



**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
CAMPUS DE POMBAL**

**Bebida láctea fermentada adicionada de *Spirulina platensis* como corante natural e suplemento proteico**

**Emily Karolinne Albuquerque Matias**

Pombal – PB

2018

Emily Karolinne Albuquerque Matias

**Bebida láctea fermentada adicionada de *Spirulina platensis* como corante natural e suplemento proteico**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof° Dr. Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

Co-orientador: Prof° Dr. João Paulo Natalino de Sá

Pombal- PB

2018

M433b

Matias, Emily Karolinne Albuquerque.

Bebida láctea fermentada adicionada de *Spirulina platensis* como corante natural e suplemento proteico / Emily Karolinne Albuquerque Matias. – Pombal, 2018.

23 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles".

"Co-orientação: Prof. Dr. João Paulo Natalino de Sá".

1. Bebida láctea fermentada - Produção. 2. Características físico-químicas. 3. Análises microbiológicas. 4. Análises sensoriais. 5. *Spirulina platensis*. I. Meireles, Bruno Raniere Lins de Albuquerque. II. Sá, João Paulo Natalino de. III. Título.

CDU 637.141.8(043)

Emily Karolinne Albuquerque Matias

**Bebida láctea fermentada adicionada de *Spirulina platensis* como corante natural e suplemento proteico**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

APROVADA EM: / /

---

Prof. Dr. Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles  
UFCG/ CCTA/ UATA – Orientador

---

Prof. Dr. Adriano Sant’Ana Silva  
UFCG/ CCTA/ UATA – Examinador Interno

---

Tiago da Nóbrega Albuquerque  
Examinador Externo

A Deus o grande arquiteto do universo que me deu toda força e coragem para seguir passo a passo, durante essa longa jornada e in memoriam dos meus avós Euclides Albuquerque e Expedito Matias, que me mostraram, que mesmo com os seus poucos estudos, basta apenas querer para conseguir.

## AGRADECIMENTOS

Esse trabalho simboliza o término de uma etapa, onde cresci tanto profissionalmente como de forma pessoal, no qual agradeço antes de tudo a Deus, pois Ele quem me capacitou para chegar até aqui de forma grandiosa.

Aos meus pais Edgar Carvalho e Maria José e a minha irmã Euma Karinne, que me deram todo o amor e apoio e sempre me disseram que eu podia ter o mundo se eu quisesse, só bastava sonhar e correr atrás, e a toda minha família.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles, por ter me escolhido e por todos os seus ensinamentos, por todas as oportunidades e por ter acreditado em mim. Assim como ao Prof. Dr. Sthelio Braga da Fonseca que sempre me estimulou a correr atrás até alcançar o que eu desejava, lutando bravamente pelos alunos.

A Diógenes Hebert, por todo seu amor, companheirismo e pela forma especial que não me deixou desistir nos momentos de dificuldade.

Aos que sempre estiveram ao meu lado durante essa jornada em especial lanka Carolina, que esteve comigo durante esses 5 anos e dando força e tendo muita paciência, Robson Melo que sempre estava ao meu lado para o que acontecesse, Evênia Fernandes que sempre esteve comigo em todas as dificuldades e superamos todas juntas, Sabrina Costa que sempre esteve comigo me ensinando e me dando todo suporte para realização desse trabalho.

Aos meus amigos que me ajudaram a chegar até aqui Denise Campos Nunes, Ana Cecilia, Dandara Mayara, Moisés Sesion, Yasmin Brasil, Érika Lucena, Mateus Granja, Gabriely Lócio, Iago Felipe, Juliana Nobrega, Raíssa Gabriela, Izabelly Melo e Gabriel Marchetti.

Finalmente, agradeço a todos que de forma direta ou indireta ajudaram a que eu chegasse até aqui.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
2.2 Obtenção dos extratos da <i>Spirulina platensis</i> .....	10
2.3 Elaboração da bebida láctea .....	10
2.4 Caracterização físico-química das bebidas lácteas .....	12
2.5 Análises microbiológicas .....	12
2.6 Análises Sensoriais .....	12
2.7 Avaliação Estatística .....	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
3.1 Avaliações físico-química da bebida láctea fermentada .....	15
4.2 Avaliação Microbiológica .....	18
4.3 Avaliação Sensorial .....	19
4. CONCLUSÃO .....	21
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22

## RESUMO

O emprego do soro do leite em bebidas lácticas fermentadas é uma das soluções mais atrativas para o consumo humano, diversificando o mercado, diminuindo os impactos ambientais e agregando valor aos produtos, devido às ótimas propriedades funcionais do soro. O processamento de bebidas lácteas fermentadas admite a utilização de aditivos alimentares não lácteos, e como aditivo utilizou-se a microalga *Spirulina platensis* para o aumento do conteúdo proteico e como corante natural, em sua forma em pó, em forma de extratos (aquoso e alcóolico). O presente estudo visou desenvolver e avaliar bebidas lácteas fermentadas utilizando *Spirulina platensis* como corante natural e fonte de proteínas. As bebidas lácticas foram separadas em quatro tratamentos: T0 (controle), T1 (extrato aquoso), T2 (extrato alcóolico) e T3 (*Spirulina* em pó). Este por sua vez, foram avaliados quanto ao pH, acidez, proteínas totais, lipídeos, umidade, cinzas, carboidratos, atividade de água e cor. Foram realizadas análises microbiológicas de coliformes totais, termotolerantes e *Salmonella sp* e para análise sensorial os testes de aceitação, intenção de compra e a análise de componentes principais (ACP). Os resultados foram analisados por delineamento inteiramente casualizado e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). As bebidas lácteas fermentadas obedeceram a todos os parâmetros físico-químicos no qual os tratamentos T1, T2 e T3 os quais foram adicionados a espirulina e seus extratos, obtiveram alto teor proteico com valores de 15,99%, 16,27% e 18,18%, respectivamente, sendo considerados pela legislação brasileira como produtos enriquecidos ou com alto teor de proteína. Com relação ao teor lipídico, as bebidas se enquadram nos produtos completamente desnatados por estarem com valores abaixo de 1,5%. As bebidas atenderam aos parâmetros microbiológicos exigidos pela legislação brasileira. No tocante aos resultados obtidos na análise sensorial, pelos resultados observou-se aceitabilidade para os tratamentos T0, T1 e T2. Por outro lado, o tratamento T3 não teve aceitabilidade, mesmo apresentando elevado teor proteico. Portanto, as bebidas lácteas fermentadas adicionadas com *Spirulina platensis* e seus extratos são uma opção viável para uma alimentação mais saudável.



## ABSTRACT

The whey utilization in fermented milk drinks is one of the most attractive solutions for human consumption, diversifying the market, diminishing the environment impacts and adding value to the products, due to its great functional properties. The fermented milk drinks processing allows the utilization of non-dairy food additives. In order to increase the protein content, the microalgae *Spirulina platensis* in powder was used as extracts (aqueous and alcoholic). The present study aimed to develop and evaluate fermented milk drinks, using *Spirulina platensis* as natural dye and protein source. The drinks were separated in four treatment: T0 (control), T1 (aqueous extract), T2 (alcoholic extract) and T3 (*Spirulina* powder), assessed regarding to pH, acidity, total protein content, lipid content, humidity, ashes analysis, carbohydrate content, water activity and color. Microbiological analyses of total and thermotolerant coliforms and *Salmonella sp* were carried out and for sensory evaluation were developed the acceptance tests, purchase intention and principal component analysis (PCA). The results were analyzed by completely randomized design and Tukey test ( $p < 0,05$ ). The cultured milk drinks were approved for every physical and chemical parameters. The treatments T1, T2 and T3, in which were added *Spirulina* and its extracts, achieved high protein content, 15.99%, 16.27% e 18.18% respectively, hence they are considered fortified or high protein content products by the regulation. Related to the lipid content, the drinks are classified as completely skimmed, because of their values about 1.5%. The drinks complied with the microbiological parameters required by the regulation, the results obtained in the sensory analysis presented good acceptance for treatments T0, T1 e T2, however T3 was not well accepted, even though it has the highest protein content and was grouped in the hedonic term slightly disliked. Therefore, fermented milk drinks added of *Spirulina* and its extracts are a viable option for a healthier eating.

## 1. INTRODUÇÃO

O soro do leite consiste em um coproduto lácteo das indústrias de laticínios que é extraído da coagulação do leite no processo fabril de queijos (BRASIL, 2013). De valor nutricional reconhecido, conferido pela presença de proteínas com elevado teor de aminoácidos essenciais (CAPITANI et al., 2005), o soro do leite pode ser processado e se transformar em produtos com alto valor agregado (TEIXEIRA; FONSECA, 2008). No entanto, estudos relatam que cerca de 40% do soro do leite produzido no Brasil é descartado de forma inadequada, principalmente, pelas pequenas e médias agroindústrias (MARQUARDT et al., 2012), transformando-se em um rejeito agroindustrial agressivo à natureza (MOREIRA et al., 2010; PAULA et al., 2011).

Nos últimos anos tem se verificado um notável aumento no consumo de bebidas lácteas fermentadas em nosso país (SANTOS et al., 2008). Sua produção é uma das principais opções de aproveitamento deste coproduto lácteo, diversificando a indústria de laticínios, reduzindo os impactos ambientais e agregando valor nutricional através da incorporação de proteínas solúveis típicas do soro e, também, por elevar o teor de lactose, importante fonte de galactose, requerida à manutenção das atividades cerebrais normais (BOGGS et al., 2010; STELWAGEN, 2011; LAMB et al., 2013).

De acordo com a Instrução Normativa N° 36/2000, entende-se por bebida láctea o produto obtido a partir de leite ou leite reconstituído e/ou derivados de leite, reconstituídos ou não, fermentado ou não, com ou sem adição de outros ingredientes, onde a base láctea represente pelo menos 51% massa/massa (m/m) do total de ingredientes do produto (BRASIL, 2005).

O processamento de bebidas lácteas fermentadas admite a utilização de aditivos alimentares não lácteos, o que faz desse alimento potencial veículo para diversos tipos de matérias-primas oriundas das mais distintas origens.

A *Spirulina platensis* tem sido bastante estudada, pois apresenta altas quantidades de proteínas e também de biopigmentos, conferindo qualidades sensoriais e nutricionais desejáveis aos alimentos (SILVA, 2008). Na atualidade, já existem dados de estudos como do tipo: pão sem glúten enriquecido com Espirulina (FIGUEIRA et al., 2011), biscoitos de chocolate enriquecidos com a microalga

(MORAIS, MIRANDA; COSTA, 2006) e massas alimentícias adicionadas de *Spirulina platensis* (MARCO et al., 2014).

Assim, objetivou-se produzir bebida láctea fermentada utilizando *Spirulina platensis*, avaliando o efeito dos extratos aquoso e alcóolico e a adição da espirulina em pó nas características nutricionais, microbiológicas e sensoriais.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Matéria-prima**

As matérias primas utilizadas no presente estudo foram o leite UHT, soro do leite, estabilizantes (amido de milho, agar agar e gelatina), essências (*blue ice* e menta) e fermento lácteo *Biorich*, todos adquiridos no comércio das cidades de João Pessoa e Pombal, Paraíba, Brasil. A microalga *Spirulina platensis* em pó, beneficiada industrialmente, foi adquirida no ramo farmacêutico do município de Belo Jardim, Pernambuco, Brasil.

Os materiais foram transportados para os Laboratórios do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, onde foram realizadas as análises propostas.

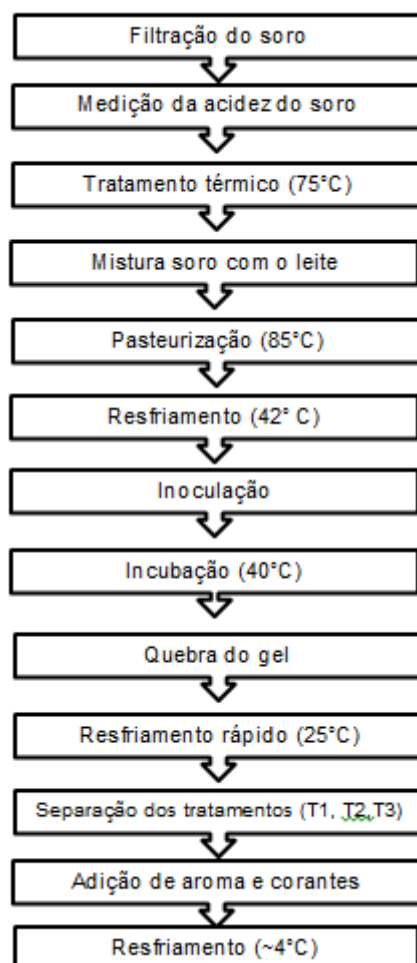
### **2.2 Obtenção dos extratos da *Spirulina platensis***

Utilizou-se a *Spirulina platensis* juntamente com os solventes água e álcool etílico PA para extração de pigmentos da microalga em estudo. Para tanto, foram utilizados 2 tipos de solventes: 100% álcool e 100% água. Os extratos pigmentados foram obtidos numa proporção amostra-solvente de 1:10 à temperatura ambiente sob agitação mecânica (Incubadora SHAKER SL 222) por 4 h. Em seguida, foram centrifugados e armazenados em frascos âmbar e mantidos sob refrigeração até sua utilização.

### **2.3 Elaboração da bebida láctea**

Para elaboração das bebidas lácteas fermentadas foram feitos teste das formulações anteriormente e foram escolhidos quatro para realização desse trabalho.

A bebida láctea foi dividida em 4 tratamentos com duas repetições: tratamento controle (T0) - sem adição de aditivos (*Spirulina platensis* e seus extratos), tratamento 1 (T1) - com 1,0% de extrato aquoso e 0,5% de essência blue ice, tratamento 2 (T2) - com 1,0% de extrato alcoólico e 0,0855% de essência de menta e tratamento 3 (T3) - com 0,5% de *Spirulina platensis* em pó e 0,0855% de essência de menta. A elaboração da bebida láctea seguiu as etapas do fluxograma apresentado na Figura 1 e os ingredientes exibidos na Tabela 1.



**Figura 1:** Fluxograma de obtenção da bebida láctea.

**Tabela 1:** Ingredientes utilizados na elaboração da bebida láctea fermentada

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Leite	51	51	51	51
Soro de Leite	49	49	49	49
Açúcar	11	11	11	11
Amido de milho	70	70	70	70

Agar Agar	15	15	15	15
Gelatina	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Spirulina platensis</i> em pó	0,0	0,0	0,0	0,5
Extrato aquoso	0,0	1,0	0,0	0,0
Extrato alcoólico	0,0	0,0	1,0	0,0

## 2.4 Caracterização físico-química das bebidas lácteas

Os tratamentos foram avaliados quanto a atividade de água por determinação direta em aparelho AQUAlab. Os métodos de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos, cor (L, a e b), pH e acidez foram realizados conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Todas análises foram realizadas em triplicatas.

## 2.5 Análises microbiológicas

Foram analisados os parâmetros de *Salmonella sp*, coliformes totais (35°C), coliformes termotolerantes (45°C), pela metodologia descrita por Silva et al. (1997).

## 2.6 Análises Sensoriais

O perfil dos provadores que participaram da avaliação sensorial da bebida láctea fermentada com *Spirulina platensis* foi composto por um total de 75 julgadores não treinados, em que 65% eram do sexo feminino e 35% do sexo masculino, com faixa etária de 17 a 42 anos.

Todos os provadores preencheram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido sobre os objetivos da pesquisa, a qual foi submetida ao Comitê de Ética sobre o número 01015118.2.0000.5182. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UATA).

Foi realizado o teste de aceitação das formulações, onde as amostras codificadas com algarismos de três dígitos foram distribuídas aleatoriamente e apresentadas aos julgadores para avaliar os atributos de sabor, odor, aroma, cor, textura e impressão global, utilizando escala hedônica de 9 pontos, cujos extremos apontavam os termos 1 (desgostei muitíssimo) e 9 (gostei muitíssimo).

Foi aplicado também o teste de intenção de compra com escala hedônica de 5 pontos, onde 1 (certamente compraria) e 5 (certamente não compraria). A análise sensorial seguiu a metodologia descrita Stone e Sidel, (1993) e Anzaldúa-Morales (1994).

Ao final da análise sensorial foi realizado o teste de Análise dos Componentes principais (ACP), onde os provadores assinalavam todas as características que eram aplicáveis aos tratamentos: Fluido (FI), cremoso (Cr), consistente (Co), sabor amargo (SA), sabor doce (SD), sabor pouco doce (SPD), ácido (Ac), muito ácido (MA), levemente ácido (LA), sabor marcante (SM), sabor desagradável (Sdes), sabor agradável (Sag), aparência uniforme (AU), aparência desuniforme (AD), aparência agradável (AA), cor verde vivida (CVV), cor esverdeada (CE) e cor azulada (CA).

## 2.7 Avaliação Estatística

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, os resultados foram analisados através da comparação das médias dos tratamentos e utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo programa AgroEstat 1.0 (BARBOSA; MALDONADO, 2010).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados das avaliações físico-química, microbiológica e granulométrica da *Spirulina platensis* fornecidos pelo fabricante.

**Tabela 2.** Caracterização da *Spirulina platensis* em pó utilizada na elaboração das bebidas lácteas fermentadas.

Parâmetros	<i>Spirulina platensis</i> *
Proteína (%)	65,3
Umidade (%)	6,58
Carboidratos (%)	15,5
Lipídeos (%)	6,81
Cinzas (%)	5,81
Chumbo (ppm)	1,13
Arsênio (ppm)	0,26

Mercúrio (ppm)	0,02
Carotenoides (mg/100g)	451
Total de Bactérias (UFC/g)	1300
<i>Salmonella sp</i>	Ausente
<i>Staphylococcus Aureus</i>	Ausente
Bactérias Patogênicas	Ausente
Granulometria (mesh)	80

\* Caracterização da *Spirulina platensis* segundo informações da Simpharma.

Com base nesses dados, nota-se que a *Spirulina platensis* tem uma elevada quantidade de proteína (65,3%). As proteínas utilizadas na alimentação são aquelas de fácil digestão, atóxicas e adequadas no ponto de vista nutricional e funcionalmente. Como exemplo tem-se o leite com 3,4% de proteínas, carne (incluindo peixes e aves) com 22%, cereais com 6% e leguminosas e oleaginosas com 18%, sendo estas as principais fontes de proteínas alimentares utilizadas (FENNEMA, 2010).

Desta forma, esta microalga pode ser utilizada para enriquecimento proteico de vários produtos alimentícios, sendo assim utilizada nesse estudo como fonte de proteína não láctea, em bebida láctea fermentada. No Brasil, a *S. platensis* é utilizada como alimento suplementar desde março de 1995 (BRASIL, 1995) e, em maio de 2009, foi eleita como novo ingrediente alimentício, permitindo-se seu consumo diário pela ANVISA em apenas 1,6 g/indivíduo (BRASIL, 2009).

A umidade é definida como a quantidade de água presente em um produto (FENNEMA, 2010). A *S. platensis* em pó tem um baixo teor de umidade (6,58%), característica dos produtos em pó, o que favorece um maior controle microbiano e extensão da vida útil do alimento.

A respeito à composição de carboidratos, a *Spirulina* tem sua parede celular constituída de polissacarídeos digeríveis (86%), (OLIVEIRA et al., 2013). As microalgas têm uma ampla variação de carboidratos na sua composição, a maioria deles são de reserva, atuam também no equilíbrio osmótico e possuem alto valor calórico, sendo uma ótima fonte energética para os consumidores (GOULARTE, 2009), a microalga utilizada apresentou na sua constituição 15,5% de carboidratos totais.

Os lipídeos executam um papel importante na qualidade dos alimentos, conferindo a eles características como textura, sabor, nutrição e densidade calórica (FENNEMA, 2010). A *Spirulina* apresentou 6,81% de lipídeos totais, garantindo uma

alimentação com baixo teor calórico e, conseqüentemente, um alimento mais saudável.

O teor de cinzas da *S. platensis* apresentou valor de 5,81%. O sobre os pigmentos o  $\beta$ -caroteno este se contabilizou 451 mg/100g, os carotenoides são compostos que apresentam propriedades antioxidante e provitamina A (FERRARI; TORRE, 2002; OLMEDILLA et al., 2001) e o  $\beta$ -caroteno compreende 80% do conteúdo de carotenoides da Spirulina (OLIVEIRA et al., 2013)

Os valores de chumbo, arsênio e mercúrio estão dentro do permitido pela legislação vigente, que são até 2 ppm. Os parâmetros microbiológicos se mostram seguros para o consumo e aplicações dessa microalga, estando todos em acordo com a legislação, ausente para *Salmonella sp*, e não existe incidência de bactérias patogênicas na microalga, relação à granulometria a *S. platensis* possui 80 mesh.

### 3.1 Avaliações físico-química da bebida láctea fermentada

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas realizadas nas bebidas lácteas situam-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Caracterização físico-química dos tratamentos.

Parâmetros	Tratamentos			
	T0	T1	T2	T3
Umidade %	78,24±1,35 <sup>b</sup>	78,53±0,93 <sup>ab</sup>	79,79±0,54 <sup>a</sup>	78,53±0,45 <sup>ab</sup>
Cinzas %	0,63±0,05 <sup>ab</sup>	0,60±0,05 <sup>bc</sup>	0,55±0,006 <sup>c</sup>	0,69±0,04 <sup>a</sup>
Proteína %	13,70±0,51 <sup>c</sup>	15,99±0,92 <sup>b</sup>	16,27±0,88 <sup>b</sup>	18,18±1,27 <sup>a</sup>
Carboidratos totais %	8,02±1,78 <sup>a</sup>	4,99±1,36 <sup>ab</sup>	3,21±0,26 <sup>b</sup>	2,96±1,70 <sup>b</sup>
Lipídeos %	0,30±0,001 <sup>b</sup>	0,30±0,002 <sup>b</sup>	0,30±0,001 <sup>b</sup>	0,40±0,001 <sup>a</sup>
Acidez mg/100g	0,33±0,03 <sup>c</sup>	0,42±0,02 <sup>a</sup>	0,38±0,01 <sup>b</sup>	0,39±0,01 <sup>ab</sup>
pH	4,49±0,09 <sup>ab</sup>	4,36±0,09 <sup>c</sup>	4,54±0,06 <sup>a</sup>	4,40±0,03 <sup>bc</sup>
Atividade de água	0,98±0,02 <sup>a</sup>	0,99±0,001 <sup>a</sup>	0,99±0,0 <sup>a</sup>	0,99±0,004 <sup>a</sup>



L	48,64±0,81 <sup>bc</sup>	49,87±0,96 <sup>b</sup>	60,05±1,19 <sup>a</sup>	47,84±1,23 <sup>c</sup>
a*	-0,73±0,33 <sup>a</sup>	-14,65±0,72 <sup>c</sup>	-1,15±0,30 <sup>a</sup>	-3,81±0,35 <sup>b</sup>
b*	14,46±0,33 <sup>b</sup>	2,11±0,91 <sup>d</sup>	17,28±0,44 <sup>a</sup>	10,43±0,36 <sup>c</sup>

“T0”: controle; “T1”: adição do extrato aquoso; “T2”: adição do extrato alcoólico; “T3”: adição da *Spirulina platensis* em pó.

Os valores de umidade só variaram entre os tratamentos T0 e T3, 78,24% e 79,79% respectivamente, a legislação não preconiza valores para umidade em bebidas lácteas fermentadas. Cunha (2008), no seu estudo com bebidas lácteas fermentadas adicionadas de probióticos, encontrou valor um pouco maior para umidade de 81,91%.

O teor de cinzas dos tratamentos avaliados houve diferença significativa entre as bebidas T2 e T3, que variaram de 0,55% a 0,69%. Thamer e Penna (2006) caracterizaram bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e enriquecida de prebióticos, obtiveram valores de cinzas análogos ao desse estudo que variaram de 0,53% a 0,61%.

Para os valores de proteínas encontrado nos quatros tratamentos, estes foram superiores ao mínimo (1%) que a legislação vigente preconiza para bebidas lácteas fermentadas com adição de algum componente (BRASIL, 2005).

O tratamento T0, que não teve nenhum tipo de acréscimo, obteve valor de 13,7% de proteínas, diferindo estatisticamente dos tratamentos T1 e T2, os quais foram acrescidos dos extratos da *Spirulina platensis*, com valores de 15,99% e 16,27% respectivamente. Já o tratamento T3, o que teve a *S. platensis* em pó acrescida diretamente, se sobressaiu estatisticamente dos demais com valor de 18,18% de proteínas.

Para considerar um alimento enriquecido ou fortificado com algum componente, este deve fornecer no mínimo 15% do IDR (índice de ingestão diária) de referência em 100 ml, podendo nesse caso ser colocado no rótulo “Alto teor” ou “Rico”.

Para os tratamentos que receberam os extratos aquoso e alcoólico (T1 e T2) observou-se valores de IDR de 21,3% e 21,7%, respectivamente sendo assim considerado bebidas lácteas fermentadas enriquecidas de proteínas. O tratamento

T3 obteve maior média para valores do IDR com 24,2%, sendo considerado um alimento com alto teor de proteínas. O teor elevado de proteínas oferta importantes benefícios tecnológicos, devido a diminuição da sinérese, e aumento do valor nutricional (TAMINE E ROBINSON, 1999; RIBEIRO, et al., 2014).

Para o teor de lipídeos a legislação Brasileira não preconiza parâmetros a serem seguidos. Nesse estudo a proporção desse constituinte nas bebidas lácteas fermentadas foi de 0,3% para T0, T1 e T2, já o tratamento 3 obteve 0,4% de lipídios, o que pode ser explicado, pois a *S. platensis* tem na sua composição 6,81% de lipídeos. Sendo assim, as bebidas lácteas estão dentro do padrão de alimentos desnatados tendo um teor lipídico inferior a 1,5%, valor preconizado pela legislação vigente que a caracteriza como desnatada (BRASIL, 2007).

Os valores de carboidratos totais variaram de 2,96% a 8,02%, onde o tratamento que obteve o maior valor foi o T0 (8,02%), o qual mostrou-se com características melhores, mais doce e com uma textura mais espessa, por causa das propriedades funcionais dos carboidratos que são usadas tecnologicamente nos alimentos, que são elas, ligação com a água, higroscopicidade, umectância, texturização e doçura (RIBEIRO E SARAVALLI, 2007). O tratamento T3 o qual obteve o menor teor de carboidratos se mostrou fluido e pouco doce.

Para acidez nota-se que o tratamento T0 foi o que obteve o valor mais baixo de acidez (0,33), diferindo estatisticamente dos demais, podendo ser correlacionado com o pH de 4,49 que se mostrou mais elevado. Já os tratamentos T1 e T3 não diferiram estatisticamente em relação a acidez (0,42 e 0,39) e pH (4,36 e 4,40), respectivamente.

Santos et al., (2008), avaliando a influência da concentração de soro na aceitação de bebida láctea fermentada com polpa de manga em concentrações de 40% e 60%, obtiveram resultados inferiores para pH de 3,83 e 3,73, respectivamente.

Para atividade de água todos os tratamentos obtiveram altos níveis de atividade de água, pois ficaram muito próximos a 1., A determinação de atividade de água se correlaciona bem com as velocidades de proliferação microbiana e de outras reações deteriorantes, sendo assim, um indicador útil quanto à estabilidade do produto e sua vida útil (RIBEIRO E SARAVALLI, 2007).

O parâmetro L\* aponta a luminosidade e determina valores entre zero (0) e cem (100), denominando-se preto e branco, respectivamente (CALDEIRA et al.

2010). O tratamento 0 obteve valor de  $L^*$  (48,64), o T1 adição do extrato aquoso obteve valores de  $L^*$  de 49,7. Em contrapartida o tratamento 2 teve o valor de  $L^*$  mais alto (60,05) tratamento que recebeu o extrato alcóolico, sendo diferente estatisticamente dos demais, já o T3 obteve a menor média (47,84) sendo estes o tratamento que teve a coloração mais escura na escala do  $L^*$ , nesse tratamento foi utilizado a microalga de forma direta, que alterou sua cor para verde mais intensa.

As coordenadas de cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$  apontam as direções das cores. Desse modo,  $a^*$  positivo vai em direção ao vermelho e  $a^*$  negativo vai em direção ao verde, observa-se que todos os tratamentos o  $a^*$  ficou negativo indo em direção da cor verde, porém os tratamentos T1 e T3 se destacaram apresentando assim a cor verde mais acentuada, pois no tratamento T1 foi utilizado o extrato aquoso da microalga que deixou a bebida no tom de azul, e o T3 foi utilizado a microalga em pó o qual deixou a coloração mais acentuada. Os valores de  $a^*$  negativos podem ser atribuídos provavelmente a cor da *Spirulina platensis* que é uma coloração verde intensa. Para a coordenada  $b^*$ , essa sendo positiva ela vai em direção do amarelo e o  $b^*$  negativo vai em direção da cor azul, observa-se que para todos os tratamentos os valores de  $b^*$  foram positivos em direção ao amarelo se destacando com a maior média o tratamento T2.

## 4.2 Avaliação Microbiológica

**Tabela 4.** Resultados das análises microbiológicas feitas nos tratamentos.

Tratamentos	Parâmetros		
	Coliformes totais a 35°C	Coliformes termotolerantes a 45°C	<i>Salmonella sp</i>
T0	3,0 NMP/g	<3,0 NMP/g	Ausente
T1	3,0 NMP/g	<3,0 NMP/g	Ausente
T2	3,0 NMP/g	<3,0 NMP/g	Ausente
T3	3,0 NMP/g	<3,0 NMP/g	Ausente

“T0”: controle; “T1”: adição do extrato aquoso; “T2”: adição do extrato alcóolico; “T3”: adição da *Spirulina platensis* em pó

A contagem de coliformes totais a 35°C e termotolerantes a 45°C, apresentaram-se dentro do padrão exigido pela legislação vigente. Os resultados

para análise de *Salmonella sp* exigido pela legislação é ausente, estando todos os tratamentos em conformidade com a legislação brasileira (BRASIL, 2005).

### 4.3 Avaliação Sensorial

Os resultados da análise sensorial para os quatro tratamentos podem ser observados na Tabela 5, com os atributos avaliados de aparência, cor, aroma, sabor, consistência e aceitação global.

**Tabela 5.** Teste de aceitação das bebidas lácteas fermentadas com adição de *Spirulina platensis*

Formulações	Parâmetros Analisados					
	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Consistência	Aceitação Global
T0	7,80±1,19 <sup>a</sup>	7,79±1,13 <sup>a</sup>	7,49±1,23 <sup>a</sup>	7,49±1,38 <sup>a</sup>	7,32±1,41 <sup>a</sup>	7,66±1,03 <sup>a</sup>
T1	7,92±1,23 <sup>a</sup>	7,86±1,57 <sup>a</sup>	7,66±1,50 <sup>a</sup>	6,94±1,72 <sup>ab</sup>	7,33±1,40 <sup>a</sup>	7,20±1,38 <sup>ab</sup>
T2	7,38±1,56 <sup>a</sup>	7,24±1,46 <sup>a</sup>	6,98±1,81 <sup>a</sup>	6,44±2,33 <sup>b</sup>	7,20±1,57 <sup>a</sup>	6,69±1,99 <sup>b</sup>
T3	4,97±2,05 <sup>b</sup>	4,96±2,17 <sup>b</sup>	4,92±1,91 <sup>b</sup>	4,40±2,11 <sup>c</sup>	5,37±1,84 <sup>b</sup>	4,63±1,80 <sup>c</sup>

Formulação "T0": controle; Formulação "T1": adição do extrato aquoso; Formulação "T2": adição do extrato alcoólico; Formulação "T3": adição da *Spirulina platensis* em pó.

Para os atributos aparência, cor e aroma os tratamentos T0, T1 e T2 não apresentaram diferença significativa. As médias das notas se enquadram no termo hedônico "gostei moderadamente". ~~Entretanto, no entanto~~ o tratamento T3 teve uma rejeição visual e retronasal, pois tinha uma cor verde e apresentava não homogeneidade, se enquadrando no termo "desgostei ligeiramente". Já no sabor, tratamentos T0 e T1 não diferiram entre si, ambos apresentando boa aceitação, com escores médios de 7,49 e 6,94, respectivamente. O T2 foi diferente do T0 se enquadrando no "gostei ligeiramente". O tratamento T3 não teve boa nota quanto ao sabor, ficando assim no "desgostei ligeiramente". Isso pode ser explicado pelo fato da *S. platensis* ter deixado um sabor residual na bebida o qual não era agradável.

A consistência foi um atributo que os tratamentos T0, T1 e T2 obtiveram média bem similares 7,32; 7,33 e 7,20, mas o T3 não teve boas notas, pois foi a bebida láctea que ficou mais fluida que as outras e os provadores nem gostaram nem desgostaram.

Para aceitação global os tratamentos T0 e T1 obtiveram notas 7,66 e 7,20 respectivamente, sendo os mais bem aceitos pelos 75 provadores que enquadraram as bebidas lácteas no gostei moderadamente. Já o T2 teve média de 6,69 estando no “gostei ligeiramente” pois os provadores colocaram nos comentários que não tinham costume de consumir produtos lácteos com sabor de menta. O tratamento 3 desgostaram ligeiramente, pois argumentaram nos comentários que a cor verde e o sabor residual não era atrativos para uma bebida láctea fermentada.

**Tabela 6.** Teste de intenção de compra variando do 1 certamente compraria para o 5 certamente não compraria.

Tratamentos	Intenção de compra
T0	1,69±0,98 <sup>c</sup>
T1	2,00±1,04 <sup>c</sup>
T2	2,50±1,31 <sup>b</sup>
T3	4,12±1,01 <sup>a</sup>

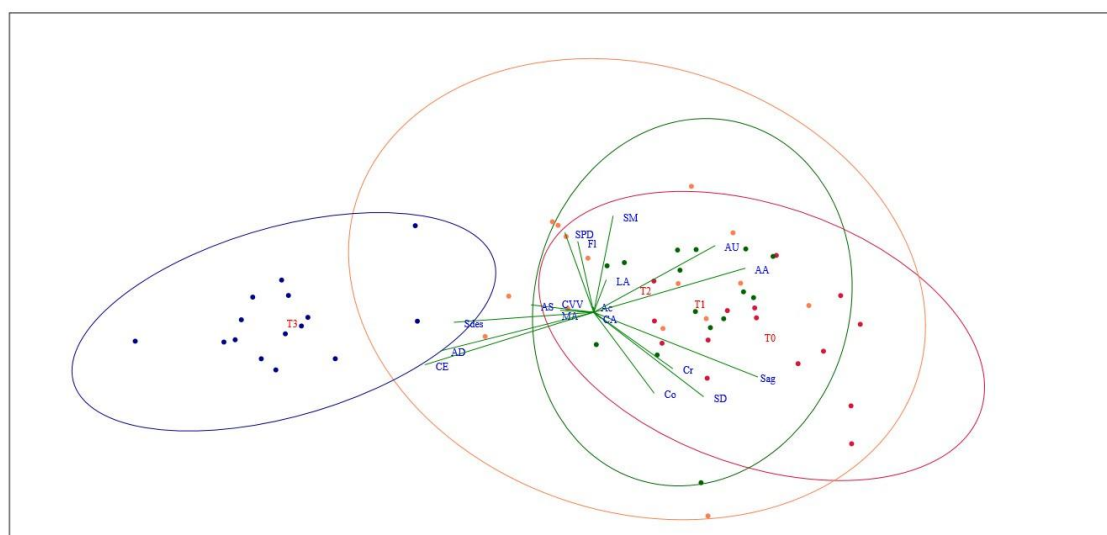
Formulação “T0”: controle; Formulação “T1”: adição do extrato aquoso; Formulação “T2”: adição do extrato alcoólico; Formulação “T3”: adição da *Spirulina platensis* em pó.

Os resultados de intenção de compra mostram maiores interesses aos tratamentos T0, se enquadrando no certamente compraria, aos tratamentos T1 e T2 com avaliação de que “possivelmente compraria”. Porém o tratamento 3 foi avaliado como “possivelmente não compraria”.

Na Figura 1 é apresentada a análise dos componentes principais, onde os julgadores assinalaram os atributos perceptíveis em cada amostra. Foi evidenciado que os tratamentos T0, T1 e T2 obtiveram atributos parecidos: sabor pouco doce (SPD), sabor marcante (SM), aparência uniforme (AU), aparência agradável (AA), sabor agradável (AS), sabor doce (SD), fluido (FI), consistente (Co), cremoso (Cr). Para o tratamento T1 foi atribuído a cor azulada (CA) característica marcante do extrato aquoso da *Spirulina* que possui a cor azul. Para o tratamento T2 atribuído a cor verde vivida (CVV) sendo característica do extrato alcóólico da microalga. O

tratamento T3 foi o que mais se distanciou onde os atributos marcantes da amostra foram sabor desagradável (SDes), aparência desagradável (AD) e cor esverdeada (CE), aparência desagradável ocorreu por causa da falta homogeneização, pois a *Spirulina platensis* em pó era insolúvel no meio, o sabor desagradável ocorreu pois a microalga deixou um sabor residual na bebida láctea. Dados nos quais se correlacionam com os dados da escala hedônica, onde os julgadores deram as menores notas para o tratamento T3, que desgostaram ligeiramente.

**Figura 2.** Análise dos componentes principais dos quatros tratamentos de bebidas lácteas fermentadas. Cor rosa representa T0, verde T1, laranja T2 e azul T3.



#### 4. CONCLUSÃO

- A elaboração de bebidas lácteas fermentadas adicionadas *S. platensis* e seus extratos resultou em um enriquecimento proteico do produto elaborado.
- Os extratos aquoso e alcóolico conferiram cores agradáveis no teste sensorial.

- O tratamento adicionado de *Spirulina* em pó não foi bem aceito sensorialmente.
- As bebidas desenvolvidas mostram-se uma alternativa viável para incorporação em uma alimentação saudável com alto índice proteico e baixo índice lipídico, sendo considerado assim um produto desnatado.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOGGS, J.M.; GAO, W.; ZHAO, J.; PARK, J.J.; LIU, Y.; BASU, A. Participation of galactosylceramide and sulfatide in glycosynapses between oligodendrocyte or myelin membranes. **FEBS Letters**, v.584, p.1771-1778, 2010.

BRASIL, Portaria 71. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas. Diário Oficial da União de 21/09/2004.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. VII - Lista dos Novos Ingredientes aprovados, 2009. Disponível em: . Acesso em: 01 nov. 2014.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Portaria nº19, de 15 de março de 1995. Norma Técnica para Complemento Nutricional. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 16 mar. 1995.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)**. Estabelece os padrões de identidade e qualidade de soro de leite. Instrução Normativa nº 53, 25 de agosto de 2013.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução normativa n.16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 ago. 2005. Seção 1, p.7.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa nº 27 de 12 de junho de 2007. Aprovar o REGULAMENTO TÉCNICO PARA FIXAÇÃO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DE LEITE EM PÓ MODIFICADO, (D.O.U. 14/06/2007)

CAPITANI, C. D. et al. Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de coacervação com polissacarídeo. **Pesquisa Agropecuária Brasil**, Brasília, v.40, n.11, p.1123-1128, 2005.

CUNHA, T. M.; CASTRO, F. P.; BARRETO, P. L; BENEDET, H. D.; PRUDÊNCIO, E. S.Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite

fermentado adicionados de probióticos. **Semina: Ciências Agrárias**, 29(1): 103-16, 2008.

FIGUEIRA, F. D. S et al. Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*, **Brasil Journal of food technology**, Campinas, v. 14, p. 308-316, Outubro/Dezembro 2011.

FERRARI, C. K. B; TORRES, E. A. F. S. Novos composto dietéticos com propriedade anticarcinogênicas. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 48, n. 3, p. 375-382, 2002.

MARCO, E. R. D. et al. Effects of spirulina biomass on the technological and nutritional quality of bread wheat pasta. **LWT- Food Science and Techology**, v. 58, p. 102- 108, 2014.

MARQUARDT, L. et al. Indústrias lácteas: alternativas de aproveitamento do soro de leite como forma de gestão ambiental. **Tecno-Lógica**, v. 15, n. 2, p. 79-83, 2012.

Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 4. ed. 2008. p. 1020.

MOREIRA, R. W. M. et al. Avaliação sensorial e reológica de uma bebida achocolatada elaborada a partir de extrato hidrossolúvel de soja e soro de queijo. **ActaScientiarum.Technology**, v. 32, n. 4, p. 435-438, 2010.

OLIVEIRA, C.A. et al. Potencial nutricional, funcional e terapêutico da cianobactéria spirulina. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição**, São Paulo, 5(1), 52-59, 2013

PAULA, L. DE; ROLIM, M. M.; BEZERRA NETO, E.; SOARES, T. M.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, E. F. F. Crescimento e nutrição mineral de milho forrageiro em cultivo hidropônico com soro de leite bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.931-939, 2011.

RADMANN, E. M.; VIEIRA. J. A.; Conteúdo lipídico e composição de ácidos graxos de microalgas expostas aos gases CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>. **Costa\*Quim. Nova**, Vol. 31, No. 7, 1609-1612, 2008.

RIBEIRO, M. C. E., CHAVES, K. S., GEBARA, C., INFANTE, F. N., GROSSO, C. R., & GIGANTE, M. L. (2014). Effect of microencapsulation of lactobacillus acidophilus LA-5 on physicochemical, sensory and microbiological characteristics of stirred probiotic yoghurt. **Food Research International**, 66, 424-431. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.1.019>.

SANTOS, C. T.; COSTA, A. R.; FONTAN, G. C. R.; FONTAN, R. C. I.; BONOMO, R. C. F. Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga. **Alimentos e Nutrição, Marília**, v. 19, n. 1, p. 55-60, jan./mar. 2008.



SANTOS, C.T. et al. Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n. 1, p.55- 60, 2008.

SILVA, LARISSA ALBUNIO. **Estudo do processo biotecnológico de produção, extração e recuperação do pigmento ficocianina da spirulinaplatensis**, Curitiba, 2008

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo:Varela, 1997. p. 105-106.

SLINKARD K, SINGLETON VL. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. **American Journal Enol Vitic**. 1977.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. 2nd ed. Redwood City: **Academic Press**, 1993. 338 p.

TAMIME, A .Y.; ROBINSON, R. K. (1999) Yoghurt: **Science and technology** (3. Ed).Washitonboca Raton Boston. New York. (p.651-652).

TEIXEIRA, L.; FONSECA, L. Perfil físico-químico do soro de queijos mozzarella e minaspadrão produzidos em várias regiões do estado de Minas Gerais. **Arq.Bras. Med. Vet. Zootec**, v. 60, n. 1, p. 243-250, 2008.

THAMER, K. G. & PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescida de prebióticos. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n.3, p.589-595,2006.