UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMIDO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

ANDRESSA PADILHA

APLICAÇÃO DA MUCILAGEM DE TARO (*Colocasia esculenta (L.) Schott*) COMO SUBSTITUTO DE GORDURA EM IOGURTE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA
2017

ANDRESSA PADILHA

APLICAÇÃO DA MUCILAGEM DE TARO (*Colocasia esculenta (L.) Schott*) COMO SUBSTITUTO DE GORDURA EM IOGURTE

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho De Diplomação do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Professor Orientador: MSc. Eliana Maria Baldissera.
Co-Orientador: MSc. Márcia Alves Chaves.

MEDIANEIRA

2017

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL
DO PARANÁ - CAMPUS MEDIANEIRA
TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho:

APLICAÇÃO DA MUCILAGEM DE TARO (*Colocasia esculenta (L.) Schott*) COMO SUBSTITUTO DE GORDURA EM IOGURTE

Aluna: Andressa Padilha

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 08:30 horas do dia **23 de junho de 2017**como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado[1].

Professor (a): Eliana Maria Baldissera
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Orientadora)

Marcia Alves Chaves
(Co-orientadora)

Professor (a): Caroline Castilho Garcia
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidada)

Professor (a): Marinês Paula Corso
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidada)

Prof°. Fábio Avelino Bublitz Ferreira
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Responsável pelas atividades de TCC)

[1]A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação de curso

DEDICATÓRIA

Dedico a você Mãezinha.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a um Amigo especial que sempre esteve disponível, escutando-me, confortando-me e fortalecendo-me, me fazendo vencer as dificuldades enfrentadas durante a graduação e a vida. Foi esse amigo que me fez acreditar que conseguiria o que quisesse sem precisar passar por cima de ninguém. Foi ele que me fez crer que com humildade e boa vontade tudo se torna possível. Obrigada meu Deus por me acompanhar nesses momentos difíceis e por ter me oferecido o que de melhor eu pudesse ter.

A minha família, por aguentar meus choros, angustias, inquietação. Pelas despedidas que pareciam infinitas na rodoviária, pelas palavras de carinho, pelas ligações, pelos bilhetes de carinho, pelo auxílio financeiro e pela ajuda emocional e psicológica. Obrigada por simplesmente terem acreditado em mim durante esse período. Não foram momentos fáceis, mas, vencemos.

A minha irmã Alini, por ter acreditado nesse sonho junto comigo, pelo apoio, pelas críticas construtivas no decorrer da faculdade, por ter me incentivado por inúmeras vezes quando pensei em desistir, por me levar na rodoviária mesmo não querendo ir, e você dizia “já já tu volta pra ficar”. Prepare-se, pois, estou voltando.

Ao meu colega que virou amigo, depois virou confidente, que se tornou meu namorado, depois companheiro e hoje uma parte de mim. Obrigada Rafael, por estar do meu lado nesse período, por ter feito as minhas noites de estudo mais alegre, por ter me incentivado quando a nota que esperava não era aquela, por ter me ensinado a viver longe de casa. Sou grata por tua compreensão, paciência e pelos momentos de descontração. Só quem estava conosco nesses momentos, sabem o que passamos e o que vivemos e acredito que esses momentos foram menos difícil por que você estava lá, junto comigo.

À minha amiga Rafa Dal´Prá Brand, que esteve comigo ao longo da minha vida acadêmica e pessoal, você fez e fará toda a diferença na minha vida, pelas palavras de conforto, pelos momentos de tristeza no qual me acompanhou, pelas risadas durante algumas madrugadas, pelas quartas-feiras dia de esfira, pelos bolos, e panquecas. Obrigada por dividir comigo seu quarto e juntas compartilharmos nossos problemas e por que não as fofocas. Agradeço por tolerar meu mau humor e os surtos quando a casa estava um caos e por isso me ensinar a ver a vida de um jeito diferente. Enfim, fica aqui minha eterna gratidão por tudo o que fez por mim.

Ao meu amigo Francisco, pelas risadas, pelos cafés da tarde acompanhado de uma simpatia e um sorriso que só os “phynos” tem. Pelas viagens sem sair do lugar, na qual me levou por diversas vezes a Europa no sofá da sala, por ser sempre verdadeiro sem perder a amizade, por ter o quarto mais cheiroso da casa, pela simplicidade e carisma.

A você minha amiga, batalhadora, lutadora, guerreira, orientadora Márcia. Obrigada por me ensinar o conteúdo especifico da graduação, mas em especial, agradeço por ser quem você é mãe, filha, irmã, amiga e professora. Por isso não poderia deixar de ter você orientando esse trabalho, onde me ensinou por diversas vezes qual caminho trilhar, estando sempre próxima nos momentos de dificuldades, ouvindo-me e aconselhando-me. Mesmo quando seu contrato de professor colaborador se encerrou e sem ter nenhuma remuneração como co-orientadora, você estava ali presente, empenhando-se nesse trabalho, analisando os dados, participando e incentivando. Tenho por ti muito carinho, respeito, admiração e lealdade. Posso dizer-te que terei muito que te agradecer por tudo fez. Acredito que essa amizade irá além do contrato que fizemos na UTFPR.

À minha orientadora Eliana, por ter acreditado junto comigo que esse trabalho seria possível mesmo passando pelas dificuldades durante o período de TCC, pelo estresse e risadas, mostrado-me que professor vai além da sala de aula. É diante das dificuldades que temos que estar fortes para vencermos,

A vocês meninas, Rosana, Bianca, Daneysa, Karina e Alexia que se disponibilizaram em me auxiliar em algumas análises, fica aqui meu muito obrigado.

A todos os professores responsáveis pela minha formação estudantil. Aos professores da pré-escola, ensino fundamental e ensino médio, fica aqui meu reconhecimento por tudo o que fizeram. Sem esse início jamais teria chegado ao ensino superior.

A todos os professores que passaram pela minha vida acadêmica durante a faculdade, agradeço por terem doado seu tempo para que eu pudesse construir o meu conhecimento. Meu agradecimento a vocês será eterno, afinal, vocês foram primordiais na minha vida profissional e pessoal. Paulo Oyama, Nádia, Carol, Denise, Marinês, Saraspathy, Cleonice, Gláucia, Cristiane, Carla, Fábio, Gustavo, César, André, Cidmar, Claudimara, Deisy, Diego, Eliane, Michelle, Aprigio, Rodrigo, Paulo Bittencourt, Renata, Shiderlene, Padilha e William. Se eu cheguei até o final desta etapa foi pela diferença que fizeram em minha vida. Muito Obrigada.

Nada é em vão, se não é benção é lição!”

Meire Oliveira

RESUMO

PADILHA, Andressa. Aplicação da mucilagem de taro (*Colocasia esculenta (L.) Schott)* como substituto de gordura em iogurte. 2017. 53p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2017.

Resumo: Tem-se observado uma crescente demanda por formulações alimentícias de base láctea, a qual vem sendo impulsionada no mercado por consumidores cada vez mais preocupados com um estilo de vida saudável. Um dos parâmetros mais abordados no desenvolvimento desses novos produtos é redução calórica, diminuindo-se preferencialmente os níveis de lipídios e carboidratos nos alimentos industrializados. Contudo, a gordura possui um papel fundamental, atribuindo características tecnológicas e sensoriais importantes nos derivados lácteos. Esses fatores têm condicionado as indústrias a buscarem alternativas que mimetizem as suas ações, utilizando-se de substitutos, que conferem propriedades similares aos ofertados pela gordura nos alimentos. Entre os substitutos estão os amidos, fibras, gomas e mucilagens, como a extraída de tubérculos do taro (*Colocasia esculenta (L.) Schott*) com propriedades espessante, estabilizante e emulsificante, sendo estas características fundamentais para a elaboração de iogurte. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver formulações de iogurte, utilizando-se da mucilagem de taro nas proporções de 25, 50 e 75 % em substituição a base lipídica de uma formulação padrão (6 g/100 g) e acompanhar as análises no tempo 0 (composição centesimal e energia total) e durante 21 dias (pH, acidez, sinérese, capacidade de retenção de água, parâmetros de cor e parâmetros reológicos). O processo fermentativo das quatro formulações transcorreu até a obtenção de um pH abaixo do ponto isoelétrico das caseínas (4,6) e acidez titulável em torno de 1,0 g de ácido láctico /100 g de iogurte (8 h), caracterizando a formação da rede do gel protéico. Os teores de proteína e acidez atenderam o preconizado pela legislação vigente. Ainda, verificou-se que a adição da mucilagem de taro promoveu redução nos níveis de lipídios e energia total e aumento nos parâmetros de cinzas, umidade e carboidratos totais. Em relação à sinérese observou-se que, independente no nível de substituição da gordura, em todas as formulações de iogurte houve a tendência de maior dessoramento com o transcorrer do período de incubação, sendo mais evidente nas formulações com maiores proporções de mucilagem de taro. A sinérese também influenciou nos resultados de cor, diminuindo a luminosidade conforme o aumento na expulsão de soro de cor esverdeada, indicado pelos parâmetros *a** e *b**. A viscosidade aparente foi menor no final do período de armazenamento refrigerado, provavelmente pelo aumento de soro acumulado na estrutura frágil do gel, sendo que as formulações adicionadas de mucilagem apresentaram comportamento semelhante caracterizados como fluidos não–newtonianos com escoamento pseudoplástico e tixotrópico. Concluiu-se que apesar dos resultados obtidos no presente trabalho, são necessários novos estudos com a aplicação da mucilagem de taro. Contudo, considera-se importante as informações encontradas como uma das primeiras pesquisas a utilizar-se dessa goma e avaliá-la sobre os parâmetros centesimais (pH, acidez, umidade, cinzas, proteína, lipídios, carboidratos) e cor e os parâmetros reológicos (viscosidade) dos iogurtes com baixo teor de gordura.

Palavras-chave: Leite Fermentado. Mucilagem. Gordura.

ABSTRACT

PADILHA, Andressa. Application of taro mucilage (*Colocasia esculenta (L.) Schott)* as a substitute for fat in yogurt. 2017. 53p. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2017.

There has been an increasing demand for dairy based food formulations, which has been driven by consumers increasingly concerned about a healthy lifestyle. One of the parameters most discussed in the development of these new products is caloric reduction, preferentially lowering the levels of lipids and carbohydrates in industrialized foods. However, fat plays a key role, attributing important technological and sensory characteristics to dairy products. These factors have conditioned the industries to seek alternatives that mimic their actions, using substitutes, which confer properties similar to those offered by fat in foods. Among the substitutes are starches, fibers, gums and mucilages, such as that extracted from tubers of the taro (Colocasia esculenta (L.) Schott) with thickening, stabilizing and emulsifying properties, being these fundamental characteristics for the elaboration of yogurt. The objective of the present study was to develop yogurt formulations using 25, 50 and 75% taro mucilage replacing the lipid base of a standard formulation (6 g / 100 g) and to follow the analysis in time 0 (centesimal composition and total energy) and throughout 21 days (PH, acidity, syneresis, retention capacity and water, color parameters and rheological parameters). The fermentation process of the four formulations was followed by a pH below the isoelectric point of the caseins (4.6) and titratable acidity around 1.0 g of lactic acid / 100 g of yogurt (8 h), characterizing the formation of the protein gel network. The levels of protein and acidity met the requirements of the current legislation. Also, it was verified that the addition of taro mucilage promoted a reduction in lipid and total energy levels and an increase in the parameters of ash, moisture and total carbohydrates. Regarding syneresis, it was observed that, in the fat substitution level, in all yogurt formulations, there was a tendency for more desorption with the incubation period, being more evident in the formulations with the increase in mucilage ratios of Taro. The syneresis also influenced the color results, decreasing the luminosity according to the increase in the expulsion of serum of greenish color, indicated by the parameters a * and b *. The apparent viscosity was also lower at the end of the refrigerated storage period, probably due to the increase of serum accumulated in the fragile gel structure, with F1, F2 and F3 exhibiting similar behavior characterized as non-Newtonian fluids with pseudoplastic thixotropic flow. It is concluded that despite the results obtained in the present work, new studies are needed with the application of taro mucilage. However, the information found is important, as one of the first researches to use this gum and evaluate it on the properties of low-fat yogurts.

Keywords: Fermented milk. Mucilage. Fat.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - A) Plantas e tubérculos de inhame (Discorea caymensis); B) Planta e tubérculo de taro (Colocasia esculenta (L.) Schott) 17
FIGURA 2 - Fator de multiplicação das culturas starter x tempo de fermentação do iogurte 21
FIGURA 3 - Fluxograma das etapas do processamento do iogurte 26
FIGURA 4 - Valores de acidez e pH durante o processo de fermentação das formulações de iogurtes 30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Composição nutricional do tubérculo de taro (100 g) 17
TABELA 2 - Percentuais dos ingredientes utilizados nas formulações de iogurte 25
TABELA 3 - Composição centesimal e valor energético das formulações.....32
TABELA 4 - Análises de pH, acidez, sinérese e capacidade de retenção de água (CRA) do iogurte a 10 °C nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias.....35
TABELA 5 - Parâmetros de cor do iogurte a 10 °C nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias ...39
TABELA 6 - Parâmetros reológicos do iogurte a 10 C nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias 41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
2 OBJETIVOS 15
2.1 OBJETIVO GERAL 15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 16
3.1 TARO *(Colocasia esculenta (L.) Schott)* 16
3.1.1 Histórico de Produtividade e Características do Taro 16
3.1.2 Mucilagem de Taro 18
3.2 IOGURTE 19
3.2.1 Legislação e Consumo de Iogurte 19
3.2.2 Processo fermentativo e Formação do Gel do Iogurte 20
3.2.3 Iogurtes com Baixo Teor de Gordura 22
4 MATERIAL E MÉTODOS 24
4.1 MATERIAL 24
4.2 MÉTODOS 24
4.2.1 Extração da Mucilagem Bruta de Taro (Colocasia esculenta (L.) Schott) 24
4.2.2 Elaboração do Iogurte 25
4.2.3 Análises do Iogurte 27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 30
5.1 PROCESSO FERMENTATIVO DAS FORMULAÇÕES DE IOGURTE 30
5.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E VALOR ENERGÉTICO DAS FORMULAÇÕES DE IOGURTE 32
5.3 ACOMPANHAMENTO DAS FORMULAÇÕES NO PERÍODO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO 33
5.3.1 Análises de pH, Acidez, Sinérese e Capacidade de Retenção de Água 34
5.3.2 Parâmetros de Cor 37
5.3.3 Parâmetros Reológicos 40
6 CONCLUSÃO 42
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 45
REFERÊNCIAS 46

1 INTRODUÇÃO

Segundo Thamer e Penna (2006), a procura por uma alimentação equilibrada na manutenção da saúde tem despertado interesse na comunidade científica, a qual têm empenhado-se em pesquisas envolvendo alguns alimentos que atuam na prevenção de doenças e possibilitando a inovação de formulações alimentícias com novos nichos de mercado.

Entre esses produtos, têm-se observado que os produtos lácteos para fins especiais vêm apresentando crescimento superior aos lácteos tradicionais, com ênfase para os leites fermentados a exemplo dos iogurtes.

Entende-se por iogurte o produto resultante da fermentação do leite pasteurizado ou esterilizado, por fermentos lácteos específicos (*Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*), devendo ser viáveis, ativos e abundantes no produto final durante seu prazo de validade. Essa fermentação realizada pelos cultivos protosimbióticos produzem no iogurte, componentes como ácido lático, diacetil, acetona, acetoína, ácido acético e acetaldeído, responsáveis pelo sabor característico deste produto (BASTIANI, 2009).

Segundo Pimentel (2009) e Mazochi (2009), os iogurtes devem apresentar os seguintes atributos: corpo viscoso, firme e coeso; textura suave, livre de grumos e sem fissuras e sabor ácido com maior concentração do componente volátil acetaldeído. Tais propriedades devem ser preservadas durante toda vida útil do produto (30 dias) sem que ocorra a sinérese.

Para Staffolo et al. (2004), o iogurte é um dos produtos lácteos com forte tendência no aumento do consumo, devido à grande diversificação destes leites fermentados, incluindo a categoria dos iogurtes *ligth*.

Estudos sobre a redução do teor de gordura em iogurte são promissores, no entanto, o grande desafio em realizar a diminuição nos níveis de gordura é manter as propriedades tecnológicas do iogurte. Assim, quando a gordura é removida e substituída por água e outros ingredientes, a formulação resultante deve reconstruir completamente as propriedades desejadas no alimento, conferindo características sensoriais de cremosidade e maciez (PINHEIRO; PENA, 2004).

O uso de substitutos é uma alternativa para tornar o produto com aspecto similar àqueles desempenhados pela gordura, mimetizando sabor, textura, aparência

com menor teor calórico nas formulações. Entre esses substitutos utilizados podem ser citados as gomas, amidos, fibras e mucilagens (MODZELEWSKA-KAPITULA; KLEBUKOWSKA, 2009). As gomas mais utilizadas em iogurtes comerciais são alfarroba, xantana, guar, carragena e carboximetilcelulose (MATHIAS et al., 2013). Contudo, alguns estudos em leites fermentados tem feito uso de mucilagens extraídas de sementes e tubérculos, a citar: mucilagem das sementes de chia (SPADA et al., 2014) e de agrião (BEHNIA et al., 2013) e mucilagem do rizoma de inhame (MANZANO, 2007).

A mucilagem de taro apresenta um aspecto viscoso e tonalidade clara, que de acordo com Tavares et al. (2011) e Nip (1997) pode alcançar valores de 6,84 g a 10 g por 100 g do tubérculo. Lin e Huang (1993) também salientam que a mucilagem deste vegetal tem propriedades emulsificantes e estabilizantes, tendo seu uso especialmente em produtos de panificação.

Observando a forte tendência em utilizar-se de gomas naturais em substituição a gordura nos produtos alimentícios, o objetivo deste trabalho foi desenvolver formulações de iogurte com aplicação da mucilagem de taro em diferentes níveis, e avaliar as características de composição centesimal e as propriedades tecnológicas deste leite fermentado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver formulações de iogurte, utilizando a mucilagem de taro (*Colocasia esculenta (L.*) *Schott*) como substituto de gordura em diferentes proporções.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a extração da mucilagem do tubérculo de taro (*Colocasia esculenta (L.) Schoot);*
- Utilizar a mucilagem úmida nas proporções de 25, 50 e 75 % como substituto da gordura em iogurte;
- Acompanhar o processo de fermentação das formulações de iogurte;
- Realizar análises de composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios totais, proteína bruta e carboidratos totais) e energia total nas formulações de iogurte;
- Realizar nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias as análises de pH, acidez, sinérese, capacidade de retenção de água, parâmetros de cor e comportamento reológico das formulações de iogurte;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 TARO *(Colocasia esculenta (L.) Schott)*

3.1.1 Histórico de Produtividade e Características do Taro

O taro (*Colocasia esculenta (L.) Schott*) é uma planta originária de regiões da Ásia (Índia, Bangladesh e Myanmar), pertencente à família *Araceae* e que caracteriza-se por folhas grandes, de cor verde escura e altura variando entre 30 a 180 cm de acordo com sua cultivar (BRASIL, 2010).

O cultivo do taro é realizado em regiões de clima tropical, quente e úmido, porém, a planta apresenta boa adaptação às condições climáticas e pode ser cultivada em regiões de clima ameno, no período de setembro a dezembro e em regiões de clima quente, no período de agosto a fevereiro. A colheita do tubérculo é realizada por volta de sete a nove meses após o plantio, quando as folhas dessa planta começam a amarelar e secar (BRASIL, 2010).

Estima-se que no Brasil, a introdução de plantas da família *Araceae* foi promovida pelos portugueses e, desde então, houve expressivo crescimento do seu cultivo, totalizando aproximadamente 35 gêneros e 400 espécies nativas, das quais as mais usadas na alimentação são o taro e a taioba com lavouras concentradas principalmente no sul da Bahia e sudeste brasileiro (SOUZA; LORENZI, 2005; REIS et al., 2010).

Segundo Franco (1998), juntamente com a batata, mandioca, batata-doce e o inhame, o taro compõem o grupo das amiláceas, consumidas por 70 % da população mundial, sendo que a composição nutricional deste tubérculo pode ser observada na Tabela 1. Para Huang et al. (2007) e Kim et al. (1995), aproximadamente 80 % da matéria seca do taro é constituído por carboidratos, dos quais estão presente frações de mucilagem, amido e açúcares.

A parte de maior utilização comercial do taro é o tubérculo, muitas vezes confundido com o inhame, possivelmente em razão das semelhanças entre as plantas das famílias *Dioscoreas* e *Araceas,* conforme pode ser observado na Figura 1. Em

razão desta confusão quanto à nomenclatura dos vegetais, as *Colocasia esculenta (L.) Schott*, passam a ter denominação de “taro”, e as *Dioscoreas spp*., a serem denominadas por “inhame” (PEDRALLI et al., 2002).

Tabela 1 - Composição nutricional do tubérculo de taro (100 g)

Composição	Tubérculo de taro (*Colocasiaesculenta (L) Schott*)
Umidade (g /100 g)	73,10
Glicídios (g/100 g)	14,60
Proteínas (g/100 g)	1,50
Lipídios (g/100 g)	0,20
Fibras (g/100 g)	1,00
Cálcio (mg/100 g)	25,00
Fósforo (mg/100 g)	50,00
Ferro (mg/100 g)	4,00

Fonte: Franco (1998)

Figura 1 - A) Plantas e tubérculos de inhame (*Discorea caymensis*); B) Planta e tubérculo de taro (*Colocasia esculenta (L.) Schott*)

Fonte: Paula (2009)

Segundo Lima (2002), o taro pode ser utilizado em várias aplicações nas indústrias alimentícias, farmacêutica e de produtos químicos. As propriedades medicinais de algumas espécies garantem seu emprego na farmacologia, como depurativo sanguíneo e na síntese de cortisona e hormônios esteróides, além de possuir atividade emulsificante em sua mucilagem (TAVARES, 2009; CARMO; BOREL, 2002).

3.1.2 Mucilagem de Taro

A mucilagem é uma substância gomosa encontrada em alguns vegetais. Do ponto de vista físico, apresenta-se como um sistema coloidal líquido, sendo, portanto, um hidrogel, constituído por água, pectinas, açúcares e ácidos orgânicos (TAVARES et al., 2011).

Segundo Almeida (2012), a mucilagem de taro (*Colocasia esculenta (L.) Schott*), apresenta propriedades funcionais e nutricionais de grande importância devido à fração de amido existente nesse tubérculo. As propriedades funcionais dos amidos, como a relação amido-água, temperaturas de gelatinização, formação de gel, propriedade de pasta, capacidade de inchamento e solubilidade, são de suma importância para definir seu uso no setor industrial (LINDEBOOM; CHANG; TYLER, 2004 e RAEKER et al., 1998).

No que diz respeito à obtenção da mucilagem, diferentes fatores podem contribuir com o rendimento e consequente composição desta mucilagem, sendo o método de extração, a variedade e o estágio fisiológico do taro os de maior relevância. Tavares (2009) encontrou 6,84 g/100 g da mucilagem de taro após o processo de liofilização.

De acordo com a pesquisa de Njintang et al. (2011), que avaliaram mucilagem de seis variedades diferentes de taro, a quantidade de carboidratos varia entre 46 a 69 %, sugerindo que hidratos de carbono são os principais componentes desse produto, sendo galactose, manose e arabinose os principais monossacarídeos. Quanto ao teor de proteínas, observou-se valores de 30 a 50 %, tendo como principais aminoácidos, o ácido aspártico e asparagina, o ácido glutâmico e glutamina, glicina, leucina, serina e alanina.

Muitos polissacarídeos não amiláceos têm função como componente da parede celular, porém, os mais abundantes no taro são as proteínas arabinogalactanas (AGP), que estão presentes na mucilagem, conferindo a ela propriedades emulsificantes (JIANG; RAMASDEN, 1999; LIN; HUANG, 1993).

As mucilagens de raízes e tubérculos tropicais, como taro e inhame, exibem propriedades reológicas únicas, com potencial considerável como espessante e estabilizante de alimentos (FEDENIUK; BILIADERIS, 1994).

De acordo com a pesquisa de Andrade (2013), a mucilagem liofilizada

apresentou boa capacidade de emulsificação em massas e líquidos. Fonseca (2006) estudou a ação da mucilagem do taro *in natura* e liofilizada, principalmente sob a textura de pão de forma e concluiu que o melhor efeito melhorador foi obtido com a utilização da mucilagem liofilizada. Andrade, Nunes e Pereira (2015) também relataram aspectos de qualidade física e nutricional em pão de forma adicionado de 0,75 g/100 g de mucilagem liofilizada.

Observando as pesquisas com a mucilagem de taro, nota-se que sua aplicação encontra-se restrita a produtos de panificação, necessitando maior investigação das suas potencialidades em formulações lácteas, a exemplo do iogurte.

3.2 IOGURTE

3.2.1 Legislação e Consumo de Iogurte

De acordo com a Instrução Normativa nº 46 de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007), leites fermentados são definidos como produtos obtidos por coagulação e diminuição do pH do leite, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de micro-organismos específicos, os quais devem permanecer viáveis, ativos e abundantes no produto final durante seu prazo de validade. Entre esses produtos fermentados, encontra-se o iogurte, produzido pela ação conjunta de cultivos protosimbióticos de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*.

A procura e o consumo deste produto vêm se intensificando a cada ano sendo estimulado pelas características sensoriais de sabor, textura e aroma, combinadas às propriedades nutricionais do iogurte (FORSYTHE, 2002; ROCHA et al., 2005).

Contudo, apesar de apresentar expansão no mercado de produtos lácteos, com crescimento superior a 60 % entre os anos de 2003 a 2014, o Brasil ainda permanece abaixo dos parâmetros de consumo de iogurte, quando comparado a países como França (36,4 Kg/pessoa/ano) e Argentina (13,5 Kg/pessoa/ano), uma vez que em 2014, o consumo no país foi de 7,5 Kg/pessoa/ano (MILK POINT, 2014).

Segundo Teixeira et al. (2000), o iogurte constitui uma rica fonte de proteínas,

cálcio, fósforo, vitaminas e carboidratos e seu consumo está relacionado à imagem positiva de alimento saudável e nutritivo, associado as suas qualidades sensoriais e funcionais.

Para Ferreira (2003), a indústria de laticínios está entre aquelas que apresentam maior crescimento na disponibilização de produtos funcionais, em especial nos segmentos de iogurtes e outros leites fermentados. Perez (2007), salienta que os maiores benefícios do consumo do iogurte estão relacionados a ação das proteínas e enzimas digestivas no organismo humano, promovendo a absorção de cálcio, fósforo, ferro e melhor digestibilidade das proteínas. A ingestão regular de iogurte também propicia a síntese de tecidos nervosos e cerebrosídeos em crianças, além de ser uma maneira indireta de consumir leite.

Ainda, devido à ação metabólica das bactérias durante o processo fermentativo, a lactose é transformada em açúcares mais simples que podem ser absorvidos por pessoas deficientes da enzima lactase (SALADO; ANDRADE, 1989).

3.2.2 Processo fermentativo e Formação do Gel do Iogurte

Os leites fermentados podem ser definidos como preparados lácteos em que o leite de diferentes espécies (vaca, ovelha, cabra e alguns casos, búfala e égua) sofre um processo fermentativo que modifica suas propriedades sensoriais (ORDÓNEZ, 2005).

Para o desenvolvimento ideal do processo de fermentação, as culturas devem ser resistentes à degradação, apresentar poder acidificante, boa capacidade de desenvolvimento em simbiose, além de produzir substâncias responsáveis pela viscosidade, sabor e aroma do iogurte (UFSC, 2004).

Logo após a inoculação das culturas *starters,* o *Streptococcus thermophilus* desenvolve-se e, com o seu crescimento, o ácido láctico produzido é acumulado, reduzindo parcialmente o pH e lançando no meio algumas substâncias aminadas originadas da proteína do soro que servem de estímulo para o desenvolvimento do *Lactobacillus bulgaricus*. Este, por sua vez, passa a se desenvolver, diminuindo ainda mais o pH e produzindo no meio aminoácidos como glicina, histidina e valina, que estimulam o crescimento do *S. thermophilus.* Com o passar do período de

fermentação, mais ácido láctico é acumulado no meio, sendo limitante para o desenvolvimento do *S. thermophilus*. O *L. bulgaricus* por ser mais resistente à acidez aumenta em número, sobressaindo-se ao final do processo. O *L. bulgaricus*, no início do processo, cresce lentamente, mas permanece viável por mais tempo do que o *S. thermophilus*. Quando a fermentação alcança o pH 4,3, ambas bactérias passam a ser inibidas e no final da fermentação, a proporção entre os dois micro-organismos encontra-se equilibrada (1:1). O coágulo formado deve possuir pH entre 4,5 e 4,7 e concentração de ácido láctico de 0,9 %, com características de gel liso, brilhante e sem desprendimento de soro ou gases (FERREIRA, 1996; UFSC, 2004).

A Figura 2 demonstra o processo de evolução simbiótica das culturas lácticas utilizadas na produção de iogurte durante o processo de fermentação.

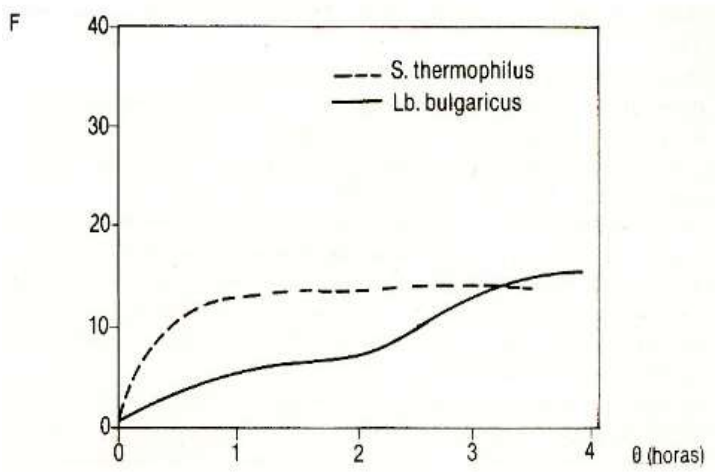

Figura 2 - Fator de multiplicação das culturas starter x tempo de fermentação do iogurte

Fonte: UFSC (2004)

Durante o processo de fermentação ocorre a formação de ácido láctico como produto principal, que contribui para a desestabilização da micela de caseína, provocando sua coagulação no ponto isoelétrico (pH 4,6 a 4,7) e conduzindo à formação de um gel. Também são formados outros componentes em menor escala e que influenciam profundamente nas características sensoriais do iogurte, como o acetaldeído, produzido em maiores quantidades, seguido por acetona, 2-butanona, diacetil e acetoína (MUNDIM, 2008).

Outro aspecto de importância para a formação do gel durante o processo de acidificação é a homogeneização do leite, para aumentar a estabilidade e consistência dos produtos fermentados, proporcionando melhor corpo e brilho. Esse aumento da

viscosidade está relacionado à mudança na capacidade de retenção de água das proteínas do leite. A viscosidade também depende da temperatura de homogeneização, a qual promove modificações na estrutura físico-química das proteínas, provocando uma desnaturação parcial das proteínas do soro, sendo fundamental na estabilidade do gel do iogurte. A interação promovida pelo calor entre a proteína do soro desnaturada e a caseína é importante, uma vez que aumenta as propriedades hidrofílicas da caseína, facilitando a formação de um coágulo estável (TAMIME; ROBINSON, 1991).

Segundo Mathias et al. (2013), a textura do gel em iogurtes é influenciada principalmente por sua consistência e viscosidade. Tais parâmetros estão intimamente relacionados com o conteúdo de gordura presente neste produto, que devido às suas propriedades físicas é considerada um ingrediente chave para os aspectos sensoriais e fisiológicos, contribuindo para o sabor, cremosidade, aparência e aroma dos produtos desenvolvidos (NEY, 1988).

Para Mun et al. (2009), o grande desafio na elaboração de produtos com isenção e/ou substituição parcial de gordura é a preservação de suas características sensoriais e propriedades reológicas, sendo muitas vezes necessário utilizar uma combinação de ingredientes com diferentes papéis funcionais para compensar a gordura substituída.

3.2.3 Iogurtes com Baixo Teor de Gordura

Segundo a Instrução Normativa nº 46 (BRASIL, 2007), os iogurtes podem ser classificados de acordo com o teor de gordura em: iogurtes com creme, sendo aqueles cuja base láctea possui conteúdo de matéria gorda mínima de 6,0 g/100 g; iogurtes integrais, considerados aqueles cuja base láctea apresente conteúdo de matéria gorda mínima de 3,0 g/100 g; iogurtes parcialmente desnatados são aqueles cuja base láctea possua um conteúdo de matéria gorda máxima de 2,9 g/100 g; iogurtes desnatados, os quais devem possuir na base láctea, matéria gorda máxima de 0,5 g/100 g.

O iogurte desnatado representa importante parcela do mercado, especialmente por ser consumido por indivíduos que encontram-se com excesso de

peso, que apresentam dislipidemias, diabetes e cardiopatias, ou por indivíduos que buscam uma vida saudável. Contudo, Sivieri e Oliveira (2002) ressaltam que a aceitabilidade deste iogurte depende principalmente de suas características de textura e corpo.

Iogurtes com baixo teor de gordura tendem a apresentar textura mais frágil e quebradiça, por esse motivo a quantidade e qualidade dos sólidos acrescidos à mistura-base, bem como o tratamento térmico subsequente, são de fundamental importância para garantir um produto de alta qualidade (ANTUNES, 2004).

A baixa viscosidade do iogurte desnatado tem motivado pesquisadores a estudarem alternativas para melhoria do perfil de textura desses produtos. Neste sentido, Folkenberg et al. (2006) utilizaram culturas *starter* especiais para produzir exopolissacarídeos e aumentar a consistência de leites fermentados, enquanto Remeuf et al. (2003) avaliaram a influência do tratamento térmico no comportamento reológico do gel do iogurte. Outros trabalhos propuseram a adição de espessantes e derivados como o soro de leite, para melhoria das características reológicas, físico-químicas e sensoriais do iogurte (GUGGISBERG et al., 2007).

Outro aspecto importante na formulação desses produtos é a utilização de substitutos da base lipídica, conferindo ao produto menor poder energético e com boas propriedades sensoriais e tecnológicas. Os substitutos de gordura podem ser usados para promover a função total ou parcial das gorduras, podendo ser citados aqueles a base de carboidratos, como celulose, dextrinas, maltodextrinas, polidextrose, gomas, fibras e amido modificado (ADA, 2005).

Entre os estudos sobre substitutos de gordura em formulações de iogurte, destaca-se o trabalho realizado por Moraes (2011) que utilizou concentrado proteico de soro, caseína micelar concentrada e inulina, com resultados promissores para o aumento da capacidade de retenção de água, elasticidade e índice de consistência dos iogurtes. Pimentel (2009) também desenvolveu formulações de iogurtes probióticos com inulina como substituto de gordura, obtendo resultados satisfatórios, no produto desnatado, sendo igualmente aceito ao iogurte integral.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

O leite desnatado fluido (0,5 g/100 g de gordura), o leite em pó integral (27 g/100 g de gordura), o creme de leite (45 g/100 g de gordura), a sacarose cristalina e o tubérculo de taro (para obtenção da mucilagem) foram adquiridos no comércio local de Medianeira, enquanto a cultura fermentativa de iogurte (*L. bulgaricus e S. thermophillus*) foi doada por uma empresa da região oeste do Paraná.

Para a elaboração do iogurte e realização das análises foram utilizados os laboratórios de Industrialização de Laticínios e Análise de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, cuja estrutura é adequada para o desenvolvimento das atividades de pesquisa, garantindo a qualidade e segurança alimentar do produto desenvolvido.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Extração da Mucilagem Bruta de Taro (*Colocasia esculenta (L.) Schott*)

Para a obtenção da mucilagem, foram selecionados tubérculos sadios, os quais foram lavados e sanitizados com hipoclorito de sódio (20 ppm) por 10 minutos para remoção das sujidades e redução da carga microbiana. Na sequência, com auxílio de uma faca, realizou-se a retirada das cascas, sendo os tubérculos novamente higienizados e, então, fracionados em pedaços de aproximadamente 1 cm de espessura e submetidos ao branqueamento em água (100 ºC/60 s) a fim de evitar o escurecimento enzimático. Em seguida, os pedaços do tubérculo foram triturados no liquidificador (modelo MG-W00, marca Oster) em velocidade máxima por 5 minutos e a mistura obtida foi filtrada em malha de poliéster (40 cm x 40 cm), conforme a metodologia de Contado et al. (2009). A mucilagem extraída foi acondicionada em

embalagens de polietileno e armazenada sob refrigeração (6 ºC± 1 ºC) até o momento de sua utilização.

4.2.2 Elaboração do Iogurte

Para o desenvolvimento do iogurte, realizaram-se pré-testes com intuito de investigar a proporção de mucilagem a ser utilizada nas formulações, sendo então proposta a substituição de 25, 50 e 75 % da gordura com base em uma formulação padrão (6 g/100 g de gordura). O cálculo dos ingredientes foi realizado individualmente para cada formulação, considerando o percentual de lipídios totais preconizado pelos fabricantes (leite fluído, leite em pó e creme de leite), conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Percentuais dos ingredientes utilizados nas formulações de iogurte

Ingredientes*	FP (%)	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
Sacarose cristalina	10	10	10	10
Leite em pó integral (28 g/100 g de gordura)	4	4	4	4
Creme de leite (45 g/100 g de gordura)	10,97	7,64	4,31	0,98
Mucilagem de taro	0	25	50	75
Cultura *starter*	0,9	0,9	0,9	0,9

* Os ingredientes foram calculados para 2 L de leite fluido desnatado com 0,5 g/100 g de gordura
FP: Formulação padrão (sem adição de mucilagem e 6 g/100 g de gordura); F1: Formulação com 25 % de substituição da gordura por mucilagem; F2: Formulação com 50 % de substituição da gordura por mucilagem; F3: Formulação com 75 % de substituição da gordura por mucilagem.

Primeiramente, as matérias-primas foram separadas e pesadas em balança analítica (modelo BCW15, marca Welmy), sendo realizada uma mistura prévia dos ingredientes secos (leite em pó e sacarose cristalina), os quais foram adicionados ao leite fluido aquecido a 40 ºC. Quando a temperatura alcançou 60 ºC acrescentou-se o creme de leite e, nas formulações com substituição parcial da gordura, a mucilagem de taro. A mistura foi homogeneizada e submetida ao tratamento térmico (90 °C/5 min), sendo posteriormente resfriada a 45 ºC para inoculação do fermento láctico de

S. thermophilus e *L. bulgaricus*, seguidos de incubação a 42 °C ± 1 °C em câmara com temperatura controlada (modelo 101M/3 marca Eletrolab). O processo de fermentação foi acompanhado até atingir uma acidez média de 1,0 g de ácido láctico em 100 g de produto (8 h). Então as formulações foram resfriadas por 12 h em câmara de refrigeração (6 ºC ± 1 ºC) para posterior quebra do coágulo. As formulações foram acondicionadas em embalagens de polietileno de alta densidade para serem avaliadas em diferentes tempos (0, 7, 14 e 21 dias) a fim de simular o armazenamento comercial refrigerado (10 ºC ± 1 ºC). O fluxograma de preparo das formulações do iogurte é demonstrado na Figura 3.

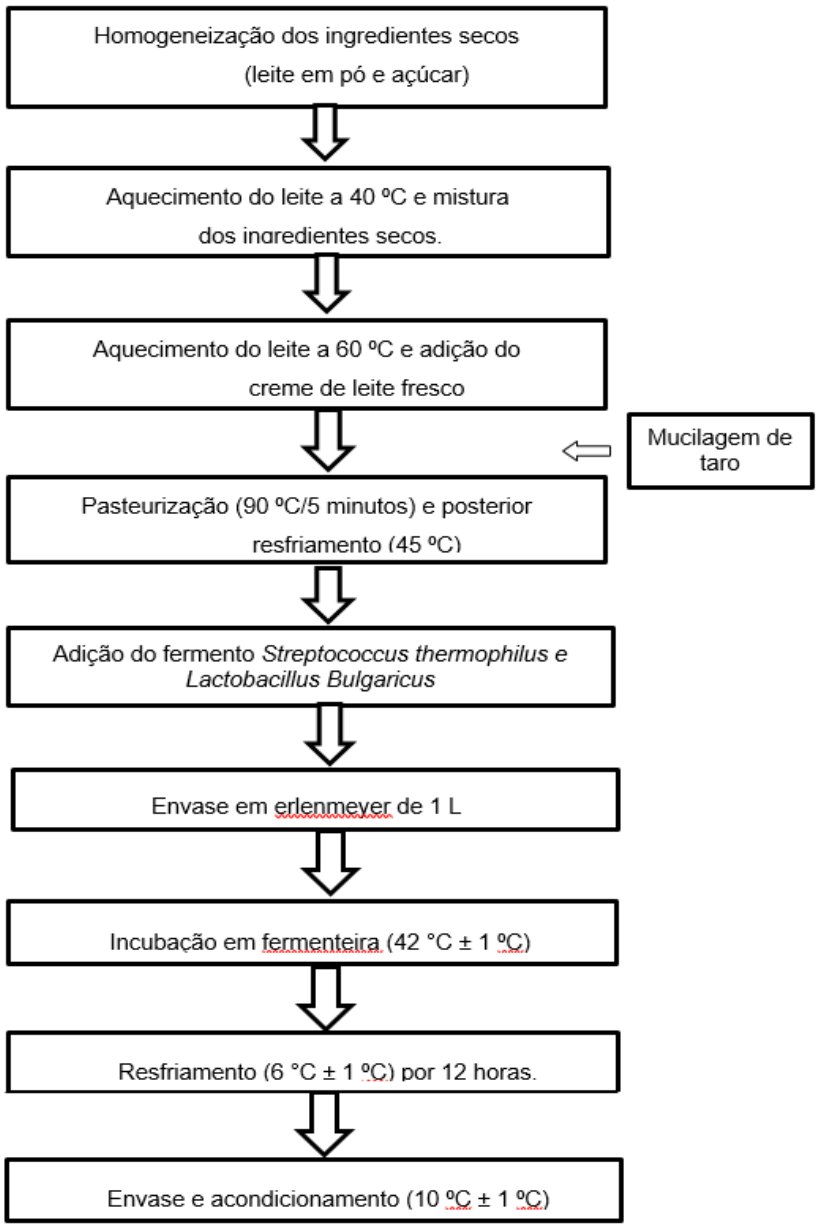

Figura 3 - Fluxograma das etapas do processamento do iogurte

4.2.3 Análises do Iogurte

Nas formulações de iogurte foram realizadas análises de composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios totais, proteína bruta, carboidratos totais) e energia total no primeiro dia após a quebra do coágulo, correspondendo ao tempo 0. No período de 21 dias foram avaliadas as propriedades de pH, acidez, sinérese, capacidade de retenção de água, parâmetros reológicos e parâmetros de cor. As metodologias utilizadas estão descritas a seguir:

- **Umidade**: Determinada pelo método gravimétrico de perda de massa por dessecação em estufa a 105 ºC (AOAC, 2005).
- **Cinzas**: Determinada pelo método de incineração em mufla a 550 ºC com carbonização (AOAC, 2005).
- **Lipídios totais**: Utilizou-se o método de Gerber, com o auxílio do butirômetro, segundo a metodologia descrita na Instrução Normativa nº 68 de 2006 (BRASIL, 2006).
- **Proteína bruta**: Realizada através da determinação de nitrogênio total pelo método de micro *Kjeldahl*, sendo que o conteúdo de nitrogênio total obtido foi convertido em proteína bruta por meio de fator de conversão de 6,38 (% N x 6,38) conforme descrito na AOAC (2005).
- **Carboidratos totais:** Determinados por diferença de acordo com a Resolução RDC n° 360, de 23 de dezembro de 2003, com base na Equação 1 adaptado (BRASIL, 2003).

$$\%\ Carboidratos\ totais = 100\ \% - (\%\ \text{umidade} + \%\ \text{cinzas} + \%\ \text{proteína} + \%\ \text{lipídios}) \qquad (1)$$

- **Acidez titulável**: Realizada por meio da titulação com solução de NaOH 0,1/ N, na presença do indicador fenolftaleína, segundo metodologia descrita na Instrução Normativa nº 68 de 2006 (BRASIL, 2006).
- **pH:** Determinado com auxílio de um potenciômetro digital (modelo pH21 pH/Mv meter, marca HANNA), previamente calibrado com soluções tampões fosfato comerciais pH 4,0 e 7,0 (ARYANA, 2003).
- **Sinérese e capacidade de retenção de água (CRA):** Para o cálculo desses dois parâmetros seguiu-se o proposto pela metodologia de Farnsworth et al. (2006),

com adaptações. As amostras foram pesadas (20 g) e centrifugadas a 3600 rpm em centrífuga refrigerada a 10 ºC (modelo MPW-350, marca High Speed Brushless) por 15 min. Utilizou-se a massa do sobrenadante para o cálculo da sinérese (Equação 2) e do precipitado para a determinação da CRA (Equação 3).

$$\%\ \text{sinérese} = \frac{\text{massa do soro após a filtração}}{massa\ da\ amostra}\ x\ 100 \quad (1)$$

$$\%\ \text{CRA} = \frac{\text{massa do precipitado (após a centrifugação)}}{massa\ da\ amostra}\ x\ 100 \quad (2)$$

- **Valor energético:** Para o cálculo do valor energético, uma massa aproximada de 0,5 g de iogurte em base seca foi conduzida à bomba calorimétrica (modelo C-200, marca Ika Works). Os valores foram expressos em Kcal/100 g, equivalente a uma porção de iogurte.
- **Parâmetros de Cor:** A cor foi determinada em equipamento colorímetro (modelo Chroma Metter CR-400s, marca Konica Minolta) nas coordenadas do sistema CIE/LAB: *L** (luminosidade) *a** [tonalidades de vermelho (*a*+) a verde (*a*-)] e *b** [tonalidades de amarelo (*b*+) a azul (*b*-)]. Os valores numéricos de *a** e *b** foram utilizados para calcular o ângulo *hue* (*hº*) que indica a tonalidade da cor e o croma (*C**) que indica a saturação da cor na amostra, conforme as Equações 4 e 5, respectivamente.

$$h^{o} = \text{tg}^{-1}(\text{b}^{*}/\text{a}^{*}) \quad (3)$$

$$C* = \sqrt{(\text{a}^{*})^{2} + (\text{b}^{*})^{2}} \quad (4)$$

Pelas coordenadas *L*, a** e *b** pode-se calcular o *ΔE** que indica a diferença na "percepção" da cor, incluindo brilho, tonalidade e saturação das formulações preparadas com mucilagem de taro e da formulação padrão. O valor de *ΔE** foi calculado pela Equação 6.

$$\Delta E* = \sqrt{(\Delta\text{L}^{*})^{2} + (\Delta\text{a}^{*})^{2} + (\Delta\text{b}^{*})^{2}} \quad (5)$$

Em que: *ΔL* = *L** (ensaio padrão) - *L** (ensaio com mucilagem de taro); *Δa* =

*a** (ensaio padrão) - *a** (ensaio com mucilagem de taro); *Δb*= *b** (ensaio padrão) - *b** (com mucilagem de taro).

De acordo com Cecchini et al. (2011) o maior valor de *ΔE** corresponde à maior diferença entre duas cores, conforme a descrição: imperceptível (*ΔE** < 1); mínima (1 ≤ *ΔE** < 2); apenas perceptível (2 ≤ *ΔE** < 3); perceptível (3 ≤ *ΔE** < 5); diferença forte (5 ≤ *ΔE** < 12); cor diferente (*ΔE** ≥ 12).

- **Parâmetros reológicos:** As formulações de iogurte foram avaliadas em equipamento reômetro rotacional Brookfield de cilíndrico concêntrico (modelo DV-III Ultra, Brookfield Engineering Laboratories) utilizando spindle ULA-SC4-25. Os dados foram coletados usando o software 32 Rheocal, versão 2.5 (Brookfield Engineering Laboratories). A temperatura do reômetro foi controlada por intermédio de um banho termostático (modelo TE-184, marca TECNAL) a 10 ºC ± 0,1 ºC e as amostras de iogurte foram analisadas quando a temperatura atingiu 10,3 ºC (10 min. de estabilização). O comportamento de fluxo foi avaliado através do aumento linear da taxa de deformação de 0 a 15 s^{-1} (curva ascendente) e 15 a 0 s^{-1} (curva descendente) com um tempo total de ensaio de 4 minutos, e tomada de 16 pontos para cada curva. Dentre os modelos reológicos, utilizou-se o Ostwald-de-Waele (Lei da Potência) para descrever o comportamento reológico das formulações de iogurte, conforme a Equação 7. A viscosidade aparente da calda (mPa.s) foi calculada com a taxa de deformação em 10 s^{-1} (curva ascendente).

$$\sigma = K(\dot{\gamma})^{n} \qquad (7)$$

Em que, σ= tensão de cisalhamento (Pa); *K*= índice de consistência ($Pa.s^{n}$); $\dot{\gamma}$= taxa de deformação (s^{-1}); *n*= índice de comportamento de fluxo (adimensional).

- **Análise estatística dos dados:** Os resultados das formulações de iogurte foram submetidos à análise de variância e quando detectada diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade, aplicado o Teste de Tukey Studentized utilizando o programa Statistic versão 7.0. Todas as análises foram realizadas em triplicata sendo o resultado final expresso como a média ± erro padrão dessas repetições.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PROCESSO FERMENTATIVO DAS FORMULAÇÕES DE IOGURTE

O processo de fermentação das formulações de iogurte está representado na Figura 4 com os resultados das curvas de acidez e pH.

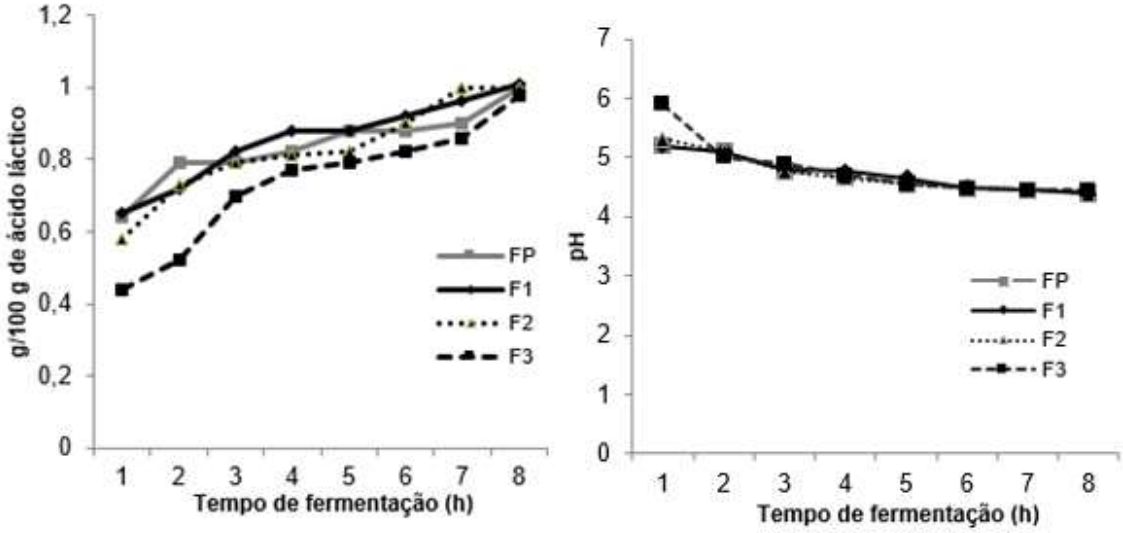

Figura 4 - Valores de acidez e pH durante o processo de fermentação das formulações de iogurtes

Notou-se que o tempo transcorrido para o processo de fermentação foi de 8 h, quando as formulações atingiram a acidez estipulada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do país que indica um valor entre 0,6 e 1,5 g de ácido lático/100 g como aceitável para o iogurte ser comercializado (BRASIL, 2007). Neste sentido, buscou-se alcançar um parâmetro intermediário de acidez para realizar as análises de caracterização do iogurte elaborado, tendo como resultados aceitáveis valores próximos a 1,0 g de ácido láctico/100 g.

Ao atingir essas condições, os valores finais de pH em todas as formulações, situaram-se abaixo do ponto isoelétrico da caseína (4,6), caracterizando a formação do gel do iogurte, que segundo Ordónez (2005), consiste em uma rede tridimensional de cadeias proteicas, nas quais estão aprisionadas as moléculas de água.

De acordo com Tamime e Robinson (1991), a conversão gradual da lactose em ácido láctico e consequente redução do pH desestabiliza os complexos de caseína e proteínas do soro desnaturadas, por solubilização do fosfato de cálcio e dos citratos. Os agregados de micelas de caseína vão se associando e coalescem parcialmente à medida que se aproxima o valor de pH do ponto isoelétrico (4,6).

Analisando outros trabalhos da literatura verificou-se diferenças de tempo e quantidade de ácido láctico formado no processo fermentativo de iogurtes, uma vez que a legislação vigente não indica a quantidade de cultivo *starter* a ser utilizado para que se alcance a faixa de acidez recomendada. Almeida (2012) encontrou valores finais de pH de 4,9 e 4,40 em 5,3 e 6 h respectivamente, o que também pode ser reflexo dos ingredientes utilizados, em especial da quantidade de lactose disponível em função da adição de leite em pó.

Algumas indústrias lácteas estabelecem o fim do processo fermentativo tão logo se evidencie o aspecto de gel lácteo, produzindo iogurtes mais suaves com pH levemente abaixo de 4,9. No entanto, quando a fermentação prossegue até pH 4,6 ocorre um aumento na estabilidade do gel formado (ANTUNES, 2004). Do mesmo modo, Brandão (1995), relata que valores de pH acima de 4,6, favorecem a separação do soro porque o gel ainda não foi suficientemente formado.

Avaliando o processo de acidificação, observou-se que na primeira hora de fermentação, as formulações FP (0,64 g de ácido láctico/100 g) e F1 (0,65 g de ácido láctico/100 g) alcançaram os valores mínimos estipulados pela legislação vigente para acidez, seguido de F2 (0,73 g de ácido láctico/100 g) e de F3 (0,70 g de ácido láctico/100 g) na segunda e terceira horas seguintes, respectivamente. Esses resultados indicam que o fermento lácteo utilizado no preparo do iogurte apresentou células viáveis em ótimas condições de cinética de crescimento microbiano condicionando a conversão gradativa e crescente da lactose em ácido láctico. Contudo, observou-se que o aumento no teor de mucilagem de taro resultou em maior tempo de fermentação, o que pode estar relacionado ao aumento da concentração de substâncias não lácteas e redução nos teores de lactose oriundas do creme de leite (4 g/100 g), o qual foi substituído em maiores proporções (50 e 75 %) nas formulações F2 e F3, respectivamente.

5.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E VALOR ENERGÉTICO DAS FORMULAÇÕES DE IOGURTE

Com relação à composição centesimal (Tabela 3), a legislação vigente (BRASIL, 2007) estipula os requisitos limitantes apenas para o teor de proteína bruta e lipídios totais. Neste contexto, verificou-se que para proteínas, todas as formulações obedeceram ao mínimo exigido (2,90 g/100 g) não apresentando diferenças significativas entre si ($p < 0,05$) e demonstrando que o teor protéico não foi alterado em função da adição da mucilagem de taro. Quando comparado os resultados do presente trabalho com os encontrados por Medeiros et al. (2011) em amostras de iogurtes comerciais, observou-se que mesmo nas formulações adicionadas de mucilagem de taro, as proporções encontradas mantiveram-se superiores aos iogurtes comercializados, que apresentaram valores entre 1,58 e 2,18 g/100 g de proteína, abaixo do limite mínimo proposto pela legislação.

Tabela 3 - Composição centesimal e valor energético das formulações

Análises (g/100 g)	FP	F1	F2	F3
Umidade	76,72 ± 0,15[bc]	77,20 ± 0,48[b]	78,04 ± 0,13[ab]	78,36 ± 0,09[a]
Cinzas	0,83 ± 0,02[b]	0,89 ± 0,04[b]	0,89 ± 0,02[b]	0,98 ± 0,03[a]
Proteína	3,51 ± 0,19[a]	3,47 ± 0,17[a]	3,40 ± 0,13[a]	3,57 ± 0,09[a]
Lipídios Totais	6,63 ± 0,40[a]	5,17 ± 0,21[b]	3,47 ± 0,29[c]	2,17 ± 0,05[d]
Carboidratos Totais	12,32 ± 0,26[c]	13,28 ± 0,54[bc]	14,20 ± 0,21[ab]	14,92 ± 0,15[a]
Energia total (Kcal/100g)	116,00 ± 2,72[a]	106,46 ± 0,09[b]	96,70 ± 2,29[c]	87,33 ± 1,32[d]

FP: Formulação padrão (sem adição de mucilagem e 6 g/100 g de gordura); F1: Formulação com 25 % de substituição da gordura por mucilagem; F2: Formulação com 50 % de substituição da gordura por mucilagem; F3: Formulação com 75 % de substituição da gordura por mucilagem.
Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem entre si ($p < 0,05$)

Quanto ao teor de umidade, F3 apresentou maior média dentre as formulações, diferindo significativamente ($p < 0,05$) a FP e F1, as quais possuem em sua composição maior quantidade de lipídios. Tais resultados podem ser explicados devido ao elevado percentual de substituição da gordura pela mucilagem de taro (75 %) uma vez que este tubérculo, segundo Franco (1998), possui elevada quantidade de água em sua composição (73,10 g/100 g) e, consequentemente, na porção de

mucilagem utilizada nas formulações de iogurte.

O conteúdo de cinzas também resultou significativamente maior em F3 (com maior proporção de mucilagem de taro), sendo esse parâmetro 1,18 vezes maior que na formulação padrão, podendo ser atribuído ao fato de que nesta mucilagem, existem quantidades expressivas de cinzas (0,35 g/100 g), conforme relatado por Almeida (2012).

Quanto ao teor de gordura, o resultado já esperado, indicou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações, sendo menor a proporção de lipídios conforme o aumento na concentração de mucilagem de taro. Observando a classificação estabelecida pela Instrução Normativa nº 46 de outubro de 2007, as formulações de iogurte desenvolvidas no presente trabalho enquadram-se em 3 categorias distintas, sendo elas: com creme (mínimo de 6,0 g/100 g) para FP, integral (3,0 a 5,9 g/100 g) para F1 e F2 e semidesnatado (0,6 a 2,9 g/100 g) para F3. Esses resultados indicam conteúdo de gordura 3 vezes menor na formulação com 75 % de mucilagem de taro quando comparada a padrão.

Os níveis de substituição da gordura no iogurte também repercutiram nos resultados de energia total, sendo que todas as formulações apresentaram diferenças entre si ($p < 0,05$), com decréscimo das calorias conforme o aumento nos teores de mucilagem de taro. Em F3 ocorreu a maior redução energética (28,67 Kcal/100 g) quando comparado à formulação padrão.

Outro parâmetro influenciado pela substituição dos níveis de gordura foram os carboidratos totais. Os distintos resultados dentre as formulações, provavelmente tenha ocorrido devido às variações no teor de mucilagem adicionada em função da base lipídica. Verificou-se correlação negativa (-0,97) entre o teor de carboidrato e de lipídios totais, uma vez que os níveis de sacarose adicionada ao produto mantiveram-se iguais em todas as formulações. Segundo Njintang et al. (2011) a mucilagem de taro possui de 46 a 69 g/100 g de carboidratos, especialmente galactose, arabinose e manose, o que possivelmente possa ter contribuído para o aumento deste parâmetro, especialmente em F2 e F3.

5.3 ACOMPANHAMENTO DAS FORMULAÇÕES NO PERÍODO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

5.3.1 Análises de pH, Acidez, Sinérese e Capacidade de Retenção de Água

Os resultados referentes às análises de pH, acidez, sinérese e capacidade de retenção de água das formulações de iogurte avaliadas durante 21 dias de estocagem a 10 ºC estão representadas na Tabela 4.

Comparando as formulações não foram verificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) nos pH's nos tempos 0, 14 e 21 dias de armazenamento. Contudo, notou-se que no 7º dia, as formulações F2 e F3 apresentaram pH ligeiramente maior que o do padrão ($p < 0,05$), o que pode estar relacionado à diminuição do conteúdo de lactose proveniente do creme de leite (4 g/100 g), que foi adicionado em menor proporção nessas formulações. Também no tempo de 7 dias, o pH de todas as formulações foi inferior quando comparado aos demais períodos de armazenamento, corroborando com os resultados de acidez que elevaram-se após 7 dias de estocagem refrigerada (10 ºC). O mesmo foi observado por Cavalcanti (2011), sendo que esta variação pode ter acontecido devido ao crescimento acelerado dos micro-organismos da cultura *starter* nos primeiros dias de armazenamento, uma vez que o resfriamento do gel até a estabilização da temperatura pode ocorrer gradualmente resultando em maior atividade microbiana e consequente produção de ácido láctico.

No 14º dia, o pH voltou a elevar-se em todas as formulações, o que pode estar relacionado a baixa atividade do *S. thermophillus*, menos resistente a acidez, que foi expressiva na semana anterior da análise. Segundo Shin et al. (1991), pode ocorrer a diminuição significativa no número de unidades formadoras de colônias viáveis das culturas lácticas presentes no iogurte, especialmente quando o produto é armazenado a 14 dias a 10 ºC. Esses resultados influenciaram diretamente no pH das 4 formulações durante todo o período de armazenamento, pois, ao serem avaliadas individualmente, observou-se que todas as formulações apresentaram diferenças estatísticas do tempo 0 ao 21º dia ($p < 0,05$), especialmente no 14º dia de estocagem, apresentando nesse tempo, a maior média para este parâmetro.

Tabela 4 - Análises de pH, acidez, sinérese e capacidade de retenção de água (CRA) do iogurte a 10 °C nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias

Formulações	pH				Acidez (g/100 g)			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
FP	4,25 ± 0,00^{aB}	4,14 ± 0,01^{cC}	4,49 ± 0,01^{aA}	4,23 ± 0,02^{aB}	0,78 ± 0,02^{aAB}	0,82 ± 0,01^{aA}	0,63 ± 0,07^{aC}	0,66 ± 0,02^{cBC}
F1	4,27 ± 0,00^{aB}	4,17 ± 0,00^{bcC}	4,53 ± 0,03^{aA}	4,23 ± 0,02^{aB}	0,74 ± 0,05^{aA}	0,81 ± 0,02^{aA}	0,63 ± 0,00^{aB}	0,74 ± 0,02^{bA}
F2	4,32 ± 0,02^{aB}	4,17 ± 0,01^{bD}	4,56 ± 0,03^{aA}	4,24 ± 0,01^{aC}	0,77 ±0,03^{aA}	0,81 ± 0,11^{aA}	0,76 ± 0,01^{aA}	0,80 ± 0,01^{aA}
F3	4,26 ± 0,04^{aB}	4,21 ± 0,00^{aB}	4,51 ± 0,02^{aA}	4,25 ± 0,01^{aB}	0,75 ± 0,01^{aA}	0,79 ± 0,00^{aA}	0,72 ± 0,06^{aA}	0,79 ± 0,01^{aA}

Formulações	Sinérese (%)				Capacidade de Retenção de Água (%)			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
FP	26,70 ± 5,95^{aA}	29,74 ± 1,55^{cA}	30,01 ± 2,92^{cA}	27,50 ± 2,41^{cA}	72,35 ± 5,63^{aA}	69,56 ± 1,91^{aA}	69,04 ± 2,59^{aA}	72,13 ± 2,27^{aA}
F1	26,42 ± 5,34^{aA}	32,43 ± 1,99^{bcA}	33,92 ± 0,33^{bcA}	31,23 ± 1,74^{bcA}	73,17 ± 5,62^{bA}	67,17 ± 1,89^{abA}	65,42 ± 0,^{23abA}	66,35 ± 1,35^{bA}
F2	30,23 ± 6,00^{aA}	34,82 ± 0,^{19abA}	37,52 ± 0,84^{bA}	35,69 ± 0,86^{bA}	70,52 ± 7,34^{bcA}	64,59 ± 0,25^{bA}	62,19 ± 0,87^{bA}	64,11 ± 0,73^{bA}
F3	35,94 ± 1,04^{aB}	37,91 ± 0,50^{aB}	42,85 ± 0,45^{aA}	41,64 ± 0,28^{aA}	63,98 ± 0,71^{cA}	61,37 ± 0,58^{cB}	56,74 ± 0,57^{cC}	58,21 ± 0,18^{cC}

FP: Formulação padrão (sem adição de mucilagem e 6 g/100 g de gordura); F1: Formulação com 25 % de substituição da gordura por mucilagem; F2: Formulação com 50 % de substituição da gordura por mucilagem; F3: Formulação com 75 % de substituição da gordura por mucilagem.
Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si ($p < 0,05$).

Analisando os resultados de acidez notou-se que após o término do processo fermentativo e acondicionamento refrigerado, houve decréscimo desse parâmetro (valores próximos de 1,0 g de ácido láctico/100 g para valores aproximados de 0,75 g de ácido láctico/100 g), o que ficou evidenciado no tempo 0 de análise (Tabela 4).

Martin (2002) avaliando diferentes trabalhos, não observou um padrão ideal de acidez para iogurtes. Contudo, alguns autores mencionam que a aceitação sensorial desta bebida fermentada pode ser um fator decisivo para o controle da sua acidez. De acordo com Walstra et al. (2006), o principal problema de qualidade do iogurte é a acidez excessiva, sendo o aroma ácido ainda mais pronunciado em iogurtes desnatados.

Ao analisar cada formulação separadamente, apenas FP e F1 apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) em sua acidez durante o período de estocagem. Contudo, todas permaneceram dentro dos limites da legislação vigente estipulados para acidez. Macchione (2007), também observou oscilações de acidez e pH do iogurte, similar ao ocorrido no presente trabalho para as formulações desenvolvidas, contudo, apesar da variação ao longo do tempo ser estatisticamente significativa, considerou desprezível do ponto de vista prático, pois se manteve dentro de uma faixa muito estreita, sem aumento ou queda brusca.

Considerando os valores de acidez do presente trabalho, observou-se resultados inferiores a 0,8 g de ácido láctico/100 g ao final do período de estocagem (21 dias), contrariando os resultados apresentados por Pimentel (2009), no qual os valores variaram de 0,991 a 1,250 g de ácido láctico em 100 g, elevando-se para 1,093 a 1,127 g de ácido láctico em 100 g, do produto no 21º dia de armazenamento a 4 ºC. Tal fato pode ter acontecido devido à maior concentração de cultura láctea utilizada para o preparo do iogurte (1 a 2 g/100 mL de fermento), quando comparado ao presente trabalho (0,9 g/100 mL).

Em relação à sinérese (Tabela 4) apenas no tempo 0 não foi identificada diferença significativa dentre as formulações ($p < 0,05$). Contudo, verificou-se que independente do nível de substituição da gordura, em todas as formulações houve a tendência de maior dessoramento do iogurte com o transcorrer do período de incubação até o 14º dia, no qual foram observadas as maiores diferenças em relação ao tempo 0 (FP = 3,31 %; F1 = 7,50 %; F2 = 7,29 %; F3 = 6,91 %). Esse fenômeno pode ser explicado pelo baixo conteúdo de leite em pó adicionado (4 g/100 g) e o resfriamento do gel ter sido efetuado em uma única etapa. De acordo com Tamine

(2000), a refrigeração do iogurte deve ocorrer em temperaturas gradativas, decaindo de 25 ºC até chegar a 4 ºC, evitando-se o choque térmico que provoca o encolhimento da massa e consequente separação do soro.

A formulação com adição de 75 % de mucilagem foi a única que apresentou diferenças estatísticas ($p < 0,05$) nos 21 dias de estocagem refrigerada, com aumento expressivo da sinérese no 14º dia. O maior conteúdo de soro expulso nas formulações F2 e F3 podem estar associados ao fato da mucilagem de taro ter sido adicionada na forma úmida.

Notou-se que no 21º dia de armazenamento, houve redução do conteúdo de soro exsudado para todas as formulações, o que, de acordo com Morreti (2009), pode estar relacionado a uma maior absorção de água pela matriz do coágulo do iogurte, ocasionada por mudanças na sua estrutura e formação de mais ligações entre as proteínas e o soro livre. Contudo, ao comparar cada formulação nos diferentes tempos de armazenamento, verificou-se que apenas F3 apresentou diferenças estatísticas durante os 21 dias de análise ($p < 0,05$), sendo os resultados distintos entre as duas primeiras e as duas últimas semanas de estocagem refrigerada.

Para CRA (Tabela 4) os resultados foram inversamente proporcionais aos observados para sinérese, demonstrando a menor capacidade de absorver a água nas formulações de iogurte com maior proporção de mucilagem de taro. Os principais fatores que afetam a capacidade de retenção de água de um produto lácteo são: a proteína, sua composição de aminoácidos, sua estrutura e conformação, a polaridade e a carga na superfície, a força iônica, o pH e a temperatura (DAMODARAN, 1996).

Considerando que a mucilagem de taro foi aplicada na forma úmida e que a mesma não foi acrescida de outro espessante, acredita-se que a taxa de sinérese poderia ter sido menor com o uso da mucilagem na forma em pó e/ou associada à outra goma de uso comercial (alfarroba, guar, carragena), o que promoveria um aumento na força do gel proteico e maior capacidade de manter a água em sua estrutura.

5.3.2 Parâmetros de Cor

Quanto aos parâmetros de cor (Tabela 5) para a luminosidade observou-se

que as formulações de iogurte apresentaram-se claras, uma vez que os valores encontrados foram superiores a 75 ($L^* > 75$) em todo o período de estocagem refrigerada.

Verificou-se uma tendência no aumento da luminosidade nas formulações com maior proporção de gordura adicionada, prevalecendo as maiores médias na FP seguida da F1. Contudo, analisando o período de estocagem para cada formulação, os valores de luminosidade decresceram, possivelmente pelo aumento nos percentuais de sinérese durante os dias de armazenamento, tendo em vista a coloração esverdeada do soro, conforme pode ser observado nos valores dos cromas na região entre o verde (a^* -) e amarelo (b^* +) com predomínio de a^* sobre b^*.

Os valores de a^* não diferiram dentre as formulações e analisando o período de estocagem, as diferença foram significativas ($p < 0,05$) somente para FP. Entretanto, para os valores de b^*, as 4 formulações apresentaram-se distintas ao nível de 95 % de significância, inclusive quando comparadas isoladamente nos 21 dias de estocagem refrigerada.

Ainda, ao analisar os valores do ângulo *hue* acima de 100 ^{o}h para as 4 formulações de iogurte ao longo do período de armazenamento, foi possível observar a influência da sinérese sobre as formulações, com aumento da cor amarelo-esverdeada nos iogurtes de maior concentração de mucilagem de taro. Correlacionando as variáveis sinérese e luminosidade e sinérese e ângulo *hue* no 14º dia (período com maior percentual de sinérese) observou-se, respectivamente, uma relação negativa (-0,70) e fortemente positiva (0,94) indicando a possível contribuição da expulsão do soro para a diminuição da tonalidade da cor branca do iogurte. Quanto ao parâmetro chroma (C^*), os valores encontrados demonstraram saturação abaixo de 20 ($C^* < 20$) indicando cores menos intensas (neutras) e com pouco brilho.

Tabela 5 - Parâmetros de cor do iogurte a 10 °C nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias

Formulações	*L**				*a**			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
FP	84,19±1,30^{a}	82,39±0,37^{a}	82,11±0,22^{a}	81,62±0,42^{a}	7,49±0,03^{aB}	-7,60±0,12^{aAB}	-7,77±0,08^{aA}	-7,63±0,08^{aAB}
F1	84,90±0,38^{aA}	82,09±0,69^{aAB}	78,76±0,29^{abB}	79,71±0,55^{bB}	7,50±0,12^{aA}	-7,56±0,04^{aA}	-7,67±0,13^{aA}	-7,60±0,16^{aA}
F2	83,27±0,29^{aA}	81,37±0,57^{aB}	76,89±0,28^{abC}	79,50±0,31^{bD}	-7,63±0,15^{aA}	-7,71±0,04^{aA}	-7,83±0,07^{aA}	-7,81±0,09^{aA}
F3	80,28±0,22^{bA}	79,36±2,43^{aAB}	75,75±0,97^{bB}	76,90±0,46^{cAB}	-7,63±0,02^{aA}	-7,75±0,18^{aA}	-7,90±0,12^{aA}	-7,86±0,18^{aA}
Formulações	*b**				*ºh*			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
FP	16,36±0,07^{aA}	16,49±0,35^{aA}	16,18±0,07^{aA}	16,22±0,10^{aA}	114,92 ± 0,04^{dA}	114,32 ± 0,19^{dB}	114,69 ± 0,02^{dA}	114,72 ± 0,04^{dA}
F1	15,17±0,05^{bA}	15,84±0,10^{bA}	15,58±0,04^{bA}	15,63±0,06^{bA}	115,86 ± 0,08^{cA}	115,53 ± 0,00^{cB}	115,55 ± 0,11^{cB}	115,08 ± 0,05^{cC}
F2	14,56±0,12^{cB}	14,76±0,^{12cAB}	15,00±0,02^{cA}	14,88±0,^{10cB}	116,62 ± 0,01^{bB}	116,42 ±0,07^{bC}	116,98 ± 0,10^{bA}	116,05 ± 0,01^{bD}
F3	13,78±0,03^{dA}	13,62±0,32^{dA}	13,49±0,06^{dA}	13,54±0,15^{dA}	118,97 ± 0,08^{aA}	118,01 ± 0,13^{aB}	118,18 ± 0,04^{aB}	117,68 ± 0,04^{aC}
Formulações	*C**				*ΔE**			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
FP	18,04 ± 0,08^{aA}	18,46 ± 0,16^{aB}	17,81 ± 0,09^{aA}	17,86±0,11^{aA}	-	-	-	-
F1	16,69 ± 0,30^{bB}	17,55 ± 0,11^{bA}	17,27 ± 0,03^{bA}	16,15±0,13^{bB}	1,96±0,75^{bA}	2,68±1,30^{aA}	1,78±1,44^{bA}	3,12±0,21^{bA}
F2	16,29 ± 0,14^{bcB}	16,48 ± 0,15^{cB}	16,84 ± 0,01^{cA}	16,90±0,03^{cA}	2,41±0,24^{bA}	3,42±0,68^{aA}	4,14±1,77^{abA}	2,20±0,43^{bA}
F3	15,76 ± 0,03^{cA}	15,43 ± 0,39^{dAB}	15,31 ± 0,07^{dAB}	15,06±0,09^{dB}	4,73±0,86^{aA}	6,25±2,55^{aA}	6,65±0,48^{aA}	5,45±0,74^{aA}

FP: Formulação padrão (sem adição de mucilagem e 6 g/100 g de gordura); F1: Formulação com 25 % de substituição da gordura por mucilagem; F2: Formulação com 50 % de substituição da gordura por mucilagem; F3: Formulação com 75 % de substituição da gordura por mucilagem.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si ($p < 0,05$).

A variação do ΔE^* também foi significativa ($p < 0,05$) dentre as 3 formulações F1, F2 e F3 em comparação a FP nos tempos 0, 14 e 21 dias. No entanto, essa diferença não foi detectada quando as formulações foram avaliadas individualmente durante o período de armazenamento. A formulação com maior concentração de mucilagem de taro foi a que apresentou maior diferença em relação ao padrão, possuindo as maiores médias em todos os tempos avaliados, sendo essa distinção considerada perceptível ($3 \leq \Delta E^* < 5$) e forte ($5 \leq \Delta E^* < 12$). Contrariamente ao observado para F3, F1 foi aquela que mais apresentou proximidade aos parâmetros de cor de FP, com 50 % dos resultados enquadrando-se como diferença mínima ($1 \leq \Delta E^* < 2$) e 25 % como apenas perceptível ($2 \leq \Delta E^* < 3$) e perceptível ($3 \leq \Delta E^* < 5$), respectivamente.

Avaliando a luminosidade, a inclinação do ângulo *hue* e a cromaticidade de a^* negativo e b^* positivo das formulações, pode-se presumir que a combinação desses parâmetros resultou em iogurtes de coloração esbranquiçada, cor característica do leite de vaca, uma vez que não foram adicionados ingredientes (polpa de fruta, corantes) que permitissem a variação de cor das formulações de iogurte.

5.3.3 Parâmetros Reológicos

Com relação às propriedades físicas, sabe-se que a característica do coágulo é de importância fundamental para a aceitação do iogurte. Neste sentido, sua viscosidade é dependente de vários aspectos do processo, tipo de substrato, tratamento térmico a ele aplicado, condições de incubação e resfriamento e da cultura lática utilizada (HAULY et al., 2005).

Dentre os parâmetros reológicos utilizados para fluidos, a viscosidade é um dos mais importantes e além de ser um controle de qualidade para o fluido, pode fornecer importantes informações sobre possíveis variações estruturais durante a aplicação de uma tensão (MATHIAS, 2011).

Os valores de viscosidade aparente, índice de comportamento do fluido, índice de consistência e o percentual de ajuste do modelo Ostwald-de-Waele (Lei da Potência) para as formulações de iogurte podem ser visualizados na Tabela 6.

Tabela 6 - Parâmetros reológicos do iogurte a 10 ºC nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias

Formulações	Viscosidade aparente (mPa.s)				*K* (Pa.s^n)			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
FP	2.080±594,44^{cB}	3.055±278,05^{cB}	3.311±552,87^{cB}	5.946±419,06^{aA}	25,82±5,46^{bB}	42,74±3,23^{cA}	45,37±3,46^{aA}	46,16±6,14^{aA}
F1	3.618±285,64^{bAB}	4.951±633,87^{bA}	4.607±409,17^{abAB}	3.239±373,35^{bB}	53,62±11,17^{aA}	49,90±3,88^{cA}	59,03±8,76^{aA}	47,04±6,02^{aA}
F2	4.175±352,97^{abB}	5.775±429,92^{abA}	4.767±239,47^{aAB}	3.130±210,03^{bC}	56,96±5,97^{aAB}	68,45±4,95^{bA}	53,81±3,12^{aBC}	42,52±0,14^{aC}
F3	4.961±261,63^{aB}	6.799±248,43^{aA}	3.439±137,64^{bcC}	2.875±112,71^{bC}	73,91±5,58^{aA}	81,63±3,41^{aA}	41,26±2,38^{bB}	39,45±2,63^{aB}

Formulações	*n*				R^2(%)			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
FP	0,56±0,03^{aA}	0,50 ±0,06^{aA}	0,45±0,02^{aA}	0,54±0,04^{aA}	86,80±7,27^{aA}	89,73±0,56^{aA}	90,20±2,86^{aA}	81,33±6,41^{aA}
F1	0,47±0,07^{aA}	0,46±0,02^{aA}	0,50±0,02^{aA}	0,48±0,05^{aA}	90,40±4,80^{aA}	84,27±5,01^{aA}	86,60±2,73^{aA}	86,93±5,29^{aA}
F2	0,48±0,05^{aA}	0,48±0,04^{aA}	0,46±0,05^{aA}	0,49±0,02^{aA}	92,40±1,98^{aA}	85,73±1,95^{aA}	82,27±5,85^{aA}	85,83±2,62^{aA}
F3	0,49±0,04^{aA}	0,56±0,02^{aA}	0,49±0,02^{aA}	0,46±0,05^{aA}	89,70±0,65^{aA}	87,73±0,74^{aA}	87,40±3,52^{aA}	91,63±2,21^{aA}

FP: Formulação padrão (sem adição de mucilagem e 6 g/100 g de gordura); F1: Formulação com 25 % de substituição da gordura por mucilagem; F2: Formulação com 50 % de substituição da gordura por mucilagem; F3: Formulação com 75 % de substituição da gordura por mucilagem.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si ($p < 0,05$).

Verificou-se que o modelo da Lei da Potência ajustou-se adequadamente aos dados experimentais de tensão de cisalhamento *versus* taxa de deformação para todos os ensaios analisados (R^2 > 81,33 %).

Quanto aos resultados da viscosidade aparente, verificou-se que houve diferença significativa dentre as formulações nas 4 semanas de análises. As formulações F1, F2 e F3 apresentaram comportamento semelhante, elevando sua viscosidade até o 7º dia e diminuindo esse parâmetro a partir do 14 º até o 21º dia. Para FP, observou-se a condição contrária, a qual apresentou viscosidade quase 3 vezes superior no 21º dia de armazenamento (5.946 mPa.s) quando comparado ao tempo 0 (2.080 mPa.s).

A queda da viscosidade nas formulações com a adição da mucilagem de taro deve-se ao aumento da sinérese nessas amostras, sendo mais expressiva com o aumento da concentração de substituto de gordura, tornando o gel protéico mais instável e com consistência menos firme.

Comparativamente, os resultados de viscosidade aparente do presente trabalho foram superiores aos obtidos por Mathias et al. (2013), com valores máximos de 1.800 mPa.s para amostra comercial de iogurte adicionada de goma de alfarroba contendo em sua composição 2,5 g/100 g de gordura total. Considerando a formulação F3 (75 % de mucilagem de taro), com concentração similar de gordura (2,17 g/100 g), os resultados ainda foram maiores no 21 º dia (3.439 mPa.s) de análise, mesmo com a redução da viscosidade em virtude da sinérese.

Analisando os valores de *K* (Tabela 6), observou-se que as formulações apresentaram maior consistência e menor índice de fluidez (*n*) com a adição de adição de mucilagem, indicando elevação na resistência do fluido diante do escoamento. Ainda com relação ao índice de consistência (*K*) observou-se que as diferenças estatísticas dentre as formulações permaneceram até o 14 º dia, e se estabilizaram no 21 º dia de armazenamento. Novamente, a formulação com 75 % de adição de mucilagem de taro foi a apresentou maior diferença significativa da formulação padrão, seguida da formulação com 50 % de adição de mucilagem (F2). Contudo, todas as formulações apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) quando analisadas individualmente nos diferentes tempos de estocagem.

Deste modo, pode-se presumir que os iogurtes analisados exibiram-se como fluidos não–newtoniano com escoamento pseudoplástico, pois, o índice de comportamento do fluido (*n*) apresentou-se inferior a 1 (Tabela 6), não apresentando

diferenças significativas, entre as formulações em todos os períodos de armazenamento refrigerado. Os iogurtes elaborados com as diferentes concentrações de mucilagem de taro também comportaram-se como fluidos tixotrópicos, pois, a uma taxa de cisalhamento constante, a viscosidade aparente diminuiu com o tempo. Esses resultados podem ocorrer em função do enfraquecimento das fracas interações existentes entre as moléculas do produto e da redução da energia de interação entre elas (LUCEY, 2002). Os iogurtes comerciais com baixo teor de gordura, analisados por Mathias et al. (2013) também apresentaram comportamento similar aos adicionados de mucilagem de taro. Entretanto, a formulação FP, apresentou comportamento anti-tixotrópico ou reopético, com aumento da viscosidade aparente com o período de estocagem refrigerada. Apesar desse tipo de comportamento não ser comum em alimentos, uma das explicações é que o cisalhamento aumenta o número de colisões entre partículas dos fluidos, que pode levar ao aumento de agregados e consequentemente ao aumento da viscosidade aparente (MATHIAS, 2011).

6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos ao longo do trabalho, conclui-se que:

- O processo de fermentação do iogurte foi alcançado em 8 h, sendo que o gel formado apresentou níveis de acidez dentro dos estabelecidos pela legislação até o final do período de armazenamento refrigerado (21 dias).
- Na análise de composição centesimal os valores de proteína mantiveram-se iguais estatisticamente para todas as formulações. Contudo, os parâmetros de umidade, cinzas e carboidratos totais aumentaram, enquanto o teor de lipídios e energia total diminuíram conforme a maior proporção de mucilagem de taro adicionada ao iogurte.
- A adição da mucilagem de taro proporcionou maior liberação de soro do coágulo, aumentando a sinérese em todas as formulações, em especial no 14º dia de armazenamento a 10 ºC e, consequentemente, reduzindo a capacidade de retenção de água nos iogurtes. Uma das hipóteses é sustentada pelo fato da mucilagem ter sido adicionada na forma úmida, ou ainda não ter sido associada a outro espessante, o que poderia aumentar a força do gel proteico. Tais resultados repercutiram principalmente nos parâmetros de reologia, tendo em vista uma redução da viscosidade aparente nas formulações F1, F2 e F3 a partir da 2ª semana de análise. A sinérese também exerceu influência sobre a cor, diminuindo a luminosidade em função da cor esverdeada do soro liberado.
- Ainda são recentes os relatos sobre a aplicação da mucilagem de taro em produtos lácteos, o que torna necessário um estudo mais aprofundado sobre seu uso como substituto de gordura em produtos alimentícios. Contudo, considera-se importante os dados obtidos no presente trabalho, como um dos primeiros a utilizar essa goma e estudá-la sobre as propriedades de iogurtes com baixo teor de gordura.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Utilizar outros métodos de extração da mucilagem de taro e verificar seu comportamento em formulações lácteas.

Avaliar a possibilidade de formulações de iogurte adicionada de mucilagem de taro liofilizada como substituto de gordura.

Avaliar os parâmetros de perfil de textura (TPA) em iogurtes adicionados de mucilagem de taro.

Avaliar a contagem de bactérias lácticas ao longo do período de estocagem refrigerada.

Analisar quais formulações de iogurte apresentaram melhor aspecto tecnológico e realizar a avaliação sensorial, a fim de observar aceitação do consumidor.

Aplicar a mucilagem de taro em outros derivados lácteos e avaliar seu comportamento na formação de géis.

REFERÊNCIAS

ADA. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: fat replacers. **Journal of American Dietetic Association**, n.105, p.266-275, Fev. 2005.

ALMEIDA, Elisândra Costa. **Amido modificado de taro (*Colocasia esculenta (L.) Schott)*: propriedades funcionais.** Tese de doutorado, na Universidade Federal da Paraíba - João Pessoa. 2012.145f.

ANDRADE, L. A.; NUNES, C. A.; PEREIRA, J. Relationship between the chemical components of taro rhizome mucilage and its emulsifying property. **Food Chemistry**, 178, 331-338. 2015.

ANDRADE, Luan Alberto. **Caracterização da mucilagem do taro *(Colocasia esculenta*) quanto ao poder emulsificante**. – Lavras : UFLA, 2013. 84 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

ANTUNES, A. E. C. **Influência do concentrado protéico do soro de leite e de culturas probióticas nas propriedades de iogurte naturais desnatados**. 2004. 219 f. (Doutorado) –Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2004.

ARYANA, K.J. Folic acid fortified fat-free plain set yoghurt. **International Journal of Dairy Technology**, v. 56, n. 4, p.219-222, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysisthe Association of Official Analytical** Chemists (method 945.06) Gaithersburg: A.O.A.C., 2005, Revision 1, 2006, chapter 26. p. 2.

BASTIANI, M. I. D. **Iogurte adicionado de concentrado protéico de soro de leite e farinha de linhaça: desenvolvimento, qualidade nutricional e sensorial.** 2009.97f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BEHNIA, Armita; KARAZHIYAN, Hojjat; NIAZMAND, Razieh; NAFCHI, M.R. Abdol. Rheological properties of low fat yogurt containing cress seed gum. **Agricultural Sciences.** vol.4, n°.9B, 29-32 (2013).

BRANDÃO, S. C. C. Tecnologia da produção industrial do iogurte. **Revista Leite e Derivados.** v. 5, n. 25, p. 24-38, 1995.

BRANDÃO, S. C. C.; FONTES, A. C. L. **Tendências na fabricação de lácteos light e diet**. 2010 Disponível em: <http://www.fepale.org/lechesalud/documentos/5SebastiaoBrandao.pdf>. Acesso 27 de fevereiro de 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 26 dez. 2003.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 46, de 23 de outubro de 2007. Adota o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, anexo à presente Instrução Normativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 out.2007. Seção 1, p. 5, 2007.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Taro (ex-inhame) (*Colocasiaesculenta(L.) Schott*). **Manual de hortaliças não-convencionais**. Brasília: MAPA/ACS, 2010. p. 19-22; 45. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/docs/manual_hortalicas_web.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2017.

_____. Ministério da Agricultura. Secretaria de Defesa Agropecuária. Métodos Analíticos Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. **Instrução Normativa 68, 12/12/06**. Brasília: Ministério da Agricultura, 2006.

_____. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Resolução n.05 de 13 de Novembro de 2000.** Oficializa os padrões de identidade e qualidade (PIQ) de leites fermentados. Disponível em:<http://extranet.agricultura.gov.br.>Acesso em: 22. Abril. 2017.

CARMO, C. A. S.; BOREL, R. M. A. Situação das culturas do taro e do inhame no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DO INHAME E DO TARO, 2., 2002, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2002. p. 197-212.

CAVALCANTI, Mônica Tejo. **Utilização das sementes da faveleira (*Cnidoscolus phyllacanthus (Mart.)* Pax et K. Hoffn) em produtos alimentícios**. Tese de doutorado da Universidade Federal de Campina Grande, 2011. 130f.:il.col.

CECCHINI, M.; Contini, M.; Massantini, R.; Monarca, D.; Moscetti, R. Effects of

controlled atmospheres and low temperature on storability of chestnuts manually and mechanically harvested**. *Postharvest Biology and Technology***. v. 61, n.2, p. 131-136,2011.

CONTADO, E. W. N. F., Pereira, J.,Evangelista, S. R., Lima Junior, F. A. de, Romano, L. M, &Couto, E. M. (2009). Composição centesimal da mucilagem do inhame (Dioscoreaspp.) liofilizado comparado a de um melhorador comercial utilizado na panificação e avaliação sensorial de pães de forma. **Ciência e Agrotecnologia**, 33, 1813-1818.

DAMODARAN, S., PARAF, A. Food proteins and their applications. Marcel Dekker **Inc.**, 1996, p. 45.

FARNSWORTH, J.P.;Li, J.; Hendricks, G.M.; Guo, M.R. Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. **Small Ruminant Research**; v.65, p. 113–121.2006.

FEDENIUK, R. W.; BILIADERIS, C. G. Composition and physicochemical properties of linseed (*Linumusitatissimum*L.) mucilage.**Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 42, p. 240-247, Feb.1994.

FERREIRA, C. L. L. F. Prebióticos e probióticos: atualização e prospecção. Viçosa: **Imprensa Universitária**. Viçosa - MG. 22, 63. 2003.

FERREIRA, C. L. L. F. Produtos lácteos fermentados: aspectos bioquímicos e tecnológicos. Viçosa: **Imprensa Universitária** – Universidade Federal de Viçosa, 1996. 96p.

FOLKENBERG, D. M. et al. Sensory and rheological screening of exopolysaccharide producing strains of bacterial yoghurt cultures. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 2, p. 111-118, 2006.

FONSECA, E. W. N. da.**Utilização da mucilagem de inhame (*Dioscorea*spp.) como melhorador na produção de pão de forma**. 2006. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurançaalimentar.**São Paulo: Artmed, 2002.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 273 p.

GUGGISBERG, D.; EBERHARD, P.; ALBRECHT, B. Rheological characterization of set yoghurt produced with additives of native whey proteins. **International Dairy Journal,** v. 17, n. 11, p. 1353-1359, 2007.

HAULY, M. C. O.; FUCHS, R. H. B.; FERREIRA, S. H.P.Suplementação de iogurte de soja com frutooligossacarídeos: características probióticas e aceitabilidade. **Rev. Nutr**., Campinas, 18(5):613-622, set./out., 2005. Revista de Nutrição.

HUANG, C. C. et al. Chemical compositions and enzyme activity changes occurring in yam (*Dioscoreaalata*L.) tubers during growth. **Food Science and Technology**, Trivandrum, v. 40, p. 1498-1506, Nov. 2007.

JIANG, G.; RAMSDEM, L. Characterization and yield of the arabinogalactanas- protein mucilage of taro corms.**Journal of the Science of Food and Agricultural**, London, v. 79, n. 5, p. 671-674, Apr. 1999.

KIM, Y. S. et al. Screening potato starch for novel properties.**Journal of Food Science**, Chicago, v. 60, p. 1060-1065, Sept. 1995.

LIMA, J. A. Potencialidades de Industrialização do Inhame e do Taro no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DO INHAME E DO TARO, 2., 2002, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2002. p. 197-212.

LIN, H.; HUANG, A. S. Chemical composition and some physical properties of of a water-soluble gum in taro.**Food Chemestry**, London, v. 48, n. 4, p. 403- 409, Feb. 1993.

LINDEBOOM, N.; CHANG, P. R.; TYLER, R. T. Analytical, Biochemical and Physicochemical Aspects of Starches Granule Size, with Emphasis on Small Granule Starches: A Review. **Starch/Stärke**, v. 56, p. 89-99,2004.

MACCHIONE, Mariana Martins.**Qualidade e estabilidade de "Leite fermentado tratado termicamente": propriedades físico-químicas, microbiologia e aceitação sensorial**. Dissertação de mestrado da Universidade Federal de Campinas.Campinas, SP:[s.n.], 2007.

MANZANO, P.P. Gabriela. **Aspectos sensoriais e físico-químicos de "logurtes" de soja com espessantes/estabilizantes à base de fécula de inhame (*Dioscorea alata),*amido modificado e gelatina.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. "Júlio de Mesquita Filho". Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição. Araraquara, 2007.

MARTIN, C.G.; BECERRA, M.; CHÁFER, M.; ALBOR, A.; CAROT, J.M.; CHIRALT, A. Influence of substituing milk powder for whey powder on yogurt quality. **Food Science and Technology**, v.13, p.334–340, 2002.

MATHIAS, T.R.S.dos.; ANDRADE, K.C.S., ROSA, C.L.S.da.; SILVA, B.A. Avaliação do comportamento reológico de diferentes iogurtes comerciais. **Braz Journal of Food Technology.**v.16, n.1, p. 12-20, 2013.

MATHIAS, Thiago Rocha dos Santos. **Desenvolvimento de iogurte sabor café: Avaliação Sensorial e Reológica**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2011.

MAZOCHI, V. **Produção de iogurte probiótico com leite de cabra adicionado de bifidobacteriumspp**.2009. 107f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte.

MEDEIROS, F. C. J.; ANDRADE, L. F.; APOLINÁRIO, J. R.; SANTOS, E. P.; Composição centesimal de iogurtes comercializados nos Município de Bananeiras – PB. **II Jornada Nacional da Agroindústria**. (2011). Disponível em:<http://www.seminagro.com.br/trabalhos_publicados/2jornada/02ciencia_e_tecnologia_de_alimentos/20cta.pdf>.Acesso em; 17 maio. 2017.

MILK POINT. **Mudanças nos hábitos de consumo e crescimento do varejo impactam cadeia do leite**. 23 nov. 2014b. Disponivel em:http://www.milkpoint.com.br/mn/girolacteo/artigo.asp?nv=1&id_artigo=21201&area=31>. Acesso em: 10 maio. 2017.

MODZELEWSKA-KAPITULA, M.; KLEBUKOWSKA, L. Investigation of the potential for using inulin HPX as a fat replacer in yoghurt production. **Int. J. Dairy Technol**, v. 62, p.209- 214 , 2009.

MORAES, Moysés Naves de. **Caracterização físico-química e reológica de iogurtes elaborados com diferentes substitutos de gordura.**Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2011.

MORETTI, B. R. **Efeito da suplementação do leite com proteínas de diferentes fontes (soro de leite, soja e colágeno) e da composição da cultura lática em iogurtes.** Dissertação de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, SP, 2009, 160p.

MUNDIM, S. A. P. **Elaboração de iogurte funcional com leite de cabra, saborizado com frutos do cerrado e suplementado com inulina.**Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. 133p.

MUN, S.; KIM, Y. L.; KANG, C. G; PARK, K. H.; SHIM,J. Y.; KIM,Y. R. Development of reduced-fat mayonnaise using 4αGTase-modified rice starch and xanthan gum. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 44 (5), 400-407, 2009.

NEY, K.H. Sensogamme, eine methodische Erwiterungder Aromagramme. **Gondian**, v. 88, n. 1, p. 19, 1988.

NIP, W. K. Taro. In: SMITH, D. S. et al. (Ed.). **Processing vegetables:** science and technology. Lancaster: Technomic, 1997. p. 355-387.

NJINTANG, N. Y. et al. Compositional, spectroscopic and rheological analyses of mucilage isolated from taro (*Colocasiaesculenta*L. *Schott*) corms. **Journal of Food Science and Technology**, London, v. 48, Nov. 2011. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13197-011-0580-0?LI=true>. Acesso em: 27 fev. 2017.

ORDÓNEZ, P. J. A. **Tecnologia de Alimento**s. Porto Alegre: Editora Artmed, 2005.p. 67, 70, 75, 77.

PAULA, C. D. **Utilização de taro na elaboração de farinha e de produto alimentício reestruturado frito**. 2009. 115 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

PEDRALLI, G. et al. Uso de nomes populares para as espécies de *Araceae*e *Dioscoreaceae*no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 530- 532, dez. 2002.

PEREZ, K. J. et al.Viabilidade de bactérias láticas em iogurte adicionado de biomassa da microalga Spirulinaplatensis durante o armazenamento refrigerado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 1, p. 77-82, 2007.

PIMENTEL, T. C. **Iogurte probiótico com inulina como substituto de gordura**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) –UniversidadeEstadualde Londrina, Londrina, PR.2009. 179f.

PINHEIRO M.V.S.; Penna A.L.B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **AlimNutr**. 2004;15(2):175-86.

RAEKER, M. O. et al. Granule size distribution and chemical composition of starches from 12 soft wheat cultivars.Cereal Chemistry, v. 75, n. 5, p. 721728, 1998.

REIS, A. R. N.; GOULART, P. de F. P.; SILVEIRA. I. A. da. Elaboração de bebida simbiótica e avaliação de sua qualidade sensorial e microbiológica. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 151, p. 31-36, 2010.

REMEUF, F. et al. Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yogurt.**International Dairy Journal**, v. 13, n. 9, p. 773-782, 2003.

ROCHA, E. M. et al. Análise sensorial e estudo de vida de prateleira de sobremesas lácteas à base de frutas tropicais. **Higiene Alimentar**. São Paulo, v. 19, n. 135, p. 28-33, 2005.

SALADO, G.A.; ANDRADE, M.O. de. Processamento e Qualidade nutricional do iogurte**. Boletim Cultural**, v.7, p.1-35,1989.

SHIN, J.G.;LEE, J.J.; KIM, H.Y.; BAEK, Y.J. Studies on the changes in quality and sensory evaluation of stirred yoguty stored at different temperatures. **Korean Journal of Dairy Science**. v.14, n.2, p.148-155, 1991.

SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M. N. D. Avaliação da vida-de-prateleira de bebidas lácteas preparadas com "fatreplacers" (Litesse e Dairy-lo).**Ciência Tecnologia Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 24-31, 2002.

SOUZA V C, LORENZI H. (2005**). Botânica Sistemática**.1a ed.

SPADA, C.J.; CRIZEL, M. T.; GONÇALVES, M.C.A; .BORGES, M.K.; LARANJA, C. D.; CARDOZO, M. S. N.; FLÔRES H.S. influência da adição de inulina e mucilagem de chia nas propriedades reológicas e sensoriais de iogurtes com reduzido teor de gordura**. XX Congresso Brasileiro de Engenheira Quimica**. 2014.

STAFFOLO, M. D. et al. Influence of dietary fiber addition on sensory and heological properties of yogurt. **International Dairy Journal,** Argentina, v. 14, p. 263-268, 2004.

TAMIME, A.Y. Qualidade de iogurte elaborado com substitutos de gordura. In: LERAYER, A.L.S.;SALVA, T.J.G., (Coord.) **Leites fermentados bebidas lácticas.** Campinas: ITAL, 1997. p. 11-32.[Apostila].

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. **Yogur Ciencia y Tecnologia**.Zaragoza: Acribia, 1991. 368p.

TAMIME, A.Y. Rheology and sensory profiling of set- style fermented milks made with different commercial probiotic and yoghurt lática cultures. **International Journal of Dairy Technology**, v.56, n. 3, p.163-170, 2000.

TAVARES, S. A. **Caracterização e utilização da mucilagem de inhame (*Dioscorea*spp.) como emulsificante em pães de forma**. 2009. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

TAVARES, S. A. et al. Caracterização físico-química da mucilagem de inhame liofilizada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 5, p. 973-979, set./out. 2011.

TEIXEIRA, A. C. P.; Mourthé, K.; Alexandre, D. P.; Souza, M. R.; Penna, C. F. A. M. **Qualidade do Iogurte Comercializado em Belo Horizonte**. Leite & Derivados, v. 1, n. 51, p. 32-39, 2000.

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciênc. Tecnol. Aliment**., Campinas, SP, v. 26, n. 3, p. 589-595, jul./set. 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC- **Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos.** Processamento. 2004. Disponível em:<http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_grad2004/iogurte/process_iogurte.htm>. Acesso em 02 jun. 2017.

WALSTRA,P. Dairy **Science and technology Boca Raton**: CRC/Taylor&Francis, 2006.782p.