

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS FORMULADAS COM  
LEITE, SORO DE LEITE E EXTRATO DE ARROZ VERMELHO:  
ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS E  
SENSORIAL**

Josianny Alves Boêno

Orientador: Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau

GOIÂNIA  
2014



**Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TE-DE) na Biblioteca Digital da UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico:  Dissertação  Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor: **JOSIANNY ALVES BOÊNO** E-mail: **josianny.boeno@ifgoiano.edu.br**

Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?  Sim  Não

Vínculo Empregatício do autor: **INSTITUTO FEDERAL GOIANO CÂMPUS MORRINHOS** Agência de fomento:

País: **BRASIL** UF: **GO** CNPJ: **10.651.417/0003-30** Sigla: **IF GOIANO**

Título: **BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS FORMULADAS COM LEITE, SORO DE LEITE E EXTRATO DE ARROZ VERMELHO: ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS E SENSORIAL** Palavras-chave: **Oryza sativa L., aproveitamento de subprodutos, desenvolvimento de bebidas, soro lácteo**

Título em outra língua: **Fermented lactose beverages formulated with milk, milk serum and red rice extract: physical, chemical, microbiological and sensorial aspects**

Palavras-chave em outra língua: **Oryza sativa L., byproducts use, beverage development, lactic serum**

Área de concentração: **Sanidade Animal, Higiene e Tecnologia de Alimentos** Data defesa: (dd/mm/aaaa) **13/10/14**

Programa de Pós-Graduação: **CIÊNCIA ANIMAL**

Orientador(a): **Edmar Soares Nicolau** E-mail: **rena@cpa.evz.ufg.br**

Co-orientador(1): **Diego Palmiro Ramirez Ascheri** E-mail: **ascheridpr@gmail.com**

Co-orientador(2): **Bruno de Andrade Martins** E-mail: **bruno.martins@ifgoiano.edu.br**

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?  total  parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

[  ] Capítulos. Especifique:

[  ] Outras restrições:

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Goiânia 12 de dezembro de 2014

*Josianny Alves Boêno*  
**Josianny Alves Boêno**  
Assinatura do(a) autor(a)

<sup>1</sup> Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

JOSIANNY ALVES BOËNO

**BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS FORMULADAS COM  
LEITE, SORO DE LEITE E EXTRATO DE ARROZ VERMELHO:  
ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS E  
SENSORIAL**

Tese apresentada para obtenção do grau  
de Doutor em Ciência Animal junto a  
Escola de Veterinária e Zootecnia da  
Universidade Federal de Goiás

**Área de Concentração:**

Sanidade Animal, Higiene e Tecnologia de Alimentos

**Linha de Pesquisa:**

Higiene, Ciência, Tecnologia e Inspeção de Alimentos

**Orientador:**

Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau – EVZ/UFG

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Diego Palmiro Ramirez Ascheri – UEG

Prof. Dr. Bruno de Andrade Martins – IF Goiano

GOIÂNIA  
2014

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) GPT/BC/UFG

Boêno, Josianny Alves

Bebidas lácteas fermentadas formuladas com leite, soro de leite e extrato de arroz vermelho : aspectos físicos, químicos, microbiológicos e sensorial [manuscrito] / Josianny Alves Boêno. - 2014.

99 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ) , Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Goiânia, 2014.

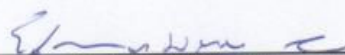
Bibliografia. Apêndice.

Inclui abreviaturas, lista de figuras, lista de tabelas.

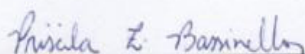
1. Oryza sativa L.. 2. Aproveitamento de subprodutos. 3. Desenvolvimento de bebidas. 4. Soro lácteo. I. Nicolau, Dr. Edmar Soares, orient. II. Título.

**JOSIANNY ALVES BOÊNO**

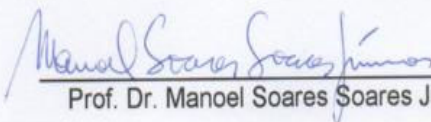
Tese defendida e aprovada em **13/10/2014** pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



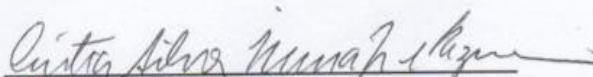
Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau  
(ORIENTADOR (A))



Profa. Dra. Priscila Zaczuk Bassinello - Embrapa



Prof. Dr. Manoel Soares Soares Júnior



Profa. Dra. Cíntia Silva Minafra e Rezende



Prof. Dr. Emmanuel Arnhold

Dedico aos meus pais, Antonio Júlio e Oziris, que foram alicerce da minha vida, à minha irmã Josielly e ao meu esposo Erlon, pelo carinho e companheirismo.

## AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas contribuíram, direta ou indiretamente para realização deste projeto. Seja oferecendo sugestões e conhecimentos, seja através de um gesto, um afago amigo. A todos gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos. Em especial:

Aos meus grandes mestres orientadores, professor Doutor Edmar Soares Nicolau (UFG), professor Doutor Diego Palmiro Ramirez Ascheri (UEG) e professor Doutor Bruno de Andrade Martins (IF Goiano), agradeço pelo apoio, ensino, compreensão e incentivo na execução de todo o trabalho escrito e experimental.

À parceria do Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Instituição Receptora, e Programa de Pós Graduação em Ciência Animal (PPGCA) da Universidade Federal de Goiás (UFG), Instituição Promotora, pelo Doutorado Interinstitucional em Ciência Animal, sem o qual seria impossível iniciar o doutorado ainda em estágio probatório e pela oportunidade em conciliar as atividades da docência.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio financeiro sem o qual não seria possível efetivar o projeto.

A Tânia Fernandes Veri Araújo (IF Goiano), que nos acompanhou, com muito carinho, desde o processo seletivo, sempre atenta aos detalhes, nos passando confiança e incentivando a cada etapa.

Ao IF Goiano Câmpus Morrinhos por permitir participar do curso de Doutorado e pelo apoio e auxílio na execução dessa pesquisa.

Ao IF Goiano Câmpus Urutaí, em nome dos profissionais Janine Mesquita Gonçalves e Roberto Sanda, pelas análises referentes à composição nutricional realizadas nas amostras, contribuindo para com o meu trabalho.

Ao Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás, em nome do professor Doutor Paulo Sérgio de Souza pelas análises referentes ao teor de minerais realizado nas amostras.

A Universidade Estadual de Goiás (UEG) pela oportunidade de realização das análises reológicas realizadas nas bebidas desenvolvidas.

Ao Serviço Nacional de Aprendizado Industrial (SENAI) Roberto Mange em Anápolis, em nome do professor Antônio Barcelo e do técnico Leonardo Rodrigues de Almeida pelas análises microbiológicas realizadas nas amostras.

Ao Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos da Faculdade de Farmácia na Universidade Federal de Goiás em nome de Ana Carolina C. Carvalhaes Costa pelas análises microbiológicas realizadas nas amostras.

Ao Centro de Pesquisa em Alimentos em nome dos profissionais Rodrigo Almeida de Oliveira, Magno Cândido da Silva Júnior e Marcos Vinícius Sotini, pela realização de algumas análises importantes, contribuindo também para com o meu trabalho.

A todos os servidores e alunos do IF Goiano Câmpus Morrinhos, por terem disponibilizado um pouco do seu tempo para fazer parte do painel sensorial, e aos funcionários dos Laboratórios (Alessandra Cristina Tomé, Luciano Moro Tozetto e André Luís Ribeiro) e as estudantes do Programa Institucional de Iniciação Científica - Pibic (Camila Fernanda Dias de Oliveira e Jordana Prado Vieira) e do Pibic Jr. (Nayara Rodrigues Oliveira e Janyne Ribeiro dos Santos), pela colaboração durante os testes preliminares.

Aos funcionários do setor de transporte do IF Goiano Câmpus Morrinhos (Fábio Carlos Felício Gonçalves, Brás Alves da Costa, Maurides Ferreira e Osmair Ponciano), por terem sido prestativos comigo, durante todo período de realização das análises.

Aos colegas do doutorado, do IF Goiano dos campi Morrinhos, Urutaí, Ceres e Rio Verde, pela convivência, companheirismo e auxílio.

A todos os professores e funcionários do IF Goiano Câmpus Morrinhos e da UFG, agradeço pelos ensinamentos, amizade e apoio na superação dos desafios, indicando sempre o melhor caminho a ser traçado. Em especial a professora Doutora Cíntia Silva Minafra e Rezende, professor Doutor Emmanuel Arnhold, ao Sr. Adair Arantes de Paula, José Humberto de Ávila e Alfredo de Godói Moraes pela amizade e companheirismo.

A minha primeira professora, “tia” Terezinha Amaral, que me alfabetizou e ensinou os primeiros passos para o meu crescimento profissional.

Aos meus pais, Antonio Júlio Alves Boêno e Oziris Mariano da Silva Boêno, pelos exemplos de vida e todo amor, carinho, apoio, dedicação em todos os momentos da minha vida.

A minha irmã, Josielly Alves Boêno, por tudo que ela sabe que fez nos momentos mais difíceis, para me incentivar e apoiar.

Ao Erlon Alves Ribeiro, meu esposo, por ter me incentivado sempre, pelo companheirismo e amizade, que me faz sentir orgulhosa pelo convívio desfrutado durante este tempo.

À família “Alves Ribeiro” minha outra família, em especial, Lázaro, Zulmira e Tânia, prontos a me ajudar, me sinto parte de vocês.

E a Deus agradeço sempre, por ter me concedido saúde, luz e perseverança necessárias para superar os pensamentos negativos e barreiras impostas pela vida, permitindo-me seguir em frente rumo à conquista de mais uma etapa de minha vida.

**Meu muito obrigada!**

*"O Homem é do tamanho do seu sonho."  
Fernando Pessoa*

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	IX
LISTA DE TABELAS .....	X
LISTA DE ABREVIATURAS .....	XI
RESUMO GERAL .....	XII
ABSTRACT GENERAL .....	XIII
CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
REFERÊNCIAS.....	12
CAPÍTULO 2. OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS ADICIONADAS DE EXTRATO DE ARROZ VERMELHO ...	19
RESUMO.....	19
ABSTRACT .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
INTRODUÇÃO .....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	33
CAPÍTULO 3. ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS ADICIONADAS DE EXTRATO DE ARROZ VERMELHO.....	37
RESUMO.....	37
ABSTRACT .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
INTRODUÇÃO .....	39
MATERIAL E MÉTODOS.....	41
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	57
CAPÍTULO 4. CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS E SENSORIAIS DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS DESENVOLVIDAS COM EXTRATO DE ARROZ VERMELHO.....	62
RESUMO.....	62
ABSTRACT .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
INTRODUÇÃO .....	64
MATERIAL E MÉTODOS.....	66
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71

<b>VISCOSIDADE APARENTE</b> .....	<b>71</b>
<b>SINÉRESE</b> .....	<b>73</b>
<b>ANÁLISE SENSORIAL</b> .....	<b>76</b>
<i>Teste de Preferência</i> .....	77
<i>Teste de Aceitação</i> .....	79
CONCLUSÃO.....	82
REFERÊNCIAS.....	83
APÊNDICES.....	90

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

FIGURA 1 - Análise de componentes principais dos atributos sabor, aroma, textura, cor e grumos de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho. .... 27

FIGURA 2 – Análise de componentes principais dos atributos textura, sabor e cor de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAV. Tratamento: T1 (10 % PEAV; 30 % PSL), T2 (30 % PEAV; 30 % PSL), T3 (10 % PEAV; 50 % PSL), T4 (30 % PEAV; 50 % PSL), T5 (6 % PEAV; 50 % PSL), T6 (34 % PEAV; 50 % PSL), T7 (20 % PEAV; 26 % PSL), T8 (20 % PEAV; 54 % PSL) e T9 (20 % PEAV; 40 % PSL)..... 28

### CAPÍTULO 3

FIGURA 1 - Valores médios de ph dos diferentes tratamentos de bebida láctea fermentada adicionada de extrato de farinha de arroz vermelho em diferentes tempos de armazenamento..... 46

FIGURA 2 – Análise de componentes principais das análises físico-químicas das bebidas lácteas fermentadas com adição de extrato de arroz vermelho... 51

FIGURA 3 – Análise de componentes principais de minerais de bebidas lácteas fermentadas com adição de extrato de arroz vermelho. .... 53

### CAPÍTULO 4

FIGURA 1 – Superfície de resposta para viscosidade aparente ( $\text{Pa S}^{-1}$ ) de bebida láctea fermentada adicionada de extrato de arroz vermelho em função da porcentagem de extrato de arroz vermelho EAVM (%) X Tempo (Dias)..... 71

FIGURA 2 – Sinérese  $\text{g (100 g)}^{-1}$  de bebida láctea fermentada adicionada de extrato de arroz vermelho em função da porcentagem de soro lácteo em substituição ao leite (SL) x Tempo de armazenamento (Dias).....74

FIGURA 3 – Sinérese  $\text{g (100 g)}^{-1}$  de bebida láctea fermentada adicionada de extrato de arroz vermelho em função da porcentagem de extrato de arroz vermelho EAVM (%) X Tempo (Dias)..... 75

FIGURA 4 – distribuição da frequência (%) dos atributos aparência, aroma, sabor e textura de bebida láctea fermentada adicionada de extrato de arroz vermelho em função de escala hedônica, no teste de aceitação ..... 80

FIGURA 5 – Índice de aceitação (%) da bebida láctea fermentada adicionada de arroz vermelho ..... 81

FIGURA 6 – Escala de atitude de compra (%) da bebida láctea fermentada adicionada de arroz vermelho ..... 81

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

TABELA 1 – Formulações preliminares para a elaboração de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho (EAV), soro lácteo (SL), leite, sacarose e cultura láctea.....	24
TABELA 2 – Escala de valores utilizados para a discriminação dos atributos sensoriais das bebidas lácteas fermentadas a base de extrato de arroz vermelho.....	25
TABELA 3 - Valores codificados das variáveis proporção de extrato de arroz-vermelho (peav) e proporção de soro lácteo (PSL) aplicado na elaboração de bebidas lácteas fermentadas.....	25
TABELA 4 – Sinérese e textura de bebidas lácteas fermentadas contendo amido de milho, gelatina em pó sem sabor e GFG (estabilizantes) e extratos de arroz vermelho cozido por método convencional (EAV) e em micro-ondas (EAVM).....	30

### CAPÍTULO 3

TABELA 1 - Valores codificados e reais das variáveis extrato de arroz vermelho (EAV) e soro lácteo (SL) aplicado na elaboração de bebidas lácteas fermentadas .....	42
TABELA 2 – Caracterização físico-química do leite pasteurizado homogeneizado integral, do soro lácteo e do arroz vermelho cru, utilizados na elaboração de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho (média $\pm$ desvio padrão).....	45
TABELA 3 – Média da caracterização físico-química, macro e micro elementos das bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho nos diferentes tempos de armazenamento .....	47

### CAPÍTULO 4

TABELA 1 - Valores codificados e reais das variáveis extrato de arroz vermelho (EAV) e soro lácteo (SL) aplicado na elaboração de bebidas lácteas fermentadas .....	67
TABELA 2 - Sinérese dos diferentes tratamentos de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de farinha de arroz vermelho (média $\pm$ desvio padrão).....	73
TABELA 3 - Somatória dos valores obtidos pelo teste de ordenação-preferência das bebidas lácteas fermentadas elaboradas com adição de extrato de arroz vermelho.....	77

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACP	Análise de componentes principais
ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BPF	Boas práticas de fabricação
CPA	Centro de Pesquisa em Alimentos
DBO	Demanda biológica de oxigênio
DCCR	Delineamento composto central rotacional
DMS	Diferença mínima significativa
EVZ	Escola de Veterinária e Zootecnia
EAV	Extrato de arroz vermelho elaborado por cocção convencional
	Extrato de arroz vermelho elaborado por cocção em micro-ondas
EAVM	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
	Teste F calculado
EMBRAPA	<i>Food and Agriculture Organization</i>
F	Mistura de gelatina e amido de milho disponível no mercado
FAO	Grau de liberdade
GFG	Índice de aceitabilidade
GL	Instituto Federal Goiano
IA	Instrução normativa
IF Goiano	Viscosidade newtoniana
IN	Número mais provável
$\eta$	Porcentagem de extrato de arroz vermelho
NMP	Programa Institucional de Iniciação Científica
PEAV	Porcentagem de soro lácteo
PIBIC	Quadrado Médio
PSL	Rotações por minuto
Q.M.	Regulamento técnico de identidade e qualidade
RPM	Serviço Nacional de Aprendizado Industrial
RTIQ	Soro lácteo
SENAI	Soma dos quadrados do erro
SL	Soma dos quadrados
SSE	Tensão de cisalhamento
S.Q.	Termo de consentimento livre e esclarecido
$\tau$	Universidade Estadual de Goiás
TCLE	Unidade Formadora de Colônia
UEG	Universidade Federal de Goiás
UFC	<i>United States Department of Agriculture</i>
UFG	Probabilidade
USDA	Taxa de deformação
Valor-p	
$\gamma$	

# BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS FORMULADAS COM LEITE, SORO DE LEITE E EXTRATO DE ARROZ VERMELHO: ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS E SENSORIAL

## RESUMO GERAL

O desenvolvimento de bebidas lácteas adicionadas de extrato de arroz diversifica o mercado de lácteos. E a utilização de coprodutos da indústria minimiza a geração de resíduos. Por esse motivo, teve-se como objetivo neste estudo, elaborar bebidas lácteas fermentadas com adição de extrato de arroz vermelho (EAV) e soro lácteo, coproduto de laticínios, para enriquecer a bebida láctea desenvolvida. Esta bebida além do baixo custo, possivelmente irá contribuir com a saúde de portadores de doença celíaca ou alérgicas ao leite, devido a utilização de arroz e ao reduzido teor de leite utilizado. Utilizou-se leite integral pasteurizado, soro de queijo Minas Frescal e iogurte natural. Para a obtenção do EAV, triturou-se o arroz vermelho em liquidificador e adicionou-se água, na proporção de 5:1. Aqueceu-se a 85 °C e bateu-se por 2 min. O EAV foi utilizado nas proporções (6, 10, 20, 30 e 34 %), e o soro lácteo em substituição na base láctea (SL) (26, 30, 40, 50 e 54 %). Adicionaram-se 10 % de sacarose e 0,3 % de estabilizante GFG às misturas. Estas bebidas, após atingir a temperatura de 45 °C, receberam 2,5 % do inóculo, deixando-se em isolamento térmico por 5h. Em seguida, refrigerou-se a 8 °C por 10h. Após esse período, as amostras foram homogeneizadas e armazenadas sob refrigeração a 5 °C. O delineamento experimental foi o Delineamento Composto Central Rotacional, sendo elaborados 11 tratamentos de bebidas lácteas fermentadas, ou seja, um fatorial completo 2<sup>2</sup>, incluindo 4 pontos axiais e 3 repetições no ponto central. Foram realizados ensaios físico-químicos (pH e acidez titulável) na matéria prima, com a finalidade de verificar a qualidade do leite e soro utilizados, assim como nas bebidas lácteas fermentadas, logo após sua elaboração e após 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 e 56 dias de armazenamento a 5 °C. Foram feitas análises microbiológicas (determinação qualitativa de *Salmonella* sp., coliformes totais, coliformes a 45 °C, e contagem de Estafilococos coagulase positiva), determinação de composição centesimal, de minerais e sinérese; além dos testes de viscosidade aparente e também análise sensorial (preferência e aceitação). As bebidas desenvolvidas caracterizam-se por ter teores de proteínas > 1,98 g (100 g)<sup>-1</sup> superiores ao mínimo preconizado pela legislação vigente, por serem parcialmente desnatadas < 1,77 g (100 g)<sup>-1</sup> e por terem teores de lactose tolerados por pessoas que possuem má absorção (< 6,19 g (100 g)<sup>-1</sup>). Forneceu valores consideráveis de Zn, Mn e Cu, teores similares a outras bebidas lácteas de K e Fe, e baixo teor de Na, Mg e Ca. Mostraram-se ótima qualidade higiênico-sanitária e presença de bactérias lácteas viáveis superiores a 10<sup>9</sup> UFC mL<sup>-1</sup> durante o armazenamento. A aceitação foi superior a 80 % entre potenciais consumidores, com melhor aceitabilidade nas bebidas que continham entre 6 e 20 % de EAV e entre 26 a 40 % de SL. Este resultado foi compatível com a viscosidade e a sinérese. Supõem-se uma vida útil de até 28 dias, tempo satisfatório, considerando o fato de não ter adicionado conservante ao produto.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa* L., aproveitamento de subprodutos, desenvolvimento de bebidas, soro lácteo

FERMENTED LACTOSE BEVERAGES FORMULATED WITH MILK, MILK  
SERUM AND RED RICE EXTRACT: PHYSICAL, CHEMICAL,  
MICROBIOLOGICAL AND SENSORIAL ASPECTS

**GENERAL ABSTRACT**

The development of lactose drinks with added rice grits extract diversifies dairy market. Moreover the use of industrial co-products reduces the amount of residue formation. Therefore the purpose of this study was to elaborate fermented lactose beverages with added red rice extract (RRE) and lactic serum, a dairy co-product, in order to enrich the developed lactose beverage. Not only this is a low cost drink, but it may also contribute to the health of people who have celiac disease or milk allergy, due to the use of rice and the low levels of milk. Pasteurized milk, fresh cheese serum and natural yogurt were used. To obtain the RRE, rice grits were blended with water addition, in a 5:1 ratio. It was heated at 85 °C and blended for 2 min. The RRE was used at the following percentage 6, 10, 20, 30, and 34 %, and the lactic serum in substitution of the lactose base (LS) at 26, 30, 40, 50, and 54 %. We added 10 % sacarose and 0.3 % GFG stabiliser to the mix. After these beverages reached the temperature of 45 °C, they received 2.5 % of inoculum, and were left in thermic isolation for 5 h. Then they were cooled at 8 °C for 10 h. After this period, the samples were homogenized and stored at a 5 °C environment. The Central Rotational Composite Layout was employed, and 11 lactose fermented drink treatments were elaborated, in other words, a 22 complete factorial, including four axial points and three repetitions in the central point. Physical and chemical tests were performed (pH and titratable acidity) in the raw material in order to verify milk and serum quality , as well as in the fermented lactose beverages, soon after its elaboration and after seven, 14, 21, 28, 35, 42, 49, and 56 days at 5 °C. We performed microbiologic analyses (qualitative determination of *Salmonella* sp., total coliforms, coliforms at 45 °C, and the coagulase positive Staphylococci count), and centesimal mineral composition determination and syneresis; besides the apparent viscosity and the sensorial analyses test (preference and acceptability). The beverages developed were characterised for having a protein level of  $> 1.98 \text{ g (100 g)}^{-1}$  higher than the minimum recommended by the current legislation, since being partially skimmed  $< 1.77 \text{ g (100 g)}^{-1}$  and for having levels of lactose that are tolerated by people who have bad absorption ( $< 6.19 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ). Considerable values of Zn, Mn and Cu were obtained, levels similar to other K and Fe lactose beverages, and low levels of Na, Mg and Ca. They showed great hygienic sanitary levels and a viable level of lactose bacteria superior to  $10^9 \text{ UFC mL}^{-1}$  during storage. The acceptability was higher than 80 % amongst potential consumers, with a higher acceptability rate of beverages that contained 6 to 20 % of RRE and between 26 to 40 % of LS. This result was compatible to the viscosity and syneresis. A 28 day life span is surmised, a satisfactory span, considering the fact that no conservatives were added to the product.

**Keywords:** *Oryza sativa* L., byproducts use, beverage development, lactic serum.

## CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de leite, ficando atrás dos Estados Unidos, Índia e China, ultrapassando a Rússia (BRASIL, 2013a). A estimativa de produção de leite do país está prevista em cerca 35,0 bilhões de litros em 2014 (BRASIL, 2013c). No quarto trimestre de 2013, Goiás foi o 5º maior produtor de leite do Brasil, atrás de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo, com produção anual de 3,546 bilhões de litros (BRASIL, 2014a). Dos seis maiores municípios brasileiros produtores de leite, três são goianos: Morrinhos, que ocupou a 3ª posição no ranking nacional com 144 milhões de litros produzindo em 2012, seguido de Jataí, com 141 milhões, e Piracanjuba, no 6º lugar, com 123 milhões de litros de leite (BRASIL, 2012).

Dentre as razões que explicam o crescimento da pecuária leiteira goiana, podem ser citadas os menores custos médios de produção do leite, em virtude dos preços mais baixos de concentrados e do baixo custo de acesso à terra. Além disso, a presença de cooperativas e grandes conglomerados agroindustriais de lácteos ampliou o mercado comprador e tem estimulado a modernização do setor (NOVAES, 2009).

A tendência ao fortalecimento da pecuária leiteira no município de Morrinhos - GO é dada à organização dos produtores, inclusive com a presença de uma cooperativa local de leite. Esta Cooperativa que teve início com um posto de resfriamento de leite, hoje conta com uma moderna fábrica de laticínios, moderno supermercado que atende aos cooperados e não cooperados, uma loja de produtos agropecuários e uma fábrica de rações, além de ter à disposição dos cooperados uma fonte de recursos financeiros (Credigoíás) (PIMENTEL et al., 2013).

Dados do *United States Department of Agriculture* (USDA, 2013) reportam a produção de 722.000 toneladas de queijos no Brasil em 2013, com estimativas do país produzir 736.000 toneladas de queijos em 2014. Em média, para fabricação de um quilograma de queijo são necessários dez litros de leite, com recuperação de nove litros de soro (BARBOSA et al., 2010). Assim, calcula-se que a geração de soro decorrente dos queijos produzidos no Brasil é relevante, com estimativas de um valor próximo a 6,6 milhões de toneladas.

O soro lácteo, retém cerca de 55 % dos nutrientes do leite, sendo considerado relevante, tendo em vista o volume produzido e sua composição nutricional (LEITE et al., 2012).

De acordo com Venturini Filho (2010), no soro encontra-se cerca de 50 g (100 g)<sup>-1</sup> dos sólidos do leite e a composição média deste soro compreende 6,6 g (100 g)<sup>-1</sup> dos sólidos totais; 0,8 g (100 g)<sup>-1</sup> de proteínas; 5,0 g (100 g)<sup>-1</sup> de lactose; 0,7 g (100 g)<sup>-1</sup> de cinzas e 0,1 g (100 g)<sup>-1</sup> de gordura. A composição de aminoácidos das proteínas do soro ultrapassa os níveis de todos os aminoácidos essenciais da proteína de referência da FAO (*Food and Agriculture Organization*). Possui alto valor biológico e boa digestibilidade, contém aproximadamente 50 % de  $\beta$ -lactoglobulina, 25 % de  $\alpha$ -lactoalbumina e 25 % de outras frações proteicas incluindo imunoglobulinas. Além disso, o soro também é rico em vitaminas hidrossolúveis, sendo elas tiamina, riboflavina, ácido pantotênico, vitamina B<sub>6</sub> e B<sub>12</sub> e sais minerais, como cálcio, magnésio, zinco, potássio e fósforo.

Evidências apontam também que, quando manejado de forma inadequada, o soro pode atuar como agente de poluição ambiental (MAGALHÃES et al., 2011). O excedente desse coproduto é um dos maiores problemas enfrentados pelas indústrias de laticínios, principalmente as de pequeno e médio porte, frente ao custo elevado do tratamento. Por isso, algumas indústrias optam pelo seu descarte diretamente na rede pública, rios e lagos (FLORENTINO et al., 2005). Assim, se lançado em cursos d'água reduz a vida aquática, devido à DBO (demanda bioquímica de oxigênio) (30.000 mg a 50.000 mg de oxigênio/ litro de soro), já que o poder poluente do soro é aproximadamente 100 vezes maior que o esgoto doméstico. Se o soro for descartado no solo, compromete a estrutura físico-química, diminuindo o rendimento da colheita (MOREIRA et al., 2010; LEITE et al., 2012).

Por esse motivo, há uma preocupação recorrente em gerar aplicabilidade ao soro lácteo em novos alimentos, visto que, no território brasileiro, cerca de 50 % do soro não são aproveitados, gerando desperdícios nutricionais, financeiro e impactos ambientais relevantes, já que é um resíduo com alto teor orgânico (MAGALHÃES et al., 2011). Em virtude do seu alto valor nutricional o soro lácteo se torna um substrato atraente para sua utilização em processos fermentativos para obtenção de vários produtos, como ácido láctico,

butanol e etanol, entre outros. Além disso, o soro lácteo possui diversas aplicações na alimentação, englobando as indústrias de lácteos, carnes, misturas secas (para condimentar), panificação (melhorar o valor nutricional, sabor e cor), chocolate, cereais, aperitivos, bebidas, queijo ricota, material combustível, fertilizante e alimentação animal, entre outros (FLORÊNCIO et al., 2013).

O interesse por produtos alimentícios saudáveis, nutritivos e de grande aproveitamento tem crescido mundialmente, o que resulta em diversos estudos na área de produtos lácteos. Alguns desses estudos têm dado ênfase ao valor nutricional dos ingredientes lácteos, assim como à importância de uma dieta baseada nestes produtos (THAMER & PENNA, 2006).

O soro lácteo apresenta a vantagem de ser um produto totalmente natural, tornando a composição e os dados contidos nos rótulos dos produtos mais atraentes ao consumidor, que cada vez mais, está preocupado com a saúde (VENTURINI FILHO, 2010). Além do que, a busca incessante por novos produtos, fez a indústria de alimentos perceber que os consumidores estão cada vez mais preocupados com sua saúde e que desejam ingerir alimentos saudáveis e, de preferência, capazes de prevenir doenças (BALDISSERA et al., 2011).

Ao longo dos anos, a indústria reconheceu também que o soro lácteo é bastante versátil e contribui na produção de alimentos lácteos fermentados por micro-organismos probióticos e, por isso, esses produtos estão assumindo grande popularidade frente aos que procuram por alimentos funcionais (BALDISSERA et al., 2011). Segundo a Resolução 19 da Anvisa (BRASIL, 1999), a alegação de propriedade funcional, é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano.

As proteínas do soro lácteo são muito conhecidas pela versatilidade de suas propriedades tecnológicas como ingredientes em produtos alimentícios; destacando-se a solubilidade, ligação ou retenção de água, formação de espuma, gelatinização e emulsificação. Por exemplo, a  $\beta$ -globulina tem ação gelatinizante, a  $\alpha$ -lactoalbumina tem capacidade de formar espuma e

a lactoferrina possui atividade bacteriostática (ANTUNES, 2003; CAPITANI et al., 2005).

O teor de lactose e outros nutrientes fazem do soro uma matéria-prima potencial ao desenvolvimento de micro-organismos probióticos, viabilizando a produção de bebidas lácteas fermentadas (MAGALHÃES et al., 2011), isso porque, o soro utilizado *in natura* apresenta baixa aceitação sensorial pelo alto teor de sais minerais (SOARES et al., 2011).

A produção da bebida láctea com a incorporação do soro lácteo vem ganhando espaço no mercado e se mostra como opção atrativa para utilização na alimentação humana, devido à simplicidade do processo, às excelentes características nutricionais e propriedades funcionais das proteínas, além da grande oferta, do soro de leite, alto potencial poluidor e baixo custo (BALDISSERA et al., 2011).

É importante salientar que a diferença entre iogurte e bebida láctea é a consistência e um menor valor nutritivo do segundo. A bebida láctea é mais líquida, enquanto o iogurte é mais rico em sólidos totais. A textura mais leve da bebida é resultante da incorporação de soro lácteo, enquanto a base do iogurte é o leite (TEBALDI et al., 2007).

No Brasil, a produção de bebidas lácteas é uma das principais opções de aproveitamento do soro lácteo (CAPITANI et al., 2005). A produção de bebida láctea adicionada de soro em sua formulação tem ampliado o mercado de lácteos. Isso, em virtude do seu alto valor nutritivo, em relação ao conteúdo de vitaminas do complexo B (LOURENS-HATTINGH & VILJOEN, 2001). Ainda, pelo baixo custo de produção e do menor preço repassado ao consumidor (THAMER & PENNA, 2006).

A bebida láctea é definida como o produto lácteo resultante da mistura do leite e soro lácteo adicionado ou não de fermentos e outros produtos lácteos (GALLARDO-ESCAMILLA et al., 2007), sendo que a base láctea deve representar no mínimo 51 % (m/m) do total de ingredientes do produto. Bebidas lácteas fermentadas são obtidas pela ação de cultivos de micro-organismos específicos, os quais devem ser viáveis e ativos no produto final e durante todo seu prazo de validade (BRASIL, 2005).

A composição nutricional de bebidas lácteas fermentadas vai depender dos insumos a partir dos quais foram fabricadas, do tipo de micro-

organismo adicionado e da tecnologia de fabricação envolvida. Nesses produtos, a hidrólise enzimática bacteriana melhora a biodisponibilidade das proteínas e gordura, por aumentar as concentrações de aminoácidos livres e de ácidos graxos de cadeia curta, além de reduzir o teor de lactose residual. A biodisponibilidade dos minerais como cálcio, zinco, ferro, manganês, cobre e fósforo, para o hospedeiro, pode ser melhorada devido à produção de ácido láctico, com consequente redução do pH gástrico, fazendo com que esses minerais fiquem disponíveis na forma de íons. Com relação às vitaminas, há um aumento na concentração de ácido fólico, niacina e riboflavina (GOMES & MALCATA, 1999; TAMIME & ROBINSON, 2007).

Pescuma et al. (2010) esclareceram que os benefícios do uso de bactérias lácticas na fermentação do soro estão associados à intensa atividade metabólica sobre carboidratos, lipídeos, proteínas e peptídeos alergênicos presentes no mesmo. Assim, as bactérias contribuem com o aumento da digestibilidade e preservação, pela redução do pH, melhoria da textura e perfil sensorial do alimento, visto que há redução do teor de lactose e produção de ácido láctico, que contribuem com a melhora do *flavor* e da textura do produto final.

Tradicionalmente, utiliza-se na produção do iogurte e bebidas lácteas uma cultura *starter*, constituída por bactérias lácticas *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* (OZKAYA et al., 2007). *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* secretam proteases que hidrolisam a caseína, principal proteína do leite, liberando peptídios e aminoácidos específicos, que estimulam o *Streptococcus thermophilus*, que por sua vez se desenvolvem mais rapidamente e produzem ácidos e CO<sub>2</sub>, compostos que promovem o crescimento dos *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (TAMIME & ROBINSON, 2007).

No processo de fermentação, as bactérias lácticas convertem parte da lactose em ácido láctico, resultando um produto final com baixo teor de lactose e contendo micro-organismos, os quais ao atingirem o intestino delgado liberam enzimas que auxiliam na hidrólise de parte da lactose presente no meio. O processo de fermentação proporciona uma alternativa alimentar para os indivíduos com intolerância a lactose (MATTAR & MAZO, 2010).

Além disso, o ácido láctico liberado desnatura as moléculas de caseínas, ocorrendo ligações entre as proteínas, que se aglomeram, levando à alteração caracterizada como coagulação, formando gel e desenvolvendo *flavor* característico do iogurte. Esse *flavor* é decorrente da produção de diferentes ácidos voláteis (ácido fórmico, acético, propiônico e butírico) e não voláteis (ácido láctico, pirúvico, oxálico e succínico), além de compostos carbônicos como acetaldeído, acetona e diacetil (TAMIME & ROBINSON, 2007).

O aroma das bebidas lácteas é normalmente melhorado com o acréscimo de polpas de frutas, tornando a aceitação sensorial do produto mais representativa. Além do acréscimo destas, extratos vegetais podem ser utilizados na elaboração de bebidas lácteas como substitutos do leite, representando uma alternativa viável, em razão dos seus valores nutricionais, bem como ao baixo custo de produção (PRUDÊNCIO & BENEDET, 1999).

Os cereais oferecem uma alternativa para a produção de alimentos funcionais, pois podem ser utilizados como substrato fermentável para crescimento de micro-organismos probióticos, especialmente *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*. Segundo a Organização Mundial de Saúde (FAO/WHO, 2002), probióticos são organismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefício à saúde do hospedeiro. Já o processamento de cereais através de reações enzimáticas ou por meio de fermentação também pode produzir uma grande gama de oligossacarídeos com potenciais propriedades prebióticas. Prebióticos são compostos não digeríveis, que afetam benéficamente o hospedeiro, estimulando a proliferação de bactérias desejáveis no cólon como, por exemplo, bactérias ácido lácticas probióticas (SAAD, 2006). Ou seja, os oligossacarídeos produzidos por meio de cereais podem servir como substrato a um ou mais micro-organismos probióticos.

A  $\alpha$ -amilase presente nesses grãos pode hidrolisar o amido gelatinizado, e a extensão da hidrólise pode ser regulada através do controle de temperatura (CHARALAMPOPOULOS et al., 2002).

Considerando que bebidas não alcoólicas vêm ganhando espaço cada vez maior no mercado, por tratar-se de produtos prontos para o consumo, o desenvolvimento de bebida à base de grãos pode oferecer vantagens,

relacionadas às características nutricionais inerentes as matérias-primas de origem e ao custo relativamente baixo (VENTURINI FILHO, 2010).

Vale destacar que, embora a maioria das bebidas vegetais do mercado não seja fermentada, atualmente os produtos a base de soja e/ou cereais (arroz, cevada, trigo) tem apontado uma nova tendência com conquista de consumidores. Misturas de base láctea, frutas, cereais ou leguminosas, quando submetidas à fermentação, apresentam melhores combinações para propriedades reológicas, sensoriais e nutricionais. Ressalta-se ainda que além dos nutrientes básicos, quando submetida à fermentação, há redução de fatores antinutricionais pela hidrólise de proteínas e formação de peptídeos (SIQUEIRA et al., 2013).

A fermentação ácido láctica de cereais tem sido estudada extensivamente nas últimas décadas. Iogurtes têm sido produzidos a partir de diversos tipos de cereais, por meio do amido liquefeito (SHIN, 1989), farinha de arroz pré-fermentada e extrusada (LEE et al., 1992), e mistura de farinha de milho cozida (ZULU et al., 1997). Um produto, iogurte de arroz “Risogurt”, foi produzido a partir de mistura de arroz fermentado e proteína isolada de soja (MOK et al., 1991). Um método usado para a produção de um produto a partir de arroz, altamente concentrado com ácido láctico foi desenvolvido com melhor qualidade por um tratamento enzimático secundário durante a fermentação (MOK et al., 1993). O desenvolvimento de bebidas lácteas de mistura de arroz e soja também foi relatado por Lee et al. (1988).

Os fermentos usados em produtos como o iogurte com base de cereais e outras matérias-primas não lácteas são geralmente *Lactobacillus*, *Streptococcus* e *Leuconostoc spp.* Uma cultura mista de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* e *Lactobacillus plantarum* foi usada por Shin (1989). Lee et al. (1992) compararam os diferentes tipos de bactérias ácido lácticas, ou seja, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus lactis subsp. diacetylactis* em fermentação de farinha de arroz pré-fermentada e extrusada. *Streptococcus thermophilus* e *Leuconostoc mesenteroides* foram usados como cultura láctica para um produto tipo iogurte feito a partir de uma mistura de farinha de arroz e de “leite” de soja (COLLADO et al., 1994).

Em alguns países orientais são comercializadas bebidas à base de arroz, conhecidas como extrato, “leite” ou bebida de arroz, caracterizadas como um produto de sabor suave e levemente adocicado, decorrente da hidrólise do amido em maltose e em outros açúcares, pela ação de enzimas. A tecnologia é factível, o que favorece a sua produção em regiões onde a produção de arroz é expressiva, como no Brasil, ampliando e diversificando o consumo deste cereal (JAEKEL et al., 2010). Além disso, o arroz tem se destacado por apresentar alegação de funcionalidade, demonstrada em inúmeras pesquisas (MITRA et al., 2007).

Tominaga & Sato (1996) relataram a produção de bebidas fermentadas de farinha de arroz utilizando a hidrólise enzimática, seguida por fermentação láctica por *Leuconostoc mesenteroides*. Outras bactérias lácticas utilizadas para o desenvolvimento de um produto de arroz fermentado são as *Bifidobacterium* spp. (PARK et al., 1997).

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um alimento de destaque, com elevado consumo em muitos países (HAGENIMANA et al., 2007). É importante fonte de calorías na alimentação humana, além de contribuir significativamente no suprimento das necessidades de alguns minerais da dieta. Apesar da deficiência em lisina, o arroz apresenta, entre os cereais, o teor mais elevado deste aminoácido (MAIA et al., 2000). Segundo Bassinello & Castro (2004), o arroz comum é rico em proteínas (7-8 g (100 g)<sup>-1</sup>), sais minerais (fósforo, ferro e cálcio) e vitaminas do complexo B, especialmente o arroz tipo integral. A proteína, de alta qualidade, pois contém oito aminoácidos essenciais ao homem, encontra-se dispersa no endosperma e no farelo do grão e apresenta boa digestibilidade, assim como baixo teor de lipídeos.

O arroz apresenta alto índice de perdas no beneficiamento, destacando-se o elevado percentual de grãos quebrados com características nutricionais e funcionais semelhantes ao arroz íntegro (CASTRO et al., 1999; FERREIRA et al., 2001). O aproveitamento do excedente da produção e também do material que não se adequa ao processamento convencional poderia ser utilizado, visando agregar valor aos grãos. Assim, a quirera do arroz pode ser aproveitada como ingrediente de novos produtos com características diferenciadas, a exemplo do extrato de arroz, que já é consumido em mercados orientais, o qual possibilita agregar valor a esse

coproduto, permitindo o máximo aproveitamento e a diversificação do consumo.

No Brasil, a quirera de arroz é habitualmente utilizada na alimentação animal. Entretanto, quando obtida com boas práticas de fabricação pode ser empregada na alimentação humana. Assim, os grãos quebrados vêm sendo pouco a pouco utilizados na produção de farinha de arroz para servir de ingrediente de cereais matinais, produtos hipoalergênicos, fórmulas infantis, alimentos com baixa caloria e fonte de amido (LUNDUBWONG & SEIB, 2000).

As características da farinha de arroz deveriam ser mais bem exploradas. Por exemplo, existem variedades com ampla faixa de teor de amilose (o que permite a seleção de acordo com a finalidade), não é prejudicial para portadores de doença celíaca (podendo ser utilizada como substituta do trigo na elaboração de produtos sem glúten), o pequeno tamanho dos grânulos de amido apresenta textura extremamente suave com o cozimento e sabor brando (POLANCO et al., 1995), contém baixos níveis de sódio e alta proporção de amidos facilmente digeríveis (TORRES et al., 1999).

As farinhas de arroz vêm sendo utilizadas para atender necessidades especiais da indústria ou do consumidor (alimentos para bebês, produtos cárneos, formulação de panquecas e *waffles*, etc.). Devido às características peculiares, a farinha de arroz ceroso pode ser útil na produção de produtos congelados. Além disso, é excelente agente de separação de massas de biscoitos refrigerados, evitando a sua aderência, pela baixa capacidade de absorção de umidade (DEOBALD, 1972).

O arroz pigmentado ou colorido tem sido consumido por um longo tempo na Ásia, especialmente na China, Japão, Coreia e vários países do Sudeste Asiático. Diversas cultivares de arroz pigmentado, especialmente o vermelho e o preto, foram cultivadas na Tailândia. O arroz pigmentado é classificado como um potente alimento funcional, uma vez que contém grandes quantidades de compostos fenólicos, especialmente as antocianinas no pericarpo (YAWADIO et al., 2007).

O arroz colorido quase sempre é mais nutritivo que o branco. O arroz vermelho, por exemplo, é apreciado pelo seu sabor, textura e qualidades benéficas, sendo cultivado em pelo menos quatro continentes (PEREIRA et al., 2009). Apesar de ser uma praga no cultivo do arroz comum no Sul do Brasil e

uma cultura desconhecida da maioria da população brasileira, o arroz vermelho é considerado um dos principais componentes na dieta alimentar das populações que habitam grande parte do Semi-Árido nordestino brasileiro (PEREIRA et al., 2007). No Japão, este tipo de arroz é apreciado por suas propriedades antioxidantes e o utiliza na elaboração de pastas coloridas, bolos, bebidas lácteas e alcoólicas, entre outros (PANTINDOL et al., 2006).

Uma demanda crescente existe por parte de restaurantes localizados em grandes centros consumidores do Brasil, como São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília, pois o arroz vermelho é considerado uma iguaria gastronômica e uma das fortalezas pela associação internacional *Slow Food* (BOÊNO et al., 2011). As Fortalezas são projetos do *Slow Food*, para ajudar os pequenos produtores a resolverem as suas dificuldades, reunindo os produtores isolados e conectando-os com mercados alternativos, mais sensíveis à sua situação e que valorizam os seus produtos (*Slow food*, 2014).

O grande diferencial entre o arroz vermelho e o branco são os compostos funcionais, os teores de fibras e os de minerais (YAWADIO et al., 2007; ASCHERI et al., 2012; BOÊNO, 2008). O arroz vermelho, assim como o arroz branco apresentam valores semelhantes em relação aos teores de carboidratos (77,5-79,3 g (100 g)<sup>-1</sup>), proteína (6,9-7,8 g (100 g)<sup>-1</sup>) e valor calórico de 357,5-363,9 kcal (100 g)<sup>-1</sup> de arroz vermelho. Já em relação aos teores de lipídio (1,6-2,3 g (100 g)<sup>-1</sup>), minerais (1,1-1,3 g (100 g)<sup>-1</sup>) e fibra (2,5-3,3 g (100 g)<sup>-1</sup>), o arroz vermelho apresenta valores superiores ao arroz branco (ASCHERI et al., 2012; UNICAMP, 2011). Assim, a utilização do arroz vermelho é uma alternativa para a elaboração de novos produtos com características diferenciadas, a exemplo do extrato de arroz, que já é consumido em mercados orientais e no mercado nacional, agregando valor, permitindo o máximo aproveitamento e a diversificação do consumo deste ingrediente alimentar.

Além do que, a coloração avermelhada pode conferir a este arroz substâncias fenólicas (TIAN et al., 2004; ZHOU et al., 2004; NAM et al., 2005) e antocianinas (MORIMITSU et al., 2002; HYUN & CHUNG, 2004; PANTINDOL et al., 2006), entre outras que possuem atividade antioxidantes característica aos produtos mistos lácteos, elaborados com o mesmo.

No Vale do Paraíba, que já é o maior produtor de arroz irrigado do Estado de São Paulo, tem uma grande perspectiva de se tornar também um polo especializado no cultivo de variedades exóticas de arroz. Em 2010, um grupo de pesquisadores e produtores disponibilizou para o mercado, o arroz vermelho, produzido em Pindamonhangaba. Junto com a parceria de outros cinco pequenos produtores, a região colheu mais de 400 toneladas, somadas às cinco variedades de que dispõe no seu mix de produtos (Arroz preto, vermelho, arbóreo, koshinikare e moti) (FARIA, 2010). Já a Paraíba é o Estado que mais produz arroz vermelho no Brasil. Só em 2012, mesmo com a seca, foram produzidas 400 toneladas. O grão também é conhecido como arroz da terra em todo Vale do Piancó, que reúne 21 municípios e cerca de dois mil produtores cultivam esse tipo de arroz. A saca com 60 Kg de arroz vermelho é vendida por R\$ 150 (BRASIL, 2013b). Enquanto a região do Vale do Apodi – RN, segundo Associação dos Produtores de Arroz do Vale do Apodi (APAVA) em 2013, o volume de produção alcançou 480 toneladas de arroz vermelho, resultado apontado como positivo. Contudo, a expectativa para 2014 é que a produção tenha queda de 40 %, devido à estiagem (Gazeta do Oeste, 2014).

Pelo exposto, visa-se com este trabalho elaborar bebida láctea fermentada, aproveitando coproduto do processamento do queijo (soro) e também estimular o consumo do arroz vermelho, pouco conhecido pela população do Brasil, sobretudo pelas suas propriedades funcionais, e teores de fibras e minerais quando comparados ao arroz branco.

Para o desenvolvimento desse novo produto é essencial o conhecimento de suas características físico-químicas, reológicas e sensoriais. A partir das características físico-químicas foram obtidas informações sobre os aspectos nutricionais, valor calórico, condições de armazenamento e durabilidade do produto. A determinação das propriedades reológicas dos alimentos auxiliou no controle de qualidade e propiciou melhor entendimento de sua estrutura, além de ter sido necessária no cálculo de qualquer processo que envolva escoamento de fluido. Já a caracterização sensorial buscou compreender quais as características do produto foram importantes para aceitação comercial.

Diante dos benefícios nutricionais observados nas matérias-primas que foram utilizadas (arroz vermelho, soro lácteo, leite e fermento lácteo), a

bebida láctea fermentada com adição de extrato de arroz vermelho foi diferenciada, já que foi utilizado coproduto dos laticínios e podendo ser aceita pela população devido seu valor nutricional, sensorial e preço, podendo ser mais uma opção para a diversificação do consumo.

A comercialização desta bebida poderá promover ainda, a proteção ao meio ambiente com a redução do impacto ambiental provocado por este coproduto quando descartados na natureza e, além disso, possivelmente irá contribuir com a saúde de pessoas portadoras de doença celíaca, e a pessoas que possuem má absorção de lactose, por possuir em sua composição reduzido teor de lactose e não possuir glúten em sua composição.

## REFERÊNCIAS

1. ANTUNES, A.E.C.; MOTTA, E.M.P.; ANTUNES, A.J. Perfil de textura e capacidade de retenção de água de géis ácidos de concentrado protéico de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23 (Supl), n.1, p.183-189, 2003.
2. ASCHERI, D.P.R.; BOÊNO, J.A.; BASSINELLO, P.Z.; ASCHERI, J.L.R. Correlation between grain nutritional content and pasting properties of pregelatinized red rice flour. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, n.1, p.16-24, 2012.
3. BALDISSERA, A.C.; BETTA, F.D.; PENNA, A.L.B.; LINDNER, J.D. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas a base de soro de leite. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.4, p.1497-1512, 2011.
4. BARBOSA, A.S.; FLORENTINO, E.A.; FLORÊNCIO, I.M.; ARAÚJO, A.S. Utilização do soro como substrato para produção de aguardente: estudo cinético da produção de etanol. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.1, p.7-25, 2010.
5. BASSINELLO, P.Z.; CASTRO, E.M. Arroz como alimento. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.25, n.222, p.101-108, 2004.
6. BOÊNO, J.A.; ASCHERI, D.P.R.; BASSINELLO, P.Z. Qualidade tecnológica de grãos de quatro genótipos de arroz-vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.7, p. 718- 723, Campina Grande, 2011.
7. BOÊNO, J.A. **Caracterização da qualidade de grão de diferentes genótipos de arroz-vermelho (Oryza sativa L.)**. 2008. 121 f. Dissertação

(Mestrado) – Curso de Engenharia de Sistemas Agroindustriais, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis – GO, 2008.

8. BRASIL. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento safra brasileira de grãos, v. 1 - Safra 2013/14, n. 7 - Sétimo Levantamento**, Brasília, p. 1-86, abr. 2014. Brasília - DF: Conab, 2014. a

9. BRASIL. Embrapa. Embrapa Gado de Leite. **Panorama do Leite – Ano 6, nº 77 (abril/2013)** – Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2013 – Boletim eletrônico mensal. Disponível em: <[http://www.cileite.com.br/sites/default/files/2013\\_04\\_PanoramaLeite.pdf](http://www.cileite.com.br/sites/default/files/2013_04_PanoramaLeite.pdf)> Acesso em: 11 abr. 2014. a

10. BRASIL. EMATER. Seca prejudica o cultivo do arroz-vermelho na Paraíba. Paraíba – PB. Emater, 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2013/08/seca-prejudica-o-cultivo-do-arroz-vermelho-na-paraiba.html>> Acesso em: 04 out. 2013. b

11. BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. Brasília – DF. IBGE, 2012. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Producao\\_da\\_Pecuaria\\_Municipal/2012/tabelas\\_pdf/tab23.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2012/tabelas_pdf/tab23.pdf)> Acesso: 16 de abril de 2014.

12. BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Pecuária**. Brasília – DF. IBGE, 03/2014. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagrropecuaria/abate-leite-couro-ovos\\_201304\\_publ\\_completa.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagrropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201304_publ_completa.pdf)> Acesso: 16 de abril de 2014. b

13. BRASIL. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o Regulamento técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 de agosto de 2005. Seção 1, p. 7.

14. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília: Mapa/ACS, 2013. 96 p. c

15. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Regulamento técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. **Diário Oficial da União**, Brasília, 03 mai. 1999.

16. CAPITANI, C.D.; PACHECO, M.T.B.; GUMERATO, H.F.; VITALI, A.; SCHIMIDT, F.L. Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de conservação com polissacarídeo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.1, p.1123-1128, 2005.

17. CASTRO, E.M.; VIEIRA, N.R.A.; RABELE, R.R.; SILVA, S.A. **Qualidade de grãos de arroz**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30p.
18. CHARALAMPOPOULOS, D.; WANG, R.; PANDIELLA, S.S.; WEBB, C. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 79, n.1, p. 131-141, 2002.
19. COLLADO, L.S.; MABESA, R.C.; SUMAGUE, M.J.V.; MOK, C.K. Yogurt-like products from rice flour and soy milk. **Philippine Agriculturist**, Philippines, v. 77, n. 3, p. 307-319, 1994.
20. DEOBALD, H.J. Rice flours. In: HOUSTON, D.F. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. Saint Paul: American Association of Cereal Chemistry (AACC), v.4, n.1, 1972. p. 264-269.
21. FARIA, J.C (São Paulo). O Estado de São Paulo (Ed). **Depois de investir no arroz preto, produtor de Pindamonhangaba aposta em novas variedades exóticas**. 2010. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,a-primeira-safra-paulista-de-arroz-vermelho,512244>> Acesso em 30 de outubro de 2014.
22. FAO/WHO **Probiotics in food Health and nutritional properties and guidelines for evaluation Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food**. London, Ontario, Canada 30 April - 1 May 2002. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0512e/a0512e00.pdf>>. Acesso em 30 de outubro de 2014.
23. FERREIRA, D.B.; FERREIRA, O.O.; ALONÇO, A.S.; BLEY, H. Grain loss monitoring during all harvest season (gathering and processing losses), in the irrigated rice crop, and its results in reducing losses due to immediate adjustments in the combines. Paper number 01-1075. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**. St. Joseph, 2001.6p.
24. FLORÊNCIO, I.M.; FLORENTINO, E.R.; SILVA, F.L.H.; MARTINS, R.S.; CAVALCANTI, M.T.; GOMES, J.P. Produção de etanol a partir de lactossoro industrial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.10, p.1088–1092, 2013.
25. FLORENTINO, E.R.; MACEDO, G.R.; SANTOS, E.S.; PEREIRA, F.M.S.; SANTOS, F.N.; SILVA, S.F. Caracterização do soro de queijo visando processo de aproveitamento. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v.19, n.130, p.30-32, 2005.
26. GALLARDO-ESCAMILLA, F.J.; KELLY, A.L.; DELAHUNTY, C.M. Mouthfeel and flavour of fermented whey with added hydrocolloids. **International Dairy Journal**, v.17, p.308-315, 2007.
27. GAZETA DO OESTE. Disponível em: <<http://gazedoeste.com.br/producao-de-arroz-e-prejudicada-pela-estiagem/>> Acesso em 30 de outubro de 2014.

28. GOMES, A.M.P.; MALCATA, F.X. Agentes probióticos em alimentos: aspectos fisiológicos e terapêuticos, e aplicações tecnológicas. **Boletim de Tecnologia**, Portugal, n. 64, p. 12-22, dez. 1999. Quadrimestral. Disponível em: <file:///D:/Meus documentos/Downloads/bbio64.pdf>. Acesso em: 04 out. 2013.
29. HAGENIMANA, A.; DING, X.; GU, W.Y. Steady state flow behaviours of extruded blend of rice flour and soy protein concentrate. **Food Chemistry**, Barking, v.101, n.1, p.241-247, 2007.
30. HYUN, J.W.; CHUNG, H.S. Cyanidin and malvidin from *Oryza sativa* cv. Heugjinjubyeo mediate cytotoxicity against human monocytic leukemia cells by arrest of G2/M phase and induction of apoptosis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.8, p.2213-2217, 2004.
31. JAEKEL, L.Z.; RODRIGUES, R.S.; SILVA, A.P. Avaliação Físico-Química e sensorial de Bebidas com Diferentes proporções de Extratos de soja e de arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.2, p. 342-348, 2010.
32. LEE, C.H.; MIN, K.C.; SOUANE, M.; CHUNG, M.J.; MATHIASSEN, T.E.; ADLER-NISSEN, J. Fermentation of prefermented and extruded rice flour by the lactic acid bacteria from Sikhae. **Food Biotechnology**, v.6, n.3, p. 239-255, 1992.
33. LEE, C.H., SOUANE, M.; KI-HYUNG, R. Effects of prefermentation and extrusion cooking on the lactic fermentation of rice soybean based beverage. **Korean Journal of Food Science and Technology**, Korea, v.20, n.5, p. 666-673, 1988.
34. LEITE, M.T.; BARROZO, M.A.S.; RIBEIRO, E.J. Canonical analysis technique as an approach to determine optimal conditions for lactic acid production by *Lactobacillus helveticus* ATCC 15009. **International Journal of Chemical Engineering**, v.2012, p.1-9, 2012.
35. LOURENS-HATTINGH, A.; VILJOEN, B.C. Yogurt as probiotic carrier food. **International Dairy Journal**, v.11, n.1-2, p. 1-17, 2001.
36. LUNDUBWONG, N.; SEIB, P.A. Rice starch isolation by alkaline protease digestic of wet-milled rice flour. **Journal of Cereal Science**, Manhattan, v.31, p.63-74, 2000.
37. MAGALHÃES, K.T.; DRAGONE, G.; PEREIRA, G.V.M.; OLIVEIRA, J.M.; DOMINGUES, L.; TEXEIRA, J.A.; SILVA, J.B.A.; SCHWAM, R.F. Comparative study of the biochemical changes and volatile compound formations during the production of novel whey-based kefir beverages and traditional milk kefir. **Food Chemistry**, Barking, v.126, p.249-253, 2011.
38. MAIA, L.H.; WANG, S.-H.; FERNANDES, M.S.; CABRAL, L.C. Características químicas dos mingaus desidratados de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.3, p.416-423, 2000.

39. MATTAR, R.; MAZO, D.F.C. Intolerância a lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.56, n.2, 2010.
40. MITRA, A.; BHATTACHARYA, D.; ROY, S. Role of Resistant Starches Particularly Rice Containing Resistant Starches in Type 2 Diabetes. **Journal of Human Ecology**, v.21, n.1, p.47-51, 2007.
41. MOK, C.; YOUNG, J.N.; YOUNG, J.K. **Method for producing highly concentrated, lactic-acid fermented product utilizing unground grainy rice and improving qualities there of by the secondary, enzymatic treatment at fermentation.** United States Patent 116 Kasetart Journal: Natural Science. V.34, n.1, n°. US 5219597. USA. 1993.
42. MOK, C.; JINSUK, H.; YOUNG, J.K.; NAMSOO, K.; DAE YOUNG, k.; YOUNG, J.N. Risogurt, a mixture of lactic acid fermented rice and soybean protein: development and properties. **Korean Journal of Food Science and Technology**, Korea, v.23, n.6, p.745-749. 1991.
43. MOREIRA, R.W.M.; MADRONA, G.S.; BRANCO, I.G.; BERGAMASCO, R.; PEREIRA, N.C. Avaliação sensorial e reológica de uma bebida achocolatada elaborada a partir de extrato hidrossolúvel de soja e soro de queijo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.32, n.4, p.435-438, 2010.
44. MORIMITSU, Y.; KUBOTA, K.; TASHIRO, T.; HASHIZUME, E.; KAMIYA, T.; OSAWA, T. Inhibitory effect of anthocyanins and colored rice on diabetic cataract formation in the rat lenses. **International Congress Series**, v.1245, p.503-508, nov. 2002.
45. NAM, S.H.; CHOI, P.S.; KANG, M.Y.; KOZUKUE, N.; FRIEDMAN, M. Antioxidative, antimutagenic, and anticarcinogenic activities of rice bran extracts in chemical and cell assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.816-822, 2005.
46. NOVAES, E.A.; *Novos Caminhos da Pecuária Leiteira de Goiás*, 2009. Disponível em: <[http://www.e-campo.com.br/Conteudo/Artigos/VisArtigos.aspx?ch\\_top=433&Painel=1&](http://www.e-campo.com.br/Conteudo/Artigos/VisArtigos.aspx?ch_top=433&Painel=1&)>. Acesso em: 04 out. 2013.
47. OZKAYA, F.D; ASLIM, B.; OZKAYA, M.T. Effect of exopolysaccharides (SSPE) produced by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* strains to bacteriophage and nisin sensitivity of the bacteria. **LWT Food Science and Technology**, v.40, n.3, p.564-568, abr. 2007.
48. PANTINDOL, J.; FLOWERS, A.; KUO, M.; WANG, I.; GEALY, D. Comparison of physicochemical properties and starch structure of red rice and cultivated rice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.54, p.2712-2718, 2006.
49. PARK, J.H.; SONG, H.K.; AHN, J.B.; JI, G.E.; MOK, C. Rice fermentation by Korean amylolytic *Bifidobacterium* spp. **Korean Journal of Food Science and Technology**, Korea, v.29, n.3, p.581-587, 1997.

50. PEREIRA, J.A.; BASSINELLO, P.Z.; FONSECA, J.R. RIBEIRO, V.Q. Potencial genético de rendimento e propriedades culinárias do arroz vermelho cultivado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, p.43-48, 2007.
51. PEREIRA, J.A., BASSINELLO, P.Z.; CUTRIM, V.A.; RIBEIRO, V.Q. Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, p.243-248, 2009.
52. PESCUA, M.; HEBERT, E.M.; MOZZI, F.; VALDEZ, G.F. Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, v.141, p.73-81, 2010.
53. PIMENTEL, M.R.S.; MACEDO, M.P.; OLIVEIRA, A.G. Análise regional do município de morrinhos: contribuições aos estudos regionais em Goiás. Disponível em: <[http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inic-cien/eventos/sic2005/arquivos/humanas/analise\\_regional.pdf](http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inic-cien/eventos/sic2005/arquivos/humanas/analise_regional.pdf)> Acesso em: 04 out. 2013.
54. POLANCO, I.; MOLINA, M.; PIETRO, G.; CARRACO, S.; LAMA, R. Dieta y enfermedad celíaca. **Alimentaria**, v.33, n.264, p.91-93, 1995.
55. PRUDÊNCIO, E.S.; BENEDET, H.D. Aproveitamento do soro de queijo na obtenção do extrato hidrossolúvel de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.1, p. 97-101, 1999.
56. SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.
57. SHIN, D.H. A yogurt like product development from rice by lactic acid bacteria. **Korean Journal Food Science and Technology**, v.21, p.686-690, 1989.
58. SIQUEIRA, A.M.O.; MACHADO, E.C.; STAMFORD, T.L.M. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.9, p.1693-1700, set, 2013.
59. SLOW FOOD. Disponível em: <<http://slowfoodbrasil.com/documentos/slowfood-livreto-fortalezas.pdf>> Acesso em 30 de outubro de 2014.
60. SOARES, D.S.; FAI, A.E.C.; OLIVEIRA, A.M.; PIRES, E.M.F.; STAMFORD, T.L.M. Aproveitamento de soro de queijo para produção de iogurte probiótico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.4, p. 996-1002, 2011.
61. TAMIME, A.Y.; ROBINSON, R.K. **Yoghurt: science and technology**. 3° ed. Boca Raton: Woodhead Publishing, 2007. 619 p.
62. TEBALDI, V.M.R.; RESENDE, J.G.O.S.; RAMALHO, G.C.A.; OLIVEIRA, T.L.C.; ABREU, L.R.; PICCOLI, R.H. Avaliação microbiológica de bebidas

lácteas fermentadas adquiridas no comércio varejista do sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.31, n.4, ago.2007.

63. THAMER, K.G.; PENNA, A.L.B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentados por probióticos e acrescentadas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v.26 n.3, p.589 – 595, 2006.

64. TIAN, S.; NAKAMURA, K.; KAYAHARA, H. Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice, and germinated brown rice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.4808-4813, 2004.

65. TOMINAGA, M.; SATO, K. Lactic acid fermentation of saccharified solution from rice flour. **Journal of Food Science**, v.61, n.3, p.627-631, 1996.

66. TORRES, R.L.; GONZALEZ, R.J.; SANCHEZ, H.D.; OSELLA, C.A.; DE LA TORRE, M.A.G. Performance of rice varieties in making bread without gluten. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.49, n.2, p.162-165, 1999.

67. USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE). **Dairy: world markets and trade - December 2013**. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/dairy-market/dairy-market-12-13-2013.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

68. VENTURINI FILHO, W.G. (coordenador). **Bebidas não alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. V.2. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

69. VIEIRA, N.R.A. Qualidade de grãos e padrões de classificação de arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.25, n.222, p. 94-100, 2004.

70. YAWADIO, R.; TANIMORI, S.; MORITA, N. Identification of phenolic compounds isolated from pigmented rices and their aldose reductase inhibitory activities. **Food Chemistry**, Barking, v.101, n.4, p.1616-1625, 2007.

71. ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. The distribution of phenolic acids in rice. **Food Chemistry**, Barking, v.87, p.401-406, 2004.

72. ZULU, R.M.; DILLON, V.M.; OWENS, J.D. Munkoyo beverage, a traditional Zambian fermented maize gruel using *Rhynchosia* root as amylase source. **International Journal of Food Microbiology**, v.34, n.3, p.249-258, 1997.

## CAPÍTULO 2. OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS ADICIONADAS DE EXTRATO DE ARROZ VERMELHO

### RESUMO

O desenvolvimento de bebidas lácteas adicionadas de extrato de arroz diversifica o mercado de lácteos. E a utilização de coprodutos da indústria minimiza a geração de resíduos. Por esse motivo, teve-se como objetivo neste estudo, desenvolver bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho e avaliar as características sensoriais e a presença de sinérese nas bebidas, quando o extrato foi cozido de forma convencional ou em micro-ondas (EAV e EAVM), além do uso de diferentes estabilizantes/espessantes, como amido de milho, gelatina em pó sem sabor e GFG (mistura de amido de milho e gelatina em pó sem sabor). Utilizou-se na preparação das formulações, leite integral pasteurizado, soro de queijo Minas Frescal, 2,5 % de cultura láctea e 10 % de sacarose. O critério da escolha da melhor formulação foi aquela que apresentou nos testes preliminares sabor e aroma característicos de arroz vermelho, cor clara, textura pouco viscosa e com ausência de grumos. Os dados obtidos foram analisados por meio de Análise de Componentes Principais (ACP). Foram combinados 20 a 81 % de EAV e 50 % de soro lácteo em substituição ao leite na base láctea (SL). Baseados aos valores de EAV e SL da formulação escolhida sensorialmente, elaboraram mais nove formulações utilizando o delineamento composto central rotacional para avaliar a influência dessas variáveis nos atributos sensoriais das bebidas lácteas, sendo, um fatorial completo 2x2, incluindo 4 pontos axiais e 1 ponto central, totalizando nove ensaios. Após a escolha da formulação que prosseguiria nos testes foi realizado um delineamento inteiramente casualizado com fatorial 2x4x3, ou seja, combinação de dois métodos diferentes de cocção do extrato de arroz vermelho, quatro concentrações diferentes de estabilizantes/espessantes (0,2; 0,3; 0,5 e 0,7 %) e três diferentes tipos de estabilizantes/espessantes, comparados com as bebidas elaboradas com a utilização do EAV e EAVM sem a adição de estabilizantes/espessantes, após os sete dias de refrigeração. Onde foram observadas a sinérese e a textura das bebidas. No geral, a adição de EAV ou EAVM nas bebidas lácteas fermentadas, fez com que as bebidas apresentassem uma boa aparência, principalmente em relação à coloração, clara a rosa, dependendo da concentração de extrato utilizado. Apresentou também, textura, sabor e aroma agradáveis, característicos do arroz vermelho. Pela ACP observou-se a formação de quatro grupos dentre os atributos selecionados, de acordo com suas similaridades. Deste a formulação com 30 % de EAV e 50 % SL foi escolhida pelos atributos sensoriais das bebidas e elaboraram mais nove formulações, a partir dessas formulações, o tratamento com 30 % EAV e 50 % SL foi escolhido pelo ACP, para testar a utilização de diferentes estabilizantes/espessantes além do uso do EAV e EAVM. O amido de milho não foi eficiente em impedir a sinérese, a gelatina em pó sem sabor, com concentração > 0,3 % inibiu a sinérese, mas atribuiu consistência firme as bebidas, sendo que, as melhores formulações foram as que continham entre 20 a 30 % de EAVM e 26 a 54 % de SL, adicionado de 0,3 % de GFG.

**Palavras-chave:** Estabilizantes, soro lácteo, sinérese, bebida sem glúten.

## CHAPTER 2 – OPTIMIZATION OF THE PRODUCTION OF FERMENTED MILK BEVERAGES CONTAINING RED RICE EXTRACT

### ABSTRACT

The development of milk beverages containing rice extract diversifies the market of dairy products, and the use of dairy co-products minimizes the generation of wastes. Therefore, the purpose of this study was to develop fermented milk beverages containing red rice extract and to evaluate the sensory characteristics and the occurrence of syneresis in beverages when the red rice extract was cooked in the conventional way (RRE) or in a microwave oven (RREM). The use of different stabilizers/thickeners such as cornstarch, unflavored gelatin powder, and GFG (a commercial mixture of cornstarch and unflavored gelatin powder) was also assessed. The formulations were prepared from pasteurized whole milk, Minas fresh cheese whey, 2.5 % milk culture and 10 % sucrose. The criterion of choice of the best formulation was the one that, in the preliminary tests, presented the characteristic flavor of red rice, was light-colored, only slightly viscous in texture, and free of lumps. The data were analyzed by Principal Component Analysis (PCA). A combination of 20 to 81 % RRE and 50 % milk serum (MS) was used as substitute for milk in the dairy base. Based on the values of RRE and MS in the formulation selected sensorily, nine formulations were developed using Rotatable Central Composite Design (RCCD) to evaluate the influence of these variables on the organoleptic qualities of the milk beverages, and a 2×2 full factorial design with four axial points and 1 center point, totaling nine tests. After choosing the formulation to be used in the subsequent tests, a completely randomized 2×4×3 factorial design was implemented to examine the syneresis and texture of the beverages. This design consisted of a combination of two different red rice extract cooking methods, four different concentrations of stabilizers/thickeners (0.2, 0.3, 0.5 and 0.7 %) and three types of stabilizers/thickeners, compared with the beverages prepared using the RRE and RREM without the addition of stabilizers/thickeners, after seven days of refrigeration. In general, the addition of RRE or RREM gave the fermented dairy beverages a good appearance, particularly with respect to color, which ranged from pale to pink, depending on the concentration of extract. The beverages also had a pleasant texture, taste and aroma characteristic of red rice. The PCA revealed the formation of four groups among the selected attributes, according to their similarities. The formulation containing 30 % RRE and 50 % MS was chosen based on the organoleptic qualities of the beverages, and another nine formulations were prepared, among which the one containing 30 % RRE and 50 % MS was selected by PCA to test the use of different stabilizers/thickeners and of the RRE and RREM. Cornstarch proved ineffective in preventing syneresis, while a concentration of > 0.3 % of unflavored gelatin powder inhibited syneresis but gave the beverages a firm consistency, and the best formulations were found to be the ones containing 20 to 30 % of RREM, 26 to 54 % of MS, and 0.3 % of GFG.

**Keywords:** Stabilizers, milk serum, syneresis, gluten-free beverage.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de bebidas lácteas é uma das principais opções de aproveitamento do soro lácteo (CAPITANI et al. 2005). As mais comercializadas são as bebidas fermentadas, com características sensoriais semelhantes ao iogurte, e bebidas lácteas não-fermentadas. A produção de bebidas lácteas tem aumentado e ganhou popularidade em virtude da maior procura pelos consumidores por produtos inovadores, saudáveis, seguros e práticos para o consumo, aliando-se com a consolidação de mercado dos produtos (THAMER & PENNA, 2006). Além disso, é considerada uma opção atrativa devido à simplicidade do processo, pelo baixo custo de produção, menor preço repassado ao consumidor e também pelas excelentes propriedades funcionais de suas proteínas, em seu conteúdo de vitaminas do complexo B e por ser facilmente aceito por indivíduos com má absorção da lactose (CUNHA et al., 2009; BALDISSERA et al., 2011).

A saborização dessas bebidas é normalmente melhorada com o acréscimo de polpas de frutas, tornando a aceitação sensorial do produto mais representativa. Além do acréscimo de polpas de frutas, extratos vegetais podem ser utilizados na elaboração de bebidas lácteas como substitutos parciais do leite de origem animal, representando uma alternativa viável, em razão dos seus valores nutricionais, bem como ao baixo custo de produção (PRUDÊNCIO & BENEDET, 1999).

O arroz, além da utilização como ingrediente para a produção de panificados, cereais matinais, fórmulas infantis, alimentos com baixa caloria, fonte de amido e produtos hipoalergênicos, por poder ser usada inclusive por pacientes celíacos, que apresentam intolerância às proteínas do trigo, aveia, centeio e cevada (LUNDUBWONG & SEIB 2000; NABESHIMA & EL-DASH, 2004), também pode ser uma boa alternativa para a elaboração de bebidas compostas por extratos hidrossolúveis (SOARES JÚNIOR et al., 2010).

O amido que está presente na farinha de arroz pode entre outras funções, servir para facilitar o processamento, fornecer textura, servir como espessante, fornecer sólidos em suspensão e proteger os alimentos durante o processamento (PUCHONGKAVARIN et al., 2005). Segundo Lee & Lucey (2010), a textura do produto e a propensão à sinérese (separação do soro) são

umas das principais características que irão definir a qualidade da bebida. Em produtos lácteos para se aumentar a viscosidade podem ser adicionados espessantes deixando uma textura mais firme, diminuindo a sinérese e aumentando a aceitabilidade do produto (MATHIAS et al. 2013).

Segundo Walstra et al. (2006), dois dos espessantes mais utilizados são o amido e a gelatina. Estudos demonstraram que, em produtos lácteos, é possível usar amidos nativos ou modificados em bebidas lácteas. O uso de amido nativo favorece a imagem do produto, por ser um produto de origem vegetal (APLEVICZ & DEMIATE, 2007). Já a ação das gomas inclui basicamente a retenção de água e o aumento da viscosidade. A gelatina tem sua função primária em emulsões como estabilizante (DICKINSON, 2009), sendo também utilizada para melhorar a consistência e redução da sinérese (MANZANO, 2008).

Diante dos diferentes estudos apresentados, observa-se que o desenvolvimento de produtos utilizando o soro lácteo é bastante promissor, pois as bebidas contendo soro, em destaque as bebidas lácteas fermentadas, são uma realidade no mercado brasileiro, porque já representam 25 % do mercado total de iogurtes no país (PFLANZER et al., 2010). Por isso, a indústria deve buscar uma diferenciação de mercado, incluindo o aumento no uso de ingredientes exóticos e inovadores.

Por esses motivos e com o interesse de buscar evitar a perda de nutrientes, reduzir gastos com tratamentos de resíduos, aumentar a receita e elaborar um produto diferenciado dos demais disponíveis no mercado, objetivou-se desenvolver bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho e avaliar as características sensoriais e a presença de sinérese (separação de soro lácteo) nas bebidas, quando o extrato foi cozido de forma convencional ou em micro-ondas, além do uso de diferentes estabilizantes/espessantes, como amido de milho, gelatina em pó sem sabor e GFG (mistura de amido de milho e gelatina em pó sem sabor).

## MATERIAL E METÓDOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Agroindústria do Instituto Federal Goiano (Morrinhos-GO). O leite pasteurizado homogeneizado integral foi adquirido no mercado local de Morrinhos. O arroz vermelho foi adquirido no comércio local de Anápolis-GO. A cultura láctea (iogurte natural que contém *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*), sacarose e estabilizantes (amido de milho, gelatina em pó sem sabor e mistura de amido de milho e gelatina em pó sem sabor, disponível no mercado (GFG)) foram adquiridos no mercado local de Morrinhos.

O soro lácteo (SL) foi obtido pela coagulação do leite, utilizando o procedimento descrito por Furtado & Lourenço Neto (1994) para a elaboração de queijo minas frescal.

O extrato de arroz vermelho elaborado por cocção convencional (EAV) foi obtido conforme a técnica descrita por Carvalho et al. (2011), com modificações. O arroz vermelho e a água destilada na proporção de 1:2 (m/v) foi cozido em panela a fogo baixo, até a cocção completa, por aproximadamente 30 min. À medida que foi secando a água de cocção adicionavam-se 100 mL de água destilada. Ao final da cocção se adicionou mais água em proporção de 1:2 (m/v) para a homogeneização em liquidificador por 3 min, obtendo-se uma pasta homogênea e cremosa.

O extrato de arroz vermelho elaborado por cocção em micro-ondas (EAVM) foi obtido triturando o arroz em liquidificador industrial (Vitalex, LI-02/127 - LI-02/220, Catanduva, Brasil), em proporção de cinco partes de água por uma parte de arroz (5:1 v/m), seguido de aquecimento em forno micro-ondas (Eletrolux, MEF41, Barueri, Brasil), na potência alta, 1000 W, até a amostra atingir a temperatura de 85 °C, registrada em termômetro manual. O extrato cozido foi batido em liquidificador por 2 min até a obtenção de uma consistência cremosa.

Estudos preliminares foram realizados a fim de encontrar as melhores formulações para a obtenção das bebidas lácteas fermentadas. Inicialmente, as bebidas foram elaboradas variando-se as concentrações de EAV e soro lácteo (SL), complementados de leite, sacarose e cultura láctea de acordo com a Tabela 1.

TABELA 1 – Formulações preliminares para a elaboração de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho (EAV), soro lácteo (SL), leite, sacarose e cultura láctea.

Formulações	EAV (%)	SL (%)	Leite (%)	Sacarose (%)	Cultura láctea (%)
F1	20	33,75	33,75	10	2,5
F2	25	31,25	31,25	10	2,5
F3	30	28,75	28,75	10	2,5
F4	35	26,25	26,25	10	2,5
F5	40	23,75	23,75	10	2,5
F6	81	3,25	3,25	10	2,5

O leite, o SL e o EAV foram misturados manualmente e acondicionados em potes de polietileno com tampa hermética. O tratamento térmico foi feito em banho-maria (Quimis, Q334M-28, Diadema, Brasil) a 65 °C por 30 min. Após o aquecimento, os potes foram resfriados até 45 °C, e acrescentados da cultura láctea. A fermentação das bebidas se deu na mesma temperatura de 45 °C até atingir pH de 4,5 (~ 5 h), determinado por meio de medidor de pH de bancada (Tecnoyon, MPA210, Piracicaba, Brasil) (ROBINSON et al., 2006). Após a fermentação, os potes foram resfriados em refrigerador (Consul, Duplex CRD45, Joinville - SC, Brasil) a 8 °C por 12 h. As bebidas lácteas assim fermentadas foram adicionadas de sacarose e homogeneizadas, uma a uma, em liquidificador e acondicionadas novamente nos potes que foram armazenados em freezer horizontal (Consul, CHB53, Joinville, Brasil) a 5 °C até o dia seguinte para a realização das análises pertinentes.

Por meio de análise sensorial, o perfil das características relacionadas ao sabor, aroma, textura, cor e presença de grumos foi avaliado utilizando escalas numéricas estruturadas. Este teste é amplamente recomendado em desenvolvimento de novos produtos, para estabelecer a natureza das diferenças entre amostras ou produtos e em controle de qualidade (TEIXEIRA et al., 1987). O critério da escolha da melhor formulação foi aquela que apresentou sabor e aroma característicos de arroz vermelho, cor clara, textura pouco viscosa e com ausência de grumos, analisados por Análise de Componentes Principais (ACP). A escala de valores para os diferentes atributos analisados está descrita na Tabela 2.

TABELA 2 – Escala de valores utilizados para a discriminação dos atributos sensoriais das bebidas lácteas fermentadas a base de extrato de arroz vermelho

Atributos	Escala de valores		
	-1	0	1
Sabor	Intenso de arroz	Sem gosto de arroz	De arroz
Aroma	Intenso de arroz	Sem aroma	De arroz
Textura	Pastosa	Fluída	Pouco viscosa
Cor	Escura	Rosa	Clara
Grumos	Com	-	Sem

Baseados nos valores de EAV e SL da formulação escolhida, que passou a corresponder a variável codificada PEAV (0) e PSL (0) do delineamento composto central rotacional (DCCR), elaboraram 11 tratamentos, variando da variável codificada 0 para 1, 10 % tanto do PEAV e do PSL. As variáveis foram a porcentagem de soro lácteo (PSL) em substituição ao leite na base láctea, e porcentagem de extrato de arroz vermelho (PEAV). O esquema adotado foi o fatorial completo  $2^2$ , com 4 pontos axiais e 3 repetições no ponto central, descritos na Tabela 3. As formulações com características sensoriais semelhantes foram agrupadas por meio de ACP.

TABELA 3 - Valores codificados das variáveis proporção de extrato de arroz-vermelho (PEAV) e proporção de soro lácteo (PSL) aplicado na elaboração de bebidas lácteas fermentadas

Tratamento	Variáveis codificadas	
	PEAV	PSL
T1	-1	-1
T2	1	-1
T3	-1	1
T4	1	1
T5	-1,41	0
T6	1,41	0
T7	0	-1,41
T8	0	1,41
T9	0	0
T10	0	0
T11	0	0

Os testes sensoriais foram realizados em sala separada com temperatura constante de 22 °C, em cabines individualizadas. Os atributos

sensoriais foram analisados por sete julgadores, equipe do laboratório de Agroindústria do IF Goiano Câmpus Morrinhos, já familiarizados com as amostras e com a escala, após breve treinamento. Os julgadores eram de ambos os sexos e com idades entre 18 e 45 anos, que não possuíam alergia a produtos lácteos. As amostras foram servidas aleatoriamente em copos plásticos, com quantidades padronizadas (50 mL) e codificadas com três dígitos aleatórios, apresentadas simultaneamente aos julgadores para avaliar os atributos sabor, aroma, textura, cor e presença de grumos das amostras de acordo com o modelo de ficha sensorial (Apêndice 1). Foi oferecido um copo de água mineral à temperatura ambiente (22 °C) para enxaguar a boca, evitando a influência de uma amostra para outra.

Após a escolha da formulação que prosseguiria nos testes foi realizado um delineamento inteiramente casualizado com fatorial 2x4x3, ou seja, combinação de dois métodos diferentes de cocção do extrato de arroz vermelho (EAV e EAVM), quatro concentrações diferentes de estabilizantes/espessantes (0,2; 0,3; 0,5 e 0,7%) e três diferentes tipos de estabilizantes/espessantes (amido de milho, gelatina em pó sem sabor e GFG), comparados com as bebidas elaboradas com os dois métodos diferentes de cocção do extrato de arroz vermelho sem a utilização de estabilizantes/espessantes, após os sete dias de refrigeração. Onde foram observadas a presença ou ausência da sinérese e a textura das bebidas.

A sinérese foi determinada segundo Fiszman et al. (1999), observando visualmente a presença (-1), pequena presença (0) ou ausência (1) de líquido formado espontaneamente e acumulado na superfície das bebidas. As bebidas ficaram por sete dias em ambiente refrigerado ( $\pm 5$  °C), até a realização da análise, que foi realizada após menos de dois minutos de exposição das amostras à temperatura ambiente. O atributo textura foi observado conforme Tabela 2.

Para a análise estatística dos dados foi utilizado o software Statistica versão 6.0 (STATSOFT INC., 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No geral, a adição de extrato de arroz vermelho nas bebidas lácteas fermentadas, fez com que as bebidas apresentassem uma boa aparência, principalmente em relação à coloração, clara a rosa, dependendo da concentração de extrato de arroz utilizado. Apresentou também, textura, sabor e aroma agradáveis, característicos do arroz vermelho.

A ACP permitiu observar que o CP<sub>1</sub> e o CP<sub>2</sub> explicam juntos mais de 80 % da variabilidade observada. Observa-se também a formação de quatro grupos dentro os atributos selecionados, de acordo com suas similaridades (Figura 1).

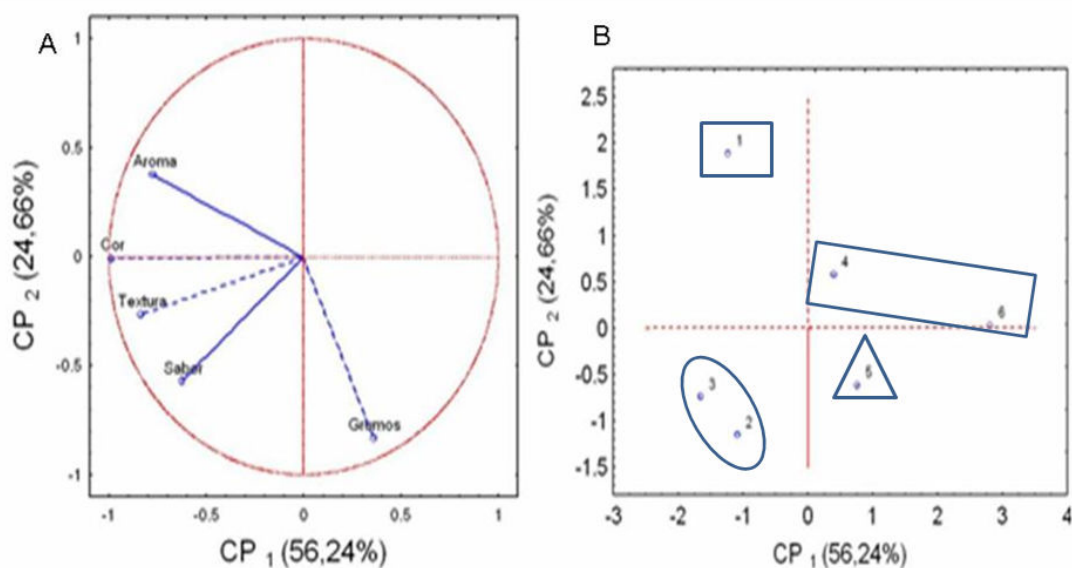


FIGURA 1 - Análise de Componentes Principais dos atributos sabor, aroma, textura, cor e grumos de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho.

Entre as formulações estudadas, aqueles que se destacaram negativamente em relação aos atributos cor, textura e sabor, foram as formulações F4 (35 % PEAV; 50 % PSL) e F6 (81 % PEAV, 50 % PSL) que formaram o grupo 1. Enquanto as formulações F2 (25 % PEAV; 50 % PSL) e F3 (30 % PEAV; 50 % PSL) foram as melhores nesses atributos, formando o grupo 2. A formulação F1 (20 % PEAV; 50 % PSL) destacou por apresentar melhor aroma, grupo 3 e a formulação F5 (40 % PEAV; 50 % PSL) observou-se presença de grumos, característica não desejável nas bebidas, grupo 4. Apesar das formulações do grupo 2 terem os melhores resultados encontrados em

relação aos atributos cor, textura e sabor, a formulação F3 (30% PEAV; 50% PSL) foi a escolhida para prosseguir os estudos, devido apresentar melhor aroma que a outra.

Baseados nos valores de EAV e SL da formulação F3 (30% PEAV; 50% PSL) se elaboraram 11 tratamentos utilizando o delineamento composto central rotacional (DCCR), para avaliar a influência nos atributos sensoriais das bebidas lácteas.

A ACP desses tratamentos (Figura 2) permitiu observar que o  $CP_1$  e o  $CP_2$  explicam juntos aproximadamente 94 % da variabilidade observada e foi possível notar a formação de quatro grupos de acordo com suas similaridades, dentre as variáveis selecionadas, sendo eliminadas dessa análise as características aroma e ausência de grumos porque todos os tratamentos apresentaram essas mesmas características, ou seja, bebidas com aroma de arroz e ausência de grumos.

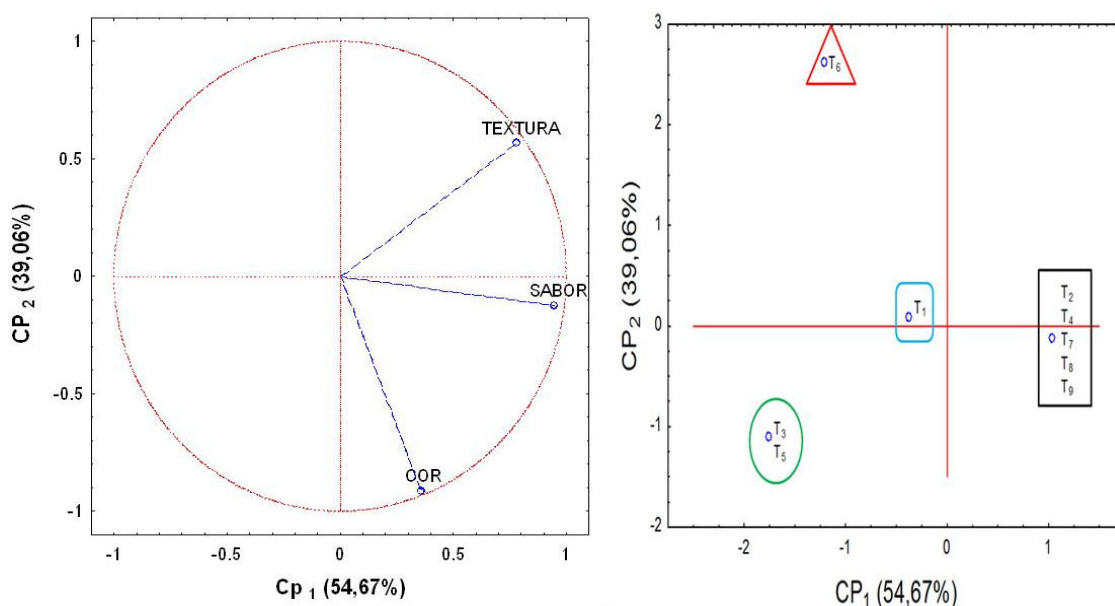


FIGURA 2 – Análise de componentes principais dos atributos textura, sabor e cor de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAV. Tratamento: T1 (10 % PEAV; 30 % PSL), T2 (30 % PEAV; 30 % PSL), T3 (10 % PEAV; 50 % PSL), T4 (30 % PEAV; 50 % PSL), T5 (6 % PEAV; 50 % PSL), T6 (34 % PEAV; 50 % PSL), T7 (20 % PEAV; 26 % PSL), T8 (20 % PEAV; 54 % PSL) e T9 (20 % PEAV; 40 % PSL)

O tratamento T1 (10 % PEAV; 30 % PSL) apresentou como principais características, textura pouco viscosa, sem sabor de arroz e cor clara, enquanto o tratamento T6 (34 % PEAV; 50 % PSL) diferiu do T1 (10 %

PEAV; 30 % PSL) somente quanto à cor rosa. Os tratamentos T3 (10 % PEAV; 50 % PSL) e T5 (6 % PEAV; 50 % PSL) tiveram como principais características, textura fluída, sem sabor de arroz e cor clara. Estes tratamentos não apresentaram sabor de arroz, característica não desejável na bebida, pois se deseja que a bebida elaborada tenha um suave sabor de arroz.

Os tratamentos T2 (30 % PEAV; 30 % PSL), T4 (30 % PEAV; 50 % PSL), T7 (20 % PEAV; 26 % PSL), T8 (20 % PEAV; 54 % PSL) e T9, T10 e T11 (20 % PEAV; 40 % PSL) tiveram como principais características, textura pouco viscosa, sabor de arroz e cor clara; características desejáveis para a bebida fermentada adicionada de extrato de arroz vermelho. Segundo Amatayakul et al. (2006), a redução da viscosidade da bebida pode ocorrer devido a substituição de uma porcentagem de leite por soro lácteo fazendo com que o gel proteico torne-se mais fraco devido a menor concentração de caseínas, podendo ocorrer ainda a precipitação de proteínas, com consequente aparecimento de pequenos grumos.

Os atributos sensoriais estudados nas bebidas lácteas desenvolvidas são importantes para se obter um produto de alta qualidade. Segundo Manzano et al. (2008), quando se trata de derivados lácteos, a textura é tão importante quanto o próprio sabor. Firmeza adequada e ausência de sinérese são essenciais, por isso é importante avaliar a necessidade da utilização de estabilizantes/espessantes, como a gelatina e as gomas em produtos lácteos para conferir a eles melhor consistência e redução da sinérese. Conforme Koksoy & Kilic (2004), a quantidade de estabilizante adicionado a derivados lácteos, influencia na aceitação do alimento pelo consumidor, pois possui efeito significativo sobre as características sensoriais do produto.

Pelo ACP, o Tratamento T4 (30 % PEAV; 50 % PSL) apresentou as melhores características sensoriais observadas. Além disso, por questões econômicas, optou-se pela amostra que possuía uma quantidade considerável de soro em substituição ao leite na base láctea e por ter uma quantidade considerável de arroz vermelho, para que a bebida elaborada tivesse sabor característico de arroz vermelho. Por esses motivos, o tratamento T4 (30 % PEAV; 50 % PSL) foi escolhido para testar a utilização de diferentes

estabilizantes/espessantes além do uso do extrato de arroz vermelho cozido em micro-ondas.

Na Tabela 4, estão os resultados observados da combinação de dois métodos diferentes de cocção do extrato de arroz vermelho (EAV e EAVM), quatro concentrações diferentes de estabilizantes/espessantes (0,2; 0,3; 0,5 e 0,7%) e três diferentes tipos de estabilizantes/espessantes (amido de milho, gelatina em pó sem sabor e GFG), comparados com as bebidas elaboradas com os dois métodos diferentes de cocção do extrato de arroz vermelho sem a utilização de estabilizantes/espessantes, após os sete dias de refrigeração.

TABELA 4 – Sinérese e textura de bebidas lácteas fermentadas contendo amido de milho, gelatina em pó sem sabor e GFG (estabilizantes) e extratos de arroz vermelho cozido por método convencional (EAV) e em micro-ondas (EAVM)

Tratamento	Extrato	Estabilizante	Sinérese	Textura
T1	EAV	0,2 % amido	Presença	Pouco viscosa
T2	EAV	0,3 % amido	Presença	Pouco viscosa
T3	EAV	0,5 % amido	Presença	Pouco viscosa
T4	EAV	0,7 % amido	Presença	Pouco viscosa
T5	EAVM	0,2 % amido	Pequena Presença	Pouco viscosa
T6	EAVM	0,3 % amido	Pequena Presença	Pouco viscosa
T7	EAVM	0,5 % amido	Pequena Presença	Pouco viscosa
T8	EAVM	0,7 % amido	Pequena Presença	Pouco viscosa
T9	EAV	0,2 % gelatina	Pequena Presença	Pouco viscosa
T10	EAV	0,3 % gelatina	Ausência	Firme
T11	EAV	0,5 % gelatina	Ausência	Firme
T12	EAV	0,7 % gelatina	Ausência	Firme
T13	EAVM	0,2 % gelatina	Ausência	Pouco viscosa
T14	EAVM	0,3 % gelatina	Ausência	Firme
T15	EAVM	0,5 % gelatina	Ausência	Firme
T16	EAVM	0,7 % gelatina	Ausência	Firme
T17	EAV	0,2 % GFG	Presença	Pouco viscosa
T18	EAV	0,3 % GFG	Presença	Pouco viscosa
T19	EAV	0,5 % GFG	Ausência	Pouco viscosa
T20	EAV	0,7 % GFG	Ausência	Firme
T21	EAVM	0,2 % GFG	Pequena presença	Pouco viscosa
T22	EAVM	0,3 % GFG	Ausência	Pouco viscosa
T23	EAVM	0,5 % GFG	Ausência	Firme
T24	EAVM	0,7 % GFG	Ausência	Firme
	EAV	-	Presença	Pouco viscosa
	EAVM	-	Pequena presença	Pouco viscosa

No geral, observou-se que as bebidas elaboradas no micro-ondas mostraram melhores resultados em relação à sinérese, do que as que foram elaboradas no sistema de cocção convencional (Tabela 4). Provavelmente, isso deve ter acontecido devido o tamanho das partículas da farinha de arroz resultante do processo de moagem ter influência direta na textura, nas características sensoriais, na absorção de água e viscosidade (WALDE et al. 2005). Dessa forma, acredita-se que a farinha de arroz possui maior capacidade de absorção de água que o arroz, devido ao menor tamanho da partícula, diminuindo assim a sinérese observada nessas amostras. Mesmo com a utilização do EAVM, o emprego de estabilizantes se fez necessária, já que foi observada pequena separação de fases nas bebidas lácteas fermentadas utilizando esse tipo de extrato.

Também, os tamanhos das partículas das farinhas resultantes dos processos de moagem dos cereais têm influência direta na textura, nas características sensoriais, na absorção de água, viscosidade e absorção de óleo (WALDE et al. 2005). Acredita-se que isso possa explicar a não eficiência da utilização do amido de milho nas diferentes concentrações utilizadas (0,2; 0,3; 0,5 e 0,7 %) para impedir o aparecimento da sinérese nas bebidas lácteas fermentadas elaboradas com extrato feito de forma convencional, mas ser capaz de inibir o aparecimento da sinérese nas bebidas elaboradas com extrato feito em micro-ondas devido a utilização da farinha de arroz vermelho utilizada nesse processo.

Textura pouco viscosa foi verificada em todos os tratamentos com amido de milho. Os grânulos de amido absorvem a água e incham em relação ao seu tamanho original, resultando num aumento da viscosidade da solução. É um dos agentes espessantes mais utilizados na produção de iogurte devido à sua facilidade de processamento e baixo custo, quando comparado com outros hidrocolóides. Este resultado corrobora com as observações realizadas por Foss (2000), no que diz respeito ao amido em produtos lácteos aumentar a viscosidade e melhorar a sua sensação na boca.

A gelatina em pó sem sabor como estabilizante, nas concentrações superiores a 0,3 %, foi eficiente em impedir o aparecimento da sinérese, mas denotou à bebida fermentada consistência firme, semelhante a sobremesas lácteas, tipo pudim, indesejável para a aplicação em produtos líquidos.

Manzano et al. (2008) afirmam que “iogurtes” de soja processados apenas com a gelatina apresentaram maior consistência, menor sinérese e maior capacidade de retenção de água.

Já as bebidas utilizando 0,2 % de gelatina apresentaram pequena presença de sinérese nas amostras que utilizavam o EAV, enquanto que para as amostras que utilizaram como extrato o EAVM, não foi observada sinérese.

Confirma-se, assim, de certa forma, que a utilização do micro-ondas na elaboração dos extratos de arroz vermelho minimiza os efeitos da separação de fases da bebida elaborada. O resultado obtido neste teste concorda com Koksoy & Kilic (2004), que mencionaram que o uso de gelatina não impediu a separação do soro em ayran em um nível de 0,25 %, mas foi eficaz quando foi utilizado 0,5 % de concentração, similar ao resultado observado neste estudo, quando foi adicionada a gelatina em pó sem sabor a 0,5 %.

Ares et al. (2007) e Costa et al. (2013) também observaram em seus trabalhos que a gelatina foi mais eficaz na prevenção da sinérese do que o amido. Observaram ainda que as amostras produzidas com gelatina apresentaram maior viscosidade sensorial, cremosidade e sensação na boca que as amostras fabricadas com amido, atributos que podem ter um efeito positivo sobre a aceitabilidade dos consumidores. Isso pode ter acontecido, provavelmente, a maior capacidade de retenção de água da gelatina.

Nas amostras em que foram utilizados EAV, a utilização de 0,2 e 0,3 % de GFG (mistura de amido e gelatina disponível no mercado) não foi eficiente, já que foi observado sinérese nas amostras. Nas bebidas elaboradas com as concentrações de 0,5 % e 0,7 % de GFG, não foi observado sinérese. Com o aumento da concentração de GFG para 0,7 %, observou-se aumento na consistência da bebida.

Nas amostras com EAVM, a utilização de 0,2 % de GFG não se mostrou eficiente, já que houve pequena presença de sinérese. Nas bebidas elaboradas com as concentrações de 0,5 % e 0,7 % de GFG, houve ausência de sinérese, mas notou-se consistência firme. Enquanto com a utilização de 0,3 % de GFG, as bebidas fermentadas elaboradas com EAVM, apresentaram-se com as características desejáveis, ou seja, sem sinérese e com boa textura.

## CONCLUSÃO

As bebidas fermentadas formuladas com extrato de arroz vermelho, cozido em micro-ondas mostraram melhor textura e presença mínima de sinérese, quando comparadas com as bebidas lácteas, utilizando o extrato de arroz vermelho obtido por cozimento convencional.

O amido de milho utilizado como estabilizante nos tratamentos das bebidas lácteas elaboradas não foi eficiente em impedir a separação de fases nas bebidas tanto com extrato de arroz vermelho cozido de forma convencional, quanto por micro-ondas. Sua utilização possibilitou apenas uma inibição no aparecimento da sinérese nas bebidas que utilizaram extrato de arroz vermelho obtido pela cocção em micro-ondas, provavelmente devido a utilização da farinha de arroz vermelho neste processo. Todos os tratamentos apresentaram consistência suave.

A gelatina em pó sem sabor, com concentração superior a 0,3 % foi eficiente em inibir a separação de fases, mas atribuiu aos produtos consistência firme, semelhante à de sobremesas lácteas, como pudins, característica indesejável para bebidas.

O GFG (mistura de amido de milho e gelatina) em concentração de 0,3 % gerou os melhores resultados nas bebidas como ausência ou pequena separação de fases e textura pouco viscosa. As melhores formulações quando relacionadas com as características gerais desejáveis em bebidas lácteas fermentadas foram aquelas com 20 a 30 % de extrato de arroz vermelho obtido em micro-ondas e 26 a 54 % de soro lácteo.

## REFERÊNCIAS

1. AMATAYAKUL, T.; HALMOS, A.L.; SHERKAT, F.; SHAH, N.P. Physical characteristics of yoghurts made using exopolysaccharide producing starter cultures and varying casein to whey protein ratios. **International Dairy Journal**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 40-51, 2006.
2. APLEVICZ, K.S.; DEMIATE, I.M. Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados. **Revista Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p.478-484, 2007.

3. ARES, G.; GONÇALVEZ, D.; PÉREZ, C.; REOLÓN, G.; SEGURA, N.; LEMA, P.; GÁMBARO, A. Influence of gelatin and starch on the instrumental and sensory texture of stirred yogurt. **International Journal of Dairy Technology**, v.60, n.4, p.263-269, nov. 2007.
4. BALDISSERA, A.C.; BETTA, F.D.; PENNA, A.L.B.; LINDNER, J.D. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas a base de soro de leite. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.4, p.1497-1512, 2011.
5. CAPITANI, C.D.; PACHECO, M.T.B.; GUMERATO, H.F.; VITALI, A.; SCHIMIDT, F.L. Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de conservação com polissacarídeo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.1, p.1123-1128, 2005.
6. CARVALHO, W.T.; REIS, R.C.; VELASCO, P.; SOARES JUNIOR, M.S.; BASSINELLO, P.Z.; CALIARI, M. Características físico-químicas de extratos de arroz integral, quirera de arroz e soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 422-429, jul./set. 2011.
7. COSTA, A.V.S.; NICOLAU, E.S.; TORRES, M.C.L.; FERNANDES, P.R.; ROSA, I.R.; NASCIMENTO, R.C. Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de bebida láctea fermentada elaborada com diferentes estabilizantes/espessantes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 209-226, jan./fev. 2013.
8. CUNHA, T.M.; ILHA, E.C.; AMBONI, R.D.M.C.; BARRETO, P.L.M.; CASTRO, F.P.A Influencia do Uso de Soro de queijo e Bactérias Probióticas nas Propriedades de Bebida Láctea Fermentadas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.12, n.1, p.23-24, 2009.
9. DICKINSON, E. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 23, p. 1473-1482, 2009.
10. FISZMAN, S.M.; LLUCH, M.A.; SALVADOR, A. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. **International Dairy Journal**, Barking, v. 9, n. 12, p. 895- 901, dez. 1999.
11. FOSS, J.W. **How Processing Affects Starch Selection For Yoghurt**. Bridgewater, NJ: National Starch and Chemical Company. 2000. 14p.
12. FURTADO, M.M.; LOURENÇO NETO, J.P.M. **Tecnologia de queijos: manual técnico para produção industrial de queijos**. 1.ed. São Paulo: Dipemar, 1994. 118p.
13. KOKSOY, A.; KILIC, M. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v.18, n.4, p.593-600, jul. 2004.

14. LEE, W.J.; LUCEY, J.A. Formation and physical properties of yogurt. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v.23, n.9, p.1127-1136, 2010.
15. LUNDUBWONG, N.; SEIB, P.A. Rice starch isolation by alkaline protease digestic of wet-milled rice flour. **Journal of Cereal Science**, Manhattan, v.31, p.63-74, 2000.
16. MANZANO, G.P.P.; DAIUTO, E.R.; JANZANTTI, N.S.; ROSSI, E. A. Aspectos sensoriais e físico-químicos de “iogurtes” de soja com espessantes/estabilizantes a base de fécula de inhame (*Dioscorea alata*), amido modificado e gelatina. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.26, n.2, p.287- 296, jul./dez. 2008.
17. MATHIAS, T.R.S.; ANDRADE, K.C.S.; ROSA, C.L.S.; SILVA, B.A. Avaliação do comportamento reológico de diferentes iogurtes comerciais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.16, n.1, p.12-20, jan./mar. 2013.
18. MANZANO, G.P.P.; DAIUTO, E.R.; JANZANTI, N.S.; ROSSI, E.A. Aspectos sensoriais e físico-químicos de “iogurtes” de soja com espessantes/estabilizantes a base de fécula de inhame (*dioscorea alata*), amido modificado e gelatina. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba v.26, n.2, p.287-296, jul./dez. 2008.
19. NABESHIMA, H.A.; EL-DASH, A. Modificação química da farinha de arroz como alternativa para o aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do arroz. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 107-120, 2004.
20. PFLANZER, S.B.; CRUZ, A.G.; HATANAKA, C.L.; MAMEDE, P.L.; CADENA, R.; FARIA, J.A.F.; SILVA, M.A.A.P Perfil sensorial e aceitação de bebida láctea achocolatada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.2, p.391-398, 2010.
21. PRUDÊNCIO, E.S.; BENEDET, H.D. Aproveitamento do soro de queijo na obtenção do extrato hidrossolúvel de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.1, p. 97-101, 1999.
22. PUCHONGKAVARIN, H.; VARAVINIT, S.; BERGTHALLER, W. Comparative study of pilot scale rice starch production by an alkaline and an enzymatic process. **Starch/Stärke**, Weinheim, v.57, n. 3-4, p. 134-144, 2005.
23. ROBINSON, R.K.; LUCEY, J.A.; TAMIME, A.Y. **Manufacture of Yoghurt**. In: TAMIME, A.Y. (Ed.). *Fermented Milks*. Oxford: Blackwell Science Ltd., 2006. cap. 3, p. 53-75.
24. SOARES JÚNIOR, M.S.; BASSINELLO, P.Z.; CALIARI, M.; VELASCO, P.; REIS, R.C.; CARVALHO, W.T. Bebidas saborizadas obtidas de extratos de

- quirera de arroz, de arroz integral e de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.2, p.407-413, 2010.
25. STATSOFT. **Statistica for Windows 6.0**. Computer program manual. Tulsa: Statsoft, 2001.
26. TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M.; BARBETTA, P.A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1987. 180 p.
27. THAMER, K.G.; PENNA, A.L.B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebióticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.26, n.3, p.589-595, jul./set. 2006.
28. WALDE, S.G.; TUMMALA, J.; LAKSHMINARAYAN, S.M.; BALARAMN, M. The effect of rice flour on pasting and particle size distribution of green gram (*Phaseolus radiate*) dried batter. **International Journal of Food Science and Technology**, v.40, p.935-942, 2005.
29. WALSTRA, P.; WOUTERS, J.T.M.; GEURTS, T.J. **Dairy Science and Technology**. 2nd ed. Netherlands: CRC Press, 2006. 808 p.

### CAPÍTULO 3. ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS ADICIONADAS DE EXTRATO DE ARROZ VERMELHO

#### Resumo

O desenvolvimento de bebidas lácteas adicionadas de extrato de arroz vermelho diversifica o mercado de produtos lácteos com produto de maior valor nutricional. Neste sentido, teve-se como objetivo neste trabalho caracterizar bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho e soro lácteo, quanto às propriedades físico-químicas e microbiológicas. O esquema aplicado foi o delineamento composto central rotacional sendo elaborados nove tratamentos, ou seja, um fatorial completo  $2^2$ , incluindo 4 pontos axiais, 1 ponto central com 3 repetições em todos os tratamentos. Combinando os níveis de soro lácteo (26 a 54 %) e extrato de arroz vermelho (6 a 34 %), adicionados de 10 % de sacarose, 2,5 % de cultura láctea e 0,3 % de estabilizante. O leite e o soro foram avaliados quanto ao pH, acidez titulável, lipídeos, sólidos totais e cinzas, enquanto o arroz em relação a umidade, teor de proteína, Mn, Zn e Fe. A estabilidade das bebidas foi estudada através da evolução do pH durante 56 dias de armazenamento a 5 °C, avaliados a cada sete dias. Desde o início da elaboração das bebidas e em tempos de 20 e 40 dias de armazenamento foram determinados a acidez, sólidos totais, lactose, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos e valor energético. Os macro elementos (Na, K, Ca e Mg) e micro elementos (Fe, Mn, Zn e Cu) foram avaliados em bebidas armazenadas por 40 dias. A qualidade higiênico-sanitária foi analisada por meio de testes microbiológicos (coliformes totais e coliformes termotolerantes, determinação qualitativa de *Salmonella* spp. e Estafilococos coagulase positiva) e viabilidade da microbiota láctea nos tempos inicial, 20 e 40 dias de armazenamento. Pela evolução do pH pode-se dizer que as bebidas desenvolvidas podem ser consumidas sem adição de conservante até 28 dias de armazenamento, a partir daí pode haver alteração sensorial em relação ao pH. A composição nutricional das bebidas elaboradas está de acordo com a legislação brasileira vigente, caracterizando-se como parcialmente desnatadas ( $< 1,77 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ) e com teores de proteínas ( $> 1,98 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ) superiores ao limite mínimo preconizado pela legislação. Apresenta teor de lactose ( $< 6,19 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ) favorável a consumidores que possuem má absorção desse açúcar. Essas bebidas apresentaram baixos teores de Na, Mg e Ca, valores consideráveis de Zn, Mn e Cu e teores similares de K e Fe em relação a outras bebidas lácteas disponíveis no mercado. As análises microbiológicas acusaram ausência de contaminação por bactérias do grupo coliformes, *Salmonella* spp. e Estafilococos. A contagem de bactérias lácteas viáveis foi superior a  $10^9 \text{ UFC mL}^{-1}$  durante toda a vida útil, superando ao valor mínimo preconizado pela legislação vigente. Os resultados das determinações físico-químicas foram analisados por Análise de Componentes Principais, que agrupou as bebidas em quatro diferentes grupos nas propriedades físico-químicas e em três diferentes grupos em minerais. Considerando o IDR de minerais nas bebidas, sugere-se que os tratamentos mais adequados são os que possuem entre 20 e 34 % de EAVM e 26 e 54 % de SL, por possuir os menores teores de Cu.

**Palavras-chave:** composição nutricional, estabilidade, soro lácteo, qualidade microbiológica.

### CHAPTER 3 – PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL STABILITY OF FERMENTED MILK BEVERAGES CONTAINING RED RICE EXTRACT

#### ABSTRACT

The development of milk beverages containing red rice extract diversifies the dairy market with products of greater nutritional value. The purpose of this study was to analyze fermented milk beverages containing added red rice extract and milk serum to determine their physicochemical and microbiological properties. To this end, a rotatable central composite design was developed for nine treatments, namely, a 2×2 full factorial design with four axial points and one center point, applied in triplicate in all the treatments. The milk serum (26 to 54 %) and red rice extract (6 to 34 %) contents were combined with 10 % sucrose, 2.5 % milk culture and 0.3 % stabilizer. The milk and serum were analyzed for pH, titratable acidity, lipids, total solids and ash, and the rice in terms of moisture, protein, Mn, Zn and Fe content. The stability of the beverages was examined based on the evolution of pH during 56 days of storage at 5 °C, measured at seven-day intervals. Acidity, total solids, lactose, ash, lipids, proteins, carbohydrates and energy content were determined when the beverages were prepared and after 20 and 40 days of storage. The macro elements (Na, K, Ca and Mg) and trace elements (Fe, Mn, Zn and Cu) were evaluated in beverages stored for 40 days. The sanitary quality was analyzed based on microbiological tests (total coliforms and heat resistant coliforms, qualitative detection of *Salmonella* spp. and coagulase positive staphylococci) and viability of the milk microbiota on day 1 and after 20 and 40 days of storage. Based on the evolution of the pH, it can be stated that the beverages developed in this study can be consumed for up to 28 days of storage without the addition of a preservative, after which their organoleptic properties may be altered by changes in pH. The nutritional composition of the beverages was in compliance with Brazilian legislation, and was characterized as partially skim ( $<1.77 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ), with higher protein content ( $> 1.98 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ) than the minimum recommended by legislation. The lactose content ( $< 6.19 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ) was suitable for consumers who have poor absorption of this sugar. These beverages presented low contents of Na, Mg and Ca, high contents of Zn, Mn and Cu, and K and Fe contents similar to those of other milk beverages available in the market. The microbiological analysis revealed the absence of contamination by bacteria of the coliform groups *Salmonella* spp. and *Staphylococcus*. The count of viable milk bacteria exceeded  $10^9 \text{ UFC mL}^{-1}$  during the product's lifetime, exceeding the minimum count established by legislation. The physicochemical results were analyzed by Principal Component Analysis, which divided the beverages into four different groups in terms of their physicochemical properties, and into three different groups in terms of minerals. Considering the DRI (dietary reference intakes) for minerals in beverages, it is suggested that the most suitable treatments are those containing 20 to 34% RREM (microwave cooked red rice extract) and 26 to 54% of MS (milk serum), because they have the lowest Cu contents.

**Keywords:** nutritional composition, stability, milk serum, microbiological quality.

## INTRODUÇÃO

O soro lácteo é um subproduto resultante da fabricação de queijos (LEITE et al., 2012). Em média, para produzir um quilograma de queijo são necessários dez litros de leite, com recuperação de nove litros de soro (BARBOSA et al., 2010). Assim, foi estimado que a geração de soro decorrente dos queijos produzidos no Brasil em 2014 seria (736.000 toneladas, USDA 2013), 50 % desse subproduto não é aproveitado, gerando desperdício nutricional, financeiro e impacto ambiental relevante, já que é um resíduo com alto teor orgânico (MAGALHÃES et al. 2011).

Entretanto, em virtude do seu alto valor nutricional, o soro lácteo se torna um substrato atraente como complemento na alimentação humana. O soro lácteo é composto de água (93 g (100 g)<sup>-1</sup>), lactose (5 g (100 g)<sup>-1</sup>), proteínas (0,85 g (100 g)<sup>-1</sup>), gordura (0,36 g (100 g)<sup>-1</sup>), e minerais (0,53 g (100 g)<sup>-1</sup>) (PESCUMA et al., 2010); ácido láctico (0,5 g L<sup>-1</sup>), ácido cítrico e vitaminas do complexo B (DRAGONE et al., 2009). Por isso, constitui matéria-prima para o desenvolvimento de novos produtos.

Uma das alternativas de aplicação é a utilização do lácteo na elaboração de formulações de bebidas, por constituir uma opção atrativa, devido à simplicidade do processo, baixo custo de produção, menor preço repassado ao consumidor e também pelas excelentes propriedades funcionais de suas proteínas, em seu conteúdo de vitaminas do complexo B e por ser facilmente aceito por indivíduos com intolerância à lactose (CUNHA et al., 2009; BALDISSERA et al., 2011). Pode-se associar às bebidas lácteas extratos vegetais, representando uma alternativa viável, em razão dos valores nutricionais, bem como ao baixo custo de produção (PRUDÊNCIO & BENEDET, 1999).

O arroz vermelho, também conhecido como arroz-de-Veneza e arroz-da-terra (PEREIRA et al., 2009), pertence à mesma espécie botânica do arroz branco (*Oryza sativa* L.). O grande diferencial entre o arroz vermelho e o branco são os compostos funcionais, os teores de fibras e de minerais (YAWADIO et al., 2007; ASCHERI et al., 2012; BOÊNO, 2008). Esse tipo de arroz é fonte em carboidratos (77,5-79,3 g (100 g)<sup>-1</sup>) e proteínas (6,9-7,8 g (100 g)<sup>-1</sup>), lipídeos (1,6-2,3 g (100 g)<sup>-1</sup>), minerais (1,1-1,3 g (100 g)<sup>-1</sup>) e fibras (2,5-3,3

g (100 g)<sup>-1</sup>), fornecendo um valor calórico de 357,5-363,9 kcal (100 g)<sup>-1</sup> de arroz vermelho (ASCHERI et al., 2012). Portanto, é de supor que seu emprego possa resultar em uma alternativa para elaboração de novos produtos, com características diferenciadas. No presente estudo, pretende-se verificar se o extrato de arroz vermelho pode ser aproveitado na formulação de bebidas lácteas fermentadas, obtendo-se produto estável durante o armazenamento.

Misturas de base láctea com extratos vegetais quando submetidas à fermentação produzem bebidas lácteas com melhores propriedades texturais, sensoriais e nutricionais; reduzem fatores antinutricionais pela hidrólise de proteínas e formação de peptídeos (SIQUEIRA et al. 2013). Em bebidas lácteas fermentadas, a hidrólise enzimática melhora a biodisponibilidade das proteínas e gordura, por aumentar as concentrações de aminoácidos livres e de ácidos graxos de cadeia curta, além de reduzir o teor de lactose residual; proporcionando uma alternativa alimentar para os indivíduos com intolerância a lactose (MATTAR & MAZO, 2010). A biodisponibilidade dos minerais como cálcio, zinco, ferro, manganês, cobre e fósforo, pode ser melhorada devido à produção de ácido láctico, com conseqüente redução do pH gástrico. Com relação às vitaminas, há um aumento na concentração de ácido fólico, niacina e riboflavina (TAMIME & ROBINSON, 2007).

Considerando que o soro lácteo é um coproduto industrial (muitas vezes considerados resíduo), pouco explorado, com grandes vantagens nutricionais e funcionais, e que a busca de alternativas para o aproveitamento desses nutrientes pode reduzir gastos com tratamentos de resíduos e aumento da receita, pretendeu-se desenvolver bebida láctea fermentada diferenciada, a base de soro lácteo e arroz vermelho que fosse possível ser consumida por indivíduos com alergia ao leite e por doentes celíacos, por usar reduzido teor de leite e um cereal que não contém glúten. O objetivo neste trabalho foi avaliar as propriedades físico-químicas e microbiológicas de bebidas lácteas fermentadas elaboradas com diferentes proporções de soro em substituição ao leite na base láctea e extrato de arroz vermelho.

## MATERIAL E METÓDOS

O leite pasteurizado homogeneizado integral, a cultura láctea (iogurte natural que contém *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*), a sacarose e o estabilizante (GFG da marca RICANATA, São Paulo, Brasil) foram adquiridos no mercado local de Morrinhos. O arroz vermelho foi adquirido no comércio local de Anápolis-GO. O soro lácteo (SL) foi obtido pela coagulação do leite utilizando o procedimento descrito por Furtado & Lourenço Neto (1994) para a elaboração de queijo minas frescal.

A elaboração das bebidas lácteas fermentadas e as análises físico-químicas foram realizadas nos Laboratórios dos Institutos Federal Goiano Câmpus Morrinhos (Morrinhos-GO) e Câmpus Urutaí (Urutaí-GO), Centro de Pesquisa em Alimentos e Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (Goiânia-GO), e as análises microbiológicas foram realizadas nos Laboratórios do Serviço Social de Aprendizagem Industrial Roberto Mange (Anápolis-GO) e do Controle de Qualidade de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Goiás (Goiânia-GO).

O extrato de arroz vermelho elaborado por cocção em micro-ondas (EAVM) foi obtido triturando o arroz em liquidificador industrial (Vitalux, LI-02/127 - LI-02/220, Catanduva, Brasil), em proporção de cinco partes de água por uma parte de arroz (5:1 v/m), seguido de aquecimento em forno micro-ondas (Eletrolux, MEF41, Barueri, Brasil), na potência alta, 1000 W, até a amostra atingir a temperatura de 85 °C, registrada em termômetro manual. O extrato cozido foi batido em liquidificador por 2 min até a obtenção de uma consistência cremosa.

As bebidas lácteas fermentadas foram elaboradas a base de EAVM e substituição do leite por SL. O experimento foi realizado utilizando o delineamento composto central rotacional  $2^2$ , com 4 pontos axiais e três repetições no ponto central, para as análises microbiológicas, perfazendo 11 tratamentos. Para as demais análises foram realizadas três repetições, não somente no ponto central, mas em cada um dos 9 tratamentos, afim de estudar os efeitos sobre as propriedades físico-químicas das bebidas (Tabela 1). Os níveis de SL variaram de 26 a 54 % [na base láctea que é 51 % segundo o

Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas (BRASIL, 2005)], e os EAVM de 6 a 34 %.

TABELA 1 - Valores codificados e reais das variáveis extrato de arroz vermelho (EAV) e soro lácteo (SL) aplicado na elaboração de bebidas lácteas fermentadas

Tratamento	Variáveis codificadas		Variáveis reais	
	EAV	SL	EAV (%)	SL (%)
T1	-1	-1	10	30
T2	1	-1	30	30
T3	-1	1	10	50
T4	1	1	30	50
T5	-1,41	0	6	40
T6	1,41	0	34	40
T7	0	-1,41	20	26
T8	0	1,41	20	54
T9	0	0	20	40
T10	0	0	20	40
T11	0	0	20	40

Além do leite, soro lácteo e extrato de arroz vermelho, 0,3 % de estabilizante, 10 % sacarose e 2,5 % de cultura láctea foram utilizados para elaborar as bebidas lácteas fermentadas experimentais. Exceto a cultura láctea, os demais ingredientes foram misturados manualmente em potes de polietileno com tampa hermética. O tratamento térmico ocorreu em banho-maria (Quimis, Q334M-28, Diadema, Brasil) a 65 °C por 30 min. Após o aquecimento, os potes foram resfriados até 45 °C e acrescentados da cultura láctea. A fermentação das bebidas se deu na mesma temperatura de 45 °C até atingir pH de 4,5 (~5 h) determinado por meio de medidor de pH de bancada (TecnoPON, MPA210, Piracicaba, Brasil) (ROBINSON et al., 2006). Após a fermentação, os potes foram resfriados em refrigerador (Consul, Duplex CRD45, Joinville - SC, Brasil) a 8 °C por 12 h. As bebidas lácteas assim fermentadas foram homogeneizadas, uma a uma, em liquidificador e acondicionadas novamente nos potes que foram armazenados em freezer horizontal (Consul, CHB53, Joinville, Brasil) a 5 °C até a realização das análises.

Um segundo ensaio foi realizado, com delineamento inteiramente ao acaso, e esquema fatorial 9x8 (9 formulações, 8 tempos) com três repetições.

A partir do primeiro dia da preparação das bebidas, a intervalos de 7 dias até o final do armazenamento (56 dias), registraram-se os dados de pH, em triplicata, onde foi possível elaborar gráficos de linha. A qualidade físico-química (acidez titulável, proteína, cinzas, sólidos totais, lipídeos, lactose, carboidratos e valor energético) e microbiológica das bebidas lácteas fermentadas desenvolvidas foram avaliadas a partir do primeiro dia de elaboração e nos tempos de 20 e 40 dias de armazenamento.

No leite e no soro foram analisados o pH, acidez titulável, lipídeos, sólidos totais e cinzas segundo Instrução Normativa (IN) n° 68 (BRASIL, 2006). No arroz vermelho foram determinados a umidade e proteínas (fator de conversão adotado foi de 5,39) segundo a IN n° 68 (BRASIL, 2006), e os teores de Manganês (Mn), Zinco (Zn) e Ferro (Fe), segundo IN n° 28 (BRASIL, 2007b).

O pH, acidez titulável (em porcentagem de ácido láctico) e teor de proteína (com fator de conversão de 6,38), cinzas, sólidos totais, umidade e voláteis e lipídeos das bebidas foram analisados de acordo com as normas da IN n° 68 (BRASIL, 2006). O teor de lactose das bebidas foi analisado segundo a IN n° 11 (BRASIL, 2009). O teor de carboidratos foi calculado pela diferença percentual da soma dos nutrientes proteína, lipídeo, cinza e umidade e o valor energético das bebidas elaboradas foi calculado utilizando os seguintes fatores de conversão, para proteína e carboidratos iguais a 4,0 kcal g<sup>-1</sup> e para lipídeo iguais a 9,0 kcal g<sup>-1</sup> segundo a RDC n° 360, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2003a).

Também foram analisados nas bebidas lácteas fermentadas armazenadas por 40 dias, os macros elementos: Sódio (Na), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) e os micros elementos: Fe, Mn, Zn e Cobre (Cu), segundo IN n° 28 (BRASIL, 2007b). A leitura dos valores de Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu foram realizadas no espectrofotômetro de absorção atômica (*Perkin Elmer*, modelo 5100 PC, Waltham, MA, EUA) e para Na e K foi utilizado o fotômetro de chamas (Corning 400, Cambridge, United Kingdom). A concentração dos minerais foi comparada com a ingestão diária recomendada (IDR) para adultos da RDC 269 de 22/09/05 (BRASIL, 2005 a).

A qualidade higiênico-sanitária das bebidas lácteas fermentadas foi avaliada nos tempos de 0, 20 e 40 dias de armazenamento sob refrigeração a

5 °C, por meio da detecção da presença de coliformes totais (a 35 °C) e coliformes termotolerantes (45 °C), conforme a IN n° 62 (BRASIL, 2003b), verificando sua conformidade com os Padrões de Identidade e Qualidade para Bebidas Lácteas (BRASIL, 2005 b) e com a Resolução n° 12, de 2 janeiro de 2001 (Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA) (BRASIL, 2001). As análises qualitativas de *Salmonella spp.* e Estafilococos coagulase positiva foram realizadas conforme IN n° 62 (BRASIL, 2003b). A microbiota láctea foi analisada segundo o método descrito por (ISO 15214:1998), utilizando o meio de cultura Agar MRS (De Man, Rogosa & Sharpe Agar).

As diferentes bebidas lácteas fermentadas com extrato de arroz vermelho e soro lácteo foram agrupados por meio de Análise de Componentes Principais, utilizando os resultados das propriedades físico-químicas e de minerais. O software Statistica versão 6.0 (STATSOFT INC., 2001) foi utilizado para a análise estatística dos dados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 2 estão os resultados obtidos das análises físico-químicas do leite, soro lácteo e arroz vermelho cru utilizados na preparação das bebidas lácteas fermentadas.

O leite integral utilizado apresentou padrões normais para a elaboração de bebidas lácteas conforme estabelecido pela IN n° 62 (BRASIL, 2011). O soro obtido da elaboração do queijo Minas frescal caracterizou se como sendo doce, por apresentar valores de pH entre 6 e 7 segundo proposto na Portaria n° 53 (BRASIL, 2013a). A acidez e o teor de sólidos totais também atenderam a Portaria n° 53 por serem inferiores de 0,14 g (100 g)<sup>-1</sup> de ácido láctico e possuir no mínimo 5 g (100 g)<sup>-1</sup> para sólidos totais. De acordo com essas características, o leite e o soro foram considerados boas matérias-primas para a elaboração de bebidas lácteas fermentadas.

TABELA 2 – Caracterização físico-química do leite pasteurizado homogeneizado integral, do soro lácteo e do arroz vermelho cru, utilizados na elaboração de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho (média  $\pm$  desvio padrão)

Análises	Leite	Soro lácteo	Arroz vermelho
pH	6,58 $\pm$ 0,01	6,64 $\pm$ 0,02	-
Acidez titulável <sup>1</sup>	0,17 $\pm$ 0,02	0,11 $\pm$ 0,01	-
Lipídeos <sup>1</sup>	3,47 $\pm$ 0,15	0,17 $\pm$ 0,03	-
Sólidos Totais <sup>1</sup>	11,67 $\pm$ 0,16	6,86 $\pm$ 0,03	-
Cinzas <sup>1</sup>	0,69 $\pm$ 0,05	0,54 $\pm$ 0,01	-
Umidade <sup>2</sup>	-	-	8,91 $\pm$ 0,10
Proteína <sup>2</sup>	-	-	6,37 $\pm$ 1,10
Zn <sup>2</sup>	-	-	4,60 $\pm$ 0,10
Fe <sup>2</sup>	-	-	0,68 $\pm$ 0,16
Mn <sup>2</sup>	-	-	1,88 $\pm$ 0,41

<sup>1</sup> g (100 g)<sup>-1</sup> (base úmida); <sup>2</sup> mg (100 g)<sup>-1</sup> de amostra (base úmida);. – Não determinado.

Embora seja um produto pouco conhecido, o arroz vermelho apresentou teor de proteína expressivo. Este se encontrou próximo das faixas reportadas por Walter et al. (2008) para arroz branco polido (4.3-18.2 g (100 g)<sup>-1</sup>) e dos genótipos de arroz vermelho (6,9 a 7,8 g (100 g)<sup>-1</sup>) estudados por Ascheri et al. (2012). O arroz vermelho forneceu uma ou mais vezes a quantidade de minerais em relação ao arroz branco comercial descritos por Juliano (1985) e Unicamp (2006). O que demonstram que o arroz vermelho tem potencial nutritivo para enriquecer bebidas lácteas fermentadas.

No início do armazenamento refrigerado das bebidas lácteas experimentais (Figura 1), o pH oscilou entre 4,3-4,5. Em 56 dias de armazenamento, o pH diminuiu para a faixa entre 4,0 e 4,2, resultados acima dos encontrados por Wongkhalaung & Boonyaratanakornkit (2000) em iogurte a base de arroz com sabor morango, cujo o pH foi de 3,48.

A observação da variação do pH das bebidas lácteas fermentadas experimentais é importante porque se relaciona com a sensibilidade sensorial ao longo do tempo de armazenamento. Zacarchenco & Massaguer-Roig (2004) referiram que variações de pH entre 0,14 e 0,32 são decréscimos perceptíveis sensorialmente e variações de pH < 0,12 são decréscimos imperceptíveis. Pela Figura 1, observa-se que os tratamentos T5 a T7 e T9 a T11 apresentaram decréscimos perceptíveis no tempo de 28 dias de armazenamento, enquanto que os tratamentos T3, T4 e T8 apresentaram esse decréscimo aos 42 dias, enquanto que o T1 apresentou aos 49 dias de armazenamento e o T2

apresentou aos 21 dias de armazenamento. Estas observações sugerem que para garantir a vida útil de consumo das bebidas desenvolvidas sem adição de conservante, as variações de pH deveriam manter em um valor aceitável ao longo do tempo de armazenamento, acondicionadas sob temperatura, transporte e armazenamento ideais. Então estas bebidas desenvolvidas poderiam ser consumidas até 28 dias de produção para que a mudança do pH das bebidas com o tempo de armazenamento não sejam percebida pelos consumidores.

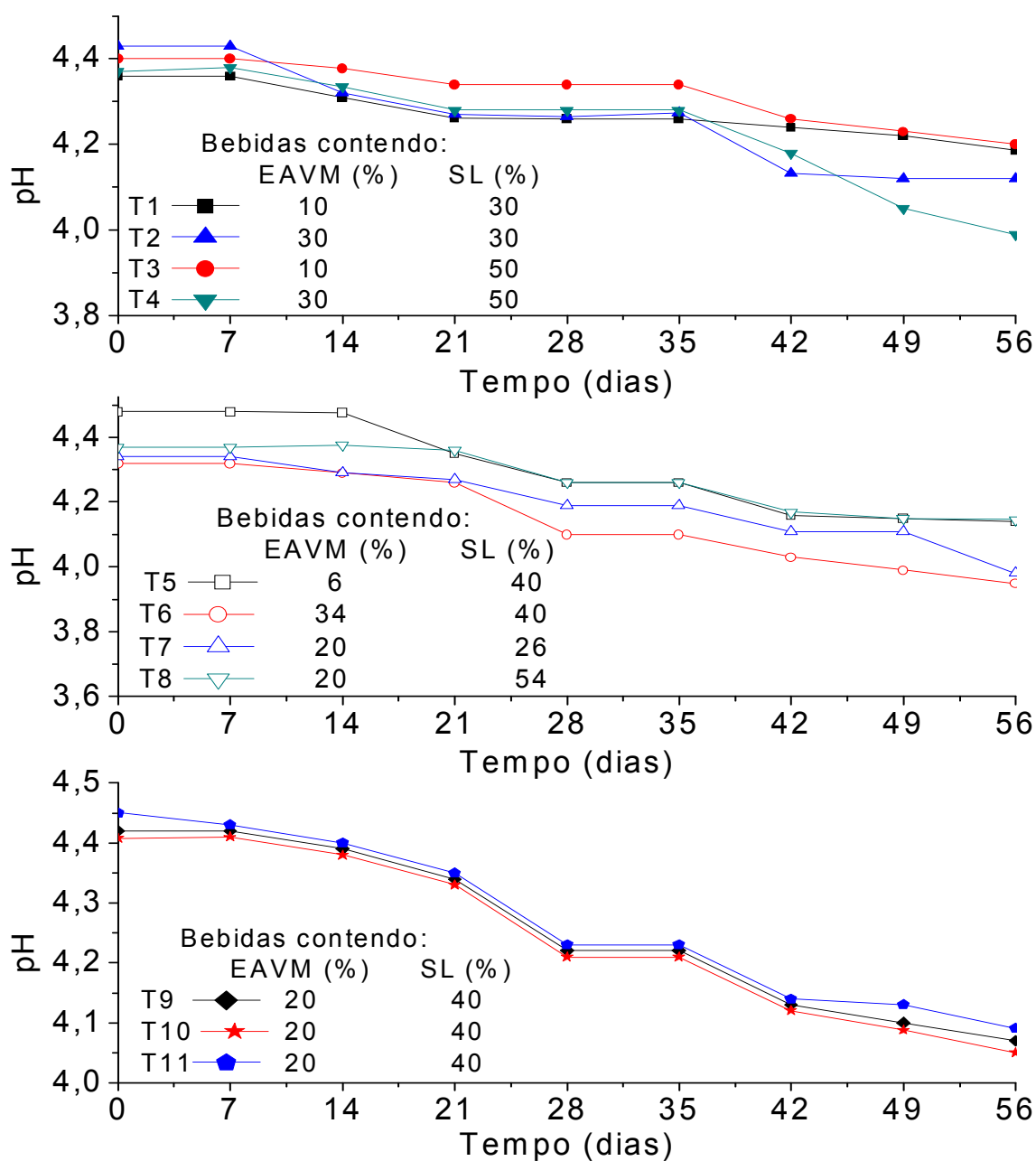


FIGURA 1 - Valores médios de pH dos diferentes tratamentos de bebida láctea fermentada adicionada de extrato de farinha de arroz vermelho em diferentes tempos de armazenamento.

Na Tabela 3, os resultados das análises químicas demonstram que as bebidas experimentais possuem diferentes características químicas (Tabela 2).

TABELA 3 – Média da caracterização físico-química, macro e micro elementos das bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho nos diferentes tempos de armazenamento

Análises	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Acidez Titulável <sup>1</sup>	0,62	0,58	0,54	0,54	0,55	0,56	0,64	0,56	0,56
Cinzas <sup>1</sup>	0,58	0,51	0,55	0,47	0,59	0,47	0,55	0,52	0,53
Sol. Totais <sup>1</sup>	21,52	22,65	20,57	22,40	20,66	22,35	22,08	21,10	21,36
Proteína <sup>1</sup>	2,06	2,05	2,02	1,98	2,05	2,01	2,05	2,06	2,02
Carboidrato <sup>1</sup>	17,10	18,54	16,54	18,77	16,37	18,56	17,74	17,2	17,32
Lactose <sup>1</sup>	6,19	4,57	5,47	4,57	6,09	3,97	4,54	5,11	5,27
Lipídeos <sup>1</sup>	1,77	1,55	1,46	1,18	1,65	1,31	1,74	1,32	1,48
Valor Energético <sup>3</sup>	92,61	96,27	87,39	93,57	88,54	94,1	94,86	89,00	90,72
Na <sup>2</sup>	68,31	56,71	61,17	52,5	60,44	58,30	49,94	54,7	51,76
K <sup>2</sup>	78,25	80,85	89,92	76,04	64,72	87,42	80,75	76,20	83,05
Ca <sup>2</sup>	3,55	3,42	3,76	3,15	3,75	3,29	3,86	2,86	2,78
Cu <sup>2</sup>	0,62	1,46	0,95	0,59	0,43	0,40	0,53	0,40	0,52
Fe <sup>2</sup>	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Zn <sup>2</sup>	0,19	0,48	0,41	0,25	0,37	0,28	0,24	0,17	0,35
Mn <sup>2</sup>	0,05	0,11	0,06	0,12	0,08	0,15	0,08	0,08	0,11
Mg <sup>2</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

<sup>1</sup>g (100 g)<sup>-1</sup> (base úmida); <sup>2</sup>mg (100 g)<sup>-1</sup> (base úmida); <sup>3</sup>kcal (100 g)<sup>-1</sup>; T1: 10 % de EAVM e 30 % de SL, T2: 10 % de EAVM e 50 % de SL, T3: 30 % de EAVM e 30 % de SL, T4: 30 % de EAVM e 50 % de SL. T5: 6 % de EAVM e 40 % de SL, T6: 34 % de EAVM e 40 % de SL, T7: 20 % de EAVM e 26 % de SL, T8: 20 % de EAVM e 54 % de SL. T9: 20 % de EAVM e 40 % de SL.

Os valores da acidez titulável encontrados nas bebidas lácteas fermentadas desenvolvidas (Figura 2) estão próximos dos valores que a legislação estabelece entre 0,6-2,0 g (100 g)<sup>-1</sup> de ácido láctico (BRASIL, 2007a) para esse tipo de bebidas. E próximo também da acidez observada por Martins et al. (2013) que encontrou 0,55% de acidez titulável em iogurte elaborado de extrato hidrossolúvel de soja suplementado com 5,0% de inulina. O teor de cinza variou de 0,47 g (100 g)<sup>-1</sup> a 0,59 g (100 g)<sup>-1</sup>, estando acima aos obtidos por Wongkhalaung & Boonyaratanakornkit (2000) em iogurte a base de arroz

sabor morango ( $0,26 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ). Os sólidos totais oscilaram de  $20,66 \text{ g (100 g)}^{-1}$  a  $22,65 \text{ g (100 g)}^{-1}$ , valores maiores aos encontrados por Cunha et al. (2008) ( $18,08$  e  $19,44 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ) em bebidas lácteas fermentadas. O teor protéico variou entre  $1,98$  e  $2,06 \text{ g (100 g)}^{-1}$ , bem acima do valor de  $1 \text{ g (100 g)}^{-1}$  estabelecido pela legislação (BRASIL, 2005 b). Mas semelhante aos do estudo de Tarantola & Wujastyk (2009), que encontraram em bebidas comerciais a base de arroz, o teor de proteína entre  $0$  e  $2 \text{ g (100 g)}^{-1}$ . E inferiores ao valor de proteína encontrado por Wongkhalaung & Boonyaratanakornkit (2000) que foi  $3,05 \text{ g (100 g)}^{-1}$  em iogurte a base de arroz sabor morango.

Os teores de carboidratos obtidos no presente estudo estão dentro da faixa de valores obtida por Tarantola & Wujastyk (2009) em bebidas comerciais à base de arroz ( $10$  e  $35 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ).

Ferronato et al. (2004) constataram que iogurtes e leites fermentados comerciais apresentam em média  $30 \%$  menos lactose que o leite. Com isso eles indicaram que iogurtes e leites fermentados podem ser tolerados por pessoas que possuem má absorção de lactose, mas não pelos intolerantes à lactose. Segundo Manan et al. (1999), os sintomas da intolerância à lactose podem ser eliminados quando a lactose é reduzida em  $70 \%$ , valor calculado em aproximadamente  $1,23 \%$  de lactose em um consumo de  $220 \text{ mL}$  de produto lácteo. Os teores de lactose encontrados, por tanto, podem ser toleradas por pessoas que possuem má absorção de lactose, mas não pelos intolerantes à lactose. Estes valores foram semelhantes aos encontrados por Ramos et al. (2013) para bebidas lácteas fermentadas com teor de lactose de  $5,2$  a  $5,7 \text{ g (100 g)}^{-1}$  e por Borges et al. (2010) que avaliaram  $124$  tipos de iogurtes disponíveis no mercado português e observaram que o teor de lactose variou entre  $2,16$  a  $6,40 \text{ g (100 g)}^{-1}$  nos iogurtes aromatizados.

Em relação ao teor de lipídeos, as bebidas desenvolvidas se enquadram como bebidas parcialmente desnatadas por possuir teores menores de  $2,9 \text{ g (100 g)}^{-1}$  de lipídeos segundo a legislação BRASIL (2007a). O teor de lipídeos foi aproximadamente  $15 \%$  menor ao encontrado por Cunha et al. (2009), ou seja,  $1,43$  a  $2,04 \text{ g (100 g)}^{-1}$  de lipídeo em bebidas lácteas fermentadas.

As bebidas desenvolvidas no presente estudo forneceram valores energéticos dentro dos limites encontrados nas bebidas lácteas disponíveis no mercado (de 34 a 100 kcal (100 g)<sup>-1</sup>), que segundo USP (2008), também Tarantola & Wujastyk (2009), que estudaram bebidas comerciais à base de arroz, que forneceram valor energético entre 45 e 160 kcal.

A agregação do extrato de arroz vermelho às bebidas lácteas fermentadas forneceu valores consideráveis de Zn, Mn e Cu, ou seja, valores próximos ou superiores aos encontrados por UNICAMP (2006) que foi de (0,2; traços, 0,02 mg (100 g)<sup>-1</sup>) para Zn, Mn e Cu, respectivamente, em bebida láctea sabor pêssego. As concentrações desses minerais correspondem entre 2,5 a 6,83% do IDR para Zn, entre 2,13 a 6,33% do IDR para Mn e entre 44,3 a 162% de Cu.

Foram encontrados nas bebidas desenvolvidas valores similares de K e Fe em relação a outras bebidas lácteas. UNICAMP (2006), encontrou 62 mg (100 g)<sup>-1</sup> de K e traços de Fe em bebida láctea sabor pêssego e Tarantola & Wujastyk (2009) encontrou 15 e 200 mg (100 g)<sup>-1</sup> de K em bebidas comerciais à base de arroz. As concentrações de Fe correspondem até 0,21% do IDR.

Em relação aos outros minerais estudados, como o Na, Mg e o Ca, foram encontradas baixas concentrações nas bebidas. As concentrações desses minerais correspondem entre 2,08 a 2,85% do valor diário referência (VDR) de Na (BRASIL, 2003a), entre 0,003 e 0,004% da IDR para Mg e entre 0,28 a 0,38% da IDR para Ca.

Segundo a Portaria SVS/MS nº 27/1998 (BRASIL, 1998), as bebidas elaboradas no presente estudo podem ser consideradas com baixo teor de Na, por possuírem em sua composição valor inferior a 120 mg (100 g)<sup>-1</sup> ou (100 mL)<sup>-1</sup>. Este resultado vai ao encontro do acordo voluntário para reduzir o teor de sódio dos produtos industrializados, realizado entre o Ministério da Saúde e associações que representam as empresas da indústria alimentícia no Brasil que prevê a redução do ingrediente nos laticínios, embutidos e refeições prontas (BRASIL, 2013b).

Os valores de Mg encontrados nas bebidas desenvolvidas foram inferiores aos encontrados por UNICAMP (2006) que foi de 9 mg (100 g)<sup>-1</sup> em

bebida láctea sabor pêssego. Isso pode ter acontecido devido as diferentes formulações dessas bebidas.

Os teores de Ca nas bebidas desenvolvidas foram inferiores aos valores encontrados por Tarantola & Wujastyk (2009) em bebidas comerciais a base de arroz entre 20 e 350 mg (100 g)<sup>-1</sup> e ao valor encontrado por UNICAMP (2006) 89 mg (100 g)<sup>-1</sup> para Ca em bebida láctea sabor pêssego. Em razão do baixo teor de Ca, foi constatado no presente estudo que as bebidas elaboradas não podem ser consideradas como fonte de Ca e substituto do leite, devendo o Ca ser adquirido por meio de outros alimentos ou adicionado de Ca.

Ângulos de 180° ou próximos dele (vetores opostos) indicam correlação negativa, por exemplo, as bebidas com pH mais baixo têm maior valor energético (Figura 2A). Tratamentos similares ocupam regiões próximas no gráfico, ou seja, ângulos se fechando indicam correlação positiva e ângulos se aproximando de 90° indicam correlação nula e são caracterizadas pelos vetores que se apresentam mais próximos a elas. Cada tratamento foi representado por um ponto, e pode-se observar a formação de quatro grupos, ficando bem distintos uns dos outros, marcados pelas localizações definidas por figuras geométricas de cada um no gráfico (Figura 2B). A ACP permitiu observar também que o CP<sub>1</sub> e o CP<sub>2</sub> explicam juntos mais de 86 % da variabilidade observada.

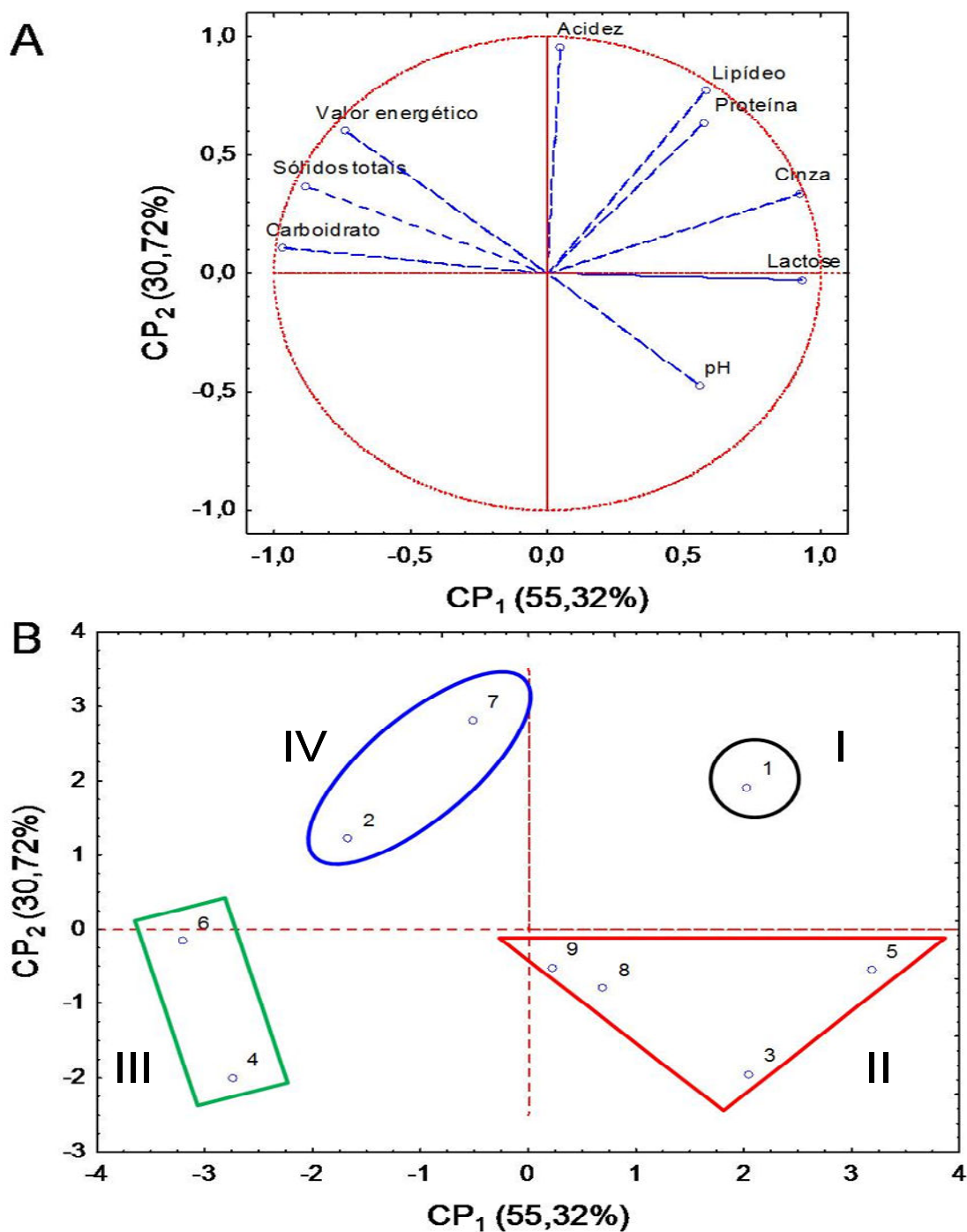


FIGURA 2 – Análise de Componentes Principais das análises físico-químicas das bebidas lácteas fermentadas com adição de extrato de arroz vermelho

O Grupo I foi formado somente pelo tratamento T1 que se caracterizou por ter os maiores teores de cinza ( $0,58 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ), lipídeo ( $1,77 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ), proteína ( $2,06 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ), lactose ( $6,19 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ) e acidez [ $0,62 \text{ g (100 g)}^{-1}$  de ácido láctico]. O pH foi de 4,33, os teores de carboidratos e sólidos totais foram de 17,1 e  $21,52 \text{ g (100 g)}^{-1}$ , respectivamente, fornecendo

um valor energético de 92,61 kcal (100 g)<sup>-1</sup>. Isto pode ter acontecido devido ao fato de que esse tratamento contém aproximadamente 45 % mais leite que o tratamento T8, formulação com menor teor de leite em sua composição. Com isso, permite que os teores de cinzas, lipídeos, proteína e lactose sejam maiores que os dos demais grupos, já que o leite é rico nestes nutrientes.

O grupo II constituiu-se pelos tratamentos 3, 5, 8 e 9, caracterizados por ter maiores valores médios de pH (4,34) e menores teores de carboidratos (16,86 g (100 g)<sup>-1</sup>), e em consequência, menores valores de acidez titulável [0,55 g (100 g)<sup>-1</sup> de ácido láctico], fornecendo menores valores de sólidos totais (20,92 %) e valor energético de 88,91 kcal (100 g)<sup>-1</sup>. Os teores médios de cinza, lipídeo, proteína e lactose foram de 0,55 g (100 g)<sup>-1</sup>, 1,48 g (100 g)<sup>-1</sup>, 2,04 g (100 g)<sup>-1</sup> e 5,49 g (100 g)<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os tratamentos 4 e 6 formaram o Grupo III que caracterizou-se por apresentar menores teores de cinzas (0,47 g (100 g)<sup>-1</sup>), lipídeo (1,25 g (100 g)<sup>-1</sup>), proteína (2,0 g (100 g)<sup>-1</sup>) e lactose (4,27 g (100 g)<sup>-1</sup>); e maiores teores de carboidratos (18,67 g (100 g)<sup>-1</sup>) e sólidos totais (22,38 g (100 g)<sup>-1</sup>), fornecendo um valor energético de 93,84 kcal (100 g)<sup>-1</sup>. O pH e acidez titulável foram de 4,28 e 0,55 g (100 g)<sup>-1</sup> de ácido láctico respectivamente. Isso se explica por esses tratamentos possuírem os maiores teores de extrato de arroz vermelho em sua composição, ou seja, maiores teores de carboidratos, e por possuírem menores teores de base láctea na formulação, diminuindo então, os teores de cinzas, lipídeos, proteínas e lactose, que são os principais componentes da base láctea.

Já, o Grupo IV foi formado pelos tratamentos 2 e 7. Este Grupo caracterizou-se por conter maior valor energético fornecendo em torno de 95,57 kcal (100 g)<sup>-1</sup>, valores altos de carboidratos (18,14 g (100 g)<sup>-1</sup>) e sólidos totais (22,37 g (100 g)<sup>-1</sup>). Os teores de cinzas, lipídeos, proteínas e lactose foram respectivamente de 0,53 g (100 g)<sup>-1</sup>, 1,65 g (100 g)<sup>-1</sup>, 2,05 g (100 g)<sup>-1</sup> e 4,56 g (100 g)<sup>-1</sup>. O pH e acidez titulável foram de 4,28 e 0,61 g (100 g)<sup>-1</sup> de ácido láctico.

Em relação aos diferentes grupos identificados, é possível dizer que qualquer grupo poderia ser escolhido como adequado, já que atendem aos quesitos de identidade e qualidade de bebidas lácteas fermentadas (BRASIL, 2007).

Na Figura 3A mostram-se que em relação aos minerais estudados, as bebidas lácteas apontaram diferentes características. No gráfico da Figura 3B cada tratamento foi representado por um ponto. Pode-se observar que os grupos de tratamentos ficaram bem distintos uns dos outros, marcados pelas localizações definidas por figuras geométricas no gráfico.

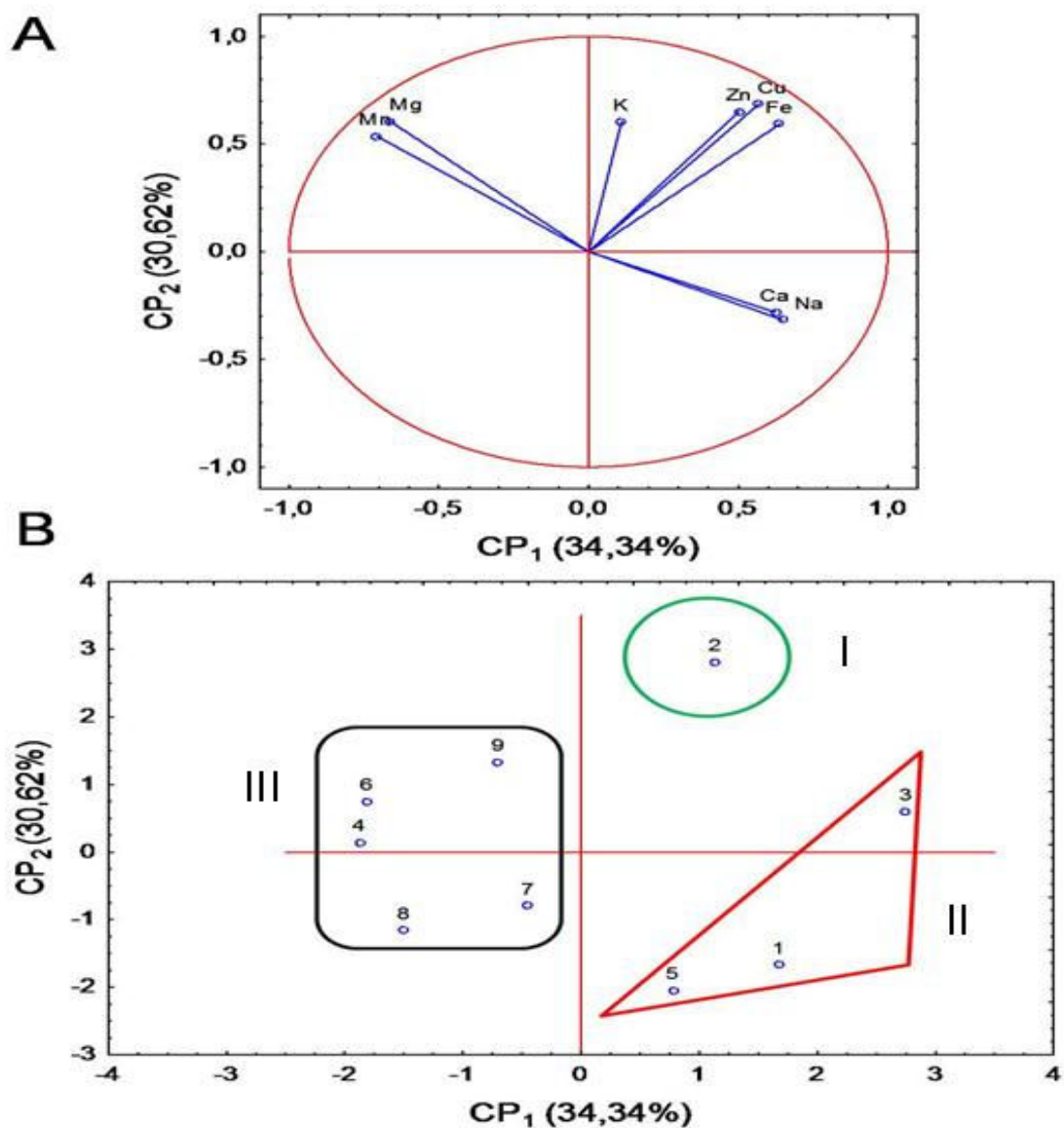


FIGURA 3 – Análise de Componentes Principais de minerais de bebidas lácteas fermentadas com adição de extrato de arroz vermelho.

O Grupo I, formado somente pelo tratamento dois (T2) e caracterizou-se por apresentar maior teor médio de Zn ( $0,48 \text{ mg (100 g)}^{-1}$ ), de Cu ( $1,46 \text{ mg (100 g)}^{-1}$ ), de Fe ( $0,027 \text{ mg (100 g)}^{-1}$ ), de K ( $80,85 \text{ mg (100 g)}^{-1}$ ) e de Mg ( $0,010 \text{ mg (100 g)}^{-1}$ ). Os valores de Mn, Ca e Na dos tratamentos desse

Grupo I foram intermediários, apresentando os seguintes valores: 0,106; 3,42; 56,71 mg (100 g)<sup>-1</sup> respectivamente.

Os tratamentos 1, 3 e 5 formaram o grupo II, caracterizados por terem maiores valores médios de Na (63,31 mg (100 g)<sup>-1</sup>) e Ca (3,69 mg (100 g)<sup>-1</sup>) e menores valores médios de Mn (0,064 mg (100 g)<sup>-1</sup>), Mg (0,0077 mg (100 g)<sup>-1</sup>) e K (77,63 (100 g)<sup>-1</sup>). Provavelmente isso se deve ao fato, de que esses tratamentos possuem os menores teores de extrato de arroz vermelho. Os valores de Zn, Cu e Fe dos tratamentos do Grupo II foram 0,32; 0,67 e 0,015 mg (100 g)<sup>-1</sup> respectivamente.

Já, o Grupo III, formado pelos tratamentos 4, 6, 7, 8 e 9, se caracterizou por conter no geral menores teores de Na (53,44 mg (100 g)<sup>-1</sup>), Ca (3,19 mg (100 g)<sup>-1</sup>), Fe (0,0057 mg (100 g)<sup>-1</sup>), Zn (0,26 mg (100 g)<sup>-1</sup>) e Cu (0,49 (100 g)<sup>-1</sup>) e maiores valores de Mn (0,11 mg (100 g)<sup>-1</sup>) e Mg (0,009 mg (100 g)<sup>-1</sup>). Os valores de K dos tratamentos desse Grupo III foi 80,68 mg (100 g)<sup>-1</sup>.

Considerando o IDR de minerais das bebidas, sugere-se que de modo geral, o grupo I não seria indicado como adequado por superar os teores de Cu recomendado. Já o grupo III poderia ser considerado como o grupo mais adequado por possuir em sua composição os menores teores de Cu.

Na análise do número mais provável (NMP) de bactérias do grupo coliforme, não foi evidenciado formação de gás nos tubos de *Durhan*, e, portanto, o resultado estimado de coliformes apresentou-se <3,0 NMP mL<sup>-1</sup>, na bebida láctea recém processada e durante os 40 dias de armazenamento sob refrigeração. De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de Bebidas Lácteas (BRASIL, 2005 b), os NMP mL<sup>-1</sup> de coliformes permitidos para bebidas lácteas fermentadas são de até 100 NMP mL<sup>-1</sup> de coliformes totais e 10 NMP mL<sup>-1</sup> de coliformes termotolerantes para amostras indicativas. A baixa população de coliformes nas bebidas lácteas desenvolvidas provavelmente está relacionada à pasteurização das bebidas, e a possível ação das bactérias lácticas, que produzem metabólitos durante a fermentação, que atuam como conservante natural (THAMER & PENNA, 2006); além do uso de boas práticas de fabricação (BPF) durante todo o processo de elaboração das bebidas.

De acordo com a Resolução nº 12, de 2 janeiro de 2001 (ANVISA) (BRASIL, 2001), a bebida láctea fermentada (refrigerada, com ou sem adição

de produto(s) ou substância(s) alimentícia(s), gordura vegetal, leite(s) fermentado(s) e outros produtos lácteos) deve ter ausência de *Salmonella sp.* em 25 g do produto. Esta bactéria deve estar ausente em alimentos, tendo em vista que se trata de um patógeno, potencial causador de toxinfecção no homem, representando um perigo a saúde pública. Devido às suas características, *Staphylococcus spp.* exibe alta capacidade de contaminar e nos alimentos produzir toxinas, expondo a população consumidora ao risco de intoxicação alimentar. Por isso, as legislações dos diversos países versam sobre os parâmetros microbiológicos de alimentos preconizam a pesquisa de Estafilococos coagulase positiva, pois a enzima coagulase, apresenta correlação com a produção de toxinas. A ausência de coliformes totais e termotolerantes, *Staphylococcus spp.* e *Salmonella* no produto final e durante toda a vida útil das bebidas lácteas experimentais, também é um indicativo das boas condições higiênico-sanitárias, durante o processo de elaboração das bebidas.

A contagem total de células viáveis de bactérias lácticas para todos os tratamentos estudados e durante todo o tempo de armazenamento estudado, ou seja, 40 dias, foi superior a  $10^9$  UFC mL<sup>-1</sup>, resultado superior ao limite mínimo de  $10^6$  UFC g<sup>-1</sup> preconizado pela legislação brasileira, determinando que esses micro-organismos específicos sejam viáveis, ativos e abundantes no produto final e durante toda sua vida útil (BRASIL, 2005 b).

Assim, as bebidas lácteas fermentadas elaboradas com adição de extrato de arroz vermelho apresentaram padrões microbiológicos situados dentro dos limites estabelecidos para bebidas lácteas fermentadas, durante a avaliação da vida útil, pois, no decorrer dos 40 dias de investigação, não foram detectados micro-organismos contaminantes. Além de apresentar alta contagem total de células de bactérias lácticas, mostrando excelente qualidade microbiológica estabelecida para cada formulação.

Desta forma, o extrato de arroz vermelho adicionado nas bebidas torna-se um atrativo como adjunto na dieta humana, pois a bebida láctea fermentada desenvolvida supera o mínimo quanto a sua estabilidade microbiológica dentro do exigido pela legislação vigente.

## CONCLUSÃO

As bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho aparentam ser viáveis por suas características físico-químicas e microbiológicas desde que os processos sejam controlados e resguardados.

Até 28 dias de armazenamento sob refrigeração, as bebidas desenvolvidas mantiveram o pH em um limite aceitável. Caracterizam-se por conter entre 16,37 a 18,77 g (100 g)<sup>-1</sup> de carboidratos, dos quais 3,98 a 6,19 g (100 g)<sup>-1</sup> são lactoses, podendo ser toleradas por pessoas que possuem má absorção de lactose. Possuem teores de proteínas entre 1,98 a 2,06 g (100 g)<sup>-1</sup> e lipídeos entre 1,18 e 1,77 g (100 g)<sup>-1</sup>, sendo consideradas com teores de proteínas superiores aos preconizados pela legislação e como bebidas parcialmente desnatadas. Em relação à composição nutricional, qualquer um dos quatros grupos formados pelo ACP poderiam ser indicados como adequados para consumo, já que atendem aos quesitos de identidade e qualidade de bebidas lácteas fermentadas.

A agregação do extrato de arroz vermelho às bebidas lácteas fermentadas forneceu valores consideráveis de Zn, Mn e Cu, ou seja, 2,5 a 6,83 % da IDR de Zn, 2,13 a 6,33 % do IDR de Mn e 44,3 a 162 % do IDR de Cu para a dieta humana. Em relação aos outros minerais estudados, como K e Fe, mostraram-se teores similares a outras bebidas lácteas, ou seja, com até 0,21 % da IDR para Fe. Já em relação à Na, Mg e Ca as bebidas forneceram baixos valores, ou seja, entre 2,08 e 2,85 % do IDR de Na, 0,003 e 0,004 % do IDR de Mg e 0,28 e 0,38 % de Ca, podendo neste caso, serem enriquecidas desses minerais. Considerando o IDR de minerais nas bebidas, sugere-se que os tratamentos que possuem em sua composição entre 20 e 34 % de EAVM e 26 e 54 % de SL poderiam ser considerados como os mais adequados por possuir em sua composição os menores teores de Cu.

As bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho mostraram qualidade higiênico-sanitária satisfatória pela ausência de bactérias do grupo coliformes, à 30 °C e 45 °C, *Staphylococcus* sp. e *Salmonella* sp. durante todo o armazenamento refrigerado das bebidas. A contagem de bactérias lácticas viáveis do primeiro ao 40° dia de armazenamento refrigerado foi satisfatórios para todos os tratamentos.

## REFERÊNCIAS

1. ASCHERI, D.P.R.; BOÊNO, J.A.; BASSINELLO, P.Z.; ASCHERI, J.L.R. Correlation between grain nutritional content and pasting properties of pre-gelatinized red rice flour. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 1, p. 16-24, 2012.
2. BALDISSERA, A.C.; BETTA, F.D.; PENNA, A.L.B.; LINDNER, J.D. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas a base de soro de leite. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.4, p.1497-1512, 2011.
3. BARBOSA, A.S.; FLORENTINO, E.A.; FLORÊNCIO, I.M.; ARAÚJO, A.S. Utilização do soro como substrato para produção de aguardente: estudo cinético da produção de etanol. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.1, p.7-25, 2010.
4. BOÊNO, J.A. **Caracterização da qualidade de grão de diferentes genótipos de arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.)**. 2008. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Sistemas Agroindustriais, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis – GO, 2008.
5. BORGES, T.; FERREIRA, I.; PINHO, O.; TRINDADE, E.; PISSARRA, S.; AMIL, J. Quanta lactose há no meu iogurte? **Acta Pediátrica Portuguesa**. v.41, n.2, p.75-78, 2010.
6. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007. Adota o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 de outubro de 2007. Seção 1, p. 5. a
7. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 de janeiro de 1998.
8. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 12, de 12 de janeiro de 2001. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 7-E, p. 45- 53, 10 jan. 2001. Seção 1.
9. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2003. a

10. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 de setembro de 2003. Seção 1, p. 14. b
11. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomenda (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005. a
12. BRASIL. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o Regulamento técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 de agosto de 2005. Seção 1, p. 7. b
13. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. **Métodos Analíticos Oficiais Físico-químico para controle de leite e produtos lácteos**. Brasília, DF.
14. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 28 de 27 de julho de 2007. Aprovar os Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes Minerais, Orgânicos, Organo-Minerais e Corretivos, disponíveis na Coordenação-Geral de Apoio Laboratorial - CGAL/SDA/MAPA. b
15. BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11 de 30 de abril de 2009. Aprova os métodos oficiais alternativos para análise da qualidade do leite e seus derivados, que utilizem o sistema de detecção por diferencial de pH e reação enzimática - CL10 PLUS BCS. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 de maio de 2009. Seção 1.
16. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 de dezembro de 2011. Seção 1.
17. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 53, de 10 de abril de 2013. Submete à consulta pública, pelo prazo de 30 (trinta) dias, o Projeto de Instrução Normativa e seu Anexo que estabelecem os padrões de identidade e qualidade de soro de leite.

Disponível em:  
<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/arquivosislegis/anexos/arquivos/1193981.pdf>. Acesso em 11 de março de 2014. a

18. BRASIL, Ministério da saúde. Anvisa vai monitorar alimentos quem devem reduzir presença de sal. 06 de novembro de 2013. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/anvisa+portal/anvisa/sala+de+imprensa/menu+-+noticias+anos/2013+noticias/anvisa+vai+monitorar+alimentos+quem+devem+reduzir+presenca+de+sal>> Acesso em: 20 de maio de 2014. b
19. CUNHA, T.M.; ILHA, E.C.; AMBONI, R.D.M.C.; BARRETO, P.L.M.; CASTRO, F.P.; PRUDÊNCIO, E.S. A influência do uso de soro de queijo e bactérias probióticas nas propriedades de bebidas lácteas fermentadas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12, p.23-33, 2009.
20. CUNHA, T.M.; CASTRO, F.P.; BARRETO, P.L.M.; BENEDET, H.D.; PRUDENCIO, E.S. Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.1, p.103-116, 2008.
21. DRAGONE, G.; MUSSATTO, S.I.; OLIVEIRA, J.M.; TEXEIRA, J.A. Characterization of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation. **Food Chemistry**, v.112, p.929-935, 2009.dragone, 2009.
22. FERRONATO, D.D.Z; FARINA, L.O.; JORGE, A.S.; COSTA, M.C.D. Avaliação dos teores de lactose em iogurtes e leites fermentados produzidos no Paraná como subsídio para orientação nutricional para pacientes com intolerância à lactose. In: XXI CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 2004, Juiz de Fora - MG. **Anais...** Juiz de Fora – MG. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 2004. v.50, n.339, p. 156- 159.
23. FURTADO, M.M.; LOURENÇO NETO, J.P.M. **Tecnologia de queijos**: manual técnico para produção industrial de queijos. 1.ed. São Paulo: Dipemar, 1994. 118p.
24. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 15214: **Microbiology of the food chain** – Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria – Colony count technique at 30 °C. 1ª edition. Switzerland, 1998. 7 p.
25. JULIANO, B.O. **Polysaccharides, proteins, and lipids of rice**. In: JULIANO, B.O. (Ed.) Rice: chemistry and technology. Minnesota, American Association of Cereal Chemists. p.17-57, 1985.
26. LEITE, M.T.; BARROZO, M.A.S.; RIBEIRO, E.J. Canonical analysis technique as an approach to determine optimal conditions for lactic acid

production by *Lactobacillus helveticus* ATCC 15009. **International Journal of Chemical Engineering**, v.2012, p.1-9, 2012.

27. MAGALHÃES, K.T.; DRAGONE, G.; PEREIRA, G.V.M.; OLIVEIRA, J.M.; DOMINGUES, L.; TEXEIRA, J.A.; SILVA, J.B.A.; SCHWAM, R.F. Comparative study of the biochemical changes and volatile compound formations during the production of novel whey-based kefir beverages and traditional milk kefir. **Food Chemistry**, v.126, p.249-253, 2011.
28. MANAN, D.M.A.; KARIM, A.A.; KIT, W.K. Lactose content of modified enzyme treated 'dadih'. **Food Chemistry**, n.65, p.430-443, 1999.
29. MARTINS, G.H.; KWIATKOWSKI, A.; BRACH, L.; SRUTKOSKE, L.Q.; HAMINIUK, W.I. Perfil físico-químico, sensorial e reológico de iogurte elaborado com extrato hidrossolúvel de soja e suplementado com inulina. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.1, p.93-102, 2013.
30. MATTAR, R.; MAZO, D.F.C. Intolerância a lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular. **Associação Médica Brasileira**, v. 56, n. 2, 2010.
31. PEREIRA, J.A., BASSINELLO, P.Z.; CUTRIM, V.A.; RIBEIRO, V.Q. Comparação entre características agrônômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, p.243-248, 2009.
32. PESCUA, M.; HEBERT, E.M.; MOZZI, F.; VALDEZ, G.F. Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, v.141, p.73-81, 2010.
33. PRUDÊNCIO, E.S.; BENEDET, H.D. Aproveitamento do soro de queijo na obtenção do extrato hidrossolúvel de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.1, p. 97-101, 1999.
34. RAMOS, A.C.S.M.; STAMFORD, T.L.M.; MACHADO, E.C.L.; LIMA, F.R.B.; GARCIA, E.F.; ANDRADE, S.A.C.; SILVA, C.G.M. Elaboração de bebidas lácteas fermentadas: aceitabilidade e viabilidade de culturas probióticas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, p.2817-2828, nov./dez. 2013.
35. ROBINSON, R.K.; LUCEY, J.A.; TAMIME, A.Y. **Manufacture of Yoghurt**. In: TAMIME, A.Y. (Ed.). *Fermented Milks*. Oxford: Blackwell Science Ltd., 2006. cap. 3, p. 53-75.
36. SIQUEIRA, A.M.O.; MACHADO, E.C.; STAMFORD, T.L.M. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.9, p.1693-1700, set, 2013.
37. STATSOFT. **Statistica for Windows 6.0**. Computer program manual. Tulsa: Statsoft, 2001.

38. TAMIME, A.Y.; ROBINSON, R.K. **Yoghurt: science and technology**. 3° ed. Boca Raton: Woodhead Publishing, 2007. 619 p.
39. TARANTOLA, J.; WUJASTYK, L. Alternative Milk Beverages. **Journal of Renal Nutrition**. v.19, n.2, p. 1-10, Mar. 2009.
40. THAMER, K.G.; PENNA, A.L.B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentados por probióticos e acrescentadas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v.26 n.3, p.589-595, 2006.
41. UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos/NEPA-UNICAMP**. - T113 Versão II. 2. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p.
42. USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE). **Dairy: world markets and trade - December 2013**. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/dairy-market/dairy-market-12-13-2013.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2014.
43. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental/BRASILFOODS, Faculdade de Ciências Farmacêuticas. **Tabela brasileira de composição de alimentos-USP**. Versão 4.1. São Paulo, 2008. Online. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tabela>> Acesso em: 27 de março de 2013.
44. WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L.A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n.4, p. 1184-1192, jul, 2008.
45. WONGKHALAUNG, C.; BOONYARATANAKORNKIT, M. Development of a Yogurt-type Product from Saccharified Rice. **Kasetsart Journal: Natural Science**, Thailand, v. 34, p. 107-116, 2000
46. YAWADIO, R.; TANIMORI, S.; MORITA, N. Identification of phenolic compounds isolated from pigmented rices and their aldose reductase inhibitory activities. **Food Chemistry**, Barking, v.101, n.4, p.1616-1625, 2007
47. ZACARCHENCO, P.B.; MASSAGUER-ROIG, S. Avaliação sensorial, microbiológica e de pós-acidificação durante a vida-de-prateleira de leites fermentados contendo *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum* e *Lactobacillus acidophilus*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.38, n.1, p.674-679, 2004

## **CAPÍTULO 4. CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS E SENSORIAIS DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS DESENVOLVIDAS COM EXTRATO DE ARROZ VERMELHO**

### **RESUMO**

O desenvolvimento de bebidas lácteas adicionadas de extrato de arroz vermelho diversifica o mercado de lácteos. Além do que a utilização de coprodutos da indústria minimiza a geração de resíduos. Por esse motivo, teve-se como objetivo neste trabalho caracterizar a bebida láctea fermentada adicionada de extrato de arroz vermelho quanto aos atributos sensoriais, viscosidade aparente e índice de sinérese. Para a produção da bebida foram desenvolvidos, onze tratamentos, baseados no Delineamento Composto Central Rotacional, para avaliar a influencia das variáveis: Soro lácteo (SL) em substituição ao leite na base láctea e extrato de arroz vermelho (EAVM), sendo, um fatorial completo 2x2, incluindo 4 pontos axiais e 3 repetições no ponto central. Foram utilizadas em todos os tratamentos, 10 % de sacarose, 2,5 % de cultura láctea e 0,3 % de estabilizante e foram combinadas as seguintes concentrações de SL (26 a 54 %) e EAVM (6 a 34 %). A viscosidade foi avaliada a cada 10 dias, por 40 dias. A sinérese foi determinada em 0, 7 e 20 dias de armazenamento a 5 °C. Foram realizados testes preliminares onde cinco dos onze tratamentos foram propostos para a análise sensorial. Em seguida, foram realizados testes de preferência com 80 julgadores não-treinados de ambos os sexos, sendo estudantes e servidores do IF Goiano Câmpus Morrinhos, com idades entre 16 e 55 anos, que não possuíam alergia a produtos lácteos. As cinco amostras foram pontuadas com notas de 1 a 5, sendo atribuído o valor 1 para a mais preferida e 5 para a menos preferida. A amostra com maior preferência foi selecionada para o teste de aceitação. Utilizou-se uma escala hedônica de nove pontos (variando de “desgostei extremamente”, 1, a “gostei extremamente”, 9), onde foram avaliados os atributos de aparência, aroma, sabor e textura. Foi realizada também a avaliação de atitude em relação à intenção de compra (variando de “Certamente não compraria”, 1, a “Certamente compraria”, 5). Os testes foram feitos com 103 provadores não-treinados de ambos os sexos, sendo estudantes e servidores do IF Goiano Câmpus Morrinhos, com idades entre 16 e 68 anos. A aceitação das bebidas foi avaliada baseada nos escores médios obtidos para cada atributo e do cálculo do Índice de Aceitabilidade. Os resultados foram avaliados por meio de Análise de Variância com 5 % de significância. Para a análise de viscosidade e sinérese utilizou-se o método de regressão, enquanto para os testes sensoriais, os dados foram tratados utilizando-se o teste de Friedman. De modo geral, houve mudança na viscosidade com o armazenamento e incremento do EAVM afetando a sua aceitação. Foram observados baixos teores de sinérese, havendo aumento com incremento de SL e diminuição com o incremento de EAVM. Verificou-se aceitação das bebidas superior a 80 % entre potenciais consumidores, com melhor aceitabilidade nas bebidas que continham entre 6 e 20 % de EAVM e entre 26 a 40 % de SL.

**Palavras-chave:** viscosidade, preferência, aceitação, cereal.

## CHAPTER 4 – RHEOLOGICAL AND SENSORY PROPERTIES OF FERMENTED DAIRY BEVERAGES CONTAINING RED RICE EXTRACT

### ABSTRACT

The development of milk beverages containing red rice extract diversifies the dairy products market, and the use of dairy co-products minimizes the generation of wastes. For this reason, the purpose of this study was to characterize fermented milk beverage containing red rice extract in terms of their organoleptic properties, apparent viscousness and indices of syneresis. Eleven treatments were developed to produce the beverages, based on a rotatable central composite design (RCCD), to evaluate the influence of the variables: milk serum (MS) in substitution of milk in the dairy base, and red rice extract (RRE), comprising a 2×2 full factorial design with four axial points and three repetitions at the central point. All the treatments involved the use of 10% sucrose, 2.5% milk culture and 0.3% stabilizer, and combinations of concentrations of MS (26 to 54%) and RRE (6 to 34%). Viscousness was evaluated at 10-day intervals for 40 days. Syneresis was determined at 0, 7 and 20 days of storage at 5°C. Preliminary tests were performed, based on which five of the eleven treatments were proposed for sensory analysis. Preference tests were then performed involving 80 untrained judges of both sexes, comprising students and servers at the Goiano Federal Institute at Morrinhos, aged 16 to 55 years, who were not allergic to dairy products. The five samples were scored on a scale of 1 to 5, with score 1 indicating the most preferred product and 5 the least preferred one. The sample with the highest preference was selected for acceptance testing, using a hedonic scale of nine points (ranging from 1 – *extremely disliked*, to 9 – *extremely liked*) to evaluate the qualities of appearance, aroma, taste and texture. An evaluation of purchase intent was also made (ranging from 1 – *would certainly not buy*, to 5 – *would certainly buy*). The tests involved 103 untrained tasters of both sexes, 16 to 68 years old, comprising students and servers at the Goiano Federal Institute at Morrinhos. The acceptance of the beverages was assessed based on the average scores obtained for each attribute and the calculated Acceptability Index. The results were evaluated by analysis of variance with 5% significance. Viscousness and syneresis were analyzed by the regression method, and the data obtained in the sensory tests were analyzed by the Friedman test. Overall, the viscousness changed over storage time and with increased RRE content, negatively affecting the product's acceptance. Low levels of syneresis were observed, which increased with increasing MS content and decreased with increasing RRE content. The beverages showed an acceptance index of more than 80% among potential consumers, with beverages containing 6 to 20% of RRE and 26 to 40% of MS showing the highest acceptability indices.

**Keywords:** viscousness, preference, acceptance, cereal.

## INTRODUÇÃO

O soro lácteo é um subproduto resultante da fabricação de queijos (LEITE et al., 2012). Em média, para produzir um quilograma de queijo são necessários dez litros de leite, com recuperação de nove litros de soro (BARBOSA et al., 2010). Assim, foi estimado que a geração de soro decorrente dos queijos produzidos no Brasil em 2014 seria (736.000 toneladas, USDA 2013), 50 % desse subproduto não são aproveitados, gerando desperdícios nutricionais, financeiros e impactos ambientais relevantes, já que é um resíduo com alto teor orgânico (MAGALHÃES et al. 2011).

Entretanto, em virtude do seu alto valor nutricional, o soro lácteo torna-se um substrato atraente como complemento na alimentação humana. Ele é composto de água (93 g (100 g)<sup>-1</sup>), lactose (5 g (100 g)<sup>-1</sup>), proteínas (0,85 g (100 g)<sup>-1</sup>), gordura (0,36 g (100 g)<sup>-1</sup>), e minerais (0,53 g (100 g)<sup>-1</sup>) (PESCUMA et al., 2010); ácido láctico (0,5 g L<sup>-1</sup>), ácido cítrico e vitaminas do complexo B (DRAGONE et al., 2009). Por isso, torna-se uma matéria-prima para o desenvolvimento de novos produtos.

Uma das alternativas seria a utilização do soro na elaboração de formulações de bebidas lácteas, por considerar-se uma opção atrativa devido à simplicidade do processo, baixo custo de produção, menor preço repassado ao consumidor e também pelas excelentes propriedades funcionais de suas proteínas e por ser facilmente aceito por indivíduos com intolerância à lactose (CUNHA et al., 2009; BALDISSERA et al., 2011).

Outro produto pouco aproveitado é o arroz vermelho. Esse tipo de arroz é rico em carboidratos (77,5-79,3 g (100 g)<sup>-1</sup>) e proteína (6,9-7,8 g (100 g)<sup>-1</sup>), lipídio (1,6-2,3 g (100 g)<sup>-1</sup>), minerais (1,1-1,3 g (100 g)<sup>-1</sup>) e fibra (2,5-3,3 g (100 g)<sup>-1</sup>), fornecendo um valor calórico de 357,5-363,9 kcal (100 g)<sup>-1</sup> de arroz vermelho (ASCHERI et al., 2012). Assim, a utilização do arroz vermelho, pode resultar em alternativa na elaboração de novos produtos com características diferenciadas, a exemplo do extrato de arroz, que já é consumido em mercados orientais e também no Brasil, o qual possibilitaria agregar valor a esse cereal, permitindo o máximo aproveitamento nutricional e a diversificação do seu consumo.

O soro lácteo junto com o extrato de arroz vermelho e outros ingredientes permitidos pela legislação (BRASIL, 2005) poderão produzir bebidas lácteas fermentadas com boa qualidade nutricional, uma vez que, segundo SIQUEIRA et al. (2013), bebidas desse tipo contendo frutas, cereais ou leguminosas, quando submetidas a fermentação, apresentam melhores combinações de propriedades texturais, sensoriais e nutricionais, além de diminuição de fatores antinutricionais, pela hidrólise de proteínas e formação de peptídeos.

Entretanto, é importante ressaltar que a impressão sensorial do consumidor é fundamental para a escolha de um produto alimentício, pois, além da qualidade nutricional, há outros parâmetros sensoriais, como o sabor, o aroma, a aparência e o índice de sinérese, que também podem contribuir para essa escolha (BURITI et al., 2008).

A textura é uma das características que define a qualidade do iogurte, pois afeta a aparência, a sensação na boca, e a aceitação global. O defeito mais frequente para textura de iogurte, que pode permitir rejeição do consumidor, é a variação na viscosidade aparente e a ocorrência de sinérese (KROGER, 1975). O estudo da viscosidade aparente em bebidas lácteas é, portanto, necessário para a produção de um produto com propriedades sensoriais aceitáveis para o consumidor, assim como para a correta projeção dos equipamentos de processamento e produção.

Buscando-se evitar a perda de nutrientes, a redução de gastos com tratamentos de resíduos e o aumento da receita, teve-se como objetivo neste trabalho desenvolver bebidas lácteas fermentadas, que além de aproveitarem o soro lácteo, irão usar outra matéria-prima pouco conhecida que é o arroz vermelho, sobretudo pelas suas propriedades funcionais e teores de fibras e minerais se comparados ao arroz branco (YAWADIO et al., 2007; ASCHERI et al., 2012; BOÊNO, 2008). Além disso, avaliaram-se as características sensoriais, índice de sinérese e viscosidade aparente das bebidas lácteas fermentadas elaboradas com diferentes proporções de leite, soro e extrato de arroz vermelho, propondo um produto com características sensoriais adequadas.

## MATERIAL E METÓDOS

O leite pasteurizado homogeneizado integral, a cultura láctea (iogurte natural que contém *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*), a sacarose e o estabilizante (GFG da marca RICANATA, São Paulo, Brasil) foram adquiridos no mercado local de Morrinhos. O arroz vermelho foi adquirido no comércio local de Anápolis-GO. O soro lácteo (SL) foi obtido pela coagulação do leite utilizando o procedimento descrito por Furtado & Lourenço Neto (1994) para a elaboração de queijo minas frescal.

A elaboração das bebidas lácteas fermentadas, o teste de sinérese e análise sensorial foram realizados no Laboratório da Agroindústria do Instituto Federal Goiano Câmpus Morrinhos. O teste de viscosidade aparente foi realizado no Laboratório de Análise Instrumental da Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Goiás (Anápolis-GO).

O extrato de arroz vermelho elaborado por cocção em micro-ondas (EAVM) foi obtido triturando o arroz vermelho em liquidificador industrial (Vitalix, LI-02/127 - LI-02/220, Catanduva, Brasil), em proporção de cinco partes de água por uma parte de arroz (5:1 v/m), seguido de aquecimento em forno micro-ondas (Eletrolux, MEF41, Barueri, Brasil), na potência máxima até a amostra atingir a temperatura de 85 °C registrado em termômetro manual. O extrato cozido foi batido em liquidificador por dois minutos até a obtenção de uma consistência cremosa.

As bebidas lácteas fermentadas foram elaboradas a base de EAVM e substituição do leite por SL. O experimento foi realizado utilizando o delineamento composto central rotacional 2<sup>2</sup>, com 4 pontos axiais e três repetições no ponto central (Tabela 1). Os fatores foram EAVM (6 a 34 %) e SL (26 a 54 %) [na base láctea que é 51 % segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas (BRASIL, 2005)], que combinados totalizaram 11 tratamentos.

TABELA 1 - Valores codificados e reais das variáveis extrato de arroz vermelho (EAV) e soro lácteo (SL) aplicado na elaboração de bebidas lácteas fermentadas

Tratamento	Variáveis codificadas		Variáveis reais	
	EAV	SL	EAV (%)	SL (%)
T1	-1	-1	10	30
T2	1	-1	30	30
T3	-1	1	10	50
T4	1	1	30	50
T5	-1,41	0	6	40
T6	1,41	0	34	40
T7	0	-1,41	20	26
T8	0	1,41	20	54
T9	0	0	20	40
T10	0	0	20	40
T11	0	0	20	40

Além do leite, soro e extrato de arroz vermelho, 0,3 % de estabilizante, 10 % sacarose e 2,5 % de cultura láctea foram os ingredientes base para a elaboração das bebidas lácteas fermentadas. Exceto a cultura láctea, os demais ingredientes foram misturados manualmente em potes de polietileno com tampa hermética. O tratamento térmico foi feito em banho-maria (Quimis, Q334M-28, Diadema, Brasil) a 65 °C por 30 min. Após o aquecimento, os potes foram resfriados até 45 °C acrescentados da cultura láctea. A fermentação das bebidas se deu na mesma temperatura de 45 °C até atingirem pH de 4,5 (~5 h) determinado por meio de medidor de pH de bancada (TecnoPON, MPA210, Piracicaba, Brasil) (ROBINSON et al., 2006). Após a fermentação, os potes foram resfriados em refrigerador (Consul, Duplex CRD45, Joinville - SC, Brasil) a 8 °C por 12 h. As bebidas lácteas assim fermentadas foram homogeneizadas, uma a uma, em liquidificador e acondicionadas novamente nos potes que foram armazenados em freezer horizontal (Consul, CHB53, Joinville, Brasil) a 5 °C até a realização das análises pertinentes.

As medidas reológicas foram registradas a partir do primeiro dia de elaboração e nos tempos de 10, 20, 30 e 40 dias de armazenamento. O índice de sinérese foi avaliado a partir do primeiro dia de elaboração e nos tempos de 7 e 20 dias de armazenamento. As análises sensoriais foram avaliadas nas bebidas recém processadas.

Os parâmetros reológicos das bebidas lácteas fermentadas foram obtidos de acordo com a metodologia descrita no manual da Brookfield DV-II+7 (2006) na temperatura de 15 °C, controladas em banho termostático com circulação de água. Os dados experimentais, em unidades de torque nas velocidades até 100 rpm (para um torque de 10 a 90 %), a partir de um volume de 8 mL de bebida láctea, foram obtidos utilizando-se um viscosímetro de cilindros concêntricos da marca *Brookfield* digital DV-II+ com banho termostático e adaptador de pequenas amostras e pino SC4-18. A viscosidade foi determinada nos tempos 0, 10, 20, 30 e 40 dias, sendo a tensão de cisalhamento resultante da média das repetições experimentais. A viscosidade newtoniana ( $\eta$ ) em (Pa s) foi obtida por meio do conjunto tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) em (Pa) versus taxa de deformação ( $\dot{\gamma}$ ) em ( $s^{-1}$ ) que foi ajustado, por regressão não-linear, à equação de Newton (Equação 2):

$$\tau = \eta \dot{\gamma} \quad (2)$$

A sinérese espontânea foi determinada pela metodologia descrita por Fiszman et al. (1999), por meio da coleta do soro liberado de forma espontânea do produto, o qual permaneceu em seu recipiente de fermentação, até a realização da análise, ou seja, logo após o processamento, em sete e 20 dias de armazenamento. O soro lácteo acumulado na superfície do produto foi retirado com auxílio de uma seringa. A determinação de sinérese ocorreu no tempo máximo de dois minutos de exposição das amostras à temperatura ambiente. A sinérese foi expressa em g (100 g)<sup>-1</sup> do produto. O índice de sinérese foi calculado segundo Riener et al. (2010), através da equação (3).

$$IS = [( \text{peso do soro após filtração} / \text{peso da amostra} ) \times 100] \quad (3)$$

Para determinar a preferência e a aceitação dos produtos experimentais, as bebidas lácteas fermentadas foram elaboradas no mesmo dia da realização dos testes e armazenadas sob temperatura de refrigeração (8 °C) até o momento das análises. Os testes sensoriais foram realizados em sala separada com temperatura constante de 22 °C, em cabines individualizadas. Somente participaram dos experimentos os provadores que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apêndice 19, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do IF Goiano sob o protocolo n° 002/2013,

apêndice 20 e, se caso o provador fosse menor de 18 anos, com autorização assinada pelos pais, apêndice 21.

A fim de evitar a fadiga sensorial que poderia ocorrer durante o teste de preferência e por não se ter ideia das características desejáveis pelos consumidores, por se tratar de uma bebida em desenvolvimento, sem similar no mercado, optou-se por selecionar previamente cinco amostras que tivessem as formulações mais distintas possíveis para não confundir os provadores. As amostras escolhidas correspondem aos pontos axiais e ao ponto central do DCCR (Tabela 1).

O teste de preferência foi aplicado em 80 julgadores não-treinados, sendo de ambos os sexos e com idades entre 16 e 55 anos, que não possuía alergia a produtos lácteos. As cinco amostras foram servidas aleatoriamente em copos plásticos, com quantidades padronizadas (50 mL) e codificadas com três dígitos aleatórios, apresentadas simultaneamente aos julgadores para que as ordenassem de acordo com sua preferência. Ofereceu-se um copo de água mineral à temperatura ambiente (22 °C) para enxaguar a boca, evitando a influência de uma amostra para outra.

As cinco amostras foram pontuadas de 1 a 5, sendo atribuído o valor 1 para a mais preferida e 5 para a menos preferida, conforme o modelo da ficha sensorial, apêndice 22. Os dados dessa análise foram tratados utilizando-se o teste de Friedman, considerando-se o número de julgamentos e de amostras ordenadas com nível de significância igual a 5 % (NEWELL & MAC FARLANE, 1987).

Para o teste de aceitação utilizou-se uma escala hedônica de nove pontos (variando de “desgostei extremamente”, 1, a “gostei extremamente”, 9), conforme a escala FACT, apêndice 23 (CHAVES & SPROESSER, 1996), para avaliar os atributos de aparência, aroma, sabor e textura na amostra selecionada durante o teste de preferência. Foi realizada também a avaliação de atitude em relação à intenção de compra (variando de “Certamente não compraria”, 1, a “Certamente compraria”, 5). Os testes foram feitos com 103 provadores não-treinados, de ambos os sexos, com idades entre 16 e 68 anos, onde a maioria era do sexo feminino (53 pessoas). A aceitação das bebidas foi avaliada baseada nos escores médios obtidos para cada atributo e do cálculo do Índice de Aceitabilidade (IA):

$$IA (\%) = A \times 100 / B \quad (4)$$

Em que: A= nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto. O IA com boa repercussão tem sido considerado  $\geq 70 \%$  (DUTCOSKY, 2013).

A viscosidade aparente ( $\eta$ ) e o índice de sinérese das bebidas lácteas fermentadas foram avaliados em função de EAVM, SL e tempo de armazenamento. Uma análise de variância (ANOVA) foi aplicada para verificar os efeitos das variáveis independentes, ao nível de 5 % de probabilidade. Uma equação de segunda ordem foi aplicada para estabelecer um modelo matemático preditivo das respostas (KHURI & CORNELL, 1987):

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2 + b_6x_3^2 + b_7x_1x_2 + b_8x_1x_3 + b_9x_2x_3 + \varepsilon \quad (5)$$

em que: Y é a função resposta genérica, x é a variável real, b representa os coeficientes estimados pelos métodos dos mínimos quadrados, sendo sua significância avaliada pelo teste t ao nível de 5 % de probabilidade, para todos os ensaios, e  $\varepsilon$  o erro experimental.

A adequação do modelo polinomial foi avaliada pelo método de seleção para frente (*forward selection*), até que o valor das somas dos quadrados do erro (SSE) não variasse ou até completar os coeficientes do modelo proposto.

Os gráficos de superfície de resposta foram desenhados conforme o modelo matemático proposto nos níveis reais das variáveis mantendo-se a resposta em função do eixo Z, com eixos X e Y representando as variáveis independentes, ao mesmo tempo em que se mantiveram as demais variáveis constantes no ponto central. Os cálculos e gráficos foram elaborados utilizando-se o programa Statistica versão 6.0 (STATSOFT INC., 2001).

Os resultados do teste de preferência foram avaliados considerando-se o número de julgamentos e de amostras, por meio do teste de Friedman. Os resultados do teste de aceitação e o de intenção de compra foram obtidos por meio da distribuição de frequência dos escores hedônicos e de intenção de compra. Para a análise estatística dos dados foi utilizado o software Statistica versão 6.0 (STATSOFT INC., 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Viscosidade Aparente

A partir dos dados de taxa de deformação e tensão de cisalhamento, os parâmetros reológicos das bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM foram ajustados pela equação da lei de Newton, onde foram encontrados os valores referente a Viscosidade Aparente ( $\eta$ ).

Por meio da Anova da regressão ( $p \leq 0,05$ ), apêndice 24, observou-se significância do tempo de armazenamento, do extrato de arroz vermelho e também da interação entre essas duas variáveis. Não foi observado, no entanto, diferença significativa nas diferentes substituições do leite por SL, por isso, o gráfico da superfície de resposta, Figura 1, não levou em consideração essa variável. Na Figura 1, observa-se o gráfico da superfície de resposta da viscosidade aparente das bebidas lácteas fermentadas.

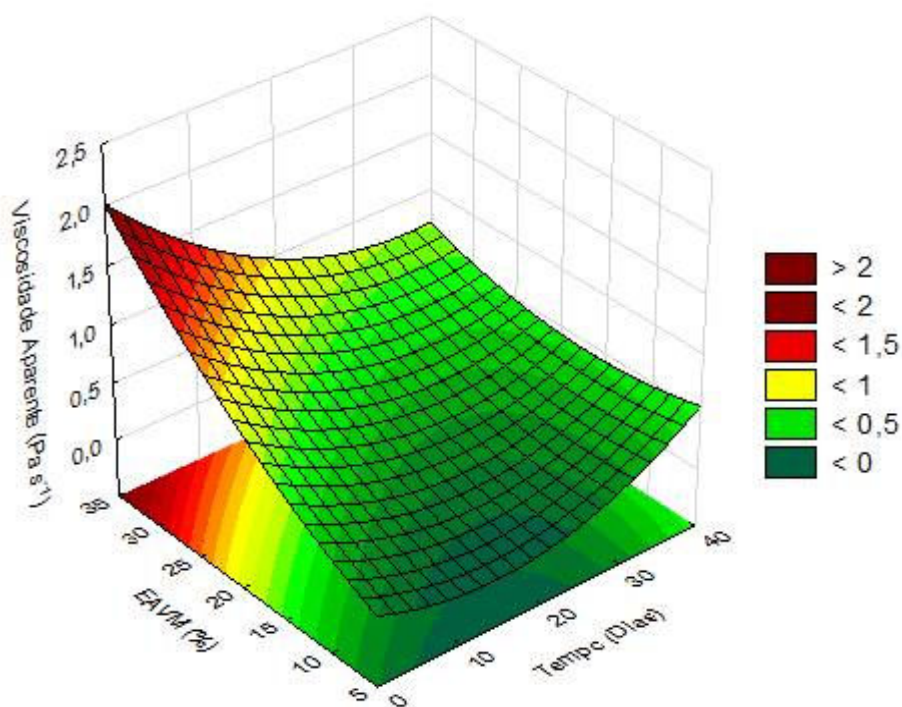


FIGURA 1 – Superfície de resposta para viscosidade aparente ( $\text{Pa s}^{-1}$ ) de bebida láctea fermentada adicionada de extrato de arroz vermelho em função da porcentagem de extrato de arroz vermelho EAVM (%) x Tempo (Dias)

O modelo com as variáveis codificadas que representa a viscosidade aparente em  $\text{Pa s}^{-1}$  em função do EAVM e do tempo, está demonstrado a seguir:

Viscosidade Aparente =  $- 0,026 T + 0,0010 T^2 - 0,0014 T.E$ . Onde T = Tempo e E = EAVM. Com  $R^2 = 0,677$ , pelo teste t, conforme apêndice 25.

Em geral, para alimentos líquidos e pastosos a viscosidade tende a diminuir com o aumento da temperatura e aumentar com a elevação da concentração de sólidos. Diversos autores estudaram o comportamento reológico em bebidas lácteas e verificaram essa tendência (BRINK et al. 2007; CALDEIRA et al. 2010; CASTRO et al., 2008 e CUNHA et al., 2008). No presente estudo, as bebidas desenvolvidas foram mantidas em temperatura constante (5 °C), durante todo o período de armazenamento, mas em estudos anteriores pode-se observar que houve mudança na concentração de sólidos totais, devido aos diferentes tratamentos testados, contudo, esse comportamento também pode ser observado. A viscosidade aparente aumentou com o incremento da concentração de EAVM. Da mesma forma, Debon et al. (2010) observaram que a adição de inulina em leites fermentados contribuiu para aumentar a viscosidade aparente quando comparados com produtos sem inulina.

O tempo de armazenamento da bebida láctea fermentada influenciou significativamente, na viscosidade aparente, isso foi possível observar por meio da Anova ( $p \leq 0,05$ ) e por meio do gráfico da superfície de resposta, Figura 1, que durante o período de armazenamento, houve alteração na viscosidade aparente do produto elaborado. Essa observação corrobora com Gonçalves et al. (2005), que dizem que durante o período de armazenamento, que pode chegar a quatro semanas, o produto altera as características físico-químicas e reológicas e que podem afetar a qualidade sensorial.

No estudo de Debon et al. (2010), foi observado que o armazenamento de leites fermentados resultou em aumento da viscosidade. Este mesmo comportamento foi verificado a partir de 25 dias de armazenamento ( $p \leq 0,05$ ) para as bebidas que tiveram menores concentrações de EAVM, sendo assim, essas bebidas apresentaram um comportamento tixotrópico, ou seja, fluidos que apresentam diminuição na viscosidade aparente com o tempo, sob a aplicação de tensão de cisalhamento constante.

Segundo Sodini et al. (2005), o ácido láctico produzido em baixo pH irá contribuir para a agregação das proteínas do soro e desestabilização das micelas de caseína, e, conseqüentemente, aumento na viscosidade durante o

armazenamento sob refrigeração. Isso pode explicar o comportamento observado nas bebidas desenvolvidas, já que em estudos preliminares foram detectados nas bebidas pH entre (4,3-4,5) nas bebidas recém processadas e pH entre (4,0-4,2) em 56 dias de armazenamento.

Para as bebidas com maior teor de EAVM, observou-se diminuição da viscosidade aparente até aos 25 dias e após esse período, notou-se que os valores de  $\eta$  mantiveram-se constantes, sem diferença significativa. Isso pode ser explicado devido ao alto teor de amido presente no arroz vermelho que é a principal matéria-prima do EAVM e, portanto com alto teor de amido nos tratamentos. Segundo Foss (2000), isso pode ser explicado devido o amido cozido ser sensível aos tempos de espera prolongados em altas temperaturas e/ou cisalhamento excessivo durante o processamento. O calor e o cisalhamento podem causar nos grânulos de amido dilatados uma ruptura e a perda de viscosidade, a menos que o amido tenha sido modificado para resistir a tais condições, o que não foi o caso na presente pesquisa.

### Sinérese

Na Tabela 2 estão os resultados dos teores de sinérese das bebidas lácteas experimentais nas bebidas com 7 e 20 dias de armazenamento a 5 °C.

TABELA 2 - Sinérese dos diferentes tratamentos de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de farinha de arroz vermelho (média  $\pm$  desvio padrão)

TRATAMENTOS	7 Dias	20 Dias
T1 (10; 30)	0,00 $\pm$ 0,00	19,34 $\pm$ 5,18
T2 (10; 50)	16,83 $\pm$ 0,00	21,16 $\pm$ 5,18
T3 (30; 30)	3,83 $\pm$ 2,23	12,12 $\pm$ 5,18
T4 (30; 50)	4,52 $\pm$ 1,63	12,15 $\pm$ 5,18
T5 (6; 40)	20,52 $\pm$ 4,69	24,35 $\pm$ 5,18
T6 (34; 40)	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00
T7 (20; 26)	0,00 $\pm$ 0,00	4,46 $\pm$ 5,18
T8 (20; 54)	18,90 $\pm$ 1,06	34,24 $\pm$ 5,18
T9 (20; 40)	2,81 $\pm$ 4,38	14,44 $\pm$ 5,18

\*Entre parênteses estão respectivamente as porcentagens de EAVM e SL de cada formulação utilizada.

O uso de  $0,3 \text{ g (100 g)}^{-1}$  de GFG como estabilizante, juntamente com o uso de EAVM nos diferentes tratamentos das bebidas lácteas fermentadas, não foi eficiente para impedir o aparecimento da sinérese em todos os tratamentos testados, mas notou-se baixo índice de sinérese na maioria dos tratamentos. As bebidas lácteas fermentadas não apresentaram sinérese quando recém-preparadas, mas apresentaram entre  $0$  e  $20,52 \text{ g (100 g)}^{-1}$  com sete dias de armazenamento e entre  $0$  e  $34,24 \text{ g (100 g)}^{-1}$  de sinérese com 20 dias de armazenamento, sendo essa diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) pela Anova apêndice 26, em função da porcentagem de EAVM, SL e tempo de armazenamento. Para Aportela-Palacios et al. (2005), valores de sinérese abaixo de  $39 \text{ g (100 g)}^{-1}$  podem ser considerados satisfatórios. Os valores médios obtidos neste estudo se encontraram abaixo do valor máximo, sendo portanto, considerados satisfatórios. Os resultados encontrados neste estudo foram inferiores aos resultados do estudo de Pimentel et al. (2012), em iogurte probiótico com frutanos ( $23,9$  a  $36,9 \text{ g (100 g)}^{-1}$ ).

Por meio da Anova da regressão ( $p \leq 0,05$ ), apêndice 26, observou-se significância do tempo de armazenamento, do extrato de arroz vermelho e das diferentes substituições do leite por SL e também da interação entre essas variáveis. Na Figura 2, mostra-se a superfície de resposta para a sinérese em função do SL x Tempo de armazenamento.

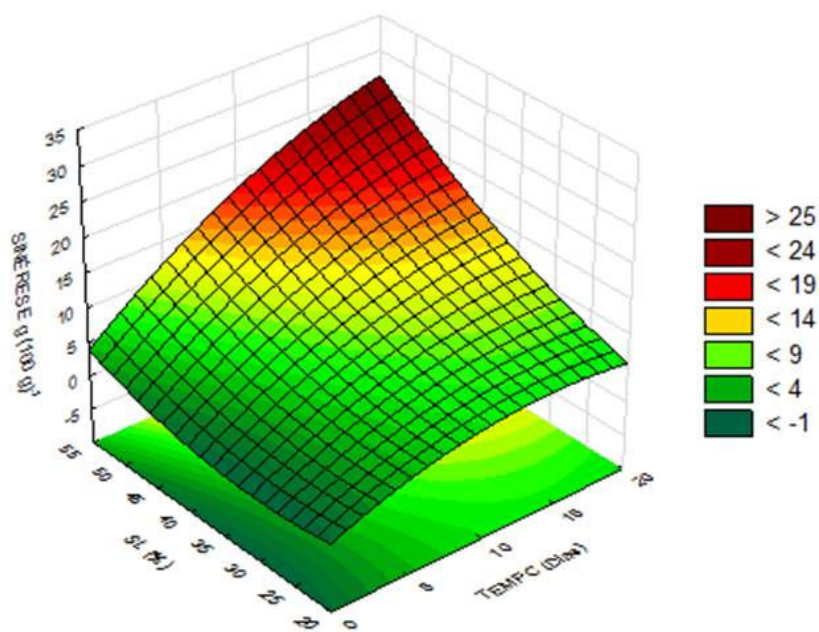


FIGURA 2 – Sinérese  $\text{g (100 g)}^{-1}$  de bebida láctea fermentada adicionada de extrato de arroz vermelho em função da porcentagem de soro lácteo em substituição ao leite (SL) x Tempo de armazenamento (Dias)

Bebidas que apresentavam maior teor de SL em sua composição, apresentaram maior teor de sinérese. Segundo González-Martínez et al. (2002) um gel com estrutura mais aberta e, portanto, susceptível à sinérese, formar-se-á em um leite fermentado que contiver maior teor de proteínas do soro e menor teor de caseína; o que pode ser constatado no estudo, bebidas que apresentavam maior teor de SL em sua composição, apresentavam maior teor de sinérese.

Lee & Lucey (2004) relataram que as causas da sinérese ainda não são bem compreendidas, este fenômeno indesejável poderia ser devido à ação conjunta de vários fatores. Portanto, resultados relativos à sinérese são influenciados conjuntamente pelo tipo de matéria-prima (BERTRAND & TURGEON, 2007), tipo de proteína presente (SODINI et al., 2006), pelos valores do pH (PIYASENA & CHAMBERS, 2003) e da acidez (GULER-AKIN & AKIN, 2007) apresentados pelas bebidas lácteas avaliadas. Na Figura 3, ilustra-se a superfície de resposta para o índice de sinérese em função do teor de EAVM e do tempo de armazenamento. Na Figura 3, mostra-se a superfície de resposta para a sinérese em função do EAVM x Tempo de armazenamento.

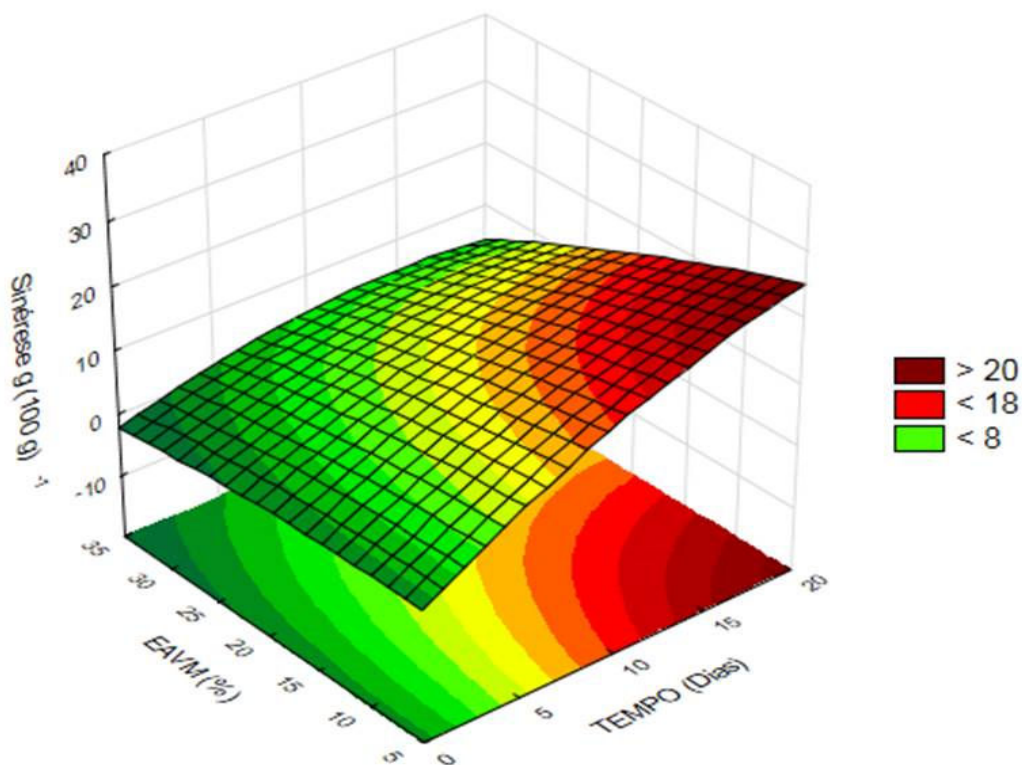


FIGURA 3 – Sinérese  $\text{g (100 g)}^{-1}$  de bebida láctea fermentada adicionada de extrato de arroz vermelho em função da porcentagem de extrato de arroz vermelho EAVM (%) x Tempo (Dias)

O modelo com as variáveis codificadas que representa a sinérese em g (100 g)<sup>-1</sup> de bebida em função do tempo, está demonstrado a seguir: Sinérese = 1,024 T - 0,031 T<sup>2</sup> - 0,029 T.E + 0,024 T.S. Onde T = Tempo, E = EAVM e S = SL. Com R<sup>2</sup> = 0,785, conforme teste t, apêndice 27.

De forma geral, observou-se que o índice de sinérese aumentou durante o tempo de armazenamento (p≤0,05), o que pode estar relacionado ao decréscimo do pH durante o armazenamento, o qual provoca a contração da matriz micelar de caseína, aumentando a expulsão de soro (ACHANTA et al., 2007). Resultados semelhantes foram encontrados por Pimentel et al. (2012), em iogurte probiótico com frutanos.

Já em relação ao aumento do teor de EAVM, ou seja, teor de sólidos foi possível observar a diminuição da sinérese, corroborando com Jaros et al. (2002) que afirmaram que a susceptibilidade à sinérese tende a diminuir com o aumento do teor de sólidos no iogurte e com a adição de estabilizantes. Além disso, sugere-se que a alta capacidade de ligação da água com o amido do EAVM tende a reduzir a água livre. O amido também pode retrogradar diminuindo ligeiramente a capacidade de ligação das moléculas de água, mas este fenômeno parece não ser tão importante, em relação à sinérese causada pela rede de proteínas durante o período de armazenamento (RADI et al., 2009).

## **Análise Sensorial**

As bebidas lácteas fermentadas produzidas apresentaram coloração rosa claro, decorrente do EAVM adicionada e a consistência apresentou-se aparentemente distinta nos tratamentos, com a mesma proporção dos demais ingredientes, inclusive o estabilizante. Segundo Koksoy & Kilic (2004), os estabilizantes são utilizados para minimizar a agregação e sedimentação das partículas de caseína durante o armazenamento, além de contribuir para o aumento da viscosidade de produtos alimentícios, como derivados de leite, molhos, sopas, cremes, sobremesas, entre outros. Na maioria das vezes, são utilizados amido, amido modificado e gomas. Sua adição foi necessária às

bebidas a fim de minimizar a separação da mistura em fases, devido à adição de soro lácteo e extrato de arroz vermelho.

### Teste de Preferência

Os resultados obtidos no teste de preferência por ordenação dos consumidores são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 - Somatória dos valores obtidos pelo teste de ordenação-preferência das bebidas lácteas fermentadas elaboradas com adição de extrato de arroz vermelho

<b>Tratamentos</b> EAVM (%)/SL(%)	<b>Soma de Ordens</b>
A: 06/ 40	231 a
B: 34/ 40	294 b
C: 20/ 26	205 a
D: 20/ 54	244 ab
E: 20/ 40	225 a

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente ( $p \geq 0,05$ ) entre si por meio do teste de Friedman.

Os módulos da diferença da soma de ordens das amostras analisadas foram iguais ou menores a 89, comparando-se os módulos da diferença com a DMS (diferença mínima significativa) que foi 55, pode-se dizer que houve diferença estatística significativa entre as amostras ao nível de 5 % de significância.

A amostra que possuía a maior quantidade de EAVM, formulação “B” (34 %) foi à amostra menos preferida pelos julgadores, já que obteve o maior resultado na soma de ordens (294), ou seja, foi a amostra que apresentou maior número de vezes na última posição de escolha no teste de ordenação. Foi possível notar também que esta amostra encontra-se entre as amostras que apresentaram maior viscosidade aparente e menores índices de sinérese.

A amostra com quantidade intermediária de EAVM e que continha um maior teor de SL, formulação “D”, não diferiu desta amostra menos preferida e nem das demais amostras testadas, mostrando que a formulação com o maior percentual de soro lácteo não apresentou preferência pelos provadores. Mesmo estando dentro dos limites aceitáveis de sinérese, esta

amostra mostrou entre os índices mais altos de sinérese observados neste estudo.

Avaliando as fichas sensoriais, foi possível observar diferentes comentários a respeito da textura, algumas amostras apresentaram-se pouco viscosas enquanto outras apresentaram-se viscosas, isso se explica, devido aos diferentes tratamentos das amostras. As bebidas foram elogiadas em relação ao sabor e foi revelado que a característica que menos gostaram foi presença de pequenos grumos, com incomodo na garganta e em relação à excessiva doçura.

O menor teor de caseínas na formulação 'D' foi devido aos maiores níveis de substituição de leite, e também pode explicar em parte aos comentários sobre a consistência "mais rala" e "menos viscosa". A maior quantidade de soro lácteo e, conseqüentemente, a menor quantidade de leite levaram a uma concentração menor de caseínas na base láctea. Tais caseínas auxiliam na estabilidade natural do leite à elevada temperatura e acidez, atuando como um agente tamponante do meio. A redução do teor de caseínas torna o alimento menos estável, podendo ocorrer a precipitação de proteínas, com conseqüente aparecimento de pequenos grumos.

A consistência das bebidas lácteas fermentadas está diretamente relacionada à formação do gel proteico de caseína (SCHKODA, 1999). Com uma concentração menor de caseínas, o gel proteico torna-se mais fraco, com conseqüente redução na consistência ou viscosidade do produto (AMATAYAKUL, 2006) e maior aparecimento de sinérese.

Coágulo com grumos, a consistência e a viscosidade do produto lácteo são uns dos principais fatores envolvidos na qualidade e aceitação pelo consumidor (MATHIAS et al. 2013). A granulação pode ser causada pelo baixo desenvolvimento de acidez e por problemas com a dissolução dos sólidos que farão parte da composição das bebidas lácteas (GOMES & PENNA, 2009). Isso pode ter ocorrido neste estudo, já que em estudos preliminares constatou que a acidez titulável nas bebidas desenvolvidas variou de 0,54 a 0,64 g (100 g)<sup>-1</sup> de ácido láctico.

Segundo Fioravante (2001), a textura adequada dos produtos com baixo teor de gordura, caso das bebidas desenvolvidas (teor de lipídeos entre 1,18 g (100 g)<sup>-1</sup> e 1,77 g (100 g)<sup>-1</sup>), pode ser obtida pela escolha de uma cultura

láctica composta por bactérias que produzam substâncias que melhorem a viscosidade e a cremosidade do produto final, e também a utilização de sólidos de origem láctea, como os concentrados proteicos e/ou misturas de hidrocolóides.

Não houve diferença significativa entre as amostras, A, C e E. As amostras A e E não foram escolhidas por apresentarem baixa viscosidade sensorial e constataram-se também menores valores de viscosidade aparente, essa característica pode estar relacionada aos comentários sobre a consistência “mais rala” e “menos viscosa”. A amostra A, além de apresentar baixa viscosidade, apresentou também, baixa concentração de EAVM; característica não desejável, já que se considera interessante que uma bebida a base de arroz, possua ligeiro sabor desse cereal, característica relacionada aos comentários nas fichas sensoriais que as bebidas apresentaram um sabor agradável e apresentou também maiores valores de sinérese, característica não desejável nos produtos, apesar de que o teor de sinérese observado encontra-se dentro dos limites aceitáveis. Por isso, optou-se pela amostra C, com 20 % de EAVM e 26 % de SL.

#### Teste de Aceitação

Os resultados do teste de aceitação, da amostra com a formulação que possuía 20 % de EAVM e 26 % de SL, escolhida pelo teste de ordenação, foram analisados por meio de média e encontram-se na Figura 4.

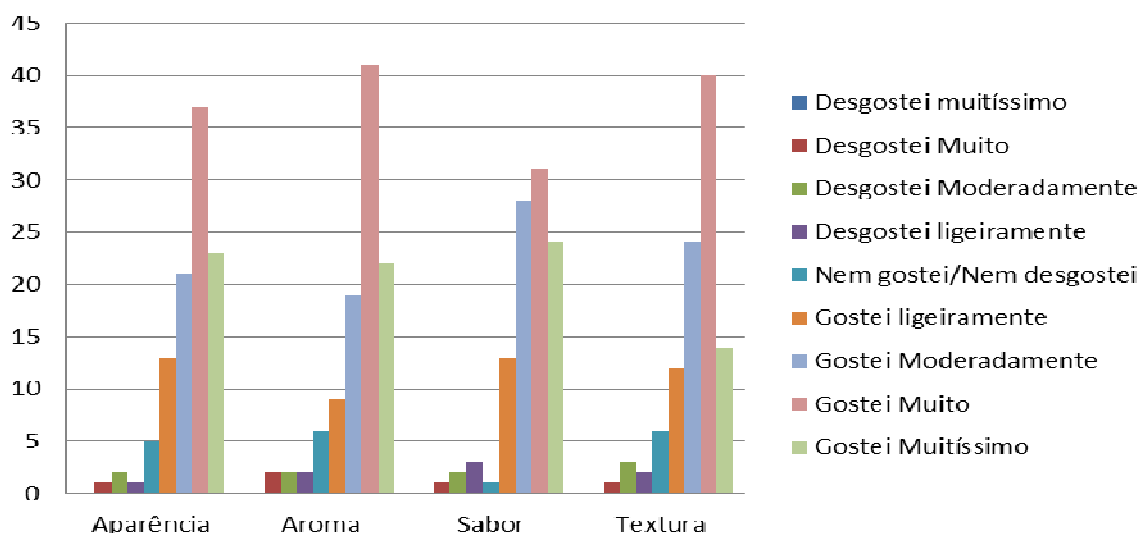


FIGURA 4 – Distribuição da frequência (%) dos atributos aparência, aroma, sabor e textura de bebida láctea fermentada adicionada de extrato de arroz vermelho em função de escala hedônica, no teste de aceitação

A aparência e a cor foram baseadas no aspecto visual do produto, como a presença ou não de soro na superfície, cor característica, ausência de grumos e homogeneidade do produto. A média das notas da análise de aparência foi 7,42. A bebida apresentou aspecto homogêneo, com presença de pequenos detritos, sem gás e cor característica (levemente rosa), devido à presença do extrato de arroz vermelho.

A média das notas para o atributo aroma foi 7,38, para o atributo sabor foi 7,41 e para o atributo textura foi de 7,21. Segundo Thamer & Penna (2006), a produção de ácido láctico contribui para a desestabilização das micelas de caseína e, conseqüentemente, para a formação do gel, além de proporcionar o seu sabor ácido característico, podendo também acentuar o aroma do produto.

As bebidas apresentaram-se com presença de pequenos detritos e sem corpo para iogurte, esse resultado já era esperado, visto que o produto elaborado foi uma bebida láctea fermentada. Na avaliação da textura deve-se levar em conta o corpo do produto quando consumido. Assim, para os atributos, aparência, aroma, sabor e textura, foram obtidas as médias entre 7 e 8, onde 7 representa “gostei moderadamente” e 8 representa “Gostei muito”.

Diante dos comentários realizados nas fichas sensoriais, foi possível observar que se esperou que a bebida láctea desenvolvida não tivesse gosto muito acentuado de arroz e que venha em uma embalagem atrativa. As

bebidas foram elogiadas em relação ao sabor e foram indicadas que a característica que menos gostaram foi em relação ao aspecto de “resíduo no fundo da amostra”; “Impressão de língua seca”, “pequenos detritos” e “Textura”.

Em relação ao índice de aceitação (IA), os resultados estão representados na Figura 5.

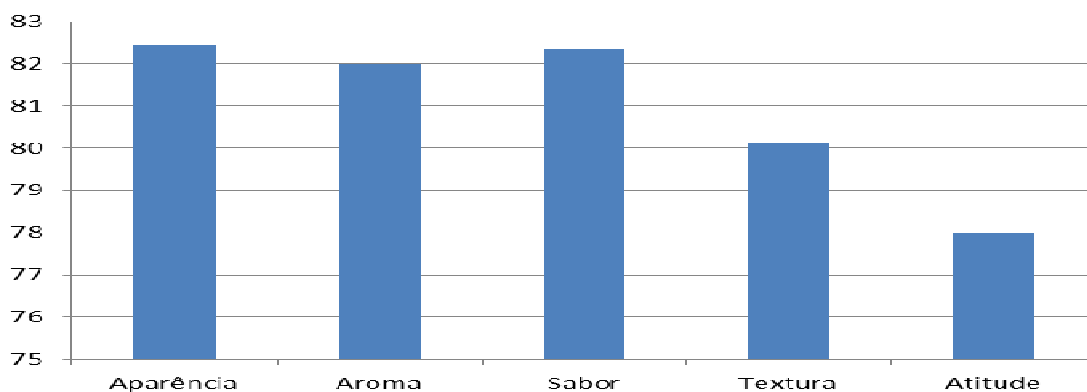


FIGURA 5 – Índice de Aceitação (%) da bebida láctea fermentada adicionada de arroz vermelho

De acordo com Dutcosky (2013), os índices de aceitação com resultado  $\geq 70\%$  são considerados com boa repercussão. Isso pode ser observado nos atributos: aparência, aroma, sabor e textura, com resultados acima de  $80\%$  de aceitação. Para a atitude de compra, o resultado foi  $78\%$ , também sendo considerado bom pelos critérios utilizados.

Os resultados da escala de atitude foram analisados por meio de média e encontra-se na Figura 6.

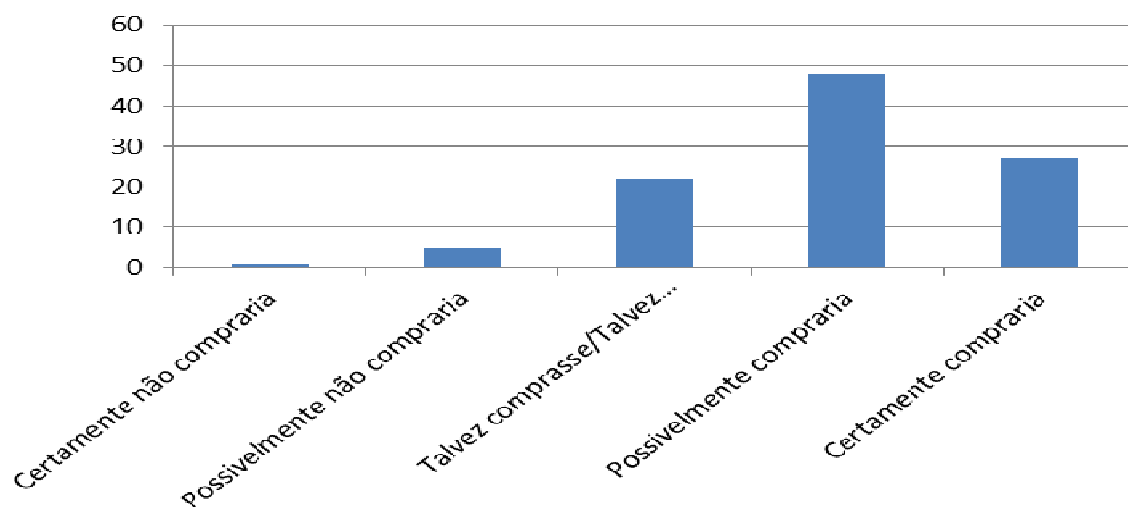


FIGURA 6 – Escala de Atitude de compra (%) da bebida láctea fermentada adicionada de arroz vermelho

Para a escala de atitude, foi obtida média 4, que representa “possivelmente compraria”, onde indica uma provável atitude de compra dessa amostra. Foi observado que esta bebida necessita ser aprimorada em alguns detalhes como, por exemplo, textura, mas poderia ser lançada no mercado, já que mais de 70 % dos provadores comprariam o produto, mostrando uma ótima aceitação entre os provadores, além do que, foram obtidos resultados satisfatórios em relação aos atributos estudados, principalmente nos atributos, aparência, aroma e sabor.

A bebida láctea fermentada adicionada de EAVM apresentou-se como uma alternativa inovadora de utilização desse cereal, em um novo produto, por apresentar boa aceitação entre potenciais consumidores e pelo uso racional de um coproduto, muitas vezes destinado a alimentação animal, com alto valor nutricional. Em consonante, a substituição parcial do leite pelo soro lácteo no preparo da bebida láctea apresentou-se viável tecnologicamente, levando a mais uma forma de aproveitamento deste produto secundário da indústria de lácteos, que constitui agente poluidor, além de ter contribuído para a melhor aceitação da bebida láctea fermentada. Nesse contexto, Pelegrine & Carrasqueira (2008) asseguram que a utilização do soro lácteo no preparo de bebidas constitui uma boa alternativa para reduzir os desperdícios nas indústrias de laticínios.

## **CONCLUSÃO**

Foi possível observar pela análise de viscosidade aparente que níveis crescentes na concentração de extrato de arroz vermelho nas bebidas lácteas fermentadas desenvolvidas, resultaram em aumento da viscosidade, sendo possível notar sensorialmente. Além disso, houve alteração na viscosidade durante o período de armazenamento refrigerado. Já em relação aos diferentes níveis de substituições do leite por soro lácteo utilizados nas bebidas, não foi possível observar alteração significativa na viscosidade aparente. Em relação ao índice de sinérese foram observados resultados satisfatórios em todas as bebidas elaboradas. A aceitação da bebida foi superior a 80 % entre potenciais consumidores, para os atributos aparência,

aroma, sabor e textura. A atitude de compra foi 78 %, resultado confirmado na escala de atitude, onde mostra uma provável atitude de compra dessa bebida desenvolvida, que sinaliza possuir potencial para o mercado. A melhor aceitabilidade foi detectada nas bebidas que continham entre 6 e 20 % de EAVM e entre 26 a 40 % de SL e apresentavam com a viscosidade aparente entre 0,5 e 1 Pa s<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

1. ACHANTA, K.; ARYANA, K.J.; BOENECKE, C.A. Fat free plain set yogurts fortified with various minerals. **LWT**, Oxford, v.40, n.3, p.424-429, 2007.
2. AMATAYAKUL, T.; SHERKAT, F.; SHAN, N.P. Physical characteristics of set yoghurt made with altered casein to whey protein ratios and EPS-producing starter cultures at 9 and 14% total solids. **Food Hydrocolloids**, v.20, n. 2-3, p.314-324, mar- mai, 2006.
3. APORTELA-PALACIOS, A.; SOSA-MORALES, M.E.; VÉLEZ-RUIZ, J.F. Rheological and physicochemical behavior of fortified yogurt, with fiber and calcium. **Journal of Texture Studies**, Trumbull, v.36, n.3, p.333-349, 2005.
4. ASCHERI, D.P.R.; BOÊNO, J.A.; BASSINELLO, P.Z.; ASCHERI, J.L.R. Correlation between grain nutritional content and pasting properties of pre-gelatinized red rice flour. **Revista Ceres**, Viçosa - MG, v. 59, n. 1, p. 16-24, 2012.
5. BALDISSERA, A.C.; BETTA, F.D.; PENNA, A.L.B.; LINDNER, J.D. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas a base de soro de leite. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.4, p.1497-1512, 2011.
6. BARBOSA, A.S.; FLORENTINO, E.A.; FLORÊNCIO, I.M.; ARAÚJO, A.S. Utilização do soro como substrato para produção de aguardente: estudo cinético da produção de etanol. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.1, p.7-25, 2010.
7. BERTRAND, M.; TURGEON, S. L. Improved gelling properties of whey protein isolate by addition of xanthan gum. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v.21, n.2, p.159-166, 2007.
8. BOÊNO, J.A. **Caracterização da qualidade de grão de diferentes genótipos de arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.)**. 2008. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Sistemas

Agroindustriais, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis – GO, 2008.

9. BRASIL. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o Regulamento técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 de agosto de 2005. Seção 1, p. 7.
10. BRINK, J.; LANGTON, M.; STADING, M.; HERMANSSON, A.M. Simultaneous analysis of the structural and mechanical changes during large deformation of whey protein isolate/gelatin gels at the macro and micro levels. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 21, n. 3, p. 409-419, 2007.
11. BROOKFIELD DV-II+. Brookfield DV-II+ programmable 7. viscometer. Operating instructions manual nº M/97-164. Disponível em: <[www.brookfielengineering.com](http://www.brookfielengineering.com)>. Acesso em: 24 nov. 2013.
12. BURITI, F.C.A.; CARDARELLI, H.R.; SAAD, S.M.I. Textura instrumental e avaliação sensorial de queijo fresco cremoso simbiótico: implicações da adição de *Lactobacillus paracasei* e inulina. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.44, p.75-84, 2008.
13. CALDEIRA, L.A.; FERRÃO, S.P.B.; FERNANDES, S.A.A.; MAGNAVITA, A.P.A.; SANTOS, T.D.R. Desenvolvimento de bebida láctea sabor morango utilizando diferentes níveis de iogurte e soro lácteo obtidos com leite de búfala. **Ciência Rural**, Santa Maria - RS, v.40, n. 10, p. 2193-2198. out. 2010.
14. CASTRO, F.P.; CUNHA, T.M.; BARRETO, P.L.M.; AMBONI, R.D.M.C.; PRUDÊNCIO, E.S. Effect of oligofructose incorporation on the properties of fermented probiotic lactic beverages, **International Journal of Dairy Technology**, v.62, p.82-74, 2008.
15. CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. 1. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996.
16. CUNHA, T.M.; CASTRO, F.P.; BARRETO, P.L.M.; BENEDET, H.D.; PRUDÊNCIO, E.S. Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea fermentada e leite fermentado adicionados de probióticos. **Semina: Ciências agrárias**, Londrina – PR, v.29, n.1, p.103-116, 2008.
17. CUNHA, T.M.; ILHA, E.C.; AMBONI, R.D.M.C.; BARRETO, P.L.M.; CASTRO, F.P.A. Influencia do Uso de Soro de queijo e Bactérias Probióticas nas Propriedades de Bebida Lácteas Fermentadas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas – SP, v.12, n.1, p.23-24, 2009.

18. DEBON, J.; PRUDENCIO, E.S.; PETRUS, J.C.C. Rheological and physico-chemical characterization of prebiotic microfiltered fermented milk. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 99, n. 2, p.128–135, 2010.
19. DRAGONE, G.; MUSSATTO, S.I.; OLIVEIRA, J.M.; TEXEIRA, J.A. Characterization of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation. **Food Chemistry**, v.112, p.929-935, 2009.
20. DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 4° ed. Curitiba: Ed. Champagnat, 2013. 536.p.
21. FIORAVANTE, P. Combinação de ingredientes em iogurtes. **Revista Flavors Magazine**, Rio de Janeiro, n.1, p.48-49, 2001.
22. FISZMAN, S.M.; LLUCH, M.A.; SALVADOR, A. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. **International Dairy Journal**, Barking, v. 9, n. 12, p. 895- 901, dez. 1999.
23. FOSS, J.W. **How Processing Affects Starch Selection For Yoghurt**. Bridgewater, NJ: National Starch and Chemical Company. 2000. 14p.
24. FURTADO, M.M.; LOURENÇO NETO, J.P.M. **Tecnologia de queijos: manual técnico para produção industrial de queijos**. 1 ed. São Paulo: Dipemar, 1994. 118p.
25. GOMES, R.G.; PENNA, A.L.B. Características reológicas e sensoriais de bebidas lácteas funcionais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.3, p.629-646, jul.- set. 2009.
26. GONÇALVES, D.; PÉREZ, C.; SEGURA, N.; LEMA, P., GÁMBARO, A.; ARES, G.; VARELA, P. Effect of thickeners on the texture of stirred yogurt. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.16, n.3, p. 207-211, jul./set. 2005.
27. GONZÁLEZ-MARTINEZ, C.; BECERRA, M.; CHÁFER, M.; ALBORS, A.; CAROT, J. M.; CHIRALT, A. Influence of substituting milk powder for whey powder on yogurt quality. **Trends in Food Science and Technology**, Wageningen, v.13, n.9-10, p.334-340, 2002.
28. GÜLER-AKIN, M.B.; AKIN, M.S. Effects of cysteine and different incubation temperatures on the microflora, chemical composition and sensory characteristics of bio-yogurt made from goat's milk. **Food Chemistry**, Oxford, v.100, n.2, p.788-793, 2007.
29. JAROS D.; ROHM, H.; HAQUE, A.; BONAPARTE, C.; KNEIFEL, W. Influence of the starter culture on the relationship between dry matter content and physical properties of set-style yogurt. **Milchwissenschaft**. v.57, n.6, p.325-327, 2002.

30. KHURI, A.I., CORNELL, J.A. **Response Surfaces**, New York: Marcel Dekker, 1987.
31. KOKSOY, A.; KILIC, M. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v.18, n.4, p.593-600, jul. 2004.
32. KROGER, M. Quality of yogurt. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.59, n.2, p.344-350, 1975.
33. LEE, W.J.; LUCEY, J.A. Structure and physical properties of yogurt gels: effect of inoculation rate and incubation temperature. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.87, n.10, p.3153-3164, 2004.
34. LEITE, M.T.; BARROZO, M.A.S.; RIBEIRO, E.J. Canonical analysis technique as an approach to determine optimal conditions for lactic acid production by *Lactobacillus helveticus* ATCC 15009. **International Journal of Chemical Engineering**, v.2012, p. 1-9, 2012.
35. MAGALHÃES, K.T.; DRAGONE, G.; PEREIRA, G.V.M.; OLIVEIRA, J.M.; DOMINGUES, L.; TEXEIRA, J.A.; SILVA, J.B.A.; SCHWAM, R.F. Comparative study of the biochemical changes and volatile compound formations during the production of novel whey-based kefir beverages and traditional milk kefir. **Food Chemistry**, v.126, p.249-253, 2011.
36. MATHIAS, T.R.S.; ANDRADE, K.C.S.; ROSA, C.L.S.; SILVA, B.A. Avaliação do comportamento reológico de diferentes iogurtes comerciais. **Brazilian Journal of food technology**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 12-20, jan./mar. 2013
37. NEWELL, G.J.; MAC FARLANE, J.D. Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. **Journal of Food Science**, v.52, n.6, p.1721-1722, 1987.
38. PELEGRINE, D.H.G; CARRASQUEIRA, R.L. Aproveitamento do soro de leite no enriquecimento nutricional de bebidas. **Brazilian Journal of Food Technology**, VII BMCFB, Campinas, p.145-151, dez. 2008.
39. PESCUA, M.; HEBERT, E.M.; MOZZI, F.; VALDEZ, G.F. Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, v.141, p.73-81, 2010.
40. PIMENTEL, T.C.; GARCIA, S.; PRUDENCIO, S.H. Iogurte probiótico com frutanos tipo inulina de diferentes graus de polimerização: características físico-químicas e microbiológicas e estabilidade ao armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.3, p. 1059-1070, maio/jun. 2012.
41. PIYASENA, P.; CHAMBERS, J. Influence of whey protein on syneresis of raw milk curds. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v.38, n.6, p.669-675, 2003.

42. RADİ, M.; NİAKOUSARI, M.; AMİRİ, S. Physicochemical, textural and sensory properties of low-fat yogurt produced by using modified wheat starch as a fat replacer. **Journal of Applied Sciences**, v.9, n.11, p.2194-2197, 2009.
43. RIENER, J.; NOCI, F.; CRONIN, D.A.; MORGAN, D.J.; LYNG, J.G. A comparison of selected quality characteristics of yoghurts prepared from thermosonicated and conventionally heated milks. **Food Chemistry**, London, v.119, n.3, p.1108-1113, abr. 2010.
44. ROBINSON, R.K.; LUCEY, J.A.; TAMİME, A.Y. **Manufacture of Yoghurt**. In: TAMİME, A.Y. (Ed.). *Fermented Milks*. Oxford: Blackwell Science Ltd., 2006. cap. 3, p. 53-75.
45. SCHKODA, P.; HECHLER, A.; KESSLER, H.G. Effect of minerals and pH on rheological properties and syneresis of milk-based acid gels. **International Dairy Journal**, Alemanha, v.9, p.269-273, 1999.
46. SIQUEIRA, A.M.O.; MACHADO, E.C.; STAMFORD, T.L.M. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.9, p.1693-1700, set, 2013.
47. SODINI, I.; MATTAS, J.; TONG, P.S. Influence of pH and heat treatment of whey on the functional properties of whey protein concentrates in yoghurt. **International Dairy Journal**, Oxford, v.16, n.12, p.1464-1469, 2006.
48. SODINI, I.; LUCAS, A.; TISSIER, J.P.; CORRIEU, G. Physical properties and microstructure of yoghurts supplemented with milk protein hydrolysates. **International Dairy Journal**, Barking, v.15, n.1, p.29-35, 2005.
49. STATSOFT. **Statistica for Windows 6.0**. Computer program manual. Tulsa: Statsoft, 2001.
50. THAMER, K.G.; PENNA, A.L.B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentados por probióticos e acrescentadas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v.26 n.3, p.589 – 595, 2006.
51. USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE). **Dairy: world markets and trade - December 2013**. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/dairy-market/dairy-market-12-13-2013.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2014.
52. YAWADIO, R.; TANIMORI, S.; MORITA, N. Identification of phenolic compounds isolated from pigmented rices and their aldose reductase inhibitory activities. **Food Chemistry**, Barking, v.101, n.4, p.1616-1625, 2007

## CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As bebidas lácteas desenvolvidas com extrato de arroz vermelho e com parcial substituição do leite por soro na base láctea apresentaram resultados físico-químicos, microbiológicos e sensoriais compatíveis com os padrões da legislação durante todo o período de armazenamento refrigerado.

Levando-se em conta o acompanhamento da evolução do pH durante o armazenamento pode-se supor uma vida útil de até 28 dias para as bebidas desenvolvidas, sendo, um tempo de prateleira satisfatório, considerando o fato de não se ter adicionado nenhum conservante ao produto.

As bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho possuem teores de proteínas superiores ao limite mínimo preconizado pela legislação vigente e também por serem parcialmente desnatadas. Em relação aos teores de lactose encontrados nas bebidas experimentais, pode-se dizer que provavelmente podem ser tolerados por pessoas que possuem má absorção de lactose, mas não pelos intolerantes à lactose. Possivelmente, poderá contribuir para a saúde de pessoas portadoras de doença celíaca, por não possuírem glúten na composição e alguma alergia ao leite, por possuir reduzido teor de leite em sua composição.

A agregação do extrato de arroz vermelho às bebidas lácteas fermentadas forneceu valores consideráveis de Zn, Mn e Cu para a dieta humana. Em relação aos outros minerais estudados, como K e Fe, mostraram-se teores similares a outras bebidas lácteas. Em relação a Na, Mg e Ca, as bebidas apresentaram baixos teores, os quais por isso, não podem ser consideradas como fonte de Ca e como substituto do leite, devendo o Ca e o Mg ser adquiridos por meio de outros alimentos.

As análises microbiológicas realizadas durante o ensaio de armazenamento das bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho apontaram qualidade higiênico-sanitária satisfatória pela ausência de bactérias do grupo coliformes, 30 °C e 45 °C, *Staphylococcus* sp. e *Salmonella* sp. A contagem de bactérias lácticas viáveis do primeiro ao 40º dia de armazenamento foi para todos os tratamentos, maiores de 10<sup>9</sup> UFC g<sup>-1</sup>, superiores ao mínimo preconizado pela legislação vigente.

Na análise sensorial verificou-se que as bebidas lácteas experimentais com melhor aceitabilidade, continham entre 6 e 20 % de extrato de arroz vermelho e entre 26 a 40 % de substituição do leite por soro lácteo e apresentavam com a viscosidade aparente entre 0,5 e 1 Pa s<sup>-1</sup>.

Este resultado foi confirmado na análise de viscosidade, onde se observou que incrementos na concentração de extrato de arroz vermelho resultaram em aumento da viscosidade, além disso, houve alteração na viscosidade durante o período de armazenamento.

Em relação ao índice de sinérese foram obtidos resultados satisfatórios em todas as bebidas elaboradas. E em relação aos atributos aparência, aroma, sabor e textura foram obtidos ótimos resultados, aceitação superior a 80 %. Para a atitude de compra, o resultado foi 78 %, também sendo considerado ótimo resultado pelos critérios utilizados. Apesar de se mostrar uma bebida com alta aceitação, foi observada a necessidade de ser aprimorada como, por exemplo, textura, podendo ser o foco para novos estudos. Mesmo diante da necessidade de aprimorar nesse atributo, a bebida desenvolvida poderia ser lançada no mercado, já que 78 % dos provadores comprariam o produto e mostrou-se com resultados satisfatórios em todos os atributos sensoriais estudados, principalmente em relação a aparência, aroma e sabor.

As bebidas lácteas fermentadas adicionadas de extrato de arroz vermelho apresentaram-se como uma alternativa inovadora da utilização de coprodutos dos laticínios, levando a mais uma forma de aproveitamento deste produto secundário da indústria, que pode causar problemas econômicos e ambientais, caso não sejam utilizados adequadamente, mostrando uma aplicação sustentável desse coproduto. Além da possibilidade da utilização do arroz vermelho, pouco conhecido pela população brasileira, podendo ser utilizadas para enriquecer as bebidas lácteas fermentadas. A combinação desses componentes foi viável tecnologicamente, sendo que as bebidas lácteas desenvolvidas caracterizaram-se por sua boa composição nutricional, se comparados com as bebidas lácteas disponíveis no mercado, por sua qualidade higiênico-sanitária e pela presença de alto número de bactérias lácteas viáveis no produto final e por apresentar boa aceitação entre potenciais consumidores.

## **APÊNDICES**

Apêndice 1 – Modelo de ficha utilizada para o teste de escalas numéricas estruturadas.

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )  
 Idade: \_\_\_\_\_ anos Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Código da amostra: \_\_\_\_\_

Por favor, avalie a amostra codificada e use a escala abaixo para julgar cada atributo da amostra.

Sabor ( ) Intenso de arroz ( ) Sem gosto de arroz ( ) De arroz  
 Aroma ( ) Intenso de arroz ( ) Sem aroma ( ) De arroz  
 Textura ( ) Pastosa ( ) Fluída ( ) Pouco viscosa  
 Cor ( ) Escura ( ) Rosa ( ) Clara  
 Grumos ( ) Com ( ) Sem

Comentários:

\_\_\_\_\_

Apêndice 2 – Análise de variância de cinza nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	8	0,01622	18,03	0,0000
Erro	72	0,00090		
Total	80			

Apêndice 3 – Análise de variância de sólidos totais nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	8	5,37	2,74	0,010764
Erro	72	1,96		
Total	80			

Apêndice 4 – Análise de variância de proteína nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	8	0,0072	4,6	0,000162
Erro	72	0,0016		
Total	80			

Apêndice 5 – Análise de variância de carboidrato nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	8	7,09	3,34	0,002659
Erro	72	2,12		
Total	80			

Apêndice 6 – Análise de variância de valor energético nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	8	87,2	2,88	0,007628
Erro	72	30,2		
Total	80			

Apêndice 7 – Análise de variância de lipídeos nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	8	0,3721	12,482	0,000000
Erro	72	0,0298		
Total	80			

Apêndice 8 – Análise de variância de lactose nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	9	1,5085	10,469	0,000008
Erro	20	0,1441		
Total	29			

Apêndice 9 – Análise de variância de pH nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	8	0,107	3,4	0,000909
Erro	234	0,031		
Total	242			

Apêndice 10 – Análise de variância de acidez nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	8	0,03210	9,13	0,000000
Erro	234	0,00352		
Total	242			

Apêndice 11 – Análise de variância de Na nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	10	74,13	3,147	0,0366
Erro	11	23,55		
Total	21			

Apêndice 12 – Análise de variância de K nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	10	108,2	2,271	0,0972
Erro	11	47,6		
Total	21			

Apêndice 13 – Análise de variância de Ca nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	10	0,3606	8,683	0,00066
Erro	11	0,0415		
Total	21			

Apêndice 14 – Análise de variância de Cu nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	10	0,19735	2,1311	0,115
Erro	11	0,09260		
Total	21			

Apêndice 15 – Análise de variância de Fe nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	10	0,001398	0,8530	0,5951
Erro	11	0,001639		
Total	21			

Apêndice 16 – Análise de variância de Zn nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	10	0,02652	71,28	0,0000
Erro	11	0,00037		
Total	21			

Apêndice 17 – Análise de variância de Mn nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	10	0,0022	1,8031	0,17379
Erro	11	0,0012		
Total	21			

Apêndice 18 – Análise de variância de Mg nas bebidas lácteas fermentadas adicionadas de EAVM e SL.

	GL	QM	F	p
Tratamento	10	0,000002	7,254	0,001472
Erro	11	0,000000		
Total	21			

Apêndice 19 – Termo de consentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), de uma pesquisa. Meu nome é Josianny, sou a pesquisadora responsável e minha área de atuação é higiene e tecnologia de alimentos.

Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado (a).

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o(s) pesquisador(es) responsável(is) Josianny Alves Boêno, no telefone: (64) 3413-7900. Em casos de dúvidas sobre os seus direitos como participante nesta pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do IF Goiano, nos telefones: (64) 3465-1900 Ramal 1948.

Se o (a) senhor (a) aceitar participar, irá avaliar os produtos quanto a avaliação global e intenção de compra, para tanto preencherá uma ficha de avaliação do produto tomando cerca de 15 minutos. A ficha e os dados coletados serão de uso exclusivo nesta pesquisa e de acesso limitado aos pesquisadores.

### INFORMAÇÕES IMPORTANTES SOBRE A PESQUISA

O projeto tem como título “Elaboração e caracterização de bebida láctea fermentada, adicionada de extrato de arroz vermelho”, a probabilidade de riscos na participação do projeto é mínima, tanto físicos, químicos ou biológicos, pois o processo será feito dentro dos padrões de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e serão realizadas análises microbiológicas dos produtos elaborados antes dos testes de análise sensorial. O local de preparo será devidamente higienizado, assim como as mãos dos manipuladores responsáveis pelo preparo da amostra.

Os riscos que podem estar associados a essa análise são os de alergia a qualquer um de seus ingredientes: leite integral padronizado, soro lácteo, açúcar, arroz, fermento lácteo (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*). Caso algum provador apresente reação adversa comprovada ao produto oferecido na presente pesquisa este será encaminhado para atendimento médico no centro médico do Instituto Federal Goiano Câmpus Morrinhos, Hospitais Públicos de Morrinhos, Hospitais Públicos de Goiânia.

Observa-se como benefício mais elementar de sua participação no estudo a possibilidade de elaboração de uma bebida láctea de alto nutritivo, que poderá ser consumida por indivíduos com intolerância à lactose, aproveitando subprodutos de outros processos de produção. E ainda, à geração e disponibilização de informações técnico-científicas a respeito das características sensoriais (aroma, sabor, textura, aparência) de produtos com

adição de subprodutos da indústria de alimentos, e com isso, irá gerar o fortalecimento da rede de estudos que permitirá o acesso a todo o empresariado, grande e pequeno, urbano e rural, às pesquisas científicas que beneficiem a economia privada e minimize a defasagem tecnológica de Goiás.

Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade. Para participar como indivíduo da pesquisa, é necessário não ter alergia a produtos lácteos e a nenhum dos ingredientes da bebida elaborada, além de não ser diabético.

Não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação; Será garantido o sigilo que assegure a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa;

Contato do pesquisador: josianny.boeno@ifgoiano.edu.br, telefone: (64) 3413-7900.

Nome e Assinatura do pesquisador \_\_\_\_\_

Consentimento da participação da pessoa como sujeito da pesquisa

Eu, \_\_\_\_\_, RG/CPF \_\_\_\_\_,



abaixo assinado, concordo em participar do estudo “Elaboração de bebida láctea fermentada adicionada de extrato de arroz vermelho”, como sujeito. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador(a) Josianny Alves Boêno, sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos e ainda a probabilidade mínima de riscos, tanto físicos, químicos ou biológicos, pois o processo será feito dentro dos padrões de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e benefícios decorrentes de minha participação.

Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data: \_\_\_\_\_

Nome e Assinatura do sujeito: \_\_\_\_\_

## Apêndice 20 – Parecer consubstancia protocolo 002/2013

 <p>INSTITUTO FEDERAL GOIANO</p>	<p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO - IF Goiano PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO COMITÊ DE ETICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS</p>
	<p><b>PARECER CONSUBSTANCIADO</b></p>
<p>Protocolo nº: 002/2013</p>	
<p><b>I – IDENTIFICAÇÃO</b></p>	
<p><b>Título do Projeto:</b> 'Elaboração e caracterização de bebida láctea fermentada, adicionada de extrato de arroz vermelho'</p>	
<p><b>Pesquisador Responsável:</b> Josianny Alvez Boêno <b>Pesquisadores Participantes:</b> Dr. Edmar Soares Nicolau, Dra. Cintia Silva Minafra e Rezende, Dr. Diego Palmiro Ramirez Ascheri, Camila Fernanda dias de Oliveira.</p>	
<p><b>Instituição onde será realizado o estudo:</b> Instituto Federal Goiano – Câmpus Morrinhos</p>	
<p><b>Data de apresentação ao CEP:</b> 13/06/2013</p>	
<p><b>Área Temática:</b> Ciências Humanas</p>	
<p>O presente projeto respeita os princípios da Resolução atendendo às exigências éticas e científicas.</p>	
<p><b>II- ESTRUTURA DO PROTOCOLO</b></p>	
<p>Folha de Rosto. Ok Projeto de Pesquisa impresso. Ok TCLE. Ok Termo de Confidencialidade. Ok Currículo pesquisador. Ok Currículo dos pesquisadores responsáveis – Ok. Cópia digitalizado de todos os documentos em CD-ROM (Formato Word/.doc). Ok.</p>	
<p><b>V- PARECER DO CEP</b></p>	
<p>Protocolo: Aprovado Data de entrega do relatório final: 12/2013 O não cumprimento dos prazos para entrega dos relatórios implicará em pendência do(s) pesquisador(es) na avaliação de novos projetos.</p>	
<p><b>VI – DATA DA REUNIÃO E ASSINATURAS</b></p>	
<p>Data da reunião: 28/06/2013 Data de envio do relatório: 08/07/2013</p>	
<p> Coordenador CEP/IF Goiano</p>	

Apêndice 21 – Consentimento da participação envolvendo crianças e adolescentes como sujeito da pesquisa assinado por seus representantes legais:

Eu, \_\_\_\_\_, RG/ CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, responsável por \_\_\_\_\_, autorizo sua participação no estudo "Elaboração de bebida láctea fermentada", como sujeito. Fui devidamente informado (a) e esclarecido(a) pelo pesquisador(a) Josianny Alves Boêno, sobre a pesquisa, os procedimentos

nela envolvidos e ainda a probabilidade mínima de riscos, tanto físicos, químicos ou biológicos, pois o processo será feito dentro dos padrões de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e benefícios decorrentes da participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data

Nome e Assinatura do responsável: \_\_\_\_\_

Termo de confidencialidade

Título do projeto: ELABORACAO E CARACTERIZACAO DE BEBIDA LACTEA FERMENTADA, ADICIONADA DE EXTRATO DE ARROZ VERMELHO

Pesquisador responsável: Josianny Alves Boêno

Instituição/Departamento: IF Goiano Câmpus Morrinhos

Telefone para contato: 64 34137900

Local da coleta de dados: IF Goiano Câmpus Morrinhos

Os pesquisadores do presente projeto se comprometem a preservar a privacidade dos provadores cujos dados serão coletados em fichas sensoriais. Estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas no IF Goiano Câmpus Morrinhos por um período de um ano sob a responsabilidade da pesquisadora responsável pela pesquisa. Após este período, os dados serão destruídos. Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IF Goiano, em 28/06/2013, com o número 002/2013.

Goiânia, 28 de junho de 2013.

\_\_\_\_\_  
Josianny Alves Boêno  
Engenharia de Alimentos

Apêndice 22 – Modelo de ficha utilizada para o teste de preferência

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )  
Idade: \_\_\_\_\_ anos Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Você está recebendo três amostras codificadas. Por favor, prove as amostras da esquerda para direita e coloque-as em ordem DECRESCENTE de preferência. Enxágüe a boca após a degustação de cada amostra e espere trinta segundos

\_\_\_\_\_  
MAIS preferida

\_\_\_\_\_  
MENOS preferida

Comentários:

\_\_\_\_\_

## Apêndice 23 – Modelo de ficha utilizada no teste de aceitabilidade

<b>ESCALA HEDÔNICA</b>											
Nome: _____ Data: _____											
Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou do produto, anotando a pontuação no quadro ao lado.											
N° da amostra _____											
9- gostei muitíssimo 8- gostei muito 7- gostei moderadamente 6- gostei ligeiramente 5- nem gostei/ nem desgostei 4- desgostei ligeiramente 3- desgostei moderadamente 2- desgostei muito 1- desgostei muitíssimo	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;"></th> <th style="width: 20%;">Pontos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aparência</td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td>Aroma</td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td>Sabor</td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td>Textura</td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </tbody> </table>		Pontos	Aparência		Aroma		Sabor		Textura	
	Pontos										
Aparência											
Aroma											
Sabor											
Textura											
Descreva, por favor, o que você mais gostou e o que menos gostou na amostra, EM TERMOS GLOBAIS.											
Mais gostei: _____											
Menos gostei: _____											
Outros comentários: _____											
Com base em sua opinião sobre a amostra, indique na escala de 1 a 5 sua nota em relação a sua atitude, caso você encontrasse a amostra à venda. Se eu encontrasse este produto à venda eu:											
5 - Certamente compraria											
4 - Possivelmente compraria											
3 - Talvez comprasse/talvez não comprasse											
2 - Possivelmente não compraria											
1 - Certamente não compraria											
Comentários: _____											

Apêndice 24 - Análise de variância da Viscosidade Aparente ( $\text{Pa s}^{-1}$ )

Fator	SQ	G.L	QM	F	p
(1) Tempo (Dias) (L)	3,02956	1	3,02956	28,9688	0,0000
Tempo (Dias) (Q)	3,59508	1	3,59508	34,3764	0,0000
(2) EAVM (%) (L)	14,1599	1	14,15990	135,3978	0,0000
Extrato (%) (Q)	0,34129	1	0,34129	3,2635	0,07325
(3) SL (%) (L)	0,07265	1	0,07265	0,6947	0,40617
SL (%) (Q)	0,20226	1	0,20226	1,9340	0,16679
1L por 2L	5,02994	1	5,02994	48,0966	0,0000
1L por 3L	0,04446	1	0,04446	0,4251	0,51559
2L por 3L	0,00050	1	0,00050	0,047	0,94524
Erro	13,0725	125	0,10458	-	-
Total SQ	40,4639	134	-	-	-

G.L. = graus de liberdade; S.Q. = Soma dos quadrados; Q.M. = Quadrado médio; F = Teste F calculado; valor-p = Probabilidade; - Não determinados.

Apêndice 26 – Coeficiente de regressão da viscosidade aparente (Pa s<sup>-1</sup>)

Fator	Coef. Regres.	Erro Padrão	t(125)	p	Lim. Conf. -95, %	Lim. Conf. +95, %
Média	-0.929663	0.948320	-0.98033	0.328819	-2.80651	0.947180
(1)TEMPO (L)	<b>-0.026077</b>	<b>0.011664</b>	<b>-2.23567</b>	<b>0.027148</b>	<b>-0.04916</b>	<b>-0.002992</b>
TEMPO (Q)	<b>0.000975</b>	<b>0.000166</b>	<b>5.86314</b>	<b>0.000000</b>	<b>0.00065</b>	<b>0.001304</b>
(2)EAVM (L)	0.026835	0.026257	1.02200	0.308755	-0.02513	0.078801
EAVM (Q)	0.000885	0.000490	1.80650	0.073246	-0.00008	0.001855
(3)SL (L)	0.049448	0.040908	1.20877	0.229032	-0.03151	0.130409
SL (Q)	-0.000690	0.000496	-1.39068	0.166793	-0.00167	0.000292
1L por 2L	<b>-0.001450</b>	<b>0.000209</b>	<b>-6.93517</b>	<b>0.000000</b>	<b>-0.00186</b>	<b>-0.001036</b>
1L por 3L	0.000137	0.000210	0.65201	0.515594	-0.00028	0.000552
2L por 3L	0.000029	0.000417	0.06882	0.945242	-0.00080	0.000855

R<sup>2</sup> = 0,677

## Apêndice 27 - Análise de variância do índice de sinérese

Fator	SQ	G.L	QM	F	p
(1) Tempo (Dias) (L)	<b>2623,317</b>	<b>1</b>	<b>2623,317</b>	<b>118,93</b>	<b>0,000000</b>
Tempo (Dias) (Q)	<b>113,842</b>	<b>1</b>	<b>113,842</b>	<b>5,1613</b>	<b>0,026956</b>
(2) EAVM (%) (L)	<b>758,741</b>	<b>1</b>	<b>758,741</b>	<b>34,3997</b>	<b>0,000000</b>
EAVM (%) (Q)	1,519	1	1,519	0,0689	0,793924
(3) SL (%) (L)	731,022	1	731,022	33,1430	0,000000
SL (%) (Q)	24,143	1	24,143	1,0946	0,299947
1L por 2L	<b>284,458</b>	<b>1</b>	<b>284,458</b>	<b>12,8967</b>	<b>0,000694</b>
1L por 3L	187,107	1	187,107	8,4830	0,005140
2L por 3L	57,904	1	57,904	2,6252	0,110795
Erro	1235,170	56	22,057	-	-
Total SQ	5739,051	65	-	-	-

G.L. = graus de liberdade; S.Q. = Soma dos quadrados; Q.M. = Quadrado médio; F = Teste F calculado; valor-p = Probabilidade; - Não determinados.

## Apêndice 28 – Coeficiente de regressão do índice de sinérese

Fator	Coef. Regres.	Erro Padrão	t(56)	p	Lim. Conf. -95, %	Lim. Conf. +95, %
Média	-4.12084	16.20613	-0.25428	0.800213	-36.5856	28.34394
(1)TEMPO (L)	<b>1.02416</b>	<b>0.47058</b>	<b>2.17639</b>	<b>0.033760</b>	<b>0.0815</b>	<b>1.96684</b>
TEMPO (Q)	<b>-0.03107</b>	<b>0.01368</b>	<b>-2.27186</b>	<b>0.026956</b>	<b>-0.0585</b>	<b>-0.00367</b>
(2)EAVM (L)	0.59942	0.51173	1.17136	0.246415	-0.4257	1.62454
EAVM (Q)	-0.00212	0.00809	-0.26247	0.793924	-0.0183	0.01409
(3)SL (L)	-0.21898	0.68982	-0.31745	0.752084	-1.6008	1.16288
SL (Q)	0.00857	0.00819	1.04624	0.299947	-0.0078	0.02497
1L por 2L	<b>-0.02942</b>	<b>0.00819</b>	<b>-3.59120</b>	<b>0.000694</b>	<b>-0.0458</b>	<b>-0.01301</b>
1L por 3L	<b>0.02395</b>	<b>0.00822</b>	<b>2.91256</b>	<b>0.005140</b>	<b>0.0075</b>	<b>0.04042</b>
2L por 3L	-0.01553	0.00959	-1.62026	0.110795	-0.0347	0.00367

R<sup>2</sup> = 0,785