

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

EDIANEZ UMBELINA FERRAZZO DO CARMO

**VIABILIDADE DA ADIÇÃO DE *Lactobacillus acidophilus*
MICROENCAPSULADO COM PROTEÍNA DE SOJA E
MALTODEXTRINA EM IOGURTE ADICIONADO DE POLIDEXTROSE.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2016

EDIANEZ UMBELINA FERRAZZO DO CARMO

**VIABILIDADE DA ADIÇÃO DE *Lactobacillus acidophilus*
MICROENCAPSULADO COM PROTEÍNA DE SOJA E
MALTODEXTRINA EM IOGURTE ADICIONADO DE POLIDEXTROSE.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Deisy A. Drunkler

MEDIANEIRA
2016

Ediane Umbelina Ferrazzo do Carmo

**VIABILIDADE DA ADIÇÃO DE *Lactobacillus acidophilus*
MICROENCAPSULADO COM PROTEÍNA DE SOJA E MALTODEXTRINA EM
IOGURTE ADICIONADO DE POLIDEXTROSE**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Engenheiro de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Medianeira, avaliado pela banca formada pelos professores:

Prof^a. Dr^a. Deisy Alessandra Drunkler
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Eliane Colla
Membro da Banca

Prof. Dr. Valdemar Padilha Feltrin
Membro da Banca

Ediane Umbelina Ferrazzo do Carmo
Aluna

Medianeira, 22 de novembro de 2016.

“A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso (ou programa)”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me amparado durante toda a minha graduação, me iluminando e abençoando em todos os momentos difíceis.

Aos meus pais, meus maiores incentivadores. Que acreditaram na minha capacidade, que me ensinaram valores fundamentais e não mediram esforços para tornar possível minha formação.

A minha irmã, cuja a distância não lhe impediu de oferecer-me seu ombro amigo, seus conselhos, de compartilhar suas risadas e de demonstrar seu carinho e amor.

A prof^a Dr^a Deisy Alessandra Drunkler, pela orientação e ensinamentos nesta etapa assim como no decorrer da graduação.

Ao prof^o Dr^o Paulo Rodrigo Stival Bittencourt pelo suporte neste trabalho.

A prof^a Dr^a Eliane Colla pelo auxílio e sugestões neste trabalho.

A todos os professores, que contribuíram com a minha formação transmitindo conhecimento ao longo do curso.

A Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, pela bolsa concedida para a realização deste trabalho.

A empresa CARGILL pela gentil doação de maltodextrina (MALTOGILL[®]) e a empresa TATE & LYLE pela doação Da Fibra prébiótica polidextrose (STA-LITE[®]III B0050L BP04509), para a realização desta pesquisa.

Aos grandes amigos que fiz ao longo do curso, pelo companheirismo, apoio e momentos de descontração. Em especial aos amigos que auxiliaram na realização de algumas análises desta pesquisa.

RESUMO

DO CARMO, EDIANEZ UMBELINA FERRAZZO. **Viabilidade da adição de *Lactobacillus acidophilus* microencapsulado com proteína de soja e maltodextrina em iogurte adicionado de polidextrose.** 2016. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2016.

Para que os micro-organismos probióticos beneficiem o hospedeiro, por manter ou melhorar o equilíbrio microbiano intestinal, estes devem resistir ao ambiente ácido estomacal, à bile e as enzimas pancreáticas e ter capacidade de colonização. A fim de contribuir para a viabilidade destes micro-organismos, técnicas como a microencapsulação tem sido estudadas. Por sua vez, o uso de prebióticos contribui para o aumento do número de bactérias benéficas, como espécies de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, na microbiota intestinal, o emprego conjunto de probiótico e prebiótico resulta em produtos simbióticos. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi obter um iogurte simbiótico. Para tal, quatro tratamentos foram elaborados: controle (apenas com *L. acidophilus*), adicionado de *L. acidophilus* e polidextrose, adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado e adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado e polidextrose. Todos os tratamentos foram submetidos a caracterização da composição centesimal e das propriedades físico-químicas, análise reológica, enumeração do micro-organismo probiótico e bioacessibilidade. O leite utilizado para elaboração dos tratamentos atende os requisitos mínimos de composição centesimal exigidos pela legislação. Quanto as formulações de iogurte, apenas o tratamento 2 não estava em conformidade, em termos de proteínas lácteas, com a legislação vigente e foram classificados como integral, pois apresentaram no mínimo 3,0% de gordura. As quatro formulações de iogurte tiveram comportamento fermentativo semelhante, cujo tempo máximo de fermentação foi de 6 horas. Os iogurtes desenvolvidos neste trabalho apresentaram contagens microbiológicas de acordo com a legislação vigente. O tratamento 4, principal alvo de estudo, apresentou contagem de $9,2 \log \text{ UFC.g}^{-1}$, o que, exponencialmente, corresponde a 10^9 UFC.g^{-1} ao final de 45 dias de armazenamento refrigerado, podendo então ser classificado como iogurte simbiótico. O ensaio *in vitro* de simulação da passagem dos iogurtes pelo trato gastrointestinal realizado indicou maior sobrevivência do *Lactobacillus acidophilus* encapsulado quando comparado ao micro-organismo livre, indicando que a microencapsulação conferiu proteção à viabilidade do micro-organismo. Logo, foi possível obter um iogurte simbiótico elaborado a partir de *L. acidophilus* microencapsulado e adicionado de polidextrose.

Palavras-chave: simbiótico, microencapsulação, polidextrose

ABSTRACT

DO CARMO, EDIANEZ UMBELINA FERRAZZO. **Viability of the addition of *Lactobacillus acidophilus* microencapsulated with soy protein and maltodextrin in added yogurt of polydextrose.** 2016. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2016.

In order for probiotic microorganisms to benefit the host, by maintaining or improving the intestinal microbial balance, they must withstand the stomach acid environment, bile and pancreatic enzymes and be able to colonize. In order to contribute to the viability of these microorganisms, techniques such as microencapsulation have been studied. In turn, the use of prebiotics contributes to increase the number of beneficial bacteria, such as *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* species, in the intestinal microbiota, the joint use of probiotic and prebiotic results in symbiotic products. Therefore, the objective of the work was to obtain symbiotic yogurt. For this, four treatments were elaborated: control (*L. acidophilus* only), *L. acidophilus* and polydextrose, with microencapsulated *L. acidophilus* added and microencapsulated *L. acidophilus* and polydextrose. All treatments were submitted to characterization of the centesimal composition and physicochemical properties, rheological analysis, enumeration of the probiotic microorganism and bioaccessibility. The milk used to elaborate the treatments meets the minimum requirements of centesimal composition required by the legislation. As for the yogurt formulations, only treatment 2 was not in compliance in terms of milk proteins with the current legislation and were classified as integral because they presented at least 3.0% fat. The four yoghurt formulations had similar fermentative behavior, whose maximum fermentation time was 6 hours. The yoghurts developed in this work presented microbiological counts according to the current legislation. Treatment 4, the main target of study, presented a count of 9.2 log UFC.g⁻¹, which exponentially corresponds to 10⁹ UFC.g⁻¹ at the end of 45 days of refrigerated storage and can be classified as yogurt Symbiotic. The in vitro simulation of yogurt passage through the gastrointestinal tract performed indicated a greater survival of the encapsulated *Lactobacillus acidophilus* when compared to the free microorganism, indicating that microencapsulation conferred protection to the viability of the microorganism. Therefore, it was possible to obtain a symbiotic yogurt made from microencapsulated *L. acidophilus* and added with polydextrose.

Key words: symbiotic, microencapsulation, polydextrose

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curvas de pH versus tempo referentes aos processos fermentativos dos iogurtes.	24
Figura 2 - Curva de escoamento [Tensão de Cisalhamento (Pa) vs Taxa de Deformação (s^{-1})] do iogurte produzido através do Tratamento 1.	27
Figura 3 - Viscosidade (cp) em função da taxa de deformação (s^{-1}) do iogurte através do Tratamento 1.	27
Figura 4 - Curva de escoamento [Tensão de Cisalhamento (Pa) vs Taxa de Deformação (s^{-1})] do iogurte produzido através do Tratamento 2.	28
Figura 5 - Viscosidade (cp) em função da taxa de deformação (s^{-1}) do iogurte através do Tratamento 2.	28
Figura 6 - Curva de escoamento [Tensão de Cisalhamento (Pa) vs Taxa de Deformação (s^{-1})] do iogurte produzido através do Tratamento 3.	29
Figura 7 - Viscosidade (cp) em função da taxa de deformação (s^{-1}) do iogurte através do Tratamento 3.	29
Figura 8 - Curva de escoamento [Tensão de Cisalhamento (Pa) vs Taxa de Deformação (s^{-1})] do iogurte produzido através do Tratamento 4.	30
Figura 9 - Viscosidade (cp) em função da taxa de deformação (s^{-1}) do iogurte através do Tratamento 4.	30
Figura 10 - Contagem do micro-organismo probiótico (<i>Lactobacillus acidophilus</i>) nas quatro formulações de iogurte durante 45 dias de armazenamento.	32
Figura 11 - Contagem da bactéria láctica <i>Streptococcus salivarius sp. thermophilus</i> nas quatro formulações de iogurte durante 45 dias de armazenamento.	33
Figura 12 - Contagem da bactéria láctica <i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i> nas quatro formulações de iogurte durante 45 dias de armazenamento.	34
Figura 13 - Análise de pH dos quatro tratamentos durante 45 dias de armazenamento.	35
Figura 14 - Análise de acidez (% ácido láctico) dos quatro tratamentos durante 45 dias de armazenamento.	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	OBJETIVO GERAL.....	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1	ALIMENTOS FUNCIONAIS.....	12
3.2	PROBIÓTICOS.....	12
3.3	MICROENCAPSULAÇÃO.....	13
3.4	PREBIÓTICOS.....	14
3.5	IOGURTE.....	15
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1	MATERIAIS.....	18
4.2	MÉTODOS.....	18
4.2.1	Caracterização da matéria-prima.....	18
4.2.2	Microencapsulação do <i>L. acidophilus</i> utilizando extrato de soja e maltodextrina.....	19
4.2.3	Aplicação de <i>L. acidophilus</i> microencapsulado na elaboração de iogurte..	19
4.2.4	Cinética de fermentação.....	20
4.2.5	Composição centesimal e propriedades físico-químicas.....	20
4.2.6	Análises reológicas.....	21
4.2.7	Viabilidade de <i>L. acidophilus</i> durante a vida útil dos produtos elaborados..	21
4.2.7.1	Enumeração dos micro-organismos da cultura iniciadora e probiótica	21
4.2.7.2	pH.....	22
4.2.7.3	Acidez.....	22
4.2.8	Digestibilidade.....	22
4.2.9	Análise estatística.....	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA.....	23
5.2	CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO.....	24
5.3	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS...25	
5.4	ANÁLISES REOLÓGICAS.....	26
5.5	VIABILIDADE DE <i>L. acidophilus</i> DURANTE A VIDA ÚTIL DOS PRODUTOS ELABORADOS.....	31
5.5.1	Enumeração dos micro-organismos da cultura iniciadora e probiótica.....	31
5.5.2	pH e Acidez.....	34
5.6	DIGESTIBILIDADE.....	37
6	CONCLUSÃO.....	39
7	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

O cotidiano acelerado tem levado o consumidor a buscar por alimentos práticos e de fácil preparo, que tragam bem-estar e benefícios à sua saúde, além de serem nutritivos. Com esta intenção, têm-se desenvolvido produtos alimentícios funcionais através da incorporação de, por exemplo, proteínas, fibras, antioxidantes ou pela redução de gordura (PAUCAR-MENACHO, 2008).

Além de contribuírem com a nutrição, os alimentos funcionais devem conter substâncias consideradas biologicamente ativas, que são capazes de gerar benefícios à saúde (KOMATSU; BURITI; SAAD, 2008). Dentre os alimentos funcionais destacam-se os probióticos e os prebióticos, que atuam como promotores de saúde e podem estar associados à redução do risco de doenças crônicas (HAULY; FUCHS; PRUDENCIO – FERREIRA, 2005).

Probióticos são micro-organismos ativos, que beneficiam o hospedeiro, por manter ou melhorar o equilíbrio microbiano no intestino (SAAD, 2006). O consumo regular de probióticos colaboram com a preservação da integridade intestinal, atenuam os efeitos de doenças intestinais, reduzem a gravidade da hepatopatia alcoólica, facilitam a digestão da lactose em indivíduos intolerantes à lactose e reduzem o risco de câncer (RAIZEL et al., 2011). Para que os micro-organismos probióticos desempenhem tal função, devem resistir ao ambiente ácido estomacal, à bile e enzimas pancreáticas, ter capacidade de colonização, além de produzir substâncias antimicrobianas contra bactérias patogênicas (STEFE; ALVES; RIBEIRO, 2009).

Manter ou garantir a viabilidade da cultura probiótica durante a vida de prateleira do produto é um grande desafio para a indústria de alimentos (OLIVEIRA; DAMIM, 2003). A fim de contribuir para a viabilidade destes micro-organismos, técnicas como a microencapsulação tem sido estudada (YING et al., 2013). A microencapsulação é um processo de recobrimento de materiais em cápsulas que possuem a capacidade de liberar seu conteúdo sob condições específicas e de forma controlada. A elaboração das microcápsulas podem ser através de técnicas como: *spray drying*, *spray cooling*, extrusão, leiteo fluidizado, lipossomas e complexação por inclusão. Esse processo pode elevar a estabilidade do material microencapsulado em

condições ambientais adversas, como na presença de luz, oxigênio e pH, eliminar ou diminuir *flavors* indesejáveis e reduzir a volatilidade e a reatividade (FÁVARO-TRINDADE et al., 2008).

Prebióticos são ingredientes alimentares utilizados como substratos para o desenvolvimento dos micro-organismos benéficos, como os probióticos, presentes no intestino, auxiliando-o em seu crescimento e metabolismo através da competição pelo alimento probiótico que favorece a proliferação das bactérias benéficas, induzindo assim efeitos fisiológicos positivos para a saúde (RAIZEL et al., 2011).

Dentre os prebióticos, destaca-se a polidextrose, uma vez que auxilia na fermentação ao longo do cólon, promovendo a redução do pH fecal e a produção de ácidos graxos de cadeia curta, principalmente o butirato, que pode reduzir riscos de câncer. Além disso, estimula o crescimento principalmente de bactérias dos gêneros *Lactobacilos* e *Bifidobactérias* (JIE et al, 2000).

Alimentos simbióticos são aqueles que contém, simultaneamente, micro-organismos probióticos e ingredientes prebióticos, resultando em um produto com as características funcionais dos dois grupos, que em sinergia vão beneficiar a saúde do consumidor. A presença de prebiótico pode aumentar a ação do probiótico no trato intestinal. Portanto, um produto contendo a combinação de *Lactobacillus* e polidextrose, por exemplo, é definido como um produto simbiótico (SCHREZENMEIR; VRESE, 2001).

A procura dos consumidores por produtos que possam beneficiar à saúde, tem levado pesquisadores e a indústria desenvolver produtos simbióticos. Dentre eles, destacam-se os produtos lácteos, principalmente o iogurte (GALLINDA, 2010). O iogurte é classificado como leite fermentado, obtido através da coagulação do leite devido a ação de cepas de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e de *Streptococcus thermophilus* e de outras bactérias lácticas que podem ser adicionadas para contribuir com as características do produto final (BRASIL, 2007).

Produtos lácteos contribuem para a sobrevivência dos probióticos ao suco gástrico, devido seu efeito tamponante e protetor (ROSS; DESMOND; STANTON, 2005). Desta forma, a elaboração de um iogurte simbiótico, que mantenha a viabilidade bacteriana, torna-se importante.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a viabilidade da adição de *Lactobacillus acidophilus* microencapsulado com proteína de soja e maltodextrina em iogurte adicionado de polidextrose.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a matéria-prima quanto à composição centesimal e propriedades físico-químicas;
- Produzir microcápsulas de *Lactobacillus acidophilus*, obtidas por atomização empregando como material de parede extrato de soja e maltodextrina;
- Desenvolver um iogurte potencialmente simbiótico com a adição do prebiótico polidextrose e do micro-organismo probiótico *Lactobacillus acidophilus* microencapsulado com proteína de soja e maltodextrina;
- Avaliar a cinética de fermentação;
- Determinar a composição centesimal, propriedades físico-químicas e microbiológicas das diferentes formulações de iogurte;
- Determinar a viabilidade do produto, através da contagem de *Lactobacillus acidophilus*, análises de pH e acidez, durante 45 dias de armazenamento;
- Avaliar a sobrevivência dos probióticos às condições gastrointestinais simuladas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Alimentos funcionais são aqueles que, além de promover a nutrição básica, beneficiam a saúde de quem os consome (SANDERS, 1998), apresentando como objetivo melhorar, manter e reforçar a saúde dos consumidores através da alimentação (ROBERFROID, 2000).

Dentre os alimentos funcionais destacam-se os probióticos e os prebióticos (HAULY et al, 2005), tanto a indústria quanto pesquisadores tem apresentado considerável interesse em desenvolver produtos alimentícios e estudos, que contenham estes micro-organismos e ingredientes funcionais (BADARÓ et al, 2008).

3.2 PROBIÓTICOS

Segundo a legislação brasileira, probióticos são definidos como micro-organismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal, produzindo efeitos benéficos à saúde do indivíduo (BRASIL, 2002). Com base na porção diária, recomenda-se o consumo mínimo de micro-organismos viáveis estipulado em 10^8 a 10^9 UFC dia⁻¹ (BRASIL, 2007).

O consumo regular de alimentos probióticos diminui o risco de câncer de cólon, fortalece o sistema imunológico, melhora o trânsito intestinal, reduz a incidência de diarreia, reduz o colesterol sanguíneo e atenuam os sintomas de intolerância à lactose (WEICHERT et al., 2012).

Dentre os micro-organismos probióticos mais utilizados, destacam-se os que fazem parte da microbiota nativa humana, os que possuem diversos estudos, garantindo o uso seguro e uma série de evidências que suportam seu efeito positivo, como por exemplo, várias cepas de Lactobacilos (*Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*), Bifidobactérias (*Bifidobacterium adolescentis*, *B. bifidum*,

B. breve, *B. infantis*, *B. longum*, *B. lactis*) e *Enterococcus faecium* (ZACARCHENCO, 2003).

Para que um produto tenha alegação probiótica, o micro-organismo deve manter-se viável durante a vida útil do produto e após a ingestão deve, fundamentalmente, sobreviver às condições adversas do estômago e colonizar o intestino, mesmo que temporariamente, por meio da adesão ao epitélio intestinal (ZIEMER; GIBSON, 1998, LEE; NOMOTO; SALMINEN; GORBACH, 1999). Esta limitação instiga o estudo de diferentes técnicas para aumentar a resistência desses micro-organismos, incluindo a seleção de cepas, uso de duas fases fermentativas, adaptação ao estresse, incorporação de micronutrientes, como peptídeos e aminoácidos, e a microencapsulação (BRINQUES; AYUB, 2011).

3.3 MICROENCAPSULAÇÃO

A microencapsulação é uma técnica de encapsulação de substâncias ativas através de um agente encapsulante, que tem como função proteger o material encapsulado do ambiente adverso, evitando o efeito de sua exposição inadequada. O agente encapsulante forma uma cápsula que se desfaz através de estímulo específico, liberando as substâncias ativas no local ideal (SOHAIL et al., 2011).

A microencapsulação tem por finalidade separar materiais reativos, reduzir a toxicidade do material ativo, controlar a liberação do material, reduzir volatilidade de líquidos, mascarar sabores indesejados, aumentar a vida útil e proteger o material encapsulado contra a luz, água e calor (FÁVARO-TRINDADE et al., 2008; MIRZAEI et al., 2012).

Na indústria alimentícia, a microencapsulação tem sido uma alternativa para resolver os problemas de instabilidade e inviabilidade de probióticos (KAILASAPATHY et al., 2009). Existem diversas técnicas que podem ser utilizadas para a encapsulação de probióticos, entre elas pode-se destacar o método por *spray drying*. Este método envolve a atomização de uma emulsão ou de uma suspensão de probióticos e agentes de encapsulação em uma câmara de secagem por ar quente, resultando na rápida evaporação de água. Este método tem como vantagens custo

relativamente baixo, rapidez, é altamente reprodutível e de fácil adequação para aplicações industriais (BURGAIN et al., 2011).

As proteínas tornaram-se a principal opção para a microencapsulação de probióticos. Comercialmente, as mais utilizadas incluem a caseína, soroalbumina bovina e proteína de soja (COOK et al., 2012). Devido ao alto teor e qualidade de sua proteína, a soja e seus derivados tem ganhado destaque entre os vegetais e é considerada como o melhor substituto de produtos de origem animal. As propriedades ligadas a seus componentes como valor proteico, lecitinas, fibras e fitoquímicos, transformaram a soja em um importante insumo para o mercado de alimentos funcionais (DRAKE; GERARD, 2003; ESTEVES; MONTEIRO, 2001). Maltodextrinas provém de produtos hidrolisados de amidos e são as matrizes mais usadas como agente microencapsulante na área de alimentos por serem capaz de proteger os materiais encapsulados contra oxidação, devido sua capacidade de formar filme, às suas propriedades plásticas e ao seu poder redutor (ELNAGGAR et al., 2010).

3.4 PREBIÓTICOS

Os prebióticos são ingredientes alimentares não digeríveis pelo organismo humano, que beneficiam a saúde de quem o consome, através do desenvolvimento seletivo de uma ou mais bactérias benéficas presentes no colón (GIBSON; ROBERFROID, 1995).

O uso de prebióticos é uma outra maneira de aumentar o número de bactérias benéficas, como espécies de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, na microbiota intestinal, além da introdução de bactérias vivas ao cólon, através da suplementação dietética (CARDARELLI, 2006).

Para que o prebiótico tenha efeito contínuo, devem ser ingeridos diariamente. Conseqüentemente, ocorre maior estímulo do sistema imunológico, redução nos níveis de bactérias patogênicas no intestino, alívio da constipação, diminuição do risco de osteoporose devido a não absorção de minerais, principalmente o cálcio, diminuição na síntese de triglicérides e ácidos graxos no fígado e diminuição do nível desses compostos no sangue (KAUR; GUPTA, 2002).

Entre os prebióticos, destaca-se a polidextrose, seu consumo auxilia na redução de colesterol no sangue e na modulação de glicose e favorece o desenvolvimento de micro-organismos benéficos ao organismo humano (CHANDALIA et al., 2000).

A Polidextrose é formada sinteticamente por polímeros de glicose, obtida pela policondensação térmica à vácuo da glicose com uma pequena quantidade de sorbitol e ácido cítrico como catalisador. É extremamente estável e não apresenta sabor residual, o que a torna um dos ingredientes mais versáteis do mercado (SANDMANN; GUERRA, 2013).

Por ser resistente às enzimas digestivas no intestino delgado, a polidextrose é parcialmente absorvida. Seu consumo não interfere na absorção de vitaminas e minerais (LUCCA; TEPPER, 1994), porém pode apresentar efeito laxativo quando consumida em quantidades maiores que 90g por dia. (FAKHOOR et al., 2005).

Polidextrose fornece cerca de 1 kcal.g⁻¹ e também pode ser utilizada como agente de corpo em diversos produtos, como assados, goma de mascar, confeitos, coberturas, sobremesas lácteas e pudins (FANTA, 1995). Além disso, este polímero é incolor, altamente estável dentro de uma faixa ampla de pH, temperatura, condições de processamento, estocagem e não apresenta sabor residual (JIE et al, 2000). Possui também a capacidade de manter a umidade do produto, formar gel e agir como agente de volume, podendo então ser utilizada como substituto do açúcar e da gordura, sem comprometer a textura e a palatabilidade, proporcionando cremosidade (SETSER, 1992). Segundo a legislação, para que o produto tenha tal alegação, a porção do produto pronto para consumo deve fornecer no mínimo 3 gramas de Polidextrose se o alimento for sólido ou 1,5 gramas de fibras se o alimento for líquido (BRASIL, 2008).

3.5 IOGURTE

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007 (BRASIL, 2007) o iogurte pode apresentar consistência firme, pastosa, semi-sólida ou líquida,

cor branca ou de acordo com a substância alimentícia e/ou corante adicionado. Seu odor e sabor devem ser característicos ou de acordo com a substância alimentícia e/ou substância aromatizante/saborizante adicionada. Deve apresentar acidez (g de ácido láctico/100g) variando de 0,6 a 1,5 e a contagem de bactérias lácticas totais deve ser de no mínimo 10^7 UFC.g⁻¹ durante todo o período de validade.

O iogurte é um produto elaborado com culturas ativas de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e de *Streptococcus thermophilus*, estas bactérias lácticas fermentam o creme e/ou o leite e metabolizam parte da lactose, formando ácido láctico. Esse processo acontece em cerca de 6-8 horas de incubação com temperaturas de 40-44°C. Quando o pH de 4,5 é atingido, o leite coagulado é resfriado rapidamente, para que a fermentação seja praticamente interrompida (VAN DE WATER, 2003).

As culturas de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* possuem relação simbiótica, utilizam a lactose como substrato energético e liberam ácido láctico. Ambos os micro-organismos são termófilos e homofermentativos (SABOYA; OETTERER; OLIVEIRA, 1997).

No início da fermentação, o desenvolvimento de *Streptococcus thermophilus* é favorecido devido o pH do leite, em seguida, com o aumento da acidificação, proporciona-se um ambiente favorável para o *Lactobacillus bulgaricus*. Esta última bactéria obtém aminoácidos a partir da caseína e produz acetaldeído em maior quantidade, componente volátil que é responsável pelo aroma agradável do iogurte (FERREIRA, 2005; SÁ et al., 2007)

Até este momento a relação é de simbiose, inicia-se então a antibiose, quando uma grande quantidade de ácido láctico é acumulada no meio e o pH excessivamente reduzido, o desenvolvimento de *Streptococcus thermophilus* começa a ser inibido. *Lactobacillus bulgaricus*, por ser mais resistente à acidez, aumenta em número e reprime o desenvolvimento de *Streptococcus thermophilus*. Em condições de pH de 4,3, a multiplicação das duas bactérias passa a ser inibido (FERREIRA, 2005). A vida útil do iogurte é de aproximadamente 45 dias, esta antibiose pode gerar sabor desagradável, por ser muito ácido e o dessoramento do produto pela coagulação proteica, diminuindo sua aceitabilidade (WALSTRA et al., 1999).

Apesar do resfriamento rápido, o iogurte pode sofrer pós-acidificação. A redução do pH menor que 4,4 pode causar uma substancial perda de viabilidade dos micro-organismos probióticos e uma redução da população normalmente é observada. Além da pós-acidificação, outros fatores como concentração de açúcares

e toxicidade do oxigênio também podem afetar a viabilidade de probióticos durante a estocagem refrigerada do produto (SHAH, 2000; VASILJEVISHAH, 2008), ressaltando a importância da microencapsulação. Por outro lado, produtos lácteos contribuem para a sobrevivência dos probióticos ao suco gástrico, devido seu efeito tamponante e protetor (ROSS; DESMOND; STANTON, 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

O extrato de soja (JASMINE, Paraná, Brasil) e o leite pasteurizado homogeneizado integral (FRIMESA, Paraná, Brasil) foram adquiridos no comércio local. A maltodextrina (MALTOGILL®) e a fibra solúvel Polidextrose (STA-LITE®III, B0050L, BP04509) foram gentilmente doadas pelas empresas CARGIILL e TATE & LYLE, respectivamente. A Cultura probiótica *L. acidophilus* La-5 (CHR Hansen, Valinhos) e a Cultura mista de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* (YOG-03/2, Biotec Fermenti s.r.l, Santa Catarina, Brasil) foram adquiridas em empresas especializadas. Os reagentes utilizados apresentaram padrão analítico, bem como os meios de cultura padrão microbiológico adequado.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Caracterização da matéria-prima

O leite foi submetido à análises de lipídios, pelo método de Gerber; proteína total, através da determinação de nitrogênio total pelo Método de Kjeldahl, e multiplicação pelo fator de conversão 6,38; carboidratos, por diferença; umidade e sólidos totais, por gravimetria em estufa a 105°C; cinzas, por incineração em forno mufla a 550°C; acidez, expressa em ácido láctico e pH através do pHmetro digital. Todas as análises foram realizadas de acordo com as metodologias propostas na Instrução Normativa nº. 68 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (BRASIL, 2006).

4.2.2 Microencapsulação do *L. acidophilus* utilizando extrato de soja e maltodextrina

A cultura de *L. acidophilus* foi inoculada em caldo MRS e incubada em estufa (MA 032/4I, MARCONI, São Paulo, Brasil) a 37°C por 12 horas. Após atingir a fase estacionária, a biomassa do probiótico foi recolhida através de centrifugação a 3000g, a 4 °C durante por 10 minutos (CT – 500R, Cientec, Belo Horizonte, Brasil). O extrato de soja e a maltodextrina foram dispersos em água estéril, na concentração de 2:3 (m.m⁻¹) maltodextrina : extrato de soja, formando uma suspensão com concentração de sólidos totais de 200 g.L⁻¹; a solução foi homogeneizada em banho ultrassônico a 37°C ± 2°C, 80 kHz, 100 W, 15 min (Elma®, Elmasonic P120H, São Paulo, Brasil). A suspensão foi adicionada de 1% (m.v⁻¹) da cultura centrifugada e homogeneizada em agitador magnético (25°C ± 1°C, 01 min) (752A, Fisatom, São Paulo, Brasil). Em seguida, a suspensão foi submetida à secagem em *spray dryer* de escala laboratorial (MSDi 1.0, Labmaq do Brasil, São José do Rio Preto, Brasil), mantida sob agitação constante à temperatura ambiente e alimentada para a câmara de secagem por meio de bomba peristáltica, sob condições constantes de pressão do compressor do ar de secagem (2 - 4 kgf.cm⁻²), com vazão de ar comprimido à 35 kgf.cm⁻², 85°C de temperatura de entrada do ar, vazão de entrada da suspensão de alimentação de 0,55 L.h⁻¹ e 1 mm de diâmetro de saída do ar no sistema com bico duplo fluído. As microcápsulas produzidas foram coletadas na base do ciclone e armazenadas em recipientes de vidro hermeticamente fechados, previamente esterilizados e mantidas sob refrigeração a 4°C ± 1°C até sua utilização (MENEZES, 2015).

4.2.3 Aplicação de *L. acidophilus* microencapsulado na elaboração de iogurte

O preparo do iogurte foi realizado no Laboratório de Laticínios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira, de acordo com Picot e Lacroix (2004), com pequenas alterações. Leite pasteurizado homogeneizado (Frimesa, Paraná, Brasil) foi aquecido até atingir temperatura de 41 ± 1°C. A seguir, foi inoculada a cultura láctica (*Streptococcus salivarius* sp. *thermophilus* e *Lactobacillus*

delbrueckii ssp. bulgaricus, YOG-03/2, Biotec Fermenti S.R.L, Santa Catarina, Brasil) previamente preparada pela ativação das culturas em leite, com leve homogeneização por cerca de 2 minutos. Esta mistura foi dividida em quatro formulações, a primeira formulação foi usada como controle (apenas com *L. acidophilus*), a segunda foi adicionada de *L. acidophilus* e povidexose, a terceira foi adicionada de *L. acidophilus* microencapsulado e por último adicionada de *L. acidophilus* microencapsulado e povidexose. As quatro diferentes formulações foram incubadas em fermenteira (2X25, BRASHOLANDA, Curitiba, Brasil) a $41 \pm 1^\circ\text{C}$, até que o pH atingisse valores próximos a 4,5. Após o resfriamento, foram agitados manualmente até completa homogeneização. Em seguida, as amostras foram armazenadas a 4°C .

4.2.4 Cinética de fermentação

Para o controle do processo fermentativo das diferentes formulações de iogurte, foram coletadas amostras em intervalos de uma hora. Através dos resultados das análises de pH obtidos durante a fermentação, calculou-se a velocidade de acidificação em função do tempo, através da equação:

$$V_a = \Delta pH / \Delta t$$

Para avaliar o tempo máximo de fermentação foi observado o tempo necessário para que a o iogurte alcançasse pH de 4,5 (OLIVEIRA et al., 2011).

4.2.5 Composição centesimal e propriedades físico-químicas

As formulações foram submetidas à análises de lipídios, pelo método de Gerber, e multiplicação pelo fator de conversão 10 de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008); proteína total, através da determinação de nitrogênio total pelo Método de Kjeldahl, e multiplicação pelo fator de conversão 6,38; carboidratos, por diferença; umidade e sólidos totais, por gravimetria em estufa a 105°C ; cinzas, por incineração

em forno mufla a 550°C; acidez, expressa em ácido láctico e pH, através do pHmetro digital (AOAC, 2005).

4.2.6 Análises reológicas

As curvas de escoamento dos 4 tratamentos foram realizadas seguindo a metodologia proposta por Gomes e Penna (2009), com algumas modificações. Os parâmetros foram obtidos em duplicata na temperatura de 5°C e velocidade em 0 a 100 rpm, usando um reômetro modelo DV - III Ultra Programmable Rheometer (Brookfield, Stoughton, USA).

4.2.7 Viabilidade de *L. acidophilus* durante a vida útil dos produtos elaborados

4.2.7.1 Enumeração dos micro-organismos da cultura iniciadora e probiótica

A enumeração de *L. acidophilus* no iogurte foi realizada através da inoculação em agar MRS e incubado a 37°C durante 72 horas em condição anaeróbica (DAVE; SHAH, 1996), em duplicata, quinzenalmente durante 45 dias de armazenamento refrigerado.

A contagem de *Streptococcus salivarius sp. thermophilus* foi realizada através da inoculação em agar M17 e inoculado a 37°C durante 48 horas em condição aeróbica (JORDANO et al, 1992). A contagem de *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* foi realizado através da inoculação em agar MRS pH 5,2 e inoculado a 37°C durante 48 horas em condição aeróbica (DAVE; SHAH, 1996). A contagem das bactérias lácticas tradicionais foram realizadas em duplicata, quinzenalmente ao longo de 45 dias de armazenamento refrigerado.

4.2.7.2 pH

O pH foi determinado utilizando-se pHmetro digital. As medições foram realizadas após a elaboração do produto e quinzenalmente durante 45 dias.

4.2.7.3 Acidez

A acidez titulável foi realizada de acordo com a metodologia descrita na Instrução Normativa nº 68, de 12 de novembro de 2006 (BRASIL, 2006). Todas as medições foram realizadas em triplicata, após a elaboração do produto e quinzenalmente durante 45 dias de armazenamento refrigerado.

4.2.8 Digestibilidade

A resistência do probiótico microencapsulado às condições digestivas simuladas após sua adição ao iogurte foi avaliada em sistema similar ao processo digestivo sintetizado *in vitro* de acordo com os procedimentos referenciados por Kabak e Ozbey (2012).

4.2.9 Análise estatística

Os resultados obtidos nas análises de composição centesimal e propriedades físico-químicas foram submetidos à análise de variância e ao Teste de Tukey Studentized, quando detectadas diferenças significativas entre os tratamentos ao nível de 5% de significância. Os resultados foram tratados com o programa Statistica, versão 7.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Para avaliar a qualidade da matéria-prima, o leite pasteurizado foi submetido à análises de composição centesimal e propriedades físico-químicas e a Tabela 1 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 1 - Resultados das análises de composição centesimal e propriedades físico-químicas do leite pasteurizado utilizado na elaboração dos iogurtes.

Análises	Leite
Cinzas	0,78 ± 0,002
Umidade	90,53 ± 0,46
Sólidos totais	9,47 ± 0,46
Proteína	3,25 ± 0,02
Lipídios	3,4 ± 0,08
Carboidratos	2,05 ± 0,51
Acidez (% ácido láctico)	0,15
pH	6,70

Fonte: Autoria própria (2016).

De acordo com a Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), o leite integral deve apresentar as seguintes características: 3 g.100g⁻¹ de gordura no mínimo, acidez entre 0,14 a 0,18%, expressa em g de ácido láctico/100 mL, 2,9 g.100g⁻¹ de proteína total, no mínimo. Segundo Venturini; Sarcinelli; Silva (2007), o leite integral deve apresentar composição de cinzas próximo a 0,8%, 87% de umidade, 13% de sólidos totais, 3,9% de lipídios e o pH pode variar entre 6,4 a 6,8.

Diante desses parâmetros, o leite utilizado para elaboração dos tratamentos atende os requisitos mínimos exigidos pela legislação, além de poder ser comparado aos resultados encontrados por outros pesquisadores.

5.2 CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO

O controle do processo fermentativo dos iogurtes foi realizado através das leituras de pH de amostras coletadas em intervalos de uma hora. A Figura 1 mostra as curvas de pH em relação ao tempo referentes aos quatro tratamentos de iogurtes. Sendo eles: controle (apenas com *L. acidophilus*), adicionado de *L. acidophilus* e polidextrose, adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado e adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado e polidextrose, tratamento 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

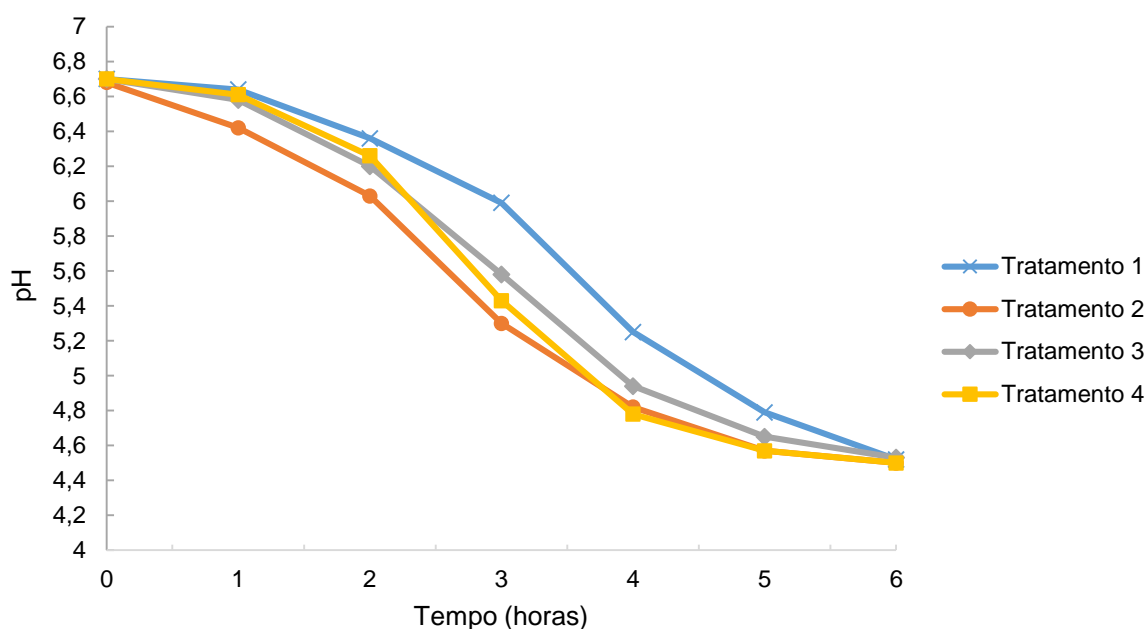


Figura 1 Curvas de pH versus tempo referentes aos processos fermentativos dos iogurtes.

Nota: **Tratamento 1** - Adicionado de *L. acidophilus* livre. **Tratamento 2** - Adicionado de *L. acidophilus* livre e polidextrose. **Tratamento 3** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado. **Tratamento 4** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado e polidextrose.

Fonte: Autoria própria (2016).

Observa-se a partir da Figura 1 que as quatro formulações de iogurte tiveram comportamento fermentativo semelhante, cujo tempo máximo de fermentação (tempo para o iogurte alcançar o pH próximo de 4,5) foi similar para as formulações, de $T_{máx}$. 6 horas. Por sua vez, a velocidade de acidificação do Tratamento 1 e 2 foi de

$3,63 \times 10^{-3}$ upH.min⁻¹, enquanto que para o Tratamento 3 foi de $3,62 \times 10^{-3}$ upH.min⁻¹ e para o Tratamento 4 foi de $3,67 \times 10^{-3}$ upH.min⁻¹.

Resultados semelhantes foram descritos por Ribeiro (2011), concluindo que a microencapsulação não influencia na velocidade de acidificação de iogurtes. MAESTRI et al. (2014) observou que a adição de fibra prebiótica também não influencia no tempo de fermentação, como observado no presente trabalho.

5.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Pode-se verificar na Tabela 2 as composições centesimais e propriedades físico-químicas das quatro formulações de iogurte elaboradas.

Tabela 2 – Composição centesimal e propriedades físico-químicas das quatro formulações de iogurte.

Análises (g.100 g ⁻¹)	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
Cinzas	0,8 ± 0,02 ^a	0,76 ± 0,05 ^a	0,8 ± 0,06 ^a	0,81 ± 0,005 ^a
Umidade	90,76 ± 0,25 ^a	90,97 ± 0,33 ^a	90,94 ± 0,69 ^a	90,37 ± 0,63 ^a
Sólidos totais	9,24 ± 0,25 ^a	9,03 ± 0,33 ^a	9,06 ± 0,69 ^a	9,63 ± 0,63 ^a
Proteína	2,87 ± 0,02 ^a	2,62 ± 0,02 ^b	3,05 ± 0,02 ^c	3,28 ± 0,007 ^d
Lipídios	4,00 ± 0,08 ^a	3,00 ^b	3,00 ± 0,08 ^b	3,00 ^b
Carboidratos	1,57 ± 0,26 ^a	2,64 ± 0,28 ^a	2,21 ± 0,64 ^a	2,54 ± 0,63 ^a

^{a, b, c, d} Médias com a mesma letra na linha não diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$).

Nota: **Tratamento 1** - Adicionado de *L. acidophilus* livre. **Tratamento 2** - Adicionado de *L. acidophilus* livre e polidextrose. **Tratamento 3** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado. **Tratamento 4** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado e polidextrose.

Fonte: Autoria própria (2016).

Verifica-se na Tabela 2 que os tratamentos 1,3 e 4 estão em conformidade, em termos de proteínas lácteas, com a legislação vigente (BRASIL 2007), a qual estabelece um teor mínimo de proteínas de 2,9g.100g⁻¹. Os tratamentos 3 e 4 apresentaram maior valor proteico, fato este que pode ser justificado pela utilização de micro-organismos microencapsulados em proteína de soja e maltodextrina, elevando assim o teor de proteína do produto final. A análise estatística mostrou que,

em relação ao valor proteico, os tratamentos diferiram entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação ao teor de gordura, os iogurtes são classificados em: com creme, integral, semidesnatado e desnatado, onde os teores de gordura deverão ser de no mínimo 6%, entre 5,9 e 3,0%, entre 2,9 e 0,6% e no máximo 0,5%, respectivamente. Portanto, os iogurtes são classificados como integral, em relação ao teor de gordura.

As análises de cinzas, umidade, sólidos totais e carboidratos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Leite (2015) e Ribeiro (2011) verificaram valores de 0,8% de cinzas em iogurte probiótico, valores semelhantes aos deste trabalho. Gallina (2015) e Sacarro (2008) relataram valores de sólidos totais acima de 12%.

5.4 ANÁLISES REOLÓGICAS

No estudo do comportamento reológico dos iogurtes foram obtidas as curvas de escoamento conforme as Figuras 2, 4, 6 e 8, e as curvas de viscosidade representadas pelas Figuras 3, 5, 7 e 9.

Pode-se verificar nas Figura 2, 4, 6 e 8 que os Tratamentos apresentaram característica tixotrópica, em função das diferenças de deformação observadas entre as curvas de taxa de tensão ascendente e descendente aplicadas. Este fenômeno, conhecido por histerese, é resultado da quebra do gel (DOS SANTOS MATHIAS, 2013).

Pela avaliação das Figura 3, 5, 7 e 9 verifica-se que os Tratamentos apresentaram comportamento de fluido não newtoniano do tipo pseudoplástico. São chamados de fluidos pseudoplásticos, substâncias que sofrem redução da viscosidade aparente à medida que o cisalhamento aumenta (ÇENGEL; CIMBALA, 2006). Martins (2013) observou resultados similares ao avaliar iogurte suplementado com extrato hidrossolúvel de soja.

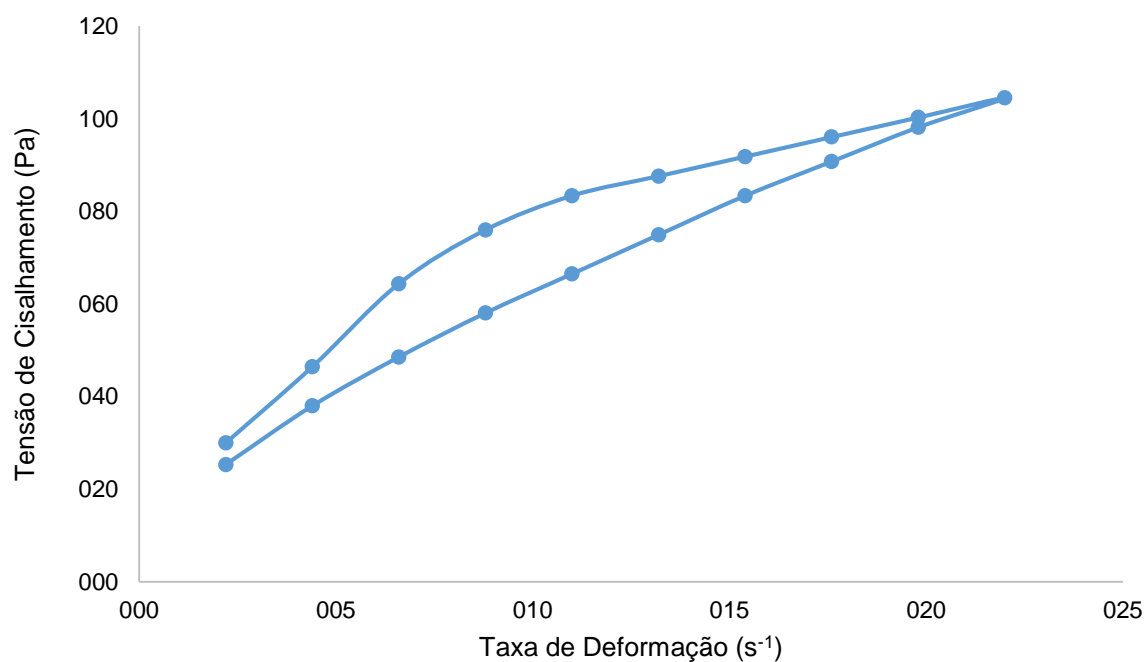


Figura 2 - Curva de escoamento [Tensão de Cisalhamento (Pa) vs Taxa de Deformação (s^{-1})] do iogurte produzido através do Tratamento 1.

Fonte: Autoria própria (2016)

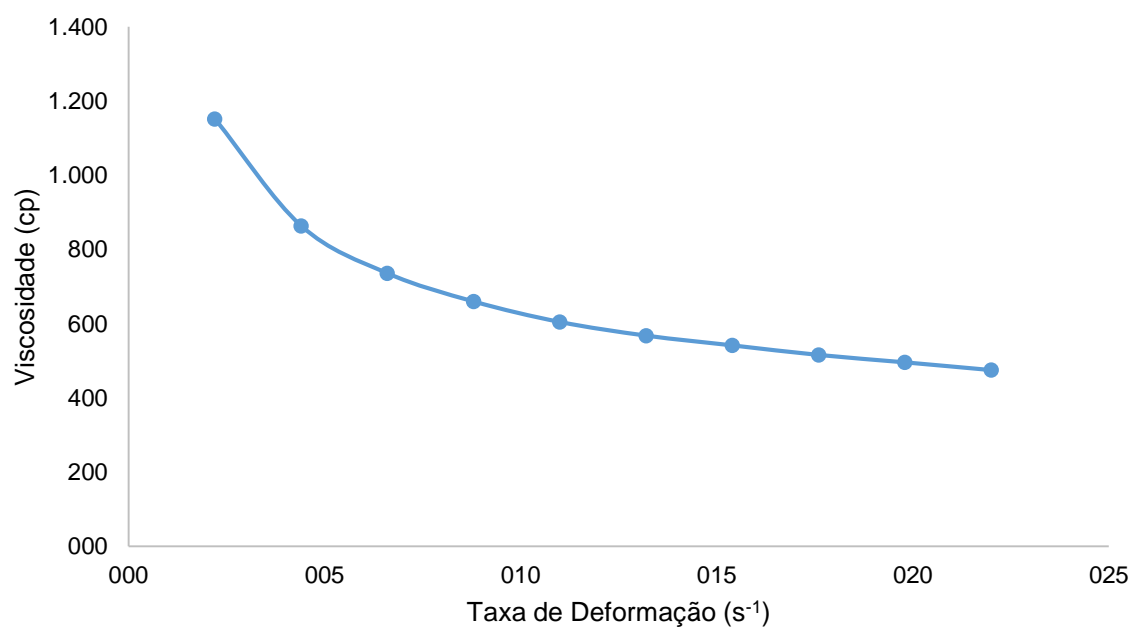


Figura 3 – Viscosidade (cp) em função da taxa de deformação (s^{-1}) do iogurte através do Tratamento 1.

Fonte: Autoria própria (2016).

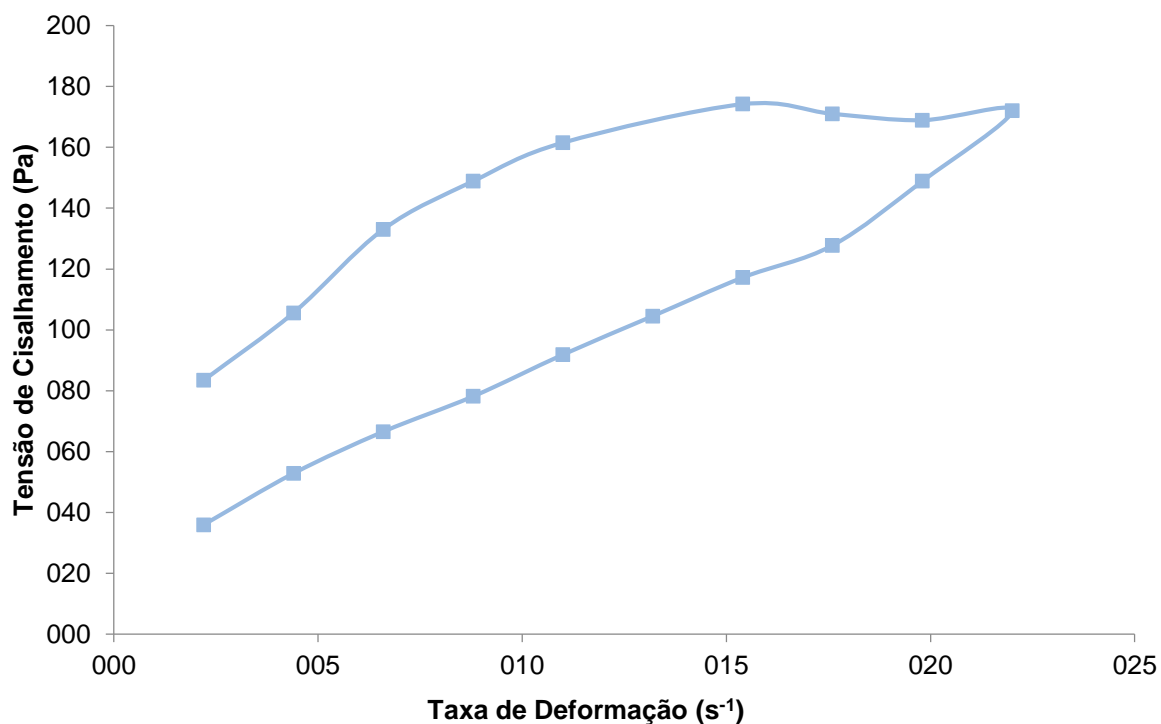


Figura 4 -Curva de escoamento [Tensão de Cisalhamento (Pa) vs Taxa de Deformação (s⁻¹)] do iogurte produzido através do Tratamento 2.
 Fonte: Autoria Própria (2016).

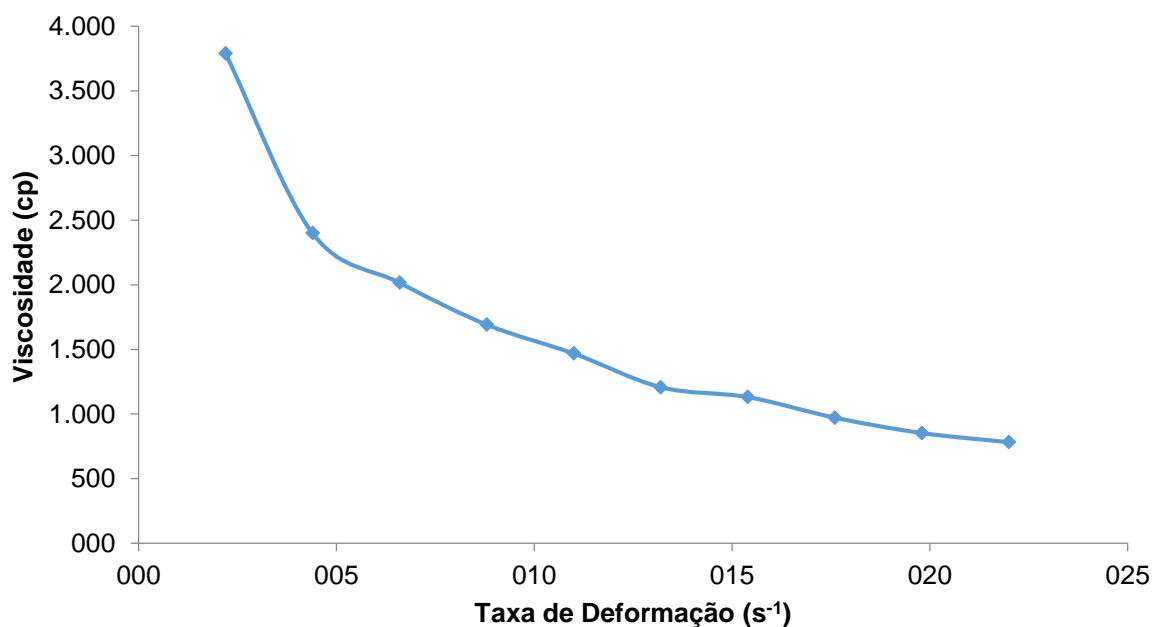


Figura 5 - Viscosidade (cp) em função da taxa de deformação (s⁻¹) do iogurte através do Tratamento 2.
 Fonte: Autoria própria (2016).

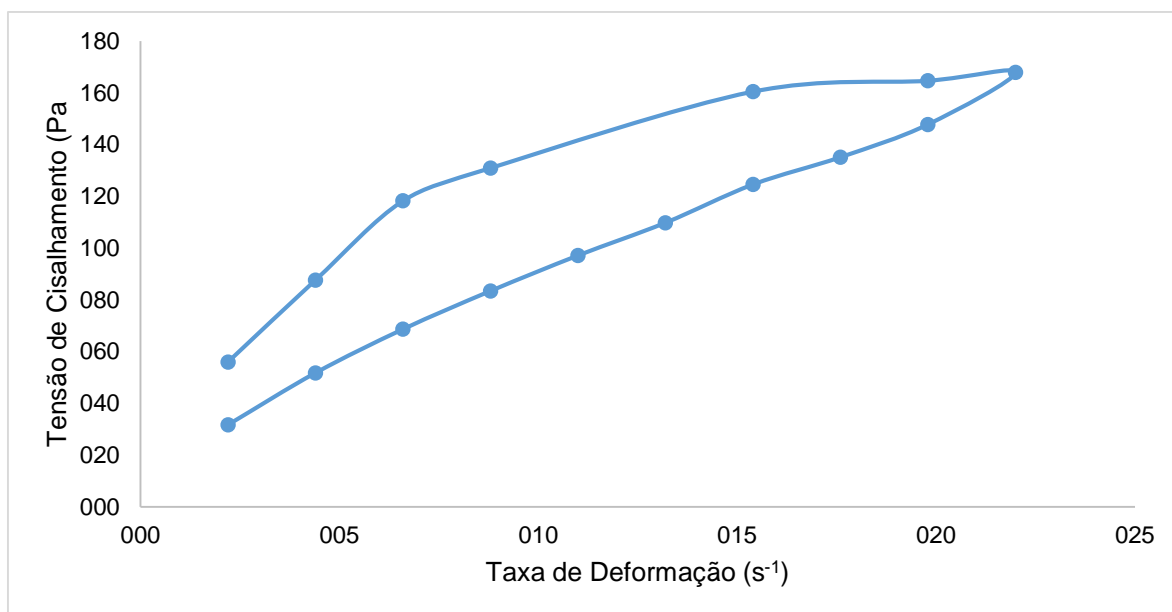


Figura 6 - Curva de escoamento [Tensão de Cisalhamento (Pa) vs Taxa de Deformação (s⁻¹)] do iogurte produzido através do Tratamento 3.

Fonte: Autoria própria (2016).

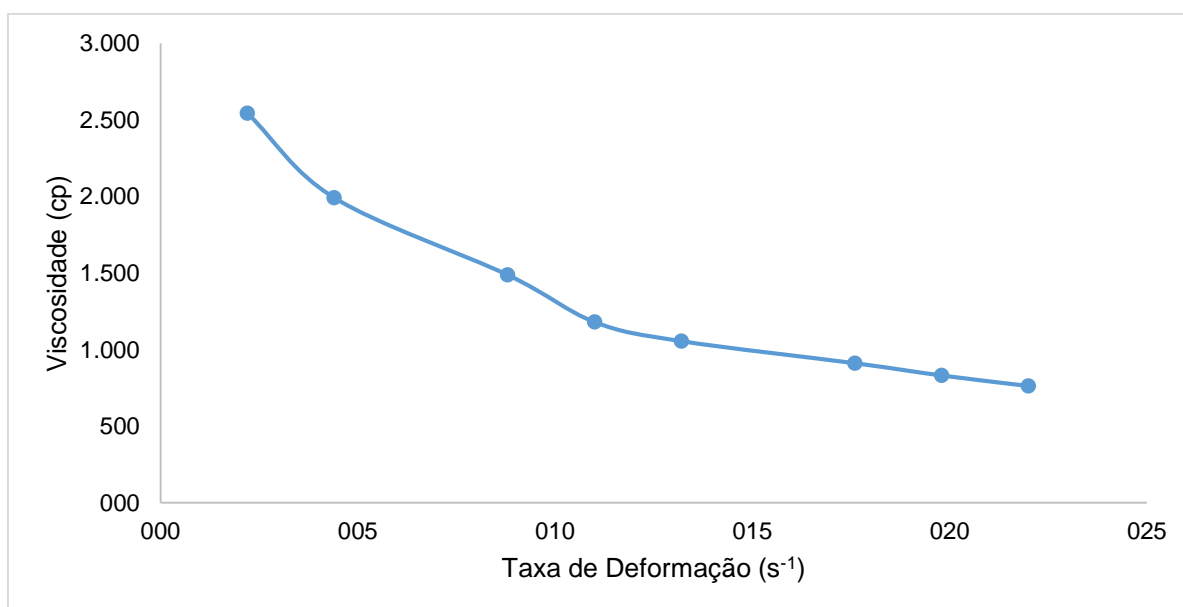


Figura 7 - Viscosidade (cp) em função da taxa de deformação (s⁻¹) do iogurte através do Tratamento 3.

Fonte: Autoria própria (2016)

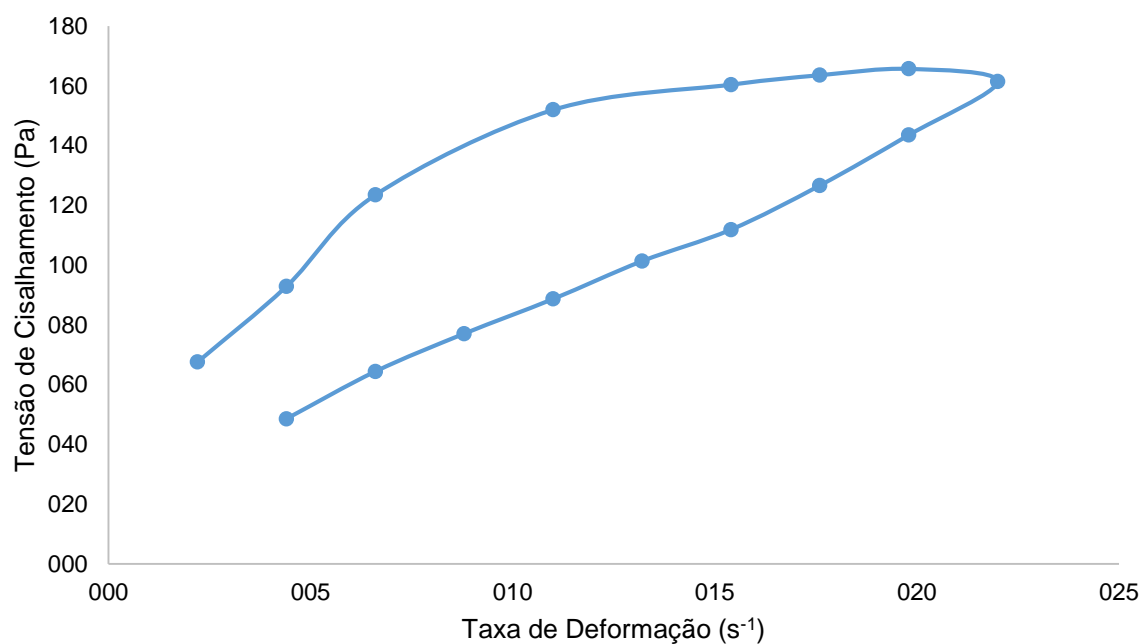


Figura 8 - Curva de escoamento [Tensão de Cisalhamento (Pa) vs Taxa de Deformação (s⁻¹)] do iogurte produzido através do Tratamento 4.

Fonte: Autoria própria (2016).

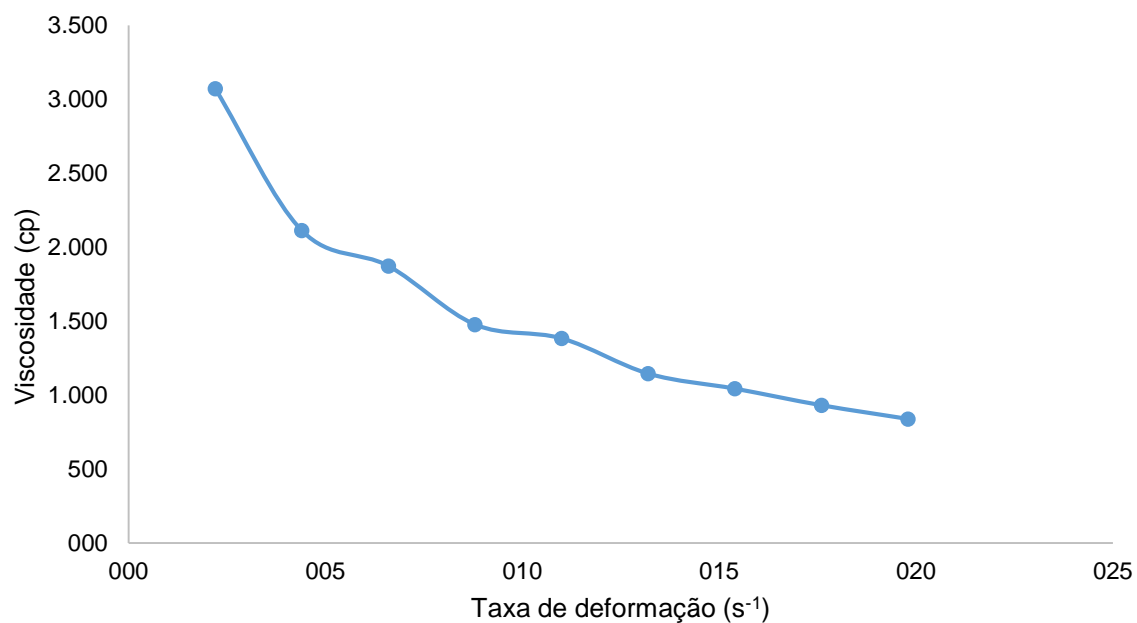


Figura 9 - Viscosidade (cp) em função da taxa de deformação (s⁻¹) do iogurte através do Tratamento 4.

Fonte: Autoria própria (2016).

5.5 VIABILIDADE DE *L. ACIDOPHILUS* DURANTE A VIDA ÚTIL DOS PRODUTOS ELABORADOS

5.5.1 Enumeração dos micro-organismos da cultura iniciadora e probiótica

Ao avaliar os resultados obtidos na Figura 10 observa-se que os iogurtes apresentaram contagens de micro-organismo probiótico durante todo o período de estocagem compatível à legislação vigente, a qual preconiza que a quantidade mínima viável para os probióticos deve estar situada na faixa de 10^8 a 10^9 Unidades Formadoras de Colônias (UFC) na recomendação diária do produto pronto para o consumo.

Observa-se ainda que o tratamento 4 (com *Lactobacillus acidophilus* microencapsulado e adicionado de polidextrose) apresentou contagem final de 9,2 Log UFC.g⁻¹, o que, exponencialmente, corresponde a 10^9 UFC.g⁻¹, tendo uma redução de 0,74 ciclos Log, sendo este o tratamento que obteve maior contagem de *Lactobacillus acidophilus* durante os 45 dias de armazenamento refrigerado. Este resultado pode ser explicado pelo processo de microencapsulação, que aumenta a resistência do probiótico ao meio ácido do iogurte. Quando comparado ao tratamento 3, que também recebeu microcápsulas e apresentou redução de 0,86 ciclos Log, a maior contagem pode ser explicada pela adição de polidextrose, evidenciado o provável efeito simbiótico entre a ação da fibra prebiótica empregada, sobre a manutenção ou a viabilidade do micro-organismo probiótico.

Os tratamentos 1 e 2 apresentaram redução de 1,28 e 0,86 ciclos Log, respectivamente, ao longo de 45 dias de armazenamento refrigerado.

Haully, Fuchs e Prudencio-Ferreira, (2005) verificaram que em iogurte suplementado com oligossacarídeos, o número de células de probióticos manteve-se viável até 28 dias de armazenamento, enquanto que o iogurte não suplementado, em 21 dias de armazenamento já não poderia mais ser considerado probiótico devido ao número de células viáveis.

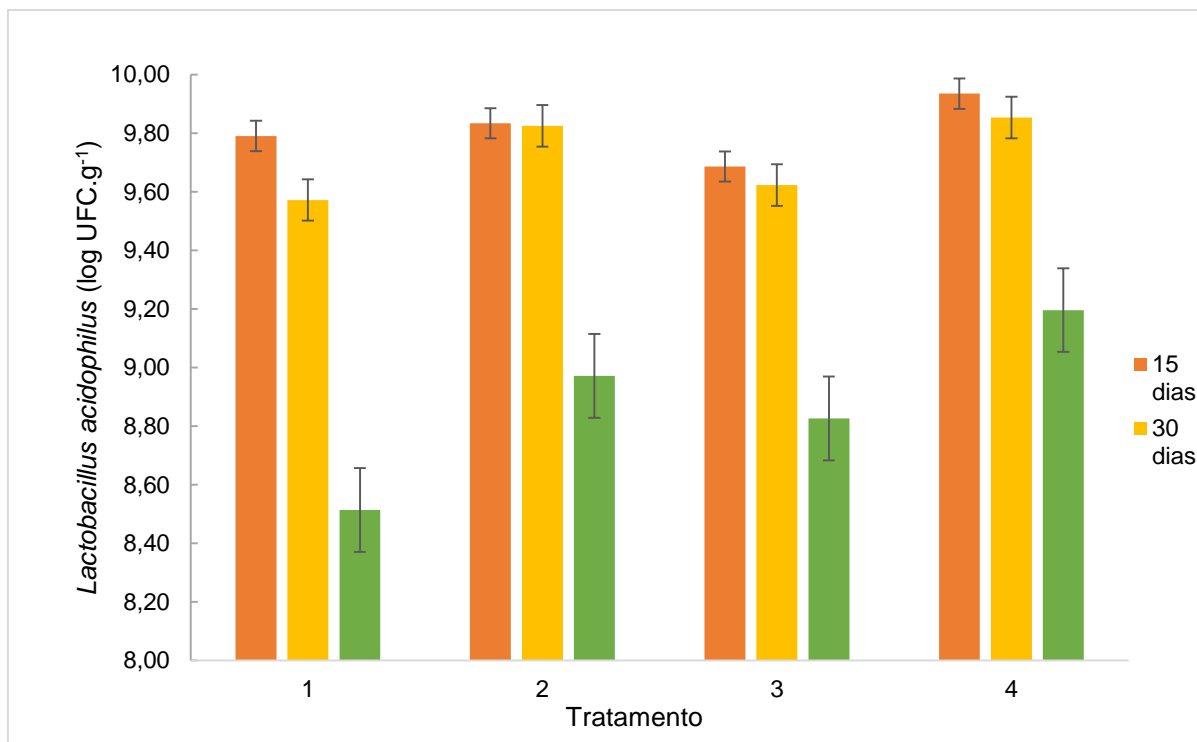


Figura 10 - Contagem do micro-organismo probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) nas quatro formulações de iogurte durante 45 dias de armazenamento.

Nota: **Tratamento 1** - Adicionado de *L. acidophilus* livre. **Tratamento 2** - Adicionado de *L. acidophilus* livre e polidextrose. **Tratamento 3** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado. **Tratamento 4** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado e polidextrose.

Fonte: Autoria própria (2016).

Souza (2015) ao comparar iogurte simbiótico com iogurte tradicional relatou que ao final de 30 dias de armazenamento, apenas o iogurte simbiótico atendia a legislação, tanto para as bactérias lácticas tradicionais quanto para o micro-organismo probiótico.

Com relação à contagem de *Streptococcus thermophilus*, observou-se na Figura 11, que o Tratamento 1 apresentou redução de 0,71 ciclos Log, já os Tratamentos 3 e 4 apresentaram redução de 0,69 e 0,72 ciclo Log, respectivamente. O Tratamento 2 resultou maior contagem ao final de 45 dias de armazenamento refrigerado, com descimento de 0,40 ciclo logarítmico. Portanto o Tratamento 2 apresentou maior viabilidade em relação à contagem de *Streptococcus thermophilus*.

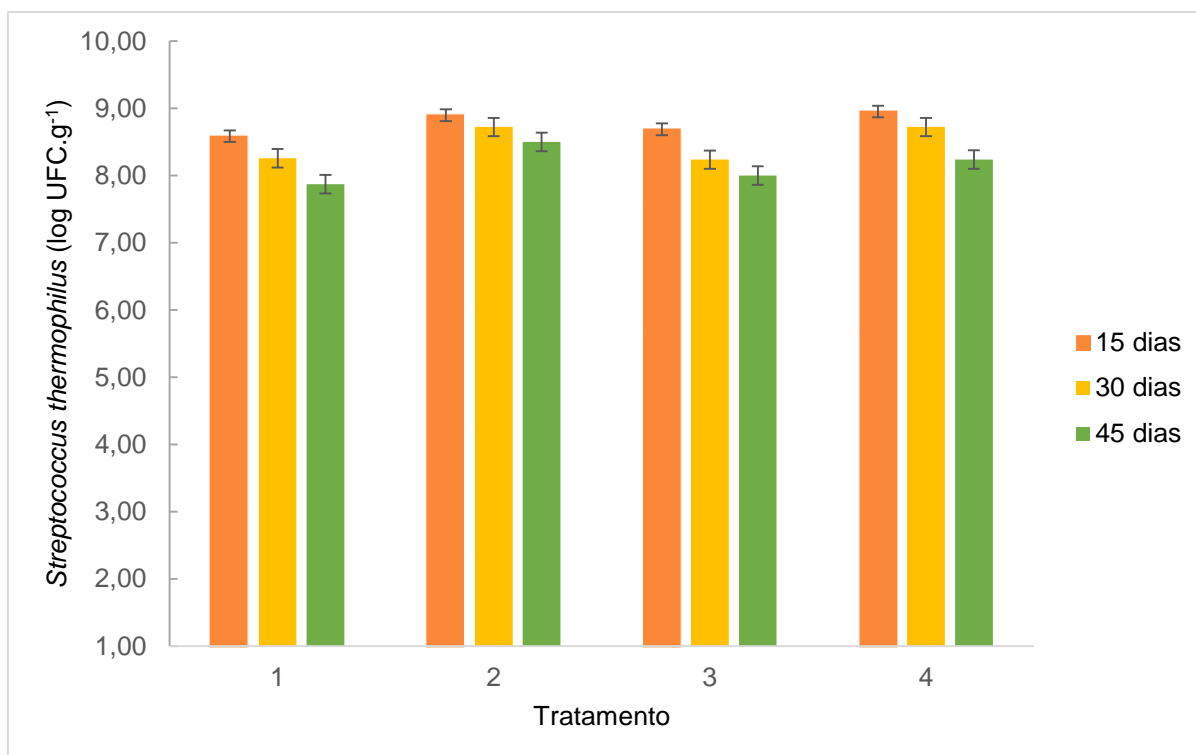


Figura 11 - Contagem da bactéria láctica *Streptococcus salivarius sp. thermophilus* nas quatro formulações de iogurte durante 45 dias de armazenamento.

Nota: **Tratamento 1** - Adicionado de *L. acidophilus* livre. **Tratamento 2** - Adicionado de *L. acidophilus* livre e polidextrose. **Tratamento 3** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado. **Tratamento 4** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado e polidextrose.

Fonte: Autoria própria (2016).

A Figura 12 demonstra as contagens de *Lactobacillus bulgaricus*, os Tratamentos 1,2,3 e 4 apresentaram redução de 1,51, 0,69, 0,61 e 1,35 ciclo logarítmico, respectivamente. Observou-se ainda, que o Tratamento 1 apresentou esta redução após 45 dias de estocagem e no Tratamento 4 após 30 dias de armazenamento refrigerado. As contagens relativamente baixas destes microrganismos em comparação às de *Sreptococcus thermophilus* podem indicar desbalanceamento dos microrganismos durante a fermentação.

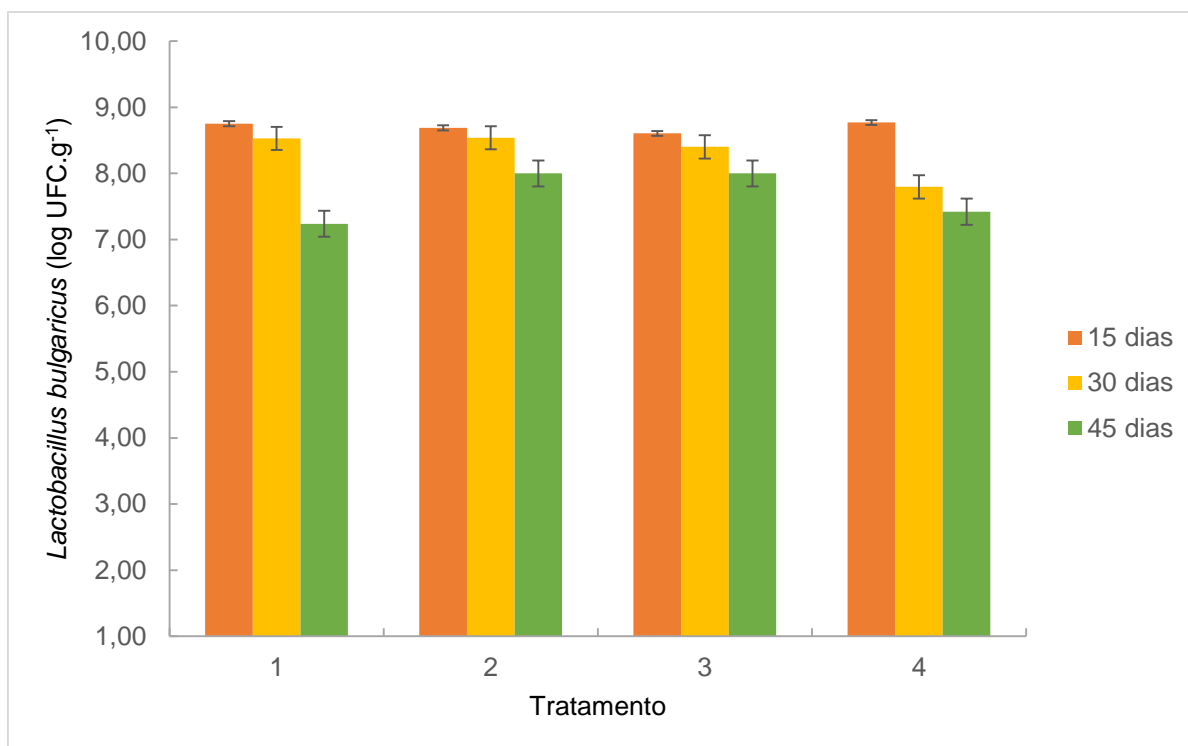


Figura 12 - Contagem da bactéria láctica *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* nas quatro formulações de iogurte durante 45 dias de armazenamento.

Nota: **Tratamento 1** - Adicionado de *L. acidophilus* livre. **Tratamento 2** - Adicionado de *L. acidophilus* livre e polidextrose. **Tratamento 3** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado. **Tratamento 4** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado e polidextrose.

Fonte: Autoria própria (2016).

Gallina et al. (2015) observou que a contagem de *Streptococcus thermophilus* manteve-se viável durante 21 dias de estocagem, e a contagem de *Lactobacillus bulgaricus* apresentaram redução de um ciclo logarítmico após 15 dias de estocagem.

As 4 formulações apresentaram contagem de bactérias lácticas durante todo o período de estocagem compatível à legislação vigente, a qual preconiza para iogurtes contagem de bactérias lácticas totais de no mínimo de 10^7 unidades formadoras de colônia por grama (UFC.g^{-1}) do produto (BRASIL, 2007).

5.5.2 pH e Acidez

A Figura 13 apresenta a evolução dos valores de pH para as quatro formulações de iogurte, durante 45 dias de armazenamento. Avaliando os valores de

pH, verifica-se que houve um decréscimo do valor de pH ao longo do armazenamento refrigerado dos iogurtes, fato este que pode ser atribuído à contínua produção de ácidos pelas bactérias lácticas.

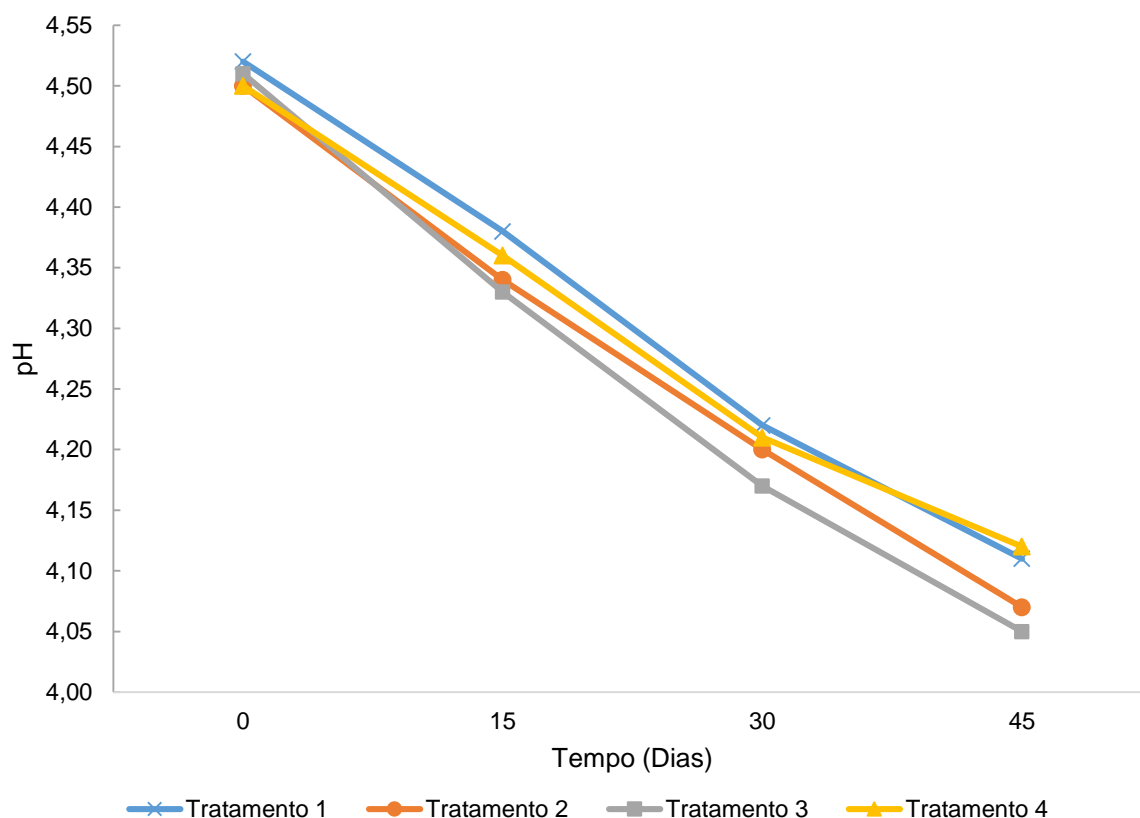


Figura 13 - Análise de pH dos quatro tratamentos durante 45 dias de armazenamento.

Nota: **Tratamento 1** - Adicionado de *L. acidophilus* livre. **Tratamento 2** - Adicionado de *L. acidophilus* livre e povidexose. **Tratamento 3** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado. **Tratamento 4** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado e povidexose.

Fonte: Autoria própria (2016).

Segundo Gallina et al. (2015) os iogurtes estão sujeitos ao decréscimo de pH e aumento da acidez durante a estocagem refrigerada, isso devido à persistente atividade das bactérias durante a estocagem do produto. A acidez de iogurtes tende a aumentar, pois algumas espécies de lactobacilos produzem ácidos e continuam a crescer em pH entre 4,0 e 4,4 (HUASSAIN et al., 2009).

A Figura 14 apresenta a evolução dos valores de acidez, em porcentagem de ácido láctico, para as quatro formulações de iogurte, durante 45 dias de armazenamento.

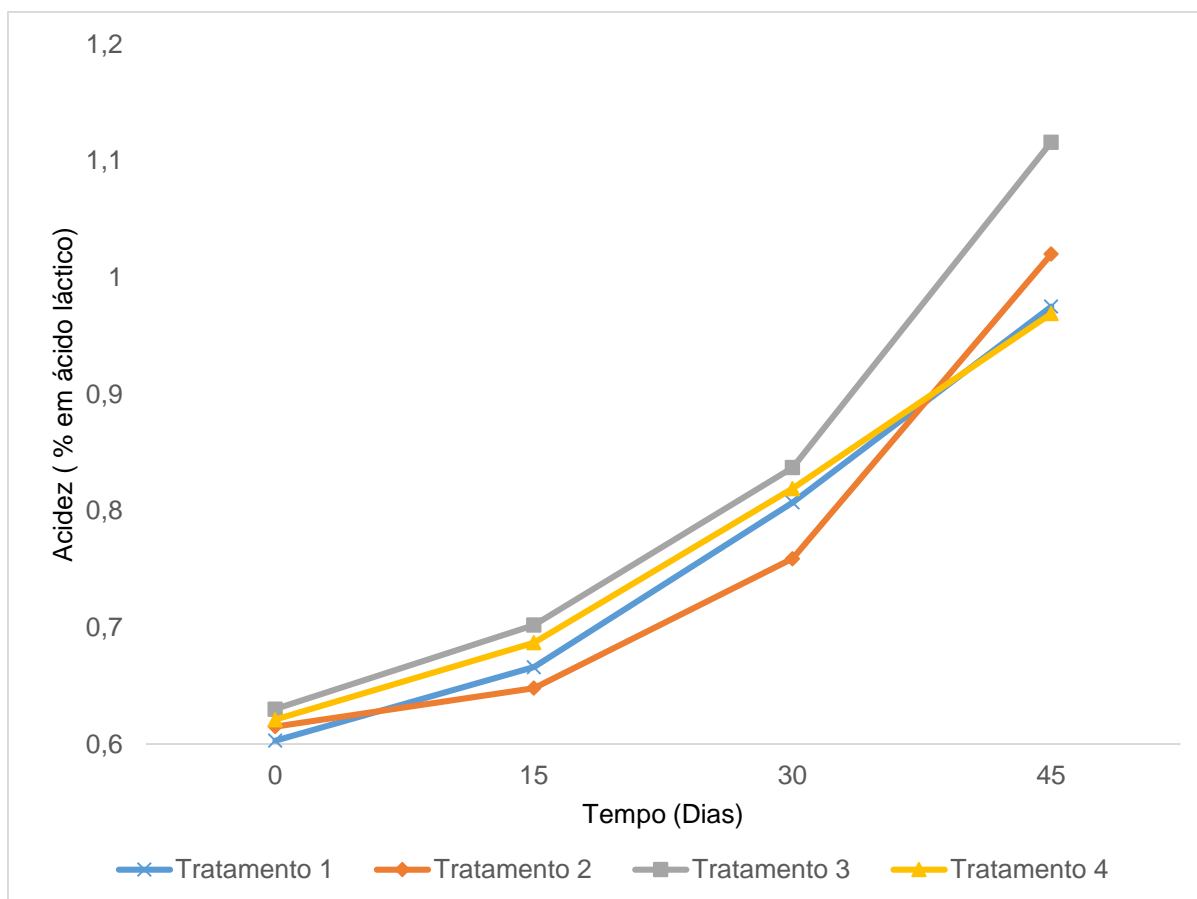


Figura 14 - Análise de acidez (% ácido láctico) dos quatro tratamentos durante 45 dias de armazenamento.

Nota: **Tratamento 1** - Adicionado de *L. acidophilus* livre. **Tratamento 2** - Adicionado de *L. acidophilus* livre e polidextrose. **Tratamento 3** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado. **Tratamento 4** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado e polidextrose.

Fonte: Autoria própria (2016).

Avaliando os valores de acidez, verifica-se que houve um aumento do valor de acidez ao longo do armazenamento refrigerado dos iogurtes. Os valores observados nas diferentes formulações atendem a legislação vigente (BRASIL, 2007), a qual estabelece acidez entre 0,6 e 1,5g de ácido láctico.100g⁻¹ para iogurte. Leite (2015) também observou um tendência de aumento dos valores de acidez.

5.6 DIGESTIBILIDADE

A Tabela 3 apresenta a contagem das bactérias lácticas tradicionais e do micro-organismo probiótico em log UFC.g⁻¹ após 30 dias de armazenamento refrigerado, a contagem das bactérias lácticas tradicionais e do micro-organismo probiótico em log UFC.g⁻¹ após expostos às condições gastrointestinais simuladas nas quatro formulações de iogurte elaboradas e a redução de ciclos logarítmicos afim de avaliar a viabilidade e resistência dos micro-organismos.

Tabela 3 – Avaliação da sobrevivência das bactérias lácticas tradicionais e do micro-organismo probiótico às condições gastrointestinais simuladas.

Micro-organismo	Contagem após 30 dias (A)			
	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
1	9,57	9,83	9,62	9,85
2	8,26	8,72	8,24	8,72
3	8,53	8,54	8,40	7,80
Micro-organismo	Contagem após simulação <i>in vitro</i> (B)			
	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
1	8,31	8,37	8,45	8,52
2	7,60	8,14	8,05	8,22
3	7,70	7,99	7,93	7,87
Micro-organismo	Redução de ciclos (A-B)			
	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
1	1,26	1,46	1,17	1,33
2	0,66	0,58	0,19	0,50
3	0,83	0,55	0,47	0

Nota 1: **Tratamento 1** - Adicionado de *L. acidophilus* livre. **Tratamento 2** - Adicionado de *L. acidophilus* livre e povidexose. **Tratamento 3** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado. **Tratamento 4** - Adicionado de *L. acidophilus* microencapsulado e povidexose.

Nota 2: **Micro-organismo 1** - *Lactobacillus acidophilus*; **Micro-organismo 2** - *Streptococcus salivarius* sp. *thermophilus*; **Micro-organismo 3** - *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*.

Fonte: Autoria própria (2016).

Observa-se na Tabela 3 que após a exposição das formulações às condições gastrointestinais simuladas, a população de *Lactobacillus acidophilus* nos Tratamentos 1 e 3 sofreram menor redução quando comparadas aos Tratamentos 2 e 4, ou seja, os Tratamentos 1 e 3 apresentaram maior viabilidade. Destacando-se

entre eles, o Tratamento 3, que recebeu a adição de *Lactobacillus acidophilus* microencapsulado, indicando que técnica de microencapsulação pode aumentar a resistência e proteger os micro-organismos probióticos contra as condições drásticas encontradas durante a passagem pelo trato gastrointestinal. Quando comparado com o Tratamento 4, nota-se que a adição de Polidextrose não interferiu na bioacessibilidade, uma vez que a fibra prebiótica atua na manutenção no trato digestório. Ao comparar a viabilidade de micro-organismos microencapsulados com micro-organismos livres, Ribeiro et al. (2011), observou resultados similares. O Tratamento 3 apresentou ainda maior viabilidade em relação a contagem de *Streptococcus salivarius sp. thermophilus*.

Após exposição às condições gastrointestinais simuladas, o Tratamento 4 apresentou contagem de *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* superior quando comparado a contagem após 30 dias de armazenamento refrigerado.

6 CONCLUSÃO

O leite utilizado para elaboração dos tratamentos atende os requisitos mínimos de composição centesimal exigidos pela legislação. Quanto as formulações de iogurte, apenas o tratamento 2 não está em conformidade, em termos de proteínas lácteas, com a legislação vigente.

Através da cinética de fermentação evidenciou-se que as quatro formulações de iogurte tiveram comportamento fermentativo semelhante, cujo tempo máximo de fermentação (tempo para o iogurte alcançar o pH próximo de 4,5) foi similar para as formulações, de $T_{m\acute{a}x}$. 6 horas.

Os iogurtes apresentaram característica tixotrópica, em função das diferenças de deformação observadas entre as curvas de taxa de tensão ascendente e descendente aplicadas. Observou-se ainda que os iogurtes apresentaram comportamento de fluido não newtoniano do tipo pseudoplástico.

Os iogurtes desenvolvidos neste trabalho apresentaram contagem microbiológica de acordo com a legislação vigente. O tratamento 4 (com *Lactobacillus acidophilus* microencapsulado e adicionado de polidextrose) apresentou contagem de $9,2 \text{ Log UFC.g}^{-1}$, o que, exponencialmente, corresponde a 10^9 UFC.g^{-1} , sendo este o tratamento que obteve maior contagem de *Lactobacillus acidophilus* durante os 45 dias de armazenamento refrigerado, podendo então ser classificado como iogurte simbiótico. Este resultado pode ser explicado pelo processo de microencapsulação, que aumenta a resistência do probiótico ao meio ácido do iogurte. Quando comparado ao tratamento 3, que também recebeu microcápsulas e apresentou redução de 0,86 ciclos Log, a maior contagem pode ser explicada pela adição de polidextrose, evidenciado o provável efeito simbiótico entre a ação da fibra prebiótica empregada, sobre a manutenção ou a viabilidade do micro-organismo probiótico.

Os tratamentos 1 e 2 apresentaram redução de 1,28 e 0,86 ciclos Log, respectivamente, ao longo de 45 dias de armazenamento refrigerado.

O ensaio *in vitro* de simulação da passagem dos iogurtes pelo trato gastrointestinal realizado indicou maior sobrevivência do *Lactobacillus acidophilus* encapsulado (Tratamento 3) quando comparado ao micro-organismo livre, indicando que a microencapsulação conferiu proteção à viabilidade do micro-organismo.

7 Referências

AOAC. American Organization Of Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18. ed. Arlington: AOAC, 2005.

BADARÓ ACL, GUTTIERRES APM, REZENDE ACV, STRINGHETA PC. **Alimentos probióticos: aplicações como promotores da saúde humana parte 1**. Nutrir Gerais, p.1-29, 2008.

BRASIL. Agência Nacional De Vigilância Sanitária (ANVISA). **Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas**. Atualizado em julho, 2008. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm>. Acesso em: 02 maio 2016.

BRASIL. Agência Nacional De Vigilância Sanitária (ANVISA). **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos: lista de alegações de propriedade funcional aprovadas**. Atualizado em agosto, 2007. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm>. Acesso em: 19 maio 2016.

BRASIL. Agência Nacional de vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC n.2, de 07 de janeiro de 2002. **Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1c77370047457bcc8888dc3fbc4c6735/RDC_02_2002.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 18 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria nº 62, de 29 de dezembro de 2011: **Regulamento Técnico De Produção, Identidade e Qualidade De Leite Tipo A**, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria nº 46, de 23 de novembro de 2007: **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (PIQ) de Leites Fermentados**, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. **Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17472>>. Acesso em: 02 jun de 2016.

BRINQUES, Graziela Bruschi; AYUB, Marco Antônio Záchia. Effect of microencapsulation on survival of *Lactobacillus plantarum* in simulated gastrointestinal conditions, refrigeration, and yogurt. **Journal of Food Engineering**, v. 103, n. 2, p. 123-128, 2011.

BURGAIN, J. et al. Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications. **Journal of Food Engineering**, v.104, n.4, p.467-483, 2011.

CARDARELLI HR. **Desenvolvimento de queijo 'petit-suisse' simbiótico** [tese de doutorado]. São Paulo: Programa de Pós-graduação em Tecnologia Bioquímica-Farmacêutica da Universidade de São Paulo; 2006

ÇENGEL; Y. A.; CIMBALA, J. M. **Mecânica dos fluídos: Fundamentos e aplicações**. São Paulo: Gisélia Costa, 2006.

CHANDALIA, M.; GARG, A.; LUTJOHANN, D.; BERGMANN, K. V.; GRUNDY, S. M.; BRINKLEY, L. J. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. **New England Journal of Medicine**, v. 342, n. 19, p. 1392-1398, 2000.

COOK, Michael T. et al. Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery. **Journal of Controlled Release**, v. 162, n. 1, p. 56-67, 2012.

DAVE, R.I.; SHAH, N.P. Evaluation of media for selective enumeration of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* and bifidobacteria. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.9, p.1529-1536, 1996.

DOS SANTOS MATHIAS, T. R. et al. Avaliação do comportamento reológico de diferentes iogurtes comerciais/Rheological evaluation of different commercial yoghurts. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 1, p. 12, 2013.

DRAKE, M. A.; GERARD, P. D. **Consumer attitudes and acceptability of soy-fortified yogurts**. J. Food Sci., v. 68, n. 3, p. 1118-1122, Apr 2003.

ELNAGGAR, Y.S.R. EL-MASSIK, A.M. ABDALLAH O.Y. EBIAN, A.E.R. **Maltodextrin: A novel excipient used in sugar-based orally disintegrating tablets and phase transition process**, AAPS Pharm. Sci. Tech. v.11 p. 645-651,2010.

ESTEVEES, E. A.; MONTEIRO, J. B. R. **Efeitos benéficos das isoflavonas de soja em doenças crônicas**. Rev. Nutr., v. 14, n. 1, p. 43-52, jan.-abr. 2001.

FAKHOUR, F. M. et al. Aceitação e intenção de compra de massas alimentícias frescas enriquecidas com extratos vegetais. **SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS**, SLACA, 6º, Campinas, 2005.

FANTA, G.F. **Yes, You can mix oil and water**. Food & Nutrition Research Briefs, Agricultural Research Service (ARS), 1995. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/is/np/fnr/fnr1095.html>>. Acesso em: 16 maio 2016.

FÁVARO-TRINDADE, C.S. et al. Revisão: microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.11, p.103-112, 2008.

FERREIRA, C. L. L. F. **Produtos Lácteos Fermentados: Aspectos Bioquímicos e Tecnológicos**. Caderno Didáticos 3.ed. 112p. Viçosa: Editora UFV, 2005.

GALLINA D. A. Leites fermentados funcionais: tendências e inovações. **Revista Ingredientes Tecnologia**, n.9, p.26-30, 2010.

GALLINA, D. A. et al. Caracterização de leites fermentados com e sem adição de probióticos e prebióticos e avaliação da viabilidade de bactérias lácticas e probióticas durante a vida-de-prateleira. **Journal of Health Sciences**, v. 13, n. 4, 2015.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. **Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics**. J. Nutr., v.125, p.1401-1412, 1995.

GOMES, R.; PENNA, A. L. B. Características reológicas e sensoriais de bebidas lácteas funcionais. **Semana: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, p. 629-646, 2009.

HAULY, M.C.O; FUCHS, R.H.B; PRUDENCIO – FERREIRA, S.H. Suplementação de iogurte de soja com frutooligossacarídeos: características probióticas e aceitabilidade. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.18, nº5, p.613-622, 2005.

HUSSAIN, Istikhar et al. Quality comparison of probiotic and natural yogurt. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 8, n. 1, p. 9-12, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ; PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N. P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JIE, Z. et al. Studies on the effects on the polidextrose intake on physiologic functions on Chinese people. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, n. 6, p. 1503-1509, 2000.

JORDANO, R.; SERRANO, E.C.; TORRES, M.; SALMERON, J. Comparison of three M17 media for the enumeration of *Streptococcus thermophilus* in fermented dairy products. **Journal of Food Protection**, v.55, p.999-1000,1992.

KABAK, B.; OZBEY, F. Assessment of the bioaccessibility of aflatoxins from various food matrices using an in vitro digestion model, and the efficacy of probiotic bacteria in reducing bioaccessibility. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 27, n. 1, p. 21–31, ago. 2012.

KAILASAPATHY, Kasipathy et al. Encapsulation technologies for functional foods and nutraceutical product development. **CAB Reviews: Perspectives in agriculture, veterinary science, nutrition and natural resources**, v. 4, n. 033, p. 1-19, 2009.

KAUR, N.; GUPTA, A.K. **Applications of inulin and Oligofructose in health and nutrition**. J. Biosci., Bangalore, v.27, p.703-714, 2002.

KOMATSU, Tiemy Rosana; BURITI, Flávia Carolina Alonso; SAAD, Susana Marta Isay. Inovação, persistência e criatividade superando barreiras no desenvolvimento de alimentos probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 3, p. 329-347, 2008.

LEE, Y.K., NOMOTO, K., SALMINEN, S., GORBACH, S.L. **Handbook of probiotics**. New York: Wiley, 1999. 211p.

LEITE, Sabrina Torres. Iogurte simbiótico de açaí (*Euterpe edulis* Mart.): caracterização físico-química e viabilidade de bactérias lácticas e probióticas. 2015.

LUCCA, P. A.; TEPPER, B. J. **Fat replacers and the functionality of fat in foods**. Trends Food Sci. Tech, v. 5, n. 1, p. 12-19, Jan 1994.

MAESTRI, B. et al. Avaliação do impacto da adição de inulina e de maçã em leite fermentado probiótico concentrado/Evaluation of the impact of adding inulin and apple to concentrated probiotic fermented milk. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 1, p. 58, 2014.

MARTINS, Guilherme Henrique et al. 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.

MENEZES, L. A. A. Microencapsulação de *Lactobacillus acidophilus* utilizando extrato de soja e maltodextrina. 2015.

MIRZAEI, H. et al. **Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of *Lactobacillus acidophilus* La5 and sensory properties in Iranian white brined cheese.** Food Chemistry, v.132, p.1966-1970, 2012.

OLIVEIRA, M.N.; DAMIN, M.R. **Efeito do teor de sólidos e da concentração de sacarose na acidificação, firmeza e viabilidade de bactérias do iogurte e probióticas em leite fermentado.** Ciênc. Tecnol. Aliment, v.23, supl., p. 172178, 2003.

OLIVEIRA, R. P. S.; PEREGO, P.; OLIVEIRA, M. N; CONVERTI, A. Growth and survival of mixed probiotics in nonfat fermented milk: the effect of inulin. **Chemical Engineering Transactions**, Italy, v. 24, p. 457-462, 2011.

PAUCAR-MENACHO, Luz Maria, et al. **Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado protéico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante.** Ciência e Tecnologia de Alimentos 28.4, p. 767-778, 2008.

PICOT, A., LACROIX, C. Encapsulation of bifidobacteria in whey protein-based microcapsules and survival in simulated gastrointestinal conditions and in yoghurt. **International Dairy Journal**. v. 14, n. 6, p. 505-515, jun.2004.

RAIZEL, Raquel et al. Efeitos do consumo de probióticos, prebióticos e simbióticos para o organismo humano. **Ciência & Saúde**, v. 4, n. 2, p. 66-74, 2011.

ROBERFROID, M.B. **Concepts and strategy of functional food science: the European perspective.** Am. J. Clin. Nutr., Bethesda, v.71, supl.6, p.1660-1664, 2000.

ROSS, R.P.; DESMOND, C.; STANTON, C. **Overcoming the technological hurdles in the development of probiotic foods**. J. Appl. Microbiol., v.98, p.1410-1417, 2005.

SÁ, P.; OLIVEIRA, A.; BELAS, L.; CARINHA, E.; SANTOS, P. **Processamento do Iogurte Gordo Sólido**. Escola Superior Agrária De Coimbra. Processamento Geral dos Alimentos, 2007.

SAAD SMI. **Probióticos e prebióticos: o estado da arte**. Braz J Pharm Sci. 2006; 42:1-16.

SABOYA, L.V.; OETTERER, M.; OLIVEIRA, A.J. Propriedades profiláticas e terapêuticas de leites fermentados- uma revisão. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, SP, v. 31, n. 2, p. 176-185, 1997.

SANDERS, M.E. **Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria**. Int. Dairy J., Amsterdam, v.8, p.341- 347, 1998.

SANDMANN, Priscila; GUERRA, Jéssica. **Polidextrose - Via Farma**. 2013. Disponível em: <<http://viafarmanet.com.br/wp-content/uploads/2015/07/POLIDEXTROSE.pdf>> Acesso em: 28 nov 2016.

SCHREZENMEIR J, VRESE M. **Probiotics, prebiotics and synbiotics – approaching a definition**. Am J Clin Nutr., 2001. Disponível em: <http://www.ajcn.org/cgi/reprint/73/2/361s?maxtoshow=&hits=10&hits=10&resultformat=&fulltext=probiotics+prebiotics&andorexactfulltext=and&searchid=1088567181461_1526&stored_search=&firstindex=0&sortspec=relevance&volume=73&resourcetype=1&journalcode=ajcn>. Acesso em: 22 maio 2016.

SETSER, Carole S., WENDI L. Racette. **Macromolecule replacers in food products**. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* 32.3 (1992): 275-297.

SHAH, N. P. Probiotic bacteria: Selective enumeration and survival in dairy foods. *Journal of Dairy Science*, v. 83, p. 894–907, 2000.

SILVA, A. et al. **Performance of hedonic scales in sensory acceptability of strawberry yogurt**. *Food Quality and Preference*, v. 30, n. 1, p. 9-21, 2013

SOHAIL, A. et al. Survivability of probiotics encapsulated in alginate gel microbeads using a novel impinging aerosols method. **International Journal of Food Microbiology**, v.145, n.1, p.162-168, 2011.

STEFE, Camila de Araújo; ALVES, Mirna Albuquerque Ribeiro; RIBEIRO, Ricardo Laino. Probióticos, prebióticos e simbióticos-artigo de revisão. **Saúde & Ambiente em Revista**, v. 3, n. 1, 2009.

VAN DE WATER, J. **Yogurt and immunity: the health benefits of fermented milk products that contain lactic acid bacteria**. FARNWORTH, E.R., (Ed.). Handbook of fermented functional foods. Boca Raton: CRC Press, 2003. p.113-144.

VASILJEVIC, T.; SHAH, N. P. Probiotics - From Metchnikoff to bioactives. **International Dairy Journal**, v. 18, p. 714-728, 2008.

VENTURINI, Katiani Silva; SARCINELLI, Miryelle Freire; SILVA, LC da. Características do leite. **Boletim Técnico, Universidade Federal do Espírito Santo, Pró-Reitoria de Extensão, Programa Institucional de Extensão, PIE-UFES**, v. 1007, n. 6, 2007.

WALSTRA, P.; GEURTS, T. J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A.; VAN BOEKEL, M. A. J. **Dairy Technology – principles of milk properties and processes**. New York: Marcel Dekker, Inc., 1999.

WEICHERT, S. et al. The role of prebiotics and probiotics in prevention and treatment of childhood infectious diseases. **Pediatric Infectious Disease Journal**, v.31, n.8, p.859-862, 2012

YING, d. et al. Microencapsulated GG in whey protein and resistant starch matrices: Probiotic survival in fruit juice. **Journal of Functional Foods**, v.5, n.1, p.98-105, 2013

ZACARCHENCO, P.B. **Leites fermentados por *Streptococcus thermophilus* adicionados de *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium longun*: isolamento diferencial dos micro-organismos, multiplicação em diferentes condições e feitos nas características sensoriais dos leites fermentados naturais ou modificados**. 2003. 181p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – FEA, UNICAMP.

ZIEMER, C.J., GIBSON, G.R. An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. **Int. Dairy J., Amsterdam**, v.8, p.473-479, 1998.