, Jorge Roberto Perroux NATALI, Antônio José; ALFENAS, Rita de Cássia Gonçalves; MARINS, João Carlos Bouzas Efeito de bebida esportiva cafeinada sobre o estado de hidratação de jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Ciencia do Esporte**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 147-163, 2008.

HORIO,T.; KAWAMURA, Y. Influence of Physical Exercise on Human Preferences for Various Taste Solutions. **Chemical Senses**, 23: 417-421, 1998.

IVY, J.L., H.W. GOFORTH JR., B.W. DAMON, T.R. MCCAULEY, E.C. PARSONS, AND T.B. PRICE. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. **Journal of Applied Physiology** 93(4):1337-1344, 2002.

KARP, J.R.; JOHNSTON, J.D.; TECKLENBURG, S.; MICKLEBOROUGH, T.D.; FLY, A.D.; STAGER, J.M. Chocolate milk as a post-exercise recovery aid. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. 16:78-91,2006.

LARSON-POWERS, M., PANGBORN, R. M. Paired comparison and time-intensity measurements of sensory properties of beverages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners. **Journal of Food Science**. v.43. p.41-46. 1978.

LEE, JKW; MAUGHAN, RJ; SHIRREFFS, SM; WATSON, P. Effects of milk ingestion on prolonged exercise capacity in young, healthy men. **Nutrition**, v.24, p. 340–347, 2008.

LEIPER, J.B., PRENTICE, A.S., WRIGHTSON, C., MAUGHAN, R.J. Gastric emptying of a carbohydrate- electrolyte drink during a soccer match. **Medicine & Science Sports Exercise**, v.33, p. 932-38, 2001.

LESER, S. Potential role for protein in assisting post-exercise rehydration. **Nutrition Bulletin**, 36, 224–234, 2011.

NARUKAWA, M.; UE, M.; MORITA, K.; KUGA, S.; ISAKA,T.; HAYASHI, Y. Change in Taste Sensitivity to Sucrose Due to Physical Fatigue **Food Science and Technology Research**. Vol. 15, No. 2 p.195-198, 2009.

Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water. Chapter 4, Water. In: **Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate**. Washington, D.C.: Institute of Medicine, National Academy Press, p. 73-185, 2005.

PASSE, D.H.; STOFAN, J.R.; ROWE, C.L.; HORSWILL, C.A.; MURRAY, R.. Exercise condition affects hedonic responses to sodium in a sport drink. **Appetite** v.52,p. 561–567, 2009.

PINTO, R.Z.A.; DIAS, B.F.; LOPES, F.A.S. Fratura por estresse do tornozelo bilateral em corredores: relato de dois casos. **Revista Brasileira de Medicina**, v.67, p.34 a 37, 2010.

ROMANO-ELY, B. C., M. K. TODD, M. J. SAUNDERS, T. ST. LAURENT. Effect of an Isocaloric Carbohydrate-Protein- Antioxidant Drink on Cycling Performance. **Medicine & Science Sports Exercise**, v. 38, n. 9, p. 1608-1616, 2006.

ROY, B.D. Milk: the new sports drink? A Review. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, 5:15, 2008.

SEIFERT, J.; HARMON DECLERCQ, P. Protein added to a sport drink improves fluid retention. **International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism**, 16: 420–9, 2003.

SETTE, R. de S. Estratégias de marketing para aumento do consumo de café entre os jovens. In: **III Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. EMBRAPA, Porto Seguro, 2003.

SHARP, R.L. Role of whole foods in promoting hydration after exercise in humans. **Journal of the American College of Nutrition**, 26: 592S–6S, 2007.

SHI X, GISOLFI CV. Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. **Sports Medicine**, 25 (3):157-72, 1998.

SHIRREFFS, S. M., A. J. TAYLOR, J. B. LEIPER, and R. J. MAUGHAN. Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. **Medicine & Science Sports Exercise**, 28:1260-1271, 1996.

SHIRREFFS, S.M.; WATSON, P.; MAUGHAN, R.J. Milk as an effective post-exercise rehydration drink. **British Journal of Nutrition**, v.98, p. 173–180, 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE (SBME). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, nº 3, p.3-12, 2009.

TIRAPEGUI, J. **Nutrição: fundamentos e aspectos atuais**. São Paulo: Atheneu, 2000. p. 63-77, 141-1 45.

YOSHIDA, M. A microcomputer (PC980/MS mouse) system to record and analyze time-intensity curves of sweetness. **Chemical Senses**, v.11, p.105, 1986.

## **CAPÍTULO 3**

### **EFEITOS DA HIDRATAÇÃO COM BEBIDA LÁCTEA, LEITE DESNATADO E REPOSITOR HIDROELETROLÍTICO NA RECUPERAÇÃO PÓS - EXERCÍCIO DE LONGA DURAÇÃO**

## 1. INTRODUÇÃO

Exercício de longa duração ou na língua inglesa *endurance* engloba todos os esportes e atividades que possuem, geralmente, esforço fisiológico submáximo e que podem ser executadas por períodos de tempo prolongados. Essas atividades também são caracterizadas por exercícios contínuos altamente dependentes do metabolismo oxidativo como fonte de energia e usualmente envolvem grandes massas musculares (ROY, 2008).

Durante o exercício de *endurance* a perda de líquidos e redução dos estoques de carboidratos corporais são as duas principais causas da fadiga (MAUGHAN & LEIPER, 1994).

Alguns autores relatam que o consumo de bebidas esportivas carboidratadas podem poupar o glicogênio muscular e hepático podendo, com isto, contribuir para o aumento de desempenho (MAUGHAN & LEIPER, 1994; SHI & GISOLFI, 1998; GUERRA *et al.*, 2004; WATSON *et al.*, 2008; BYARS *et al.*, 2010). Estas bebidas esportivas carboidratadas ainda podem atenuar a depleção de carboidratos, a elevação da temperatura corporal, a perda de volume plasmático e, assim, retardar o aparecimento dos sintomas de fadiga (SHIRREFFS, 2003).

O Comitê Olímpico Internacional (IOC, 2010) divulgou em seu Posicionamento sobre Nutrição Esportiva que atletas que competem em vários eventos em um curto período de tempo devem adotar estratégias para melhorar a recuperação de líquidos e de aporte energético.

Alimentos com maior densidade energética podem contribuir para uma recuperação mais eficaz de água corporal e de volume plasmático

(LESER, 2011). A presença de nutrientes adicionais, tais como as proteínas, têm sido sugeridas por influenciarem a absorção e retenção de líquidos (SEIFERT *et al.*, 2006; SHARP, 2007).

Neste sentido, o consumo de leite tem apresentado benefícios como estratégia de reidratação após a prática de exercícios físicos. Entre os benefícios destaca-se a grande quantidade de água presente neste alimento, a presença de carboidratos e, especialmente, às proteínas encontradas na sua formulação, inclusive as proteínas do soro (HARAGUCHI *et al.*, 2006).

Embora a densidade energética e a quantidade de gordura do leite com baixo teor de gordura e de uma bebida para hidratação tradicional sejam distintos, parece que o fator de fundamental importância para a reidratação é o teor protéico da primeira (LESER, 2011). Alguns estudos propuseram o leite com baixo teor de gordura como uma bebida hidratante e anticatabólica eficiente após exercícios de longa duração (SHIRREFFS, *et al.* 2007; ROY, 2008).

Além da recuperação de parâmetros energéticos e de hidratação após o exercício de *endurance*, é importante que seja dada atenção a recuperação dos danos musculares promovidos principalmente pela fase excêntrica da contração muscular (WOJCIK *et al.*, 2001).

Uma das melhores formas de medir o desgaste muscular é por meio da quantificação das enzimas creatina *quinase* (CK) e lactato desidrogenase (LDH). A CK é uma enzima encontrada predominantemente dentro da fibra muscular, e somente tem sua concentração aumentada na circulação sanguínea em casos de lesão tecidual que pode ser provocada pelo



estresse gerado no esforço físico extenuante prolongado. Seu aumento promove dor muscular de início tardio retardando a recuperação muscular para uma nova sessão de exercícios (BRANCACCIO *et al.*, 2007). A LDH é uma enzima que catalisa a redução do piruvato para o lactato, usando o NADH como doador de elétrons. A reação reversa é o primeiro passo para a remoção do lactato (FRIDEN *et al.*, 1998).

Existem evidências que o consumo de bebida achocolatada promove a diminuição de marcadores de danos musculares (ROMANO-ELY *et al.*, 2006). Cockburn *et al.* (2008) colocam que o leite, sendo uma bebida rica em carboidratos e proteínas, pode promover uma atenuação da quebra de proteínas musculares e/ou aumentar a síntese protéica que pode limitar os efeitos de danos musculares induzidos pelo exercício. Shirreffs *et al.* (2007) e Watson *et al.* (2008) sugerem que o leite pode ser uma efetiva bebida pós exercício de *endurance* podendo proporcionar efeitos ergogênicos superiores àqueles proporcionados por tradicionais bebidas esportivas para reidratação (ROY, 2008).

Com base no exposto acima, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da hidratação com leite desnatado, bebida láctea sabor café e repositores hidroeletrolítico sobre parâmetros fisiológicos e metabólicos após o exercício de longa duração. A importância deste trabalho está no desenvolvimento de um novo produto para praticantes de atividades físicas que garanta os efeitos ergogênicos (aumenta a capacidade de desempenho do atleta) já relatados pelo leite desnatado e tradicionais repositores hidroeletrolíticos e que seja, também, um alimento saudável e saboroso,

sendo mais uma opção para aqueles que gostam de café ou de produtos oriundos do café.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Seleção dos Atletas para a Realização dos Testes**

Participaram da pesquisa 11 corredores e sete triatletas rankeados no Ranking de Corridas Rústicas de Juiz de Fora (MG) e que competem regularmente em suas categorias. Os atletas participantes disputam provas em nível regional, estadual e nacional nas suas respectivas modalidades. O grupo de triatletas treinava uma média de seis dias por semana em duas sessões por dia, revezando entre suas modalidades competitivas (corrida, natação e ciclismo). Já os corredores treinavam na mesma frequência, no entanto, realizam apenas uma sessão diária de treino. Todos os avaliados foram do sexo masculino. As mulheres foram excluídas para se evitar o efeito do ciclo menstrual na temperatura interna e alterações de líquidos corporais (BAILEY *et al.*, 2000). Todos os atletas obtiveram PAR-Q negativo (*Physical Activity Readiness Questionnaire*) (ACSM, 2003) (Anexo 1) que permite concluir que não possuíam restrições e limitações à saúde para a execução do protocolo de exercícios.

Antes de realizar os testes os avaliados foram informados dos objetivos do estudo, seus riscos e fatores associados ao experimento. Os atletas assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para participar do estudo (Anexo 2). Dos 18 atletas que iniciaram o estudo 6

abandonaram o experimento na última etapa por motivos relacionados a lesão desportiva ou incompatibilidade de horário. Os dados destes atletas foram dispensados, mantendo os dados somente de 12 atletas que completaram todas as etapas propostas. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, da Universidade Federal de Viçosa, Brasil (número de registro 0139/2010) e respeitou todos os procedimentos bioéticos propostos pela resolução do governo brasileiro, supervisionado pelo Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96).

## **2.2. Caracterização dos Atletas**

Para avaliação do percentual de gordura foi utilizado o plicômetro clínico da marca Cescorf®, utilizando o protocolo de três dobras cutâneas (peitoral, abdominal, coxa) proposto por Jackson e Pollock (1978) para determinar a densidade corporal. O valor de densidade corporal encontrado foi utilizado na equação de Siri (1956) para encontrar o percentual de gordura dos atletas. O peso corporal antes foi aferido em balança portátil manual de acurácia de 100 g (Filizola, São Paulo, Brasil). Os indivíduos ficaram de sunga, descalços e sem utilização de acessórios. Os procedimentos de avaliação antropométrica foram em conformidade àqueles preconizados por Isak (2001).

Em seguida, foi realizada a determinação da capacidade máxima cardiorrespiratória dos atletas utilizando o teste máximo de Bruce *et al.*, (1973).

Os critérios para interrupção do teste pelo avaliador foram: manutenção dos valores de FC com o incremento da carga, manifestação clínica de desconforto torácico, tontura, palidez, cianose e dispnéia desproporcional à intensidade do esforço (SBC, 2010). Outro critério para a interrupção do teste foi de caráter subjetivo, visto que o teste poderia ser interrompido quando o indivíduo atingia a exaustão voluntária, apesar de intenso encorajamento verbal por parte do avaliador. Para garantir que o teste teve caráter máximo foram avaliados os seguintes parâmetros: a) Se o atleta atingiu a frequência cardíaca máxima ( $FC_{Max}$ ), prevista pela equação de Tanaka *et al.* (2001); b) Se o valor do Índice de Percepção do Esforço (IPE) apresentou-se igual ou maior que 18 (HOWLEY *et al.*, 1995) na escala de 6 a 20 pontos proposta por Borg (1992).

Por meio deste teste foi possível determinar a frequência cardíaca máxima ( $FC_{máx.}$ ) que era necessária para estipular as intensidades do protocolo de corrida a partir de percentuais da FC de reserva (KARVONEN *et al.*, 1957). A FC de repouso foi determinada de acordo com a metodologia sugerida por Lauria *et al.* (2010). Para o registro da  $FC_{máx}$  foi utilizado o sistema de radio telemetria Polar® modelo F5.

### **2.3. Padronização da Refeição Pré- Teste**

Para a realização do protocolo de exercícios os indivíduos consumiram um café da manhã padronizado para que todos ingerissem os mesmos nutrientes, tendo igualdade de condição no pré-teste. O café da manhã foi composto por uma caixa de suco de 200 mL, um pacote de

biscoito integral de 21 g, uma banana prata de, em média, 65 g e uma barra de cereais de 25 g, totalizando 347 kcal. A quantidade total de energia oferecida está de acordo com o proposto por Wilmore e Costill (2001), que indicam como ideal uma variação entre 200 e 500 kcal. O café foi consumido 60 minutos antes dos testes em esteira e dos testes em pista sintética, tempo adequado para evitar a ocorrência de hipoglicemia de rebote no momento da atividade e garantindo, também, um satisfatório esvaziamento gástrico para que não houvesse interferência negativamente no desenvolvimento dos testes. (MARINS, 1993).

#### **2.4. Coleta das Variáveis Fisiológicas**

Após o consumo do café da manhã padronizado os atletas foram submetidos à aferição do peso corporal. Logo em seguida foi realizada coleta de urina e coleta sanguínea necessárias para a determinação das variáveis fisiológicas que envolveram o estudo.

Além destas duas variáveis relacionadas aos aspectos de hidratação foram analisadas a densidade da urina, o grau de desidratação, a taxa de sudorese e o hematócrito. Os parâmetros metabólicos avaliados foram as enzimas creatina quinase (CK) e a Lactato desidrogenase (LDH) além do lactato e glicemia sanguínea.

### 2.4.1. Peso Corporal, Desidratação Relativa e Absoluta

O peso corporal foi aferido antes, logo após a realização do exercício físico e após o período recuperativo em balança portátil manual de acurácia de 100 g (*Filizola*, São Paulo, Brasil). Os indivíduos ficaram de sunga, descalços e sem utilização de acessórios.

O registro do peso corporal permitiu o acompanhamento da desidratação do atleta, tanto de forma relativa (equação 1), como de forma absoluta (equação 2), além de observar o percentual da perda hídrica representada pelo percentual de perda de peso corporal. Assim, as equações utilizadas para acompanhar a desidratação foram às seguintes:

$$\text{Desidratação Relativa} = \text{PI} - \text{PF} \quad (1)$$

$$\text{Desidratação Absoluta} = (\text{PI} + \text{LI}) - (\text{PF} + \text{U}) \quad (2)$$

Onde:

PI = Peso Inicial

PF= Peso Final

LI= Líquidos Ingeridos

U= Volume de Urina produzido

## **2.4.2. Coleta de Urina**

A urina pré, durante e após exercício foi coletada em bolsa com capacidade de 300 mL para aferição da densidade da urina (DU), para o cálculo da desidratação relativa, desidratação absoluta, do grau de desidratação e da taxa de sudorese.

### **2.4.2.1. Densidade Urinária**

A DU foi determinada por um refratômetro óptico (LF Equipamentos, modelo 107/3, São Paulo, Brasil), que foi calibrado com água deionizada. A DU foi utilizada como marcador do estado de hidratação.

### **2.4.2.2. Grau de Desidratação**

O grau de desidratação foi calculado por meio da equação 3 proposta por BURKE E HAWLEY (1997):

$$\% \text{ desidratação} = [(PI - PF) - U] / PI \times 100 \quad (3)$$

Onde:

% desidratação = grau de desidratação

PI = Peso Inicial

PF= Peso Final

U= volume urinário durante a corrida

#### **2.4.2.3.Taxa de Sudorese**

A taxa de sudorese foi verificada pela equação 4 proposta por HORSWILL (1998).

$$\text{Taxa de Sudorese} = [(PI - PF) + LI - (U + F) / T \times 60] \quad (4)$$

Onde:

PI = Peso Inicial

PF= Peso Final

LI= Líquidos Ingeridos

U= Volume de Urina produzido

F= Volume de fezes produzido

T=Tempo de exercício

#### **2.4.3. Coletas Sanguíneas**

As coletas sanguíneas e as análises bioquímicas e hematológicas foram realizadas por dois Farmacêuticos, residentes em Análises Clínicas do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (HU-UFJF).



Durante a coleta, os voluntários permaneceram sentados, com o braço apoiado sobre um suporte. Em seguida, tiveram seu braço garroteado, aproximadamente, no ponto médio do úmero e feita a anti-sepsia do local da coleta com algodão embebido em álcool. Com a ajuda de um adaptador de agulhas para coletas múltiplas, foi introduzida uma agulha descartável de 25x8 mm em uma das veias da fossa antecubital do braço. Os materiais utilizados foram colocados em caixa coletora própria para descarte de material biológico.

Foram avaliados o hematócrito para verificar a perda do volume plasmático promovida pela desidratação, as enzimas creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH), parâmetros que refletem o desgaste muscular promovido pelo exercício, lactato e glicose, que são parâmetros metabólicos envolvidos com bioenergética da atividade física.

Foram coletados, aproximadamente, 8 mL de sangue, sendo que 2 mL em um tubo a vácuo de Fluoreto de sódio/EDTAK3, para determinação da glicose e do lactato do hemograma, 4 mL em tubo a vácuo contendo EDTAK3, para determinação e 2 mL em tubo a vácuo sem anticoagulante para determinação das enzimas CK e LDH. Todos os tubos foram fabricados pela empresa Becton Dickinson®.

Estes tubos foram colocados em uma caixa térmica com gelo, e encaminhados ao laboratório de Análises Clínicas Professor Maurílio Baldi, do HU-UFJF. O processamento das amostras sanguíneas foi iniciado dentro de, no máximo, 30 minutos após a coleta. O sangue coletado com EDTA como anticoagulante foi processado no Analisador Hematológico Cell Dyn 3500 Abbott - Abbott Diagnostics (Santa Clara, EUA), pelas metodologias de

Impedância, MPASS e espectrofotometria. O hematócrito ou volume globular foi calculado a partir dos resultados de hematimetria e volume globular médio das hemácias.

As demais determinações foram realizadas após separação do soro (coleta sem anticoagulante) e do plasma (coleta com fluoreto de sódio/EDTA) em centrífuga sorológica da marca Eppendorf modelo 5403 (São Paulo, Brasil) por 10 minutos a 3.000 rotações por minuto.

As determinações bioquímicas de CK, LDH, glicose e lactato foram realizadas por método enzimático. Utilizaram-se reagentes Wiener lab® para as variáveis CK, LDH e glicose e reagente Kovalente® para o lactato. Para a realização das análises foi utilizada uma alíquota de 0,5 mL de plasma fluoretado para a determinação dos valores de glicose e lactato e 0,5 mL de soro para a determinação da CK e LDH utilizando o equipamento BT Plus da Wiener®, automação com metodologia espectrofotométrica. Foram seguidos todos os procedimentos descritos pelo fabricante do auto-analisador e dos reagentes.

## **2.5. Testes de Corrida em Pista Sintética**

Trinta minutos antes do exercício os atletas receberam 500 mL de água para garantir um estado euhidratado previamente cada prova. O protocolo de corrida foi realizado na Pista de Atletismo da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). O piso da pista é de material sintético, feito de borracha aglutinada. Esse material é capaz de diminuir o risco de lesões,

além de ser antiderrapante e resistente a raios ultravioleta. A pista é composta por 8 raias completas Padrão Standard proposto pela Associação Internacional de Federações de Atletismo.

O protocolo de corrida proposto foi o seguinte:

- Aquecimento: 5 min (40 - 50% do da  $FC_{reserva}$  com mais 5 min (50 - 60% da  $FC_{reserva}$ ).
- Parte principal: 5 min (70 - 80% da  $FC_{reserva}$ ) seguido de 5 min (80 - 90% da  $FC_{reserva}$ ) com mais 2 min (90-100 % da  $FC_{reserva}$ ). Este bloco foi repetido cinco vezes. Entre cada bloco ocorreu um intervalo de recuperação ativa de 3 minutos com FC entre (45 - 55% da  $FC_{reserva}$ ). O tempo total de exercício foi de 85 minutos. Durante a corrida, a cada 15 minutos os atletas consumiram 3 mL/kg de peso corporal de água.

O consumo de fluidos neste intervalo de tempo é proposto por alguns posicionamentos sobre hidratação (ACSM, 2007; SBME, 2009). Este procedimento ocorreu no intuito de garantir um estado de hidratação saudável pelos atletas. Por outro lado, esta estratégia pode ser considerada uma limitação do estudo, uma vez que pode amenizar os efeitos deletérios promovidos pela desidratação decorrente do protocolo de exercícios e, com isso, diminuir os efeitos das bebidas de hidratação sobre a recuperação da homeostase corporal no momento pós-exercício.

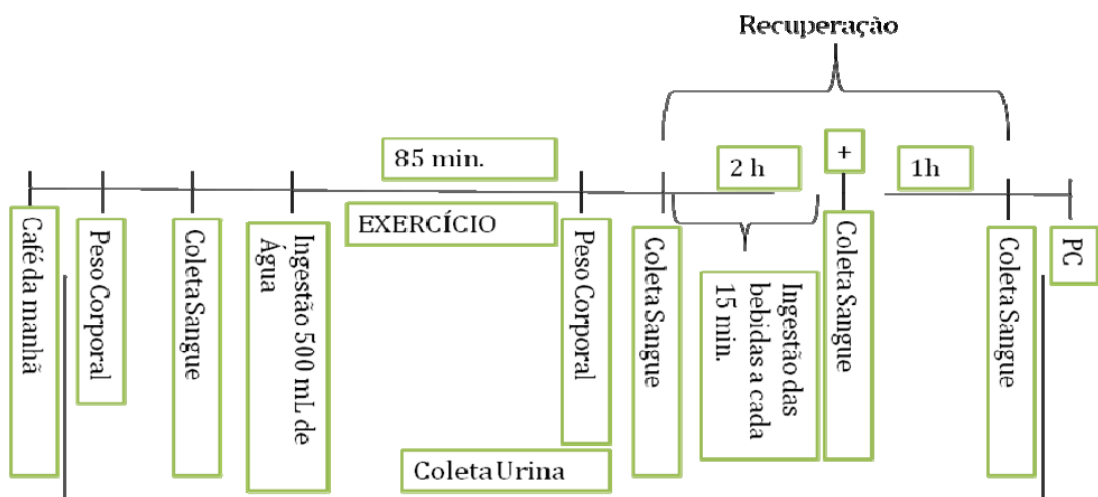
## **2.6. Temperatura Ambiental**

A temperatura ambiental foi monitorada por uma estação meteorológica automática do Laboratório de Climatologia e Análise ambiental do Departamento de Geociências da UFJF. Esta estação registra a temperatura ambiental a cada minuto. Assim foi realizada a média dos valores da temperatura e umidade relativa do ar registrada a cada minuto da realização do protocolo de exercícios que foram realizados no período matutino entre 8 e 9:30 h.

## **2.7. Registro da Frequência Cardíaca (FC) e do Índice de Percepção do Esforço (IPE)**

Durante o teste foi registrada a FC a cada minuto usando o sistema de radio telemetria (Polar Team System®, Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia) que captava a FC em intervalos de 5 segundos fornecendo os valores médios a cada minuto de exercício. Durante o desenvolvimento do protocolo de exercícios, um dos avaliadores emitia um estímulo sonoro que era o sinal para que os atletas mudassem a intensidade do exercício. Para o controle da intensidade do exercício, os mesmos tinham uma pulseira com a descrição da intensidade que deveria ser seguida de acordo com os percentuais propostos no protocolo que foram determinados a partir do valor da FC<sub>máx.</sub> apresentada no teste máximo. O IPE foi registrado utilizando a escala de Borg (1982) aferido ao final de cada mudança de intensidade de exercício. Este parâmetro mostra a percepção subjetiva do esforço do

indivíduo sobre determinada carga de trabalho físico. Os atletas possuíam uma segunda pulseira com tal escala que variava de 6 pontos (muito fácil) a 20 pontos (exaustivo) (Anexo 6). Para a realização do registro do IPE cada atleta possuía um avaliador responsável que fazia o registro dos valores do IPE obtido. Além disso, em cada volta na pista, os avaliadores alertavam a cada atleta sobre o intervalo de valores de FC que deveria apresentar-se no frequencímetro. Na Figura 3.1 está apresentada a ordem cronológica de coleta das variáveis.



**Figura 3.1-** Ordem Cronológica de Coleta das Variáveis.

## 2.8. Reidratação Pós-Exercício

Após a corrida foi mensurado novamente o peso corporal e realizada outra coleta sanguínea. Logo após estes procedimentos, iniciou-se o processo de hidratação com as bebidas testes. Em conformidade com os procedimentos metodológicos adotados por COCATE *et al.* (2004), foi utilizada uma seqüência de avaliação rotatória para cada quatro sujeitos avaliados, com objetivo de que os efeitos do exercício não alterassem os

resultados da investigação. Na Tabela 3.1 está apresentada a seqüência de rotação entre os procedimentos de hidratação. A proposição deste desenho experimental tem, como principal objetivo, igualar as situações de hidratação propostas. Para isto, foi adotado um desenho cruzado e balanceado (*cross-over*), de maneira que cada grupo de 4 avaliados que iniciassem a investigação, realizasse uma ação inicial de hidratação diferente, caracterizando assim um desenho experimental denominado de quadrado latino (BRAVO, 1996).

Tabela 3.1. Rotação dos Procedimentos de Hidratação Empregados.

| Atleta | Teste 1                        | Teste 2                        | Teste 3                        |
|--------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1      | Leite                          | Bebida Láctea                  | Repositor<br>Hidroeletrolítico |
| 2      | Leite                          | Bebida Láctea                  | Repositor<br>Hidroeletrolítico |
| 3      | Leite                          | Bebida Láctea                  | Repositor<br>Hidroeletrolítico |
| 4      | Leite                          | Bebida Láctea                  | Repositor<br>Hidroeletrolítico |
| 5      | Bebida Láctea                  | Repositor<br>Hidroeletrolítico | Leite                          |
| 6      | Bebida Láctea                  | Repositor<br>Hidroeletrolítico | Leite                          |
| 7      | Bebida Láctea                  | Repositor<br>Hidroeletrolítico | Leite                          |
| 8      | Bebida Láctea                  | Repositor<br>Hidroeletrolítico | Leite                          |
| 9      | Repositor<br>Hidroeletrolítico | Leite                          | Bebida Láctea                  |
| 10     | Repositor<br>Hidroeletrolítico | Leite                          | Bebida Láctea                  |
| 11     | Repositor<br>Hidroeletrolítico | Leite                          | Bebida Láctea                  |
| 12     | Repositor<br>Hidroeletrolítico | Leite                          | Bebida Láctea                  |

Os indivíduos, em situações distintas, receberam o equivalente a 100% de sua perda de peso corporal dividido em 8 porções iguais nas 2 primeiras horas de recuperação. O controle das repetições era realizado por

um avaliador que possuía uma planilha de controle com o horário individual do consumo de cada porção.

A coleta sanguínea no período recuperativo ocorreu nos momentos logo após o término do exercício, após 2 e 3 h de recuperação. Durante este período foi permitido que os atletas fizessem algumas atividades cotidianas, como por exemplo, ver televisão, ler e ouvir música. O peso corporal foi aferido novamente ao fim das 3 h.

## 2.9. Caracterização das Bebidas

No período recuperativo os atletas consumiram três bebidas em dias distintos: Bebida láctea sabor café, leite desnatado (Itambé®), e repositores hidroeletrolítico (Gatorade®, sabor laranja). A caracterização das bebidas está exposta no Quadro 1.

Quadro 3.1. Composição das Bebidas Testes em 100 mL do produto.

|                  | Bebida Láctea | Leite Desnatado | Repositor |
|------------------|---------------|-----------------|-----------|
| Carboidratos (g) | 6,74          | 5,00            | 6,00      |
| Lipídeos (g)     | 0,53          | 0,00            | 0,00      |
| Proteínas (g)    | 2,16          | 3,20            | 0,00      |
| Sódio (mg)       | 3,67          | 71,00           | 45,00     |
| Potássio (mg)    | 6,08          | Não declarado   | 12,00     |
| Cálcio (mg)      | 11,94         | 130,00          | 0,00      |
| Kcal             | 40,37         | 33,00           | 24,00     |

O conteúdo energético e de macronutrientes das bebidas não foram padronizados, com o objetivo de comparar a bebida láctea desenvolvida

com produtos disponíveis comercialmente que são tradicionalmente utilizados com o objetivo de reidratação.

### **2.10. Análise Estatística**

Foi utilizada estatística descritiva para determinar as médias e desvio padrão em cada variável analisada. O teste Kolmogorof-Smirnoff foi aplicado para verificar a normalidade do conjunto de dados. Para analisar as diferenças entre as variáveis foi utilizada análise de variância (ANOVA) com dois fatores para medidas repetidas complementada pelo teste *post hoc* de Tukey ( $p < 0,05$ ). Análises de correlação entre as variáveis FC e IPE foram feitas usando o modelo de correlação de Pearson. Para a análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SAS, versão 9.0, licenciado para UFV.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados das características físicas dos avaliados estão demonstrados na Tabela 3.2. Todos os dados apresentados a seguir respeitaram uma distribuição normal.



Tabela 3.2. Características Físicas e Fisiológicas dos Avaliados.

| Variáveis  | Média (± DP) |
|--|--------------|
| Idade (anos)                                     | 29,6 ± 8,9   |
| Peso (kg)  | 64,0 ± 7,5   |
| Altura (cm)                                      | 176,0 ± 0,06 |
| Σ 3 dobras cutâneas (mm)                         | 21,3 ± 8,6   |
| Gordura corporal (%)                             | 6,2 ± 3,0    |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )                         | 20 ± 1,9     |
| VO <sub>2</sub> máximo mL.(kg.min) <sup>-1</sup> | 60,8 ± 6,4   |
| FC repouso (bpm)                                 | 54,5 ± 9,2   |
| FC máxima (bpm)                                  | 187,2 ± 9,4  |

Índice de Massa corporal (IMC) = Massa Corporal (kg)/ Estatura (m)<sup>2</sup>; VO<sub>2</sub> = volume de oxigênio; DP= Desvio Padrão; Σ=somatório; bpm=batimentos por minuto. DP=Desvio Padrão. FC repouso=Obtida antes do teste máximo de Bruce (1973). FC máxima= Média dos valores pico atingidos no teste máximo de Bruce (1973).

As características antropométrica apresentadas estão de acordo com corredores e triatletas brasileiros (CAPUTO *et al.*, 2003). Para a variável VO<sub>2max</sub> obteve-se como estimativa de tendência central, um resultado médio de 60,8 ± 6,4 mL.(kg.min)<sup>-1</sup> o que o identifica como perfil desta população, pois os atletas de resistência possuem valores entre 60 e 85 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> (WILMORE & COSTIL,1994).

Em todos os dias de testes as condições ambientais foram estatisticamente iguais, em relação à temperatura (p=0,122) e umidade relativa do ar (URA) (p=0,065), com valores médios de 19,62±0,34 °C e 87,27±0,64 %, respectivamente.

Estes valores caracterizam o ambiente como temperado e úmido (COSTA, 1973). Meller (1989) considera temperaturas entre 10° C e 20° C como as mais favoráveis para a realização de corridas de longa duração, Janssen (1992), diz que, de forma geral, a temperatura de 20° C é ideal para eventos de resistência.

Apesar de o valor de temperatura está adequado para a prática de atividade física, a URA apresentou-se elevada o que pode dificultar a termorregulação dos atletas, impedindo a perda de calor por meio da

evaporação do suor produzido. Pollock & Wilmore (1993) relatam que, quanto mais elevada a temperatura, maior o estresse térmico a que o indivíduo se submete; à medida que a umidade vai aumentando, a tolerância ao calor vai se reduzindo consideravelmente. Os valores de FC e do IPE estão apresentados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3. Valores de FC e IPE Obtidos Durante o Protocolo de Exercícios.

| Variáveis                     | Bebida Láctea (N=12) | Leite (N= 10) | Repositor Hidroeletrolítico (N=6) |
|-------------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------------|
| FC <sub>máx.</sub> pretendida | 187,2 ± 9,4          | 187,2 ± 9,4   | 187,2 ± 9,4                       |
| FC <sub>máx.</sub> atingida   | 190 ± 16,7           | 182,6 ± 9,9   | 185,4 ± 7,2                       |
| FC média                      | 151 ± 29,4           | 147 ± 27,8    | 151 ± 29,4                        |
| IPE médio                     | 11 ± 3,5             | 12 ± 3,2      | 11,8 ± 2,7                        |

Nota: FC<sub>máx.</sub> pretendida = FC<sub>máx.</sub> obtida no teste máximo de Bruce (1973) foi a referência para os valores de FC máxima pretendida no teste em pista sintética. FC<sub>máx.</sub> atingida= Valores máximos de FC atingidos no teste de pista sintética. FC e IPE médio= Média dos valores atingidos no teste em pista sintética. N= Número de atletas acompanhados pelo Sistema de radio telemetria Polar Team System®.

A frequência cardíaca média nos 3 dias de testes não diferenciou ( $p > 0,05$ ) mostrando que a carga de trabalho foi a mesma durante os teste. A FC média nos dias de hidratação com a bebida láctea e com o repositor foi de 80,7% da FC<sub>máx.</sub> e no dia de hidratação com leite 78,6% da FC<sub>máx.</sub>. Os valores de FC média apresentados consideram todo o protocolo inclusive os momentos de recuperação ativa e de ingestão de água. Os valores médios de FC e IPE ao final de cada bloco do protocolo de exercícios está apresentado no Anexo 3.

Não houve diferença estatística nos valores do IPE obtidos ( $p > 0,05$ ), mostrando que o esforço percebido pelos indivíduos foi o mesmo nos diferentes dias de teste. O IPE se correlacionou positivamente com os valores de FC na situação de exercício previa a reidratação com a bebida

láctea ( $r=0,865$ ), leite desnatado ( $r=0,898$ ) e repositores hidroeletrolíticos ( $r=0,845$ ) adotando o nível de significância de 1% de probabilidade.

Os resultados obtidos estão em conformidade com Herman *et al.*, (2006) cujo trabalho demonstrou que a percepção subjetiva de esforço da sessão de exercício apresenta forte relação com outros indicadores internos de intensidade de exercício, como, por exemplo, a FC.

Os resultados do IPE assemelham-se aos da FC, estando em conformidade com a proposta de Kesaniemi *et al.* (2001), que relataram uma relação direta entre ambos ao longo da intensidade do exercício físico. A partir da análise do comportamento da percepção subjetiva de esforço, associada com as respostas cardiovasculares obtidas durante o exercício, verifica-se uma validação interna do protocolo de exercícios desenvolvidos pelos atletas, que apresentou uma reprodutibilidade, tendo em vista uma mesma intensidade e carga de esforço nos dias em que os avaliados consumiram os três diferentes tipos de bebidas para reidratação pós-exercício.

Não houve diferença entre os 3 dias de testes comparando os momentos pré e os momentos pós-exercício em relação ao peso corporal ( $p=0,431$ ), mostrando que nos três dias de avaliação os indivíduos possuíam o mesmo peso corporal previamente e após o término da atividade, mostrando uma boa padronização dos procedimentos tanto que antecedem o exercício como o próprio protocolo de exercícios em si. Os resultados referentes à cinética do peso corporal estão expressos na Tabela 3.4.

Tabela 3.4. Avaliação do Peso Corporal dos Atletas.

| Peso Corporal                | Bebida Láctea<br>Média ( $\pm$ DP) | Leite<br>Média ( $\pm$ DP)  | Repositor<br>Hidroeletrolítico<br>Média ( $\pm$ DP) |
|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---|
| Antes do Exercício (kg)      | 64,1 <sup>a</sup> $\pm$ 7,2        | 64,0 <sup>a</sup> $\pm$ 7,7 | 64,2 <sup>a</sup> $\pm$ 7,1                         |
| Após o exercício (kg)        | 63,4 <sup>b</sup> $\pm$ 7,0        | 63,1 <sup>b</sup> $\pm$ 7,6 | 63,2 <sup>b</sup> $\pm$ 7,0                         |
| Após 3 h de recuperação (kg) | 64,6 <sup>a</sup> $\pm$ 5,2        | 64,3 <sup>a</sup> $\pm$ 6,7 | 64,8 <sup>a</sup> $\pm$ 8,1                         |

Nota: Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Anova complementado pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). DP=Desvio Padrão.

Por outro lado, comparando o momento antes e após o exercício em cada um dos dias de teste, houve uma perda de peso significativa ( $p = 0,000004$ ) o que retrata uma perda de fluidos corporais imediatamente após a atividade. Contudo, os procedimentos de hidratação adotados ao longo das 3 horas de recuperação foram suficientes para que os atletas retornassem ao peso inicial. O resumo da anova dos parâmetros de hidratação estão expostos no Anexo 4.

Ao avaliar o estado de hidratação de um indivíduo, é necessário que seja mensurada a flutuação da água corpórea (IOM, 2005). A aferição do peso corporal (PC) é uma ferramenta simples e eficaz para avaliar o equilíbrio de fluidos corporais. Alterações agudas na água corporal total durante o exercício podem ser usadas para calcular as taxas de sudorese e transtornos no estado de hidratação que ocorrem em diferentes ambientes (CHEUVRONT *et al.*, 2002). Esta abordagem assume que 1 mL da perda de suor representa uma perda de 1 g em peso corporal (ou seja, a gravidade específica do suor é de  $1,0 \text{ g.mL}^{-1}$ ).

Pode-se afirmar que um percentual de desidratação até 2% é considerado uma faixa tolerável, embora, segundo Greenleaf (1992) mesmo com uma desidratação leve/moderada já pode ocorrer perda de

desempenho. No entanto, uma perda de fluidos igual 1-2% do peso corporal, em relação ao pré-exercício pode não ser bem tolerada para atletas que iniciam o exercício já em estado hipohidratado.

Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) na desidratação relativa, na desidratação absoluta, no grau de desidratação e na taxa de sudorese nos três dias de avaliação mostrando que os atletas iniciariam os procedimentos de hidratação apresentando o mesmo nível de desidratação e que foram submetidos ao mesmo estresse físico.

Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) na densidade da urina no momento pré-exercício e no momento pós-exercício comparando os três dias de testes. Também, não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) comparando os momentos antes e pós exercício dentro de uma mesma bebida para hidratação. Na Tabela 3.5 estão expressos os comportamentos das variáveis relacionadas ao balanço hídrico dos atletas antes, durante e após o exercício.

Tabela 3.5. Parâmetros do Balanço Hídrico dos Atletas.

|   | Bebida Láctea<br>Média ( $\pm$ DP) | Leite<br>Média ( $\pm$ DP)    | Repositor<br>Hidroeletrolítico<br>Média ( $\pm$ DP) |
|---|------------------------------------|-------------------------------|---|
| Desidratação Relativa (kg)                      | 0,7 <sup>a</sup> $\pm$ 0,4         | 0,8 <sup>a</sup> $\pm$ 0,5    | 0,9 <sup>a</sup> $\pm$ 0,4                          |
| Desidratação Absoluta (kg)                      | 1,6 <sup>b</sup> $\pm$ 0,6         | 1,8 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5    | 1,8 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5                          |
| Grau de desidratação (%)                        | 0,9 <sup>c</sup> $\pm$ 0,6         | 1,2 <sup>c</sup> $\pm$ 0,8    | 1,3 <sup>c</sup> $\pm$ 0,7                          |
| Ingestão total de água durante (mL)             | 960 <sup>d</sup> $\pm$ 113,5       | 960 <sup>d</sup> $\pm$ 113,5  | 960 <sup>d</sup> $\pm$ 113,5                        |
| Taxa de sudorese (l.h <sup>-1</sup> ).          | 1,7 <sup>e</sup> $\pm$ 0,6         | 1,8 <sup>e</sup> $\pm$ 0,5    | 1,9 <sup>e</sup> $\pm$ 0,5                          |
| Densidade da urina antes (g.mL <sup>-1</sup> )  | 1020 <sup>f</sup> $\pm$ 7,8        | 1015 <sup>f</sup> $\pm$ 10,0  | 1018 <sup>f</sup> $\pm$ 9,4                         |
| Densidade da urina depois (g.mL <sup>-1</sup> ) | 1012 <sup>f,g</sup> $\pm$ 7,9      | 1016 <sup>f,g</sup> $\pm$ 8,8 | 1017 <sup>f,g</sup> $\pm$ 11,9                      |

Nota: Variáveis em linha representadas pela mesma letra não se diferenciam entre si. A densidade da urina não se diferencia entre si comparando o fator bebidas (linha) e o fator temporal (coluna=antes e depois). DP=Desvio Padrão,  $p<0,05$ .

Ressalta-se que apesar da densidade da urina ser um parâmetro fácil, prático, barato, minimamente invasivo, relativamente sensível e útil para a auto monitoração do estado de hidratação (OPPLINGER & BARTOK, 2002) este deve ser utilizado juntamente com os dados de perda de peso corporal, para assim, classificar os indivíduos em euhidratados ou desidratados. Esta utilização conjunta se faz necessário, pois uma grande ingestão de líquidos previamente ao exercício podem interferir mascarando o estado de hidratação. Assim, fazendo uma análise simultânea dos dados, de acordo com CASA *et al.* (2000), pode-se afirmar que os atletas terminaram o exercício minimamente desidratados, pois obtiveram uma perda de peso corporal variando de 1-3% e a densidade da urina entre 1.010 e 1.020 g.mL<sup>1</sup>. No estudo de Ferreira *et al.* (2007) que avaliou o nível de hidratação de corredores e pessoas ativas numa corrida em esteira a 75-85% da frequência cardíaca de reserva por 80 minutos, o grau desidratação no grupo de atletas foi superior ( $2,15 \pm 0,7 \%$ ) ao do presente estudo. É importante salientar que apesar das semelhanças na duração e intensidade do exercício, a perda hídrica é determinada por outros fatores intervenientes como nível de condicionamento físico, sexo, idade, dieta (ACSM, 2007). Além disso, o estudo de Ferreira *et al.* (2007) foi conduzido em ambiente laboratorial em esteira, já o presente estudo foi ao ar livre, o que facilita a troca de calor com o meio externo. Estes fatores podem ter contribuído para um menor nível de desidratação no presente estudo.

Em relação ao volume de urina, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) comparando o momento recuperativo em relação aos momentos pré, durante e logo após o exercício (Tabela 3.6 e 3.7). Não houve diferença no

volume de urina sob o consumo das diferentes bebidas de hidratação ( $p=0,326$ ), mostrando efeito semelhante das bebidas sobre a diurese.

Tabela 3.6. Volume de Urina Produzido Durante o Teste Físico e no Período Recuperativo.

| Volume de Urina               | Bebida Láctea<br>Média ( $\pm$ DP) | Leite<br>Média ( $\pm$ DP)     | Repositor<br>Hidroeletrolítico<br>Média ( $\pm$ DP) |
|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---|
| Antes do Exercício (mL)       | 167,0 <sup>a</sup> $\pm$ 235,7     | 101,7 <sup>a</sup> $\pm$ 0,7   | 125,4 <sup>a</sup> $\pm$ 104,3                      |
| Durante o Exercício (mL)      | 121,6 <sup>a</sup> $\pm$ 173,3     | 55,8 <sup>a</sup> $\pm$ 124,6  | 94,2 <sup>a</sup> $\pm$ 125,3                       |
| Logo após o Exercício (mL)    | 108,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,8       | 92,9 <sup>a</sup> $\pm$ 114,1  | 113,0 <sup>a</sup> $\pm$ 198,9                      |
| Recuperação do Exercício (mL) | 494,6 <sup>b</sup> $\pm$ 380,2     | 362,0 <sup>b</sup> $\pm$ 449,3 | 529,5 <sup>b</sup> $\pm$ 437,7                      |

Nota: Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Anova complementado pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ). DP=Desvio Padrão.

O fato de os desvios-padrão terem sido maiores que as médias retrata a existência de uma grande variabilidade individual na produção de urina (Tabela 3.7).

O efeito das duas bebidas lácteas (BL e L) para hidratação no presente estudo foi diferente dos resultados apresentados por Shirreffs *et al.* (2007). Neste estudo, após desidratação correspondente a 1,8% de perda de peso corporal, a hidratação pós-exercício com leite desnatado (LD) e leite desnatado acrescido de sódio (LDS) promoveu menor volume de urina no período recuperativo (LD= 611 $\pm$ 207 mL; LDS=550 $\pm$ 141mL) ( $p<0,001$ ) em comparação ao repositor hidroeletrolítico com 6% de carboidratos (1,205  $\pm$  142 mL) e água (1,184 $\pm$  221 mL). A diferença dos resultados obtidos neste em relação ao presente estudo pode ser devido à aplicação de diferentes protocolos de hidratação.

No estudo de Shirreffs *et al.* (2007), os indivíduos repuseram 150% das perdas de fluidos na primeira hora após a atividade e passaram por um período recuperativo de 4 h, totalizando 5 horas de observação dos

parâmetros de hidratação no pós exercício. Já no presente estudo os atletas repuseram 100% de suas perdas divididas em iguais porções e intervalos dentro de 2 horas e passaram mais uma hora em recuperação, totalizando 3 h o processo de hidratação. Uma ingestão de 150% em um intervalo curto de tempo poderia causar desconforto gastrointestinal aos atletas devido a hábitos de hidratação equivocados nos treinamentos e competições, sendo muito comum entre os corredores e a não ingestão de líquidos nas sessões de exercícios (FERREIRA & MARINS, 2002; MARINS *et al.*,2004). O procedimento adotado de 100% de reidratação foi suficiente para promover um retorno da homeostase hídrica inicial podendo, assim, ser utilizado como parâmetro de referência em um planejamento de recuperação.

Além disso, o percentual de desidratação no estudo de Shirreffs *et al.* (2007) foi de 1,8% e no presente estudo chegou até 1,3%, promovendo uma ingestão de fluidos inferior neste. As diferenças nas variáveis tempo de recuperação total, tempo para o consumo de fluidos, volume total consumido e percentual de desidratação podem ter contribuído para as divergências dos resultados. Assim, o procedimento de hidratação de reposição de 100% das perdas foi suficiente para promover um retorno da homeostase hídrica inicial podendo, portanto, ser utilizado como parâmetro de referência em um planejamento de recuperação.

Em relação aos valores do volume de urina, é importante registrar, que os mesmos podem fornecer informações equivocadas a respeito do estado de hidratação, se obtidos durante os períodos de reidratação e analisados de forma isolada. Por exemplo, se as pessoas desidratadas consomem grandes volumes de fluidos hipotônicos, elas terão a produção



de urina copiosa muito antes euidratação é restabelecida (SHIRREFFS *et al.*, 1996). Amostras de urina coletadas durante este período serão de cor clara e poderá apresentar valores de densidade urinária que refletem euidratação quando na verdade a pessoa está desidratada.

Na Tabela 3.7 estão presentes os valores médios mínimos e máximos da produção de urina nos diferentes momentos.

Tabela 3.7- Amplitude dos Valores de Volume de Urina em Diferentes Momentos de Coleta.

| Bebidas | Antes (Min-Máx) | Durante (Min-Máx) | Logo após (Min-Máx) | Recuperação (Min-Máx) |
|---------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------------------|
| BL      | 40-400          | 0-600             | 10-280              | 0-1040                |
| L       | 10-260          | 0-410             | 5-430               | 0-1200                |
| RH      | 30-370          | 0-380             | 0-600               | 0-1180                |

Nota: BL= Bebida Láctea; L= Leite; RH= Repositor Hidroeletrólítico. Os valores mínimos e máximos estão expressos em mL.

Os rins regulam o equilíbrio da água, ajustando a saída de urina que pode variar entre 20 e 1.000 mL.h<sup>-1</sup> (IOM, 2005) valores próximos ao encontrado no presente estudo. A cinética da produção de urina pelos atletas em diferentes periodos avaliativos está exposta na Figura 3.2.

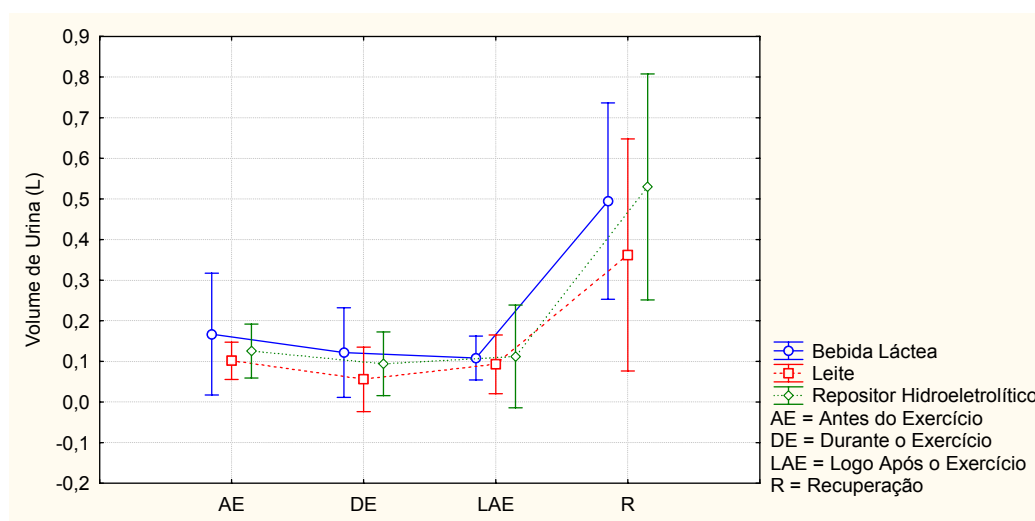


Figura 3.2. Volume de Urina Produzido em Diferentes Momentos de Avaliação.

Em relação às análises sanguíneas realizadas, estudos envolvendo valores de referência para parâmetros bioquímicos e hematológicos de atletas profissionais durante uma sessão de treinamento relatam que, ainda, os valores para tais parâmetros são inconclusivos (FEBBRAIO & DANCEY, 2003; EGERMANN *et al.*, 2003). Isso se deve ao fato de que algumas alterações bioquímicas são passíveis de influência do gênero, variação cronobiológica, circadiana, repouso prévio, intensidade do treinamento, sazonalidade, condições climáticas, hidratação, entre outros. Assim, deve-se considerar tais variáveis intervenientes na interpretação dos parâmetros sanguíneos que se seguem.

O hematócrito não sofreu influência do exercício a ponto de sair da faixa normalidade esperada, que é de 41-53% (IHM, 2006). Houve diferença significativa nos valores de hematócrito em relação ao fator tempo ( $p=0,006$ ) comparando logo após o término da atividade com o término das 2 horas do período recuperativo sob o consumo das diferentes bebidas, ou seja, existiu uma diminuição significativa nos valores do hematócrito após o processo de hidratação. No entanto, não existiu diferença significativa considerando o fator bebida ( $p=0,134$ ) (Tabela 3.8). O resumo da Anova dos parâmetros sanguíneos está exposto no Anexo 5.

Tabela 3.8. Influência do Exercício e da Reidratação Sobre os Valores do Hematócrito

| Hematócrito                 | Bebida Láctea<br>Média ( $\pm$ DP) | Leite<br>Média ( $\pm$ DP)    | Repositor<br>Hidroeletrolítico<br>Média ( $\pm$ DP) |
|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|
| Antes do Exercício (%)      | 46,2 <sup>a,b</sup> $\pm$ 3,8      | 44,8 <sup>a,b</sup> $\pm$ 3,1 | 44,7 <sup>a,b</sup> $\pm$ 2,4                       |
| Logo após Exercício (%)     | 46,5 <sup>a</sup> $\pm$ 4,6        | 45,4 <sup>a</sup> $\pm$ 3,1   | 45,9 <sup>a</sup> $\pm$ 3,2                         |
| Após 2 h após Exercício (%) | 43,7 <sup>b</sup> $\pm$ 4,7        | 43,5 <sup>b</sup> $\pm$ 3,2   | 42,2 <sup>b</sup> $\pm$ 3,3                         |
| Após 3 h de recuperação (%) | 45,3 <sup>a,b</sup> $\pm$ 4,4      | 43,6 <sup>a,b</sup> $\pm$ 3,2 | 43,3 <sup>a,b</sup> $\pm$ 3,2                       |

Nota: Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Anova complementado pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ). DP=Desvio Padrão.

Em situação de exercícios de longa duração é comum ocorrer um aumento do hematócrito relacionado ao aumento da viscosidade sanguínea, decorrente da diminuição do volume plasmático ocorrendo uma hemoconcentração. Segundo Opplinger & Bartok (2002), mudanças no volume plasmático são eficientes para avaliar o estado de hidratação dos indivíduos. Apesar disso, esses autores sugerem a utilização de mais de um parâmetro de avaliação para confirmação dos resultados obtidos. Armstrong *et al.*, (1994) reportaram que mudanças no peso corporal devido a execução de exercícios no calor possuía uma fraca correlação com medidas urinárias, mas se correlacionavam bem com o hematócrito. Observamos no presente estudo uma diminuição nos valores do hematócrito em consequência de uma restauração do volume plasmático perdido durante o exercício, proporcionado pelo consumo das bebidas teste durante a fase de recuperação. Na Figura 3.3 estão dispostos os valores do hematócrito durante diferentes períodos de avaliação.

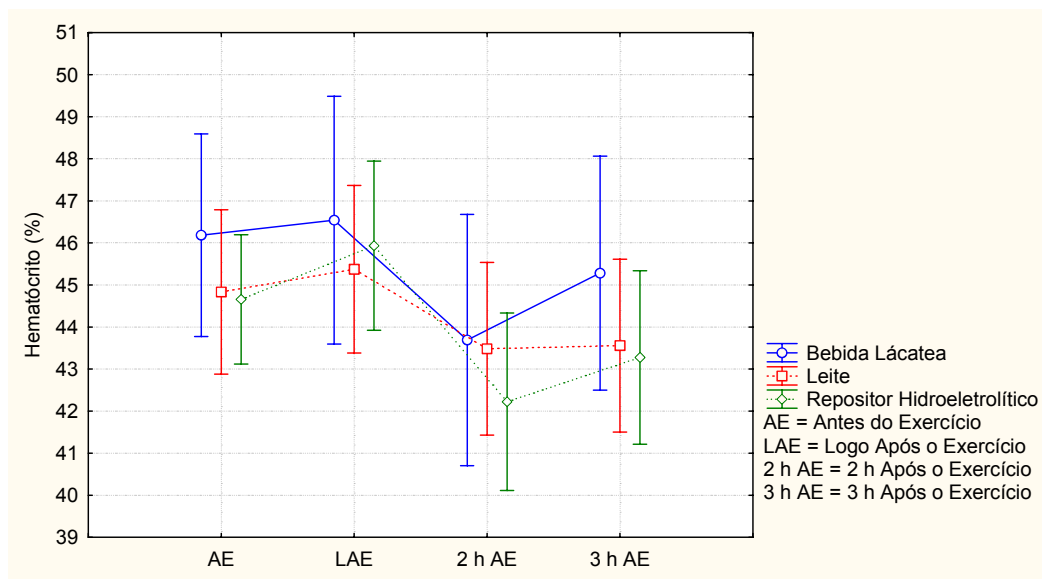


Figura 3.3. Valores do Hematócrito em Diferentes Momentos de Avaliação.

Houve diferença significativa nos valores de CK em relação ao fator tempo ( $p=0,006$ ) comparando a situação de repouso com 2 h e 3 h após término da atividade sob o consumo das diferentes bebidas, ou seja, existiu um aumento significativo nos valores de CK após o processo de hidratação. No entanto, não existiu diferença significativa considerando o fator bebidas ( $p=0,073$ ) (Tabela 3.9).

Tabela 3.9. Concentração de CK Sanguínea em Diferentes Momentos de Avaliação.

| CK Sanguínea              | Bebida Láctea<br>Média ( $\pm$ DP) | Leite<br>Média ( $\pm$ DP)       | Repositor<br>Hidroeletrolítico<br>Média ( $\pm$ DP) |
|---------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---|
| Antes Exercício (U/L)     | 322,6 <sup>a</sup> $\pm$ 201,7     | 245,8 <sup>a</sup> $\pm$ 92,0    | 267,3 <sup>a</sup> $\pm$ 152,2                      |
| Logo após Exercício (U/L) | 418,5 <sup>a,b</sup> $\pm$ 234,4   | 331,6 <sup>a,b</sup> $\pm$ 109,6 | 373,4 <sup>a,b</sup> $\pm$ 169,9                    |
| 2 h após Exercício (U/L)  | 438,7 <sup>b</sup> $\pm$ 234,6     | 377,8 <sup>b</sup> $\pm$ 135,8   | 372,7 <sup>b</sup> $\pm$ 163,1                      |
| 3 h após Exercício (U/L)  | 466,9 <sup>b</sup> $\pm$ 244,2     | 364,1 <sup>b</sup> $\pm$ 157,0   | 417,4 <sup>b</sup> $\pm$ 144,9                      |

Nota: Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Anova complementado pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ). DP=Desvio Padrão; CK=enzima creatina quinase.

Elevações nas concentrações sanguíneas de CK são indicativos de um aumento na permeabilidade da membrana, o que representa a carência de substrato energético para a célula, acarretando em uma diminuição do poder de contração. À medida que um maior número de células deixa de atuar, as demais serão sobrecarregadas, e a lesão tecidual vai progredindo (TOTSUKA *et al.*, 2002). Em conseqüência, inicia-se a regeneração muscular, com uma reação inflamatória que pode se manifestar de zero a 24h após o exercício (NOONAN & GARRETT, 1999).

No presente estudo, as concentrações iniciais de CK estavam, em média, antes do início do exercício, dentro da faixa de concentração de referência para atletas (82–1083 U/L) (MOUGIOS, 2007).

Os valores de CK previamente ao exercício nos três dias de teste se apresentaram mais do dobro em comparação ao estudo de Glaner *et al.*, (2009) que mensuraram o valor de tal enzima em triatletas antes e após uma prova de *Ironman 70.3*. Pode-se observar, também, que os valores de CK de repouso e pós exercício apresentaram-se bem superiores em relação àqueles demonstrados no estudo de Siqueira *et al.* (2009) com corredores após disputarem uma meia maratona (repouso=  $84,9 \pm 48,1$ U/L; 15 minutos pós exercício= $198,2 \pm 163,9$  U/L).

A elevação da CK representa lesões teciduais crônicas, que podem, reduzir o desempenho, ocasionar uma queda funcional no sistema imunológico e levar a um estado de “sobre-treinamento” (LEHMANN *et al.*,1992).

Apesar de haver um aumento significativo da CK no período recuperativo, os atletas não apresentaram lesão tecidual acentuada. Haja vista que, para atletas, os valores de referência podem oscilar de 881 a 1.474 U/L (MOUGIOS, 2007) na recuperação. Apenas dois atletas apresentaram lesão tecidual acentuada no momento recuperativo (1.004 e 1067 U/L). Apesar de ter ocorrido um aumento significativo de CK após 2 e 3 h de exercício, o seu pico máximo ocorre entre 24 e 72h após o esforço (WYSS & KADDURAH-DAOUK, 2000; LEHMANN *et al.*, 2002), assim a lesão tecidual pode ter sido mais acentuada a *posteriori*. No entanto, não havia a possibilidade de que os atletas participantes ficassem de repouso nos 3 dias subseqüentes para que fossem realizadas as coletas sanguíneas para a medição dos parâmetros em longo prazo, haja vista que eles se

encontravam em período competitivo. Assim, esta situação deve ser considerada uma limitação do presente estudo.

Diante deste fato, é possível concluir que uma hidratação com bebida láctea, leite desnatado e repositores hidroeletrolíticos logo após o exercício extenuante não contribuiu de forma aguda na diminuição da CK e, conseqüentemente, nos danos musculares promovidos pela atividade física nas primeiras horas pós o término do exercício. No entanto, o estudo de Cockburn *et al.* (2008) retrataram benefícios a longo prazo do consumo de 1 L de leite semi-desnatado e de *milkshake* com leite semi-desnatado acrescido de proteína sobre o aumento do pico de força isocinética e promoção de um menor valor de CK plasmática 48 h após exercício isocinético indutor de danos musculares quando comparado com o consumo de bebida esportiva carboidratada.

A bebida láctea possui uma relação carboidratos:proteínas de 3,12:1, enquanto o leite desnatado possui esta relação de 1,82:1 (Tabela 3.10).

Ivy *et al.*, (2002) demonstraram que uma solução contendo esta relação 2,0 a 2,9:1 a taxa de síntese do glicogênio muscular melhora a capacidade de *endurance* em comparação a bebidas de carboidrato somente. A bebida láctea se aproxima destes valores e, assim, podemos supor que sua composição seja favorável a ressíntese do glicogênio muscular. No entanto, isto não é uma hipótese que não foi confirmada por biópsia muscular no presente estudo.

Tabela 3.10. Quantidade de Proteínas, Carboidratos e Energia Consumida no Período Recuperativo.

|   | Bebida Láctea   | Leite Desnatado | Repositor Hidroeletrolítico |
|---|-----------------|-----------------|-----------------------------|
| Total de Bebida Consumida na Recuperação (mL) | 691,6 ± 439,9   | 845,8 ± 451,9   | 937,5 ± 440,6               |
| Carboidratos (g)                              | 46,61 ± 29,65   | 49,5 ± 25,43    | 56,25 ± 26,43               |
| Proteínas (g)                                 | 14,94 ± 9,50    | 27,06 ± 14,46   | -                           |
| CHO (g):PRT (g)                               | 3,12:1          | 1,82:1          | -                           |
| kcal Total                                    | 279,22 ± 177,60 | 279,12 ± 149,15 | 225 ± 105,74                |

Nota: CHO=carboidratos;PRT=proteína.

Em relação aos valores da enzima LDH não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) considerando os fatores tempo e bebida. Houve diferença significativa nos valores de lactato em relação ao fator tempo ( $p<0,05$ ) comparando logo após o término da atividade com momento antes, 2 h e 3 h após a atividade sob o consumo das diferentes bebidas, ou seja, existiu um aumento significativo dos valores de lactato após o protocolo de exercício, o qual voltou aos níveis pré-exercício durante o período recuperativo. No entanto, não existiu diferença significativa considerando o fator bebida ( $p>0,05$ ) (Tabela 3.11).

Tabela 3.11. Concentração de LDH e Lactato Sanguíneo em Diferentes Momentos de Avaliação.

| Parâmetros Sanguíneos                | Bebida Láctea Média (±DP) | Leite Média (± DP)        | Repositor Hidroeletrolítico Média (± DP) |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| LDH antes Exercício (U/L)            | 521,8 <sup>a</sup> ±290,8 | 528,7 <sup>a</sup> ±292,0 | 493,1 <sup>a</sup> ±209,3                |
| LDH logo após Exercício (U/L)        | 638,7 <sup>a</sup> ±273,6 | 536,1 <sup>a</sup> ±243,5 | 536,9 <sup>a</sup> ±160,1                |
| LDH 2 h após Exercício (U/L)         | 652,9 <sup>a</sup> ±243,7 | 608,9 <sup>a</sup> ±227,6 | 457,8 <sup>a</sup> ±96,3                 |
| LDH 3 h após Exercício (U/L)         | 746,2 <sup>a</sup> ±721,1 | 588,0 <sup>a</sup> ±348,2 | 534,8 <sup>a</sup> ±216,5                |
| Lactato antes Exercício (mmol/L)     | 1,8 <sup>b</sup> ±0,5     | 1,8 <sup>b</sup> ±0,3     | 1,9 <sup>b</sup> ±0,5                    |
| Lactato logo após Exercício (mmol/L) | 4,7 <sup>c</sup> ±4,7     | 4,2 <sup>c</sup> ±1,6     | 5,1 <sup>c</sup> ±2,3                    |
| Lactato 2 h após Exercício (mmol/L)  | 1,6 <sup>b</sup> ±0,3     | 1,4 <sup>b</sup> ±0,3     | 1,9 <sup>b</sup> ±0,2                    |
| Lactato 3 h após Exercício (mmol/L)  | 1,5 <sup>b</sup> ±0,3     | 1,4 <sup>b</sup> ±0,3     | 1,3 <sup>b</sup> ±0,2                    |

Nota: Letras diferentes na mesma coluna dentro de uma mesma variável diferem entre si pelo teste de Anova complementado pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ). DP=Desvio Padrão; LDH=enzima lactato desidrogenase.

Os valores venosos de repouso de lactato apresentaram-se mais elevados em comparação àqueles propostos por Londeree (1997) que propõe uma faixa de variação de 0,9 a 1,6 mmol/L. Os atletas já iniciaram a atividade com valores de lactato acima do proposto, demonstrando um estresse fisiológico decorrente, possivelmente, de uma recuperação insuficiente de cargas de treino anteriores.

O lactato forma-se pela hidrogenação do piruvato, quando este ainda não foi disponibilizado, na forma oxidada, ao ciclo do ácido cítrico. O lactato e o piruvato estabelecem o equilíbrio pela ação da enzima lactato desidrogenase (LDH). Durante o exercício intenso a produção de lactato e  $H^+$  é muito rápida, porém a liberação do músculo é lenta (GLADDEN, 2000), resultando no aumento intracelular da concentração sanguínea de lactato e de  $H^+$ , o qual tradicionalmente tem sido considerado um dos agentes fisiológicos responsáveis pela fadiga muscular aguda (WESTERBLAD *et al.*, 2002). Do ponto de vista cinético, acredita-se que o lactato sanguíneo pós-esforço possui duas fases distintas, compreendidas por uma resposta rápida ascendente (taxa de aumento) seguida de um lento declínio (taxa de diminuição) (BRET *et al.*, 2003; THOMAS *et al.*, 2004), as quais são resultantes, respectivamente, da liberação e da remoção desse metabólito. Assim, os níveis de lactato começam a diminuir exponencialmente quando é atingido o valor de pico após o exercício, o que pode ocorrer entre o primeiro e o sétimo minutos (BENEKE *et al.*, 2005; BRET *et al.*, 2003), chegando aos níveis de repouso após 20 a 30 minutos de concluída a carga de trabalho (ARIAS *et al.*, 2001). Assim, não era esperado efeito do fator bebida sobre esta variável, visto que o tempo de início do protocolo de coleta sanguínea



iniciou-se, em média, após 10 minutos o término do exercício. No entanto, é importante observar que a cinética do lactato plasmático foi a mesma nos diferentes dias de teste mostrando que a acidose metabólica promovida pelo protocolo de exercício foi bem padronizada, ocorrendo de forma independente do tipo de bebida.

No que diz respeito à LDH, esta é uma enzima que catalisa a redução do piruvato para o lactato, usando o NADH como doador de elétrons. A reação reversa é o primeiro passo para a remoção do lactato, ou sua conversão para glicose no ciclo de Cori que ocorre no fígado. Um problema preocupante em treinamento de atletas é a falta de recuperação necessária após atividade física intensa.

O valor da LDH de repouso no presente estudo encontrou-se bem superior ao valor apresentado por Wu *et al.*, (2004) que foi de  $367,50 \pm 105,60$  U/L, o que retrata um desgaste muscular acentuado decorrente de sessões de treinamento prévias ao protocolo de exercícios.

Estudos com corredores de maratona e ultramaratona, como os realizados por Kanter *et al.*, (1985;1986), encontraram que a atividade de enzimas marcadoras de danos celulares (CK, LDH) aumentam no plasma após 50 milhas de corrida. No presente estudo, apesar de ter ocorrido uma tendência de aumento da LDH, não houve diferença significativa nos momentos pré-exercício, logo após e recuperativo. Diferentemente do presente estudo, Siqueira *et al.*, (2009) encontraram um aumento de 50% nos valores da LDH em corredores após um evento de meia maratona. Esta diferença pode ter se dado devido ao fato de os atletas do estudo de Siqueira *et al.*, (2009) terem participado de um evento competitivo que pode

promover um estresse metabólico superior do que de um teste com a situação de exercício padronizada como o do presente estudo.

Considerando, que a LDH atinge seu pico em até 8 horas pós-exercício (NOAKES, 1987), pode-se deduzir que tenha ocorrido um aumento expressivo desta enzima após este período, tendo visto que alguns autores relatam um aumento significativo desta enzima após um longo período de recuperação, de mais de 72 horas (FRIDEN *et al.*, 1998).

No presente estudo, não foram avaliadas as enzimas CK e LDH em um período maior pós-exercício (24, 48 ou 72 h) por conta da não disponibilidade dos atletas em modificarem suas rotinas de treinamento para a realização de tal análise, o que pode ser considerado um fator limitante do estudo, como já citado anteriormente.

Assim, pode-se observar que as diferentes bebidas de hidratação não promoveram um efeito agudo (primeiras horas pós-exercício) no processo de recuperação das lesões musculares decorrentes da atividade física intensa. Há a necessidade de estudos futuros verificarem a influência de tais bebidas na recuperação dos danos musculares promovidos pelo exercício após períodos superiores a 24 h de recuperação.

Na Tabela 3.12 é possível observar que a glicemia antes do exercício caracterizada como pós-prandial está de acordo com o valor de normalidade proposto que é menor que 140 mg/dL (IDF, 2008).

Houve diferença significativa nos valores de glicose sanguínea em relação ao fator tempo ( $p=0,039$ ) comparando logo após o término da atividade com 3 horas após sob o consumo das diferentes bebidas, ou seja, existiu uma diminuição significativa nos valores de glicose após o processo

de hidratação. No entanto, não existiu diferença significativa considerando o fator bebida ( $p=0,859$ ).

Tabela 3.12. Glicemia Sanguínea em Diferentes Momentos de Avaliação.

| Glicemia Sanguínea          | Bebida Láctea<br>Média ( $\pm$ DP) | Leite<br>Média ( $\pm$<br>DP)  | Repositor<br>Hidroeletrolítico<br>Média ( $\pm$ DP) |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---|
| Antes Exercício (mg/dL)     | 88,7 $\pm$ 17,1 <sup>a,b</sup>     | 93,9 $\pm$ 21,4 <sup>a,b</sup> | 86,5 $\pm$ 15,6 <sup>a,b</sup>                      |
| Logo após Exercício (mg/dL) | 92,2 $\pm$ 12,0 <sup>a</sup>       | 96,1 $\pm$ 16,9 <sup>a</sup>   | 97,8 $\pm$ 14,3 <sup>a</sup>                        |
| 2 h após Exercício (mg/dL)  | 92,9 $\pm$ 9,3 <sup>a,b</sup>      | 88,0 $\pm$ 8,0 <sup>a,b</sup>  | 93,8 $\pm$ 11,6 <sup>a,b</sup>                      |
| 3 h após Exercício (mg/dL)  | 86,7 $\pm$ 6,4 <sup>b</sup>        | 88,3 $\pm$ 6,5 <sup>b</sup>    | 84,3 $\pm$ 9,6 <sup>b</sup>                         |

Nota: Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Anova complementado pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ). DP=Desvio Padrão.

Esta diminuição da glicemia 3 h após o exercício pode ser explicada pela ação da insulina no processo de recuperação do glicogênio muscular. Após o exercício, o consumo de repositor hidroeletrolítico que é rico em carboidratos estimula as células  $\beta$  do pâncreas a produzirem insulina, hormônio este responsável por facilitar a entrada de carboidratos para o interior celular e, assim, recuperar as reservas glicogênio muscular que foram depletadas com o esforço físico. A bebida láctea e o leite, além de carboidratos, possuem proteínas que maximizam o poder insulinêmico dos carboidratos, podendo estimular uma maior secreção de insulina que, por sua vez, aumenta a atividade da enzima glicogênio sintetase que é a principal determinante para uma maior entrada de carboidratos para o interior celular (BAK *et al.*, 1991; MEYER & PERRONE, 2004).

Existem registros que a adição de proteínas a suplementos alimentares compostos de carboidratos potencializam a resposta à insulina após exercícios aeróbicos de curta ou longa duração (VAN LOON *et al.*, 2000; KAASTRA *et al.*, 2006). Assim, é possível que o consumo de produtos compostos de carboidratos e proteínas, como a bebida láctea e o leite, seja

mais efetivo do que a ingestão de carboidratos isolados para a recuperação do glicogênio muscular e, possivelmente, do glicogênio hepático durante exercícios de intensidade variada, conforme seguiu o protocolo do presente estudo. Apesar de não ter sido verificada a ressíntese do glicogênio muscular é possível inferir que a diminuição da glicemia plasmática após as 3 h de recuperação ocorreu devido a uma maior entrada de glicose para a célula numa tentativa de restaurar as reservas de carboidratos que foram exauridas com o exercício.

#### **4. CONCLUSÃO**

O consumo da bebida láctea após exercício aeróbico intermitente mostrou-se igualmente vantajoso quando comparado ao consumo de outras bebidas tradicionalmente utilizadas para fins de hidratação e de recuperação metabólica. Não houve diferença entre a reidratação com bebida láctea, leite desnatado e repositores hidroeletrolítico em relação aos parâmetros de hidratação avaliados (peso corporal, hematócrito e volume urinário). Não houve diferença em relação aos marcadores de desgaste muscular (CK e LDH) e metabólicos (lactato e glicose) sob o consumo das diferentes bebidas de hidratação. Assim, é possível afirmar que a bebida láctea desenvolvida é tão efetiva quanto bebidas habitualmente utilizadas para a reposição de fluidos, como os repositores hidroeletrolíticos e o leite desnatado demonstrando eficácia na reposição hídrica e na recuperação metabólica no momento pós-exercício.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIC (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ). Estatísticas indicadores da indústria de café no Brasil. Disponível em: <http://www.abic.com.br/estatisticas.html>. Acesso em junho de 2007 30.

ANJOS, M.A.B., FERNANDES FILHO, J., NOVAES, J.S. Características somatotípicas, dermatoglíficas e fisiológicas do atleta de triatlo. **Fitness & Performance Journal** v.2, n.1, 49-57, 2003.

AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE (ACSM). Position stand on exercise and fluid replacement. **Medicine & Science of Sports Exercise**; 377-389, 2007.

AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE (ACSM). **Diretrizes do ACSM para a realização do teste de esforço e sua Prescrição**. 6 Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

ARIAS G., M.P.; DIAZ H., D.P.; ARISTIZABAL R., J.C.; JARAMILLO L., H.N. Efeitos da desidratação, durante exercício sub-máximo de longa duração, na concentração sangüínea do lactato, na frequência cardíaca e na percepção subjetiva do esforço. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. 9 (4): 41-46, 2001.

ARMSTRONG, L., C.MARESH, J. CASTELLANI, et al.. Urinary indices of hydration status. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, 4:265–279, 1994.

ARRUDA, A. C.; FERREIRA, M. A. M.; MINIM, V. P. R. Perfil dos consumidores de café de Viçosa/MG: Um estudo exploratório. In: **V Simpósio de Pesquisas de Cafés do Brasil**, 2007, Águas de Lindóia, 2007.

BAK JF, MOLLER N, SCHMITZ O, RICHTER EA, PEDERSEN O. Effects of hyperinsulinemia and hyperglycemia on insulin receptor function and glycogen synthase activation in skeletal muscle of normal man. **Metabolism**, 40:830–5,1991.

BENEKE. R. et al.. Modeling the blood lactate kinetics at maximal short-term exercise conditions in children, adolescents, and adults. **Journal of Applied Physiology**, v. 99, p. 499-504, 2005.

BESSA A, NISSEMBAUM M, MONTEIRO NA, GANDRA PG, NUNES LAS, BASSINI-CAMERON A, et al. High intensity ultraendurance promotes early release of muscle injury markers. **British Journal of Sports Medicine** , 42(11):589-593, 2008.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine & Science of Sports Exercise**, v.14, p. 377 – 87, 1982.

BRANCACCIO P, MAFFULLI N, LIMONGELLI FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. **British Medical Bulletin**;81-82(1):209-230, 2007.

BRAVO, R. Tesis doctoral y trabajos de investigación científica. Madrid: **Paraninfo**; 1996.

BRET, C. et al.. Differences in lactate exchange and removal abilities in athletes specialized in different track running events (100 to 1500 m). **International Journal of Sports Medicine**, v. 24, p.108-113, 2003.

BRUCE RA, KUSUMI F, HOSMER D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. **American Heart Journal**, 85 (4): 546-62, 1973.

BURKE, L.M., HAWLEY, J.A. Fluid Balance in team sports: Guidelines for optimal practices. **Journal Sports Science**, v.15, p.287-295, 1997.

BYARS,A, KEITH, S., SIMPSON, W et al.. The influence of a pre-exercise sports drink (PRX) on factors related to maximal aerobic performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, 7:12, 2010.

CASA, D.J., ARMSTRONG, L.E., HILLMAN, S.K., MOUNTAIN, S.J., REIFF, R.F., RICH, B.S.E., et al.. National Athletic Trainers` Association Position Statement: fluid replacement for athletes. **Journal of Athletic Training**, v. 35, n.2, p. 212-24, 2000.

CAPUTO, F., STELLA, SG, MELLO, M.T. et al., Índices de potência e **capacidade** aeróbia obtidos em cicloergômetro e esteira rolante: comparações entre **corredores**, ciclistas, triatletas e sedentários. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. V9, nº 4, 2003

CHEUVRONT, S. N., E. M. HAYMES, and M. N. SAWKA. Comparison of sweat loss estimates for women during prolonged high-intensity running. . **Medicine & Science of Sports Exercise**, 34:1344-1350, 2002.

CHEUVRONT, S. N., R. CARTER III, S. J. MOUNTAIN, and M. N. SAWKA. Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.**, 14:532-540, 2004.

COCATE, P.G., ALMEIDA, G.L., BRASIL, T.A., CARVALHO, M.V., MARINS, N.O.M., MARINS, J.C.B. Ingestão pré-exercício de um "café da manhã": resposta da glicemia sanguínea em exercício cicloergométrico de baixa intensidade. **Revista Mineira de Educação Física** , v.12, n.2, p. 241, 2004.

COCKBURN, E.; HAYES, P.R.; FRENCH, D.N. et al. Acute milk-based protein-CHO supplementation attenuates exercise-induced muscle damage. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, 33: 775-783, 2008.

COSTA, L. P. Problemática do aperfeiçoamento da resistência e da endurance em face das condições ambientais brasileiras. **Caderno didático**. São Paulo. 4(2):15-46, 1973.

EGERMANN M.; BROCAI, D.; LILL CA, SCHMITT H. Analysis of injuries in long-distance triathletes. **International Journal Sports of Medicine**, 24(4):271-6, 2003.

FEBBRAIO, M.K.; DANCEY J. Skeletal muscle energy metabolism during prolonged, fatiguing exercise. **Journal Applied Physiology**, 87(6):2341-7, 2003.

FERREIRA, F.G.; MARINS, J.C.B. Nível de conhecimento e hábitos de hidratação de atletas veteranos do atletismo. In: **Simpósio Internacional de Ciência do Esporte**. Out-08-12. São Paulo, 2002.

FERREIRA, F. G. (2007) *Hidratação e perda hidromineral em corredores e indivíduos ativos*. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1-143. (Em Português: Resumo em Inglês).

FRIDEN J., LIEBER, R.L. Segmental muscle fiber lesions after repetitive eccentric contractions. **Cell Tissue Res**, 293:165-171, 1998.

GLADDEN, L. B. Muscle as a consumer of lactate. **Medicine & Science of Sports Exercise**, Madison, v. 32, n. 4, p.764-771, 2000.

GLANER, M.F.; LIMA, W.A.; JOVITA, L.C.C. Ausência de desgaste agudo da musculatura esquelética e cardíaca em atletas amadores de triathlon. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, 11(1):37-42,2009.

GREENLEAF, J. Problem: Thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration. **Medicine & Science of Sports Exercise**, 24 (6) 645-56,1992.

GUERRA, I. *Efeito de diferentes estratégias de reposição de líquidos e de carboidratos no desempenho de jogadores de futebol*. **Tese de doutorado**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1-92. (Em Português: Resumo em Inglês), 2004.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Rev. Nutr.** v. 19, n. 4, 2006 .

HERMAN, L., FOSTER, C., MAHER, M.A., et al. Validity and reliability of the



session RPE method for monitoring exercise training intensity. **South African Journal of Sports Medicine**, v. 18, no. 1, p. 14-17, 2006.

HOWLEY, E.T.; BASSETT JUNIOR, D.R.; WELCH, H.G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.27, n.9, p.1292-301, 1995.

HORSWILL, CA. Effective fluid replacement. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**,175-95,1998.

INSTITUTO HERMES PARDINI (IHM). **Manual de Exames e Serviços**. Lastro Editora. 2006/2007.

IOC (International Olympic Committee) (2010) IOC Consensus statement on sports nutrition 2010. Disponível em: <http://www.olympic.org/Documents/Reports/EN/CONSENSUS-FINALv8-en.pdf> (acessado 11 Junho 2011).

IDF. International Diabetes Federation. Diretriz para o gerenciamento da glicose pós-prandial. Disponível em: [http://www.idf.org/webdata/docs/Portuguese%20Brazilian\\_GMPG%20Final%20150208.pdf](http://www.idf.org/webdata/docs/Portuguese%20Brazilian_GMPG%20Final%20150208.pdf) (acessado 21 de agosto de 2011).

ISAK. **The International Society for Advancement of the Kinantropometry**. 1º Ed. Australia: National Library of Australia, 2001.

IVY, J.L., H.W. GOFORTH JR., B.W. DAMON, T.R. MCCAULEY, E.C. PARSONS, AND T.B. PRICE. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. **Journal of Applied Physiology**, 93(4):1337-1344, 2002.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition** .40:497-504,1978.

JAMES, L.J; CLAYTON D.; EVANS, G.H.Effect of milk protein addition to a carbohydrate-electrolyte rehydration solution ingested after exercise in the heat. **British Journal of Nutrition**, 105: 393–9, 2011.

JANSSEN, P. **Training lactate pulse-rate**. Finland: Polar, 1992.

KAASTRA B, MANDERS RJ, VAN BREDA E, KIES A, JEUKENDRUP AE, KEIZER HA, KUIPERS H, VAN LOON LJ. Effects of increasing insulin secretion on acute postexercise blood glucose disposal. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 38(2):268-75, 2006.

KANTER, M.M., LESMES, G.R., NEQUIN, N.D., KAMINSKY,L.A., SAEGER, J.M. Serum lipid levels and lipid peroxidation in ultramarathon runners. **Ann Sports Medicine**, v. 3, p. 39-41, 1986.

KANTER, M.M.; HAMLIN, R.L.; UNVERFERTH, D.V.; DAVIS, H.W.; MEROLA, A.J. Effect of exercise training on antioxidative enzymes and cardiotoxicity of doxorubicin. **Journal Apply Physiology**, v. 59, p.1298-303, 1985.

KARVONEN, M.J.; KENTALA, E.; MUSTALA, O. The effects of training on heart rate: A longitudinal study. **Ann Med Exper Fenn.** 35(3):307-315, 1957

KELLER U, SZINNAI G, BILZ S ET AL.. Effects of changes in hydration on protein, glucose and lipid metabolism in man: impact on health. European Journal of **Clinical Nutrition** 57: S69–S74,2003.

KESANIEMI Y, DANFORTH E, JENSEN M, KOPELMAN P, LEFEBVRE P, REEDER B. Dose-response issues concerning physical activity and health an evidence based symposium. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** 33 (6):351-358S, 2001.

LAURIA, A.A.; MARINS, J.C.B.; MARQUES, F.A.D.; *et. al.* Fidedignidade intra e inter dias da frequência cardíaca de repouso. **Fitness Performance Journal.** 9(1):66-71, 2010.

LEHMANN M, GASTMANN U, PETERSEN KG, BACHL N, SEIDEL A, KHALAF AN, FISHER S, KEUL J. Training overtraining: performance, and hormone levels, after a defined increase in training volume versus intensity in experienced middle- and long-distance runners. **British Journal of Sports Medicine**, 26(4):233-242 ,1993.

LESER, S. Potential role for protein in assisting post-exercise rehydrationnbu\_1897 224.**Nutrition Bulletin**, 36, 224–234, 2011.

LONDEREE, B.R. Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.29, p.837-43, 1997.

MARINS, J.C.B.; ARGUDO, C.; IGLESIAS, M.L. et al.. Hábitos de hidratação en un colectivo de pruebas de resistencia. **Selección.** 13(1).18-28, 2004.

MARINS, J. C. B. Estudo da função gastrointestinal. **Revista Mineira de Educação Física**, UFV, v. 1, n. 2, p. 20-27, 1993.

MAUGHAN, R.J, LEIPER, J.B. Fluid replacement requirements in soccer. **Journal of Sports Science**, 1994; 12: S29-S34.

MCARDLE, W.D.K.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano.** 5ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2003.

MELLER, M. **Treinamento físico: bases e princípios fisiológicos.** São Paulo: E.P.U, 1989.

MEYER, F.; PERRONE, C.A. Hidratação pós-exercício –Recomendações e Fundamentação científica. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Porto Alegre, v 12, n. 2, p.87-90, 2004.

MOUGIOS V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. **British Journal of Sports Medicine**, 419(10):674–678,2007.

NOAKES, T.D. Effect of exercise on serum enzyme activities in humans. **Sport Medicine**, 4 (4) 254-67, 1987.

NOONAN TJ, GARRETT WE. Muscle strain injury: diagnosis and treatment. **Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**;7(4):262-269, 1999.

OPPLINGER, R.A.; BARTOK, C. Hydration testing of athletes. **Sports Medicine**, v.32, p.959-971, 2002.

Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water. Chapter 4, Water. In: **Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate**. Washington, D.C.: Institute of Medicine, National Academy Press, p. 73-185, 2005.

POLLOCK, M & WILMORE, J. **Exercícios na saúde e na doença**. Rio de Janeiro: Medsi, 1993

PORTAL, M.; FONSECA, C.; OLIVEIRA, A.; SEQUEIROS, J.; OLIVEIRA, E.; ARÊDES, S.; FERRÃO, M.; DANTAS, E. Predominância do tipo de fibra muscular e sua relação com a capacidade aeróbia de corredores de provas de fundo. **Fitness Performance Journal**, v. 3, n. 4, p. 211-7, 2004.

ROMANO-ELY, B. C., M. K. TODD, M. J. SAUNDERS, T. ST. LAURENT. Effect of an Isocaloric Carbohydrate-Protein- Antioxidant Drink on Cycling Performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 9, p. 1608-1616, 2006.

ROY, B.D. Milk: the new sports drink? A Review. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, 5:15, 2008.

SBC. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 95 (5 supl 1) p. 1-26, 2010.

SEIFERT, J.; HARMON DECLERCQ, P. Protein added to a sport drink improves fluid retention. **International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism**, 16: 420–9, 2006.

SETTE, R. de S. Estratégias de marketing para aumento do consumo de café entre os jovens. In: **III Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. EMBRAPA, Porto Seguro, 2003.

SHARP, R.L. Role of whole foods in promoting hydration after exercise in humans. **Journal of the American College of Nutrition**, 26: 592S–6S, 2007.

SHI X, GISOLFI CV. Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. **Sports Medicine**, 25 (3):157-72, 1998.

SHIRREFFS S.M. The optimal sports drink. *Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 51, 25–9, 2003.

SHIRREFFS, S. M., A. J. TAYLOR, J. B. LEIPER, and R. J. MAUGHAN. Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 28:1260-1271, 1996.

SHIRREFFS, S.M.; WATSON, P.; MAUGHAN, R.J. Milk as an effective post-exercise rehydration drink. **British Journal of Nutrition**, v.98, p. 173–180, 2007.

SIQUEIRA, L.O.; MUCCINI, T.; AGNOL, L.D. et al. Análise de parâmetros bioquímicos séricos e urinários em atletas de meia maratona. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, 53(7):844-52, 2009.

SIRI, W.E. The gross composition of the body. **Advances in Biological and Medical Physics**, 4, 239-80, 1956.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE (SBME). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, nº 3, p.3-12, 2009.

TANAKA, H., MONAHAN, K., SEAL, D. Age- predicted maximal Heart rate revisited. **Journal of American College of Cardiology**, v.37, p.153-6, 2001.

THOMAS, C. et al.. Relationship between maximal muscle oxidative capacity and blood lactate removal after supramaximal exercise and fatigue indexes in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 97, p. 2132-2138, 2004.

TOTSUKA M, NAKAJI S, SUZUKI K, SUGAWARA K, SATO K. Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. **Journal of Applied Physiology**, 2002;93(4):1280-1286.

VAN LOON LJ, SARIS WH, KRUIJSHOOP M, WAGENMAKERS AJ. Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. **American Journal of Clinical Nutrition**, 72(1):106-11, 2000.

WATSON, P.; LOVE, T.D.; MAUGHAN, R.J.; SHIRREFS, S.M. A comparison of the effects of milk and a carbohydrate-electrolyte drink on the restoration of fluid balance and exercise capacity in a hot, humid environment. **European Journal of Applied Physiology**, 104:633–642, 2008.

WESTERBLAD, H.; ALLEN, D.G.; LÄNNERGREN, J. Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause? **News in Physiological Sciences**, v. 17, p. 17-21, February, 2002.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**, 1ª ed. São Paulo, Editora Manole, 2001.

WOJCIK, J.R., J. WALBER-RANKIN, L.L. SMITH, F.C. GWAZDAUSKAS. Comparison of carbohydrate and milk-based beverages on muscle damage and glycogen following exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism** 11(4):406-419, 2001.

WU HJ, CHEN KT, SHEE BW, CHANG HC, HUANG YJ, YANG RS. Effects of 24 h ultra-marathon on biochemical and hematological parameters. **World Journal of Gastroenterology**,10(18): 2711-2714, 2004.

WYSS M, KADDURAH-DAOUK R. Creatine and creatinine metabolism. **Physiological Reviews** 2000;80(3):1107-1113.

## CONCLUSÃO GERAL

A bebida láctea sabor café com fins específicos para atletas apresentou uma boa aceitação obtendo média 7,6 numa escala hedônica de nove pontos. Apresentou composição centesimal foi favorável a uma recuperação hídrica e metabólica decorrente do exercício de *endurance*. A concentração de sódio e potássio foi inferior àqueles valores geralmente encontrados em bebidas esportivas para a reposição de fluidos. O consumo da bebida láctea poderá contribuir para a adequação do consumo de cálcio por atletas. A osmolalidade apresentada permite classificá-la como isotônica.

Em relação aos parâmetros fisiológicos e metabólicos, não houve diferença nos parâmetros de hidratação avaliados (peso corporal, hematócrito e volume urinário) quando comparado o consumo da bebida láctea com o consumo leite desnatado e do repositores hidroeletrolítico. Não houve diferença em relação aos marcadores de desgaste muscular (CK e LDH) e metabólicos (lactato e glicose) sob o consumo das diferentes bebidas de hidratação.

Assim, pode-se concluir que a bebida láctea possui características favoráveis a uma adequada recuperação corporal pós exercício de longa duração, visto que se mostrou tão efetiva quanto bebidas habitualmente utilizadas para a reposição de fluidos, como o leite desnatado e o repositores hidroeletrolítico. O sabor de café da bebida láctea poderá ser um fator positivo a ser explorado na elaboração da estratégia de *marketing* para inserção deste novo produto no mercado, visto a boa aceitação de produtos

oriundos do café pelo público jovem e o grande consumo por atletas de produtos relacionados à cafeína, a qual está presente no café.

Quando comparada com tradicionais repositores hidroeletrólíticos, a bebida láctea sabor café apresentou vantagens em sua composição que contribuem para uma alimentação saudável como uma menor concentração de sódio e presença de cálcio e proteínas. Os valores de sódio, cálcio e proteínas da bebida láctea lhe garante vantagens comerciais frente aos tradicionais repositores hidroeletrólíticos, visto que estes nutrientes estão associados à promoção da saúde óssea e cardiovascular. Além disso, a presença de proteínas de alto valor biológico pode contribuir para uma maior retenção hídrica, visto a propriedade osmótica das proteínas.

Considerando que a população atlética está submetida ao estresse do treinamento físico e que pode, assim, exigir maiores atenções nutricionais, a bebida láctea sabor café pode ser um alimento nutritivo e de boa aceitação sensorial para ser utilizada no momento recuperativo.

Desta forma a bebida láctea sabor café é um produto promissor na área de nutrição esportiva voltada para a hidratação e recuperação energética de atletas e pessoas fisicamente ativas que praticam exercícios de longa duração.

## **ANEXOS**



## ANEXO I

### **PAR-Q (Physical Activity Readiness Questionnaire)**

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

|   |
|---|
| <b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA</b><br><b>DEPARTAMENTO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS</b> |
|---|

AVALIADO: \_\_\_\_\_

|   |
|---|
| <b>FORMULÁRIO DE TERMO DE CONSENTIMENTO</b> |
|---|

“Concordo voluntariamente em me submeter a uma pesquisa, que tem como finalidades avaliar as respostas cardiovasculares e orgânicas gerais, frente a aplicação de diferentes tipos de hidratação seguido de um período de esforço físico de alta intensidade. Sou sabedor que este esforço será realizado nas dependências do Departamento de Educação Física (UFJF), com possibilidade de aparecimentos de sintomas como cansaço, falta de ar, elevada frequência cardíaca, sudorese, durante a prática ou ao final desta, recuperando facilmente este quadro, sendo mínimas as probabilidades de ocorrerem condições de difícil controle clínico. Sou sabedor ainda que não receberei nenhum tipo de vantagem econômica ou material por participar do estudo, além de poder abandonar a pesquisa em qualquer etapa de seu desenvolvimento. Estou em conformidade que meus resultados obtidos, sejam divulgados no meio científico, sempre resguardando minha individualidade e identificação. Declaro ainda que não sou possuidor de nenhuma comprometimento metabólico ou orgânico que me impeça de realizar um exercício físico. Estou suficientemente informado pelos membros do presente estudo, sobre as condições em que irão ocorrer as provas experimentais, sobre responsabilidade da professora Dr. Valeria Paula Rodrigues Minim e sua equipe de trabalho.”

Assinatura

-----  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Valéria Paula R. Minim  
Responsável pelo projeto

-----  
Prof. Ana Paula Muniz Guttierres  
Orientada

-----  
Voluntário

Viçosa, \_\_\_\_\_ de 2010

## ANEXO 3

Tabela 1- Valores médios da FC e do IPE ao final de cada bloco do protocolo de exercícios.

| <i>Tempo</i> | 0  | 5   | 10  | 15  | 20  | 22  | 25  | 30  | 35  | 37  | 40  | 45  | 50  | 52  | 55  | 60  | 65  | 67  | 70  | 75  | 80  | 82  | 85  | <i>Média ± DP</i> |
|--------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|
| FC BL        | 81 | 126 | 141 | 159 | 169 | 176 | 109 | 162 | 166 | 178 | 119 | 162 | 171 | 181 | 118 | 164 | 172 | 182 | 116 | 161 | 174 | 183 | 111 | 151,7 ± 29,4      |
| IPE BL       | 6  | 6   | 7   | 9   | 11  | 14  | 7   | 9   | 13  | 15  | 8   | 11  | 13  | 16  | 9   | 12  | 14  | 17  | 8   | 12  | 15  | 18  | 8   | 11 ± 3,5          |
| FC L         | 77 | 120 | 132 | 155 | 163 | 171 | 109 | 161 | 170 | 177 | 116 | 159 | 169 | 178 | 120 | 155 | 159 | 173 | 116 | 154 | 164 | 176 | 114 | 147,3 ± 27,8      |
| IPE L        | 6  | 7   | 8   | 10  | 13  | 15  | 8   | 11  | 14  | 16  | 9   | 10  | 14  | 16  | 8   | 11  | 14  | 16  | 9   | 11  | 15  | 17  | 8   | 12 ± 3,2          |
| FC RH        | 84 | 136 | 142 | 160 | 168 | 177 | 11  | 161 | 166 | 176 | 113 | 162 | 170 | 178 | 113 | 160 | 171 | 176 | 112 | 158 | 168 | 178 | 142 | 151,2 ± 27,3      |
| IPE RH       | 6  | 8   | 9   | 11  | 14  | 14  | 9   | 11  | 14  | 14  | 9   | 12  | 13  | 15  | 9   | 12  | 14  | 16  | 10  | 12  | 16  | 17  | 9   | 12 ± 2,7          |

Nota: Tempo em minutos de exercício; FC = Frequência cardíaca em batimentos por minuto; IPE=Valor do Índice de Percepção do Esforço. BL=Bebida Láctea; L= Leite; RH =Repositor hidroeletrolítico.

## ANEXO 4

Tabela 2- Resumo da ANOVA dos Parâmetros de Hidratação dos Atletas Avaliados.

| Parâmetros de Hidratação         | FV       | GL  | QM      | F     | P     |
|----------------------------------|----------|-----|---------|-------|-------|
| Peso Perdido                     | B        | 2   | 0,185   | 0,939 | 0,401 |
|                                  | Residual | 33  | 0,197   |       |       |
|                                  | Total    | 35  |         |       |       |
| Consumo de bebida da recuperação | B        | 2   | 0,00289 | 0,939 | 0,401 |
|                                  | Residual | 33  | 0,00308 |       |       |
|                                  | Total    | 35  |         |       |       |
| Percentual de desidratação       | B        | 2   | 0,481   | 1,012 | 0,375 |
|                                  | Residual | 33  | 0,475   |       |       |
|                                  | Total    | 35  |         |       |       |
| Desidratação Relativa            | B        | 2   | 0,537   | 1,154 | 0,328 |
|                                  | Residual | 33  | 0,466   |       |       |
|                                  | Total    | 35  |         |       |       |
| Volume de Urina                  | B        | 2   | 0,0693  | 1,131 | 0,326 |
|                                  | t        | 3   | 1,132   |       |       |
|                                  | B*t      | 6   | 0,0171  | 0,278 | 0,946 |
|                                  | Residual | 131 | 0,0613  |       |       |
|                                  | Total    | 142 | 0,0822  |       |       |
| Densidade da Urina               | B        | 2   | 42,764  | 0,479 | 0,621 |
|                                  | D        | 1   | 133,389 |       |       |
|                                  | B*D      | 2   | 114,181 |       |       |
|                                  | Residual | 66  | 89,242  |       |       |
|                                  | Total    | 71  | 89,257  |       |       |

Nota: B=Bebida; t=Tempo; B\*t=Interação Bebida versus Tempo; D=Densidade da urina; B\*D= Interação Bebida versus Densidade da urina.

## ANEXO 5

Tabela 3. Resumo da ANOVA dos Parâmetros Sanguíneos dos Atletas Avaliados.

| Parâmetros Sanguíneos | FV       | GL  | QM         | F      | P      |
|-----------------------|----------|-----|------------|--------|--------|
| Hematócrito           | B        | 2   | 26,299     | 2,039  | 0,134  |
|                       | T        | 3   | 56,141     | 4,353  | 0,006  |
|                       | B* t     | 6   | 2,626      | 0,204  | 0,975  |
|                       | Residual | 132 | 12,898     |        |        |
|                       | Total    | 143 | 13,561     |        |        |
| CK                    | B        | 2   | 83089,525  | 2,668  | 0,073  |
|                       | t        | 3   | 133838,887 | 4,297  | 0,006  |
|                       | B* t     | 6   | 2100,985   | 0,0675 | 0,999  |
|                       | Residual | 132 | 31147,446  |        |        |
|                       | Total    | 143 | 32809,542  |        |        |
| LDH                   | B        | 2   | 217142,090 | 2,204  | 0,114  |
|                       | T        | 3   | 70827,602  | 0,719  | 0,542  |
|                       | B*t      | 6   | 33257,331  | 0,338  | 0,916  |
|                       | Residual | 132 | 98509,199  |        |        |
|                       | Total    | 143 | 96849,827  |        |        |
| LAC                   | B        | 2   | 116,729    | 1,081  | 0,342  |
|                       | t        | 3   | 6655,312   | 61,635 | <0,001 |
|                       | B* t     | 6   | 53,465     | 0,495  | 0,811  |
|                       | Residual | 132 | 107,979    |        |        |
|                       | Total    | 143 | 243,171    |        |        |
| GLI                   | B        | 2   | 26,361     | 0,152  | 0,859  |
|                       | t        | 3   | 499,118    | 2,871  | 0,039  |
|                       | B* t     | 6   | 137,139    | 0,789  | 0,580  |
|                       | Residual | 132 | 173,876    |        |        |
|                       | Total    | 143 | 177,094    |        |        |

Nota: B=Bebida; t=Tempo; B\*t=Interação Bebida versus Tempo. LDH=Enzima Lactato Desidrogenase; LAC=Lactato; GLI=glicose.

## ANEXO 6

Escala de Percepção Subjetiva do Esforço ou Escala de Borg.

### PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (Borg & Noble, 1974)

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| 6  | -                              |
| 7  | <b> muito fácil</b>            |
| 8  | -                              |
| 9  | <b> fácil</b>                  |
| 10 | -                              |
| 11 | <b> relativamente fácil</b>    |
| 12 | -                              |
| 13 | <b> ligeiramente cansativo</b> |
| 14 | -                              |
| 15 | <b> cansativo</b>              |
| 16 | -                              |
| 17 | <b> muito cansativo</b>        |
| 18 | -                              |
| 19 | <b> exaustivo</b>              |
| 20 | -                              |