

INSTITUTO FEDERAL

Mato Grosso

Campus Cuiabá - Bela Vista

**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE COM POLPA DE
ARATICUM (*Annona crassiflora*) AROMATIZADO COM
ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon
citratus*).**

SAMIRA GABRIELLE OLIVEIRA PATIAS

CUIABÁ – MT

AGOSTO DE 2016

SAMIRA GABRIELLE OLIVEIRA PATIAS

Orientadora: Profa. Dra. Nágela Farias Magave Picanço Siqueira
Co-orientadora: Profa. Dra. Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria

DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE COM POLPA DE ARATICUM (*Annona crassiflora*) AROMATIZADO COM ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus*)

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos e Linha de Pesquisa em Desenvolvimento de Produtos Regionais, para obtenção do título de Mestre.

CUIABÁ – MT

2016

Divisão de Serviços Técnicos. Catalogação da Publicação na Fonte. IFMT
Campus Cuiabá Bela Vista
Biblioteca Francisco de Aquino Bezerra

P298d

Patias, Samira Gabrielle Oliveira

Desenvolvimento de iogurte com polpa de araticum (*Annona crassiflora*) aromatizado com óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*). / Samira Gabrielle Oliveira Patias._ Cuiabá, 2016.

94f.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Nagela Farias Magave Picanço Siqueira

Coorientadora: Prof^a. Dr^a Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)_ . Programa de Pós-graduação. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

1. Cerrado – Dissertação. 2. Análise sensorial – Dissertação. 3. Marolo - Dissertação. I. Siqueira, Nagela Farias Magave Picanço. II. Faria, Rozilaine Aparecida Pelegrine Campos de. III. Título.

IFMT CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA

CDU 637.146.34

CDD 664.07

SAMIRA GABRIELLE OLIVEIRA PATIAS

**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE COM POLPA DE ARATICUM (*Annona crassiflora*)
AROMATIZADO COM ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus*)**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos e Linha de Pesquisa em Desenvolvimento de Produtos Regionais, para obtenção do título de Mestre.

Data da Aprovação: 12 de agosto de 2016

Profa. Dra. Nágela Farias Magave Picanço Siqueira - IFMT - *campus* Cuiabá - Bela Vista.

Profa. Dra. Katiuchia Pereira Takeuchi - UFMT - *campus* Cuiabá

Prof. Dr. Danilo Florisvaldo Brugnera - UFMT - *campus* Cuiabá

ATESTADO

Atesto terem sido feitas as correções sugeridas pela Comissão Examinadora.

Profa. Dra. Nágela Farias Magave Picanço Siqueira
Presidente da Comissão Examinadora

CUIABÁ – MT

2016

Dedico este trabalho ...

A Deus e aos meus pais e irmã, Vera, José e Larissa, eternamente amados, meu porto seguro, as pessoas mais preciosas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar comigo em todos os momentos, por me guiar, dar coragem ao longo desta trajetória e por colocar pessoas maravilhosas no meu caminho que me ajudaram de alguma forma na execução deste trabalho.

A família, em especial meus pais e irmã pelo apoio, exemplo de vida e por serem minha fonte de inspiração.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) pela oportunidade e apoio para o desenvolvimento deste projeto.

A minha orientadora, Profa. Dra. Nágela Farias Magave Picanço Siqueira, pela paciência, ensinamentos, incentivo, auxílio, por ter confiado no meu trabalho sendo muito mais que uma orientadora, uma amiga.

À minha co-orientadora, Profa. Dra. Rozilaine Aparecida P. G. de Faria pelo suporte, compreensão, ensinamento e confiança depositados durante essa a execução deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo apoio, ensino e incentivo. À Dra. Erika Cristina Rodrigues, pelos ensinamentos transmitidos e pela atenção.

Aos meus companheiros de caminhada de Laboratório: Elaine Carvalho de Moraes, Nayara Suzana da Silva Ferreira, Dayane de Oliveira Sandri, Leandro Alves Lacerda, Patrícia Aparecida Testa, Marcell Duarte Wanderley, Natalie Veggi, Tábata, Ananda, Jean por tornarem o ambiente mais agradável e descontraído, por estarem comigo sempre.

Agradeço em especial à minha grande amiga e companheira Elaine Carvalho de Moraes, com quem compartilhei várias horas de trabalho e aprendi, tanto profissionalmente quanto pessoalmente. Obrigada pelos momentos de descontração, pelos conselhos e auxílio no desenvolvimento deste projeto.

Aos alunos bolsistas de graduação, pela ajuda nas análises, principalmente Nayara, com quem tive o grande prazer de trabalhar, pelo companheirismo e amizade.

Às técnicas de laboratório Milena, Andreia, Danny e Cleverson pela amizade e auxílio nas realizações das análises.

Aos meus amigos de mestrado, turma PURO BOA.

À professora Ma. Melissa Schirmer, pelo apoio e por disponibilizar o laboratório de Microbiologia da Universidade de Cuiabá para as pesquisas microbiológicas, sem você este trabalho não seria possível.

À Cooperativa Mista Agropecuária de Juscimeira Ltda. e à gerente de qualidade desta, Mônica, pelo apoio e por disponibilizar o Laboratório de controle de qualidade para as pesquisas microbiológicas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos na modalidade Desenvolvimento Tecnológico e Industrial concedida por projeto aprovado pelo Edital SETEC/MEC 17/2014, processo: 467554/2014-5, e fomento ao desenvolvimento deste estudo que teve projeto aprovado pelo Edital MEC/SETC 94/2013, processo: 487983/2013-0.

À Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelo auxílio com análise de lipídeo da polpa.

RESUMO

Patias, Samira Gabrielle Oliveira. Desenvolvimento de iogurte com sabor de araticum (*Annona crassiflora*) aromatizado com óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*). Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá – Bela Vista, 2016. 94p.

O potencial para exploração de frutas nativas, como o araticum (*Annona crassiflora*), incentiva o desenvolvimento de novos produtos, principalmente pela adição de polpa de frutas e aromatizantes a produtos já consolidados no mercado, como o iogurte, aumentando a aceitação deles. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver formulações de iogurte com sabor de araticum (*Annona crassiflora*) aromatizado com óleo-essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e avaliar seus aspectos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado com diferentes concentrações da polpa m/m (0 %, 10 %, 12 % e 15 %) e concentração do óleo v/m 0,01%. Após elaboração das amostras de iogurte foi realizada análise sensorial com 100 provadores não treinados para estabelecer a formulação mais aceita, depois procedeu-se a elaboração deste iogurte e foram realizadas a caracterização físico-química e análises microbiológicas semanalmente durante 36 dias de armazenamento a 4 °C semanalmente e avaliação sensorial no início e final da vida de prateleira do produto. Para a caracterização físico-química foram realizadas determinações de umidade, cinzas, proteínas, gordura, teor de lactose e açúcares totais, atividade de água e cor. A vida de prateleira foi avaliada através do pH, acidez titulável, cor, atividade de água, pesquisa de bactérias lácticas totais, de fungos filamentosos e leveduras, coliformes totais e termotolerantes e *Salmonella* spp.. Baseado nos resultados da análise sensorial foi selecionado dentre as formulações com adição de polpa o tratamento com 12 % desta, pois a agregação do fruto ao iogurte proporciona uma melhor qualidade nutricional ao produto. Durante o período de armazenamento o tratamento selecionado apresentou resultados microbiológicos, pH e acidez dentro dos padrões estabelecidos pela legislação específica e sensorialmente obteve índice de aceitação acima de 70%. A concentração de óleo essencial de capim-limão utilizada não interferiu significativamente ($p < 0,05$) na contagem das bactérias lácticas entre as formulações no final do período de vida de prateleira, demonstrando que pode ser usada como aromatizante na produção de iogurtes. Conclui-se que o iogurte com polpa de araticum a 12 % e óleo-essencial de capim-limão a 0,01% apresentou boa aceitabilidade entre os provadores e características adequadas para o consumo humano.

Palavras-chave: cerrado, análise sensorial, marolo, análise físico-química, produto lácteo.

ABSTRACT

The potential for exploitation of native fruits like araticum (*Annona crassiflora*) encourages the development of new products, mainly by adding fruit pulp and flavorings to products already consolidated in the market, such as yogurt, increasing their acceptance. The objective of this study was to develop formulations yogurt flavored araticum (*Annona crassiflora*) flavored with essential-oil lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and evaluate their physico-chemical aspects, microbiological and sensory. The experiment was conducted in a completely randomized design with different concentrations of the pulp w/w (0%, 10%, 12% and 15%) and concentration of oil 0.01% v/w. After preparation of yogurt samples sensory analysis was performed with 100 untrained to establish the most accepted formulation, then proceeded to the preparation of this yogurt and were carried out physico-chemical and microbiological analyzes weekly during 36 days of storage at 4 °C and sensory evaluation at the beginning and end of the product's shelf life. For physicochemical characterization were performed moisture determinations, ash, protein, fat, lactose and total sugars, water activity and color. The shelf life was evaluated by pH, acidity, color, water activity, research total lactic acid bacteria, filamentous fungi and yeasts, total and fecal coliforms and *Salmonella* spp.. Based on the results of sensory analysis was selected from the formulations with adding pulp treatment with 12% thereof, since aggregation of the fruit yoghurt provides a better nutritional quality of the product. During the storage period the selected treatment showed microbiological results, pH and acidity within the standards established by specific legislation and sensuously obtained acceptance rate above 70%. The concentration of the essential oil of lemongrass used did not significantly ($p < 0.05$) in the count of lactic bacteria between formulations at the end of shelf-life period, proving that can be used as flavoring in yogurt production. It is concluded that yogurt with araticum pulp 12% and essential oil of lemongrass 0.01% showed good acceptability of the panelists and characteristics suitable for human consumption.

Keywords: cerrado, sensory analysis, marolo, physico-chemical analysis, dairy product.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Composição centesimal da polpa de araticum (*Annoma crassiflora*), expressa em g/100 g de matéria seca (ALMEIDA,1998).....31

Capítulo 2

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão das características físico-químicas da polpa pasteurizada e xarope de araticum (*Annona crassiflora*).....57

Tabela 2. Composição centesimal e valor energético de polpa de araticum (*Annona crassiflora*) pasteurizada com suas respectivas médias \pm desvio padrão.....57

Tabela 3. Características microbiológicas da polpa de araticum (*Annona crassiflora*) pasteurizada.....57

Capítulo 3

Tabela 1. Tratamentos de iogurte com diferentes percentuais de polpa de araticum..... 83

Tabela 2. Matriz de correlação entre pH e acidez em ácido láctico do tempo de fermentação.....83

Tabela 3. Médias e desvio padrão do teste sensorial afetivo realizado para as formulações de iogurte com 0 %, 10 %, 12 % e 15 % de polpa de araticum e 0,01 % de óleo essencial de capim-limão.....83

Tabela 4. Valores médios expressos em g/100g de matéria, exceto VET, e desvio padrão da composição centesimal do iogurte produzido com 12% de polpa de araticum e 0,01% de óleo essencial de capim-limão.....84

Tabela 5. Valores médios \pm desvio padrão das variáveis analisadas para o iogurte com 12 % de polpa de araticum e 0,01 % óleo essencial de capim-limão durante o armazenamento refrigerado a 4 °C, para cada tempo individualmente.....84

Tabela 6. Valores médios e desvio padrão de luminosidade (L*), cromaticidade a*, cromaticidade b*, ângulo C* e h* analisados para o iogurte com 12 % de polpa de araticum e 0,01 % óleo essencial de capim-limão durante o armazenamento refrigerado a 4°C, para cada tempo individualmente.....84

Tabela 7. Características microbiológicas do iogurte com 12 % de polpa de araticum e 0,01 % óleo essencial de capim-limão durante o armazenamento refrigerado a 4°C, para cada tempo individualmente.....85

Tabela 8. Valores de contagens de bactérias lácticas totais em iogurte natural, iogurte natural com 0,01 % de óleo essencial de capim-limão, iogurte com 12 % de polpa de araticum pasteurizada e iogurte com 12 % de polpa de araticum e 0,01 % de óleo essencial.....85

Tabela 9. Médias e desvio padrão do teste sensorial afetivo realizado para a formulação de iogurte com 12 % de polpa de araticum e 0,01 % de óleo essencial de capim-limão no 1º e 28º dia de armazenamento.....85

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Fluxograma da fabricação de iogurte batido.....	21
Figura 2. Curva de desenvolvimento simbiótico da cultura láctica durante a fermentação do iogurte. F = fator de multiplicação do micro-organismo (BONATO, HOSHINO e HELENO, 2006).....	24
Figura 3. Árvore de araticum (<i>Annoma crassiflora</i>) (A), árvore com o fruto (B), fruto (C), flores (D) e fruta cortada (E) (CORRÊA et. al., 2011).....	28
Figura 4. Modelo de escala hedônica (estruturada verbal, numérica, bipolar, nove pontos) (ABNT, 1998).....	33

Capítulo 2

Figura 1. Média e desvio padrão para os parâmetros L*, a*, b*, C*, h* e E* referentes à análise de cor da polpa de araticum (<i>Annoma crassiflora</i>) in natura e pasteurizada e do xarope.....	58
---	----

Capítulo 3

Figura 1. Perfil de evolução do pH e acidez do leite durante a fermentação.....	86
Figura 2. Caracterização dos provadores em relação ao sexo (a), à faixa etária (b) e a frequência de consumo de iogurte (c).....	87
Figura 3. Histograma e classificação dos escores hedônicos obtidos para o odor das formulações de iogurte (T1: 0 %; T2: 10 %; T3: 12 % e T4: 15 % de polpa de araticum).....	88
Figura 4. Histograma e classificação dos escores hedônicos obtidos para a cor das formulações de iogurte (T1: 0 %; T2: 10 %; T3: 12 % e T4: 15 % de polpa de araticum). 88	
Figura 5. Histograma e classificação dos escores hedônicos obtidos para o sabor das formulações de iogurte (T1: 0 %; T2: 10 %; T3: 12 % e T4: 15 % de polpa de araticum). 89	
Figura 6. Histograma e classificação dos escores hedônicos obtidos para a textura das formulações de iogurte (T1: 0 %; T2: 10 %; T3: 12 % e T4: 15 % de polpa de araticum). 89	
Figura 7. Histograma e classificação dos escores hedônicos obtidos para a aparência global das formulações de iogurte (T1: 0 %; T2: 10 %; T3: 12 % e T4: 15 % de polpa de araticum).....	90
Figura 8. Caracterização dos provadores em relação ao sexo (a), à faixa etária (b) e a frequência de consumo de iogurte para os avaliadores do iogurte com adição de 12% de polpa de araticum e 0,01% de óleo essencial de capim-limão(c).....	91

LISTA DE ABREVIações E SÍMBOLOS

OE	Óleos essenciais
Aw	Atividade de água
AT	Acidez titulável
SS	Sólidos solúveis
pH	Potencial hidrogeniônico
°C	Grau Celsius
min	Minutos
UFC	Unidade formadora de colônia
mL	Mililitro
g	Gramas
km	Quilômetros
m/m	Massa/Massa
m/v	Massa/Volume
v/v	Volume/Volume
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
a*	Índice de intensidade de vermelho
b*	Índice de intensidade de amarelo
L*	Índice de luminosidade
C*	Índice de saturação
h*	Ângulo de tonalidade
E*	Diferença global de cor
NMP	Número mais provável
UAT	Ultra Alta Temperatura
PIQ	Padrão de Identidade e Qualidade

SÚMARIO

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Introdução	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1. logurte.....	18
2.1.1. Aspectos Gerais.....	18
2.1.2. Classificação.....	19
2.1.3. Processo de fabricação.....	20
2.1.3.1. Seleção da matéria prima.....	21
2.1.3.2. Preparo da matéria-prima.	22
2.1.3.3. Tratamento térmico.....	22
2.1.3.4 Redução da temperatura e incubação.....	23
2.1.3.5. Fermentação.....	23
2.1.3.6. Resfriamento e envase.....	25
2.1.4. Composição.....	26
2.1.5. Qualidade do logurte.....	26
3.1. Araticum (<i>Annoma crassiflora</i>).....	27
4.1 Aromatizantes naturais.....	30
4.1.1. Óleos essenciais.....	30
4.1.2. Óleo-essencial de capim-limão.....	31
5.1. Análise sensorial.....	31
REFERÊNCIAS	34

CAPÍTULO 2 - Artigo

Introdução.....	43
Material e Métodos	44
Resultados e Discussão	47
Análises físico-químicas.....	47
Análises microbiológicas.....	51
Conclusão.....	52
Agradecimento	52
Referências	52
Lista de Tabelas e Figuras.....	57

CAPÍTULO 3 – Artigo

Introdução.....	61
Matérias-primas.....	62
Fermento, leite, sacarose, leite em pó, estabilizante e embalagem.....	62
Óleo essencial de capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i>).....	63
Polpa de araticum (<i>Annona crassiflora</i>)	63
Processo de elaboração dos iogurtes	63
Formulações de iogurte.....	63
Processo de fabricação das formulações de iogurte.....	64
Avaliação sensorial.....	64
Caracterização físico-química do iogurte	65
Vida de prateleira.....	66
Resultados e Discussão	67
Monitoramento da fermentação	67
Análise sensorial.....	68
Análise da aceitação dos atributos.....	69
Composição centesimal do iogurte saborizado com polpa de araticum e aromatizado com óleo essencial de capim-limão	72
Vida de prateleira.....	73
Qualidade físico-química durante a vida de prateleira.....	73
Qualidade microbiológica durante a vida de prateleira.....	75
Viabilidade das bactérias lácticas.....	76
Análise sensorial.....	76
Análise da aceitação dos atributos.....	77
Conclusão.....	77
Referências	78
Lista de Tabelas e Figuras.....	83
APÊNDICE A.....	92
APÊNDICE B.....	94

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Introdução

A região Centro-Oeste apresenta várias espécies vegetais, com destaque aos frutos nativos que apresentam, em sua maioria, elevados teores de açúcares, proteínas, vitaminas e sais minerais, além de um sabor exótico característico. Entre os frutos, o araticum (*Annona crassiflora*), popularmente conhecido como marolo, é considerado uma espécie de interesse econômico, principalmente pelo aproveitamento do fruto na culinária, no consumo *in natura* e na exploração, por pequenas indústrias, de doces, sorvetes, geleias, sucos, farinhas, licores, entre outros, com grande aceitação popular (BLANCO et al., 2007; SILVA et al., 1994).

No contexto agroindustrial existe um vasto potencial para exploração de frutas nativas e de frutas exóticas devido à busca dos consumidores por alimentos que promovam a saúde e o bem-estar, incentivando pesquisas de novos componentes naturais e o desenvolvimento de novos ingredientes, possibilitando a inovação em produtos alimentícios e a criação de novos nichos de mercado.

Um dos setores da indústria alimentícia que tem reagido para aumentar sua competitividade é a de produtos lácteos, que procura se adequar às mudanças em um mercado consumidor exigente devido à tendência atual do consumo de produtos naturais e saudáveis, desenvolvendo produtos inovadores que possam trazer benefícios à saúde do indivíduo e contribuir para uma vida mais saudável (GALLINA, 2010; SALLES, ROMA JÚNIOR, SALLES, 2012). O iogurte, por exemplo, tem alcançado considerável importância econômica no mundo devido a sua elevada imagem nutricional, crescendo ainda mais com a adição de ingredientes naturais como produtos aromatizantes e polpa de frutas (COSTA et al., 2012).

Entre os produtos aromatizantes, os óleos essenciais, têm sido muito utilizados no preparo de alimentos em virtude do sabor e aroma diferenciados, conservação, proporcionando o aumento da vida de prateleira do produto (TRAJANO et al., 2009).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi elaborar formulações de iogurte a partir de uma fruta regional do Cerrado mato-grossense, inovando pelo acréscimo de óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) como aromatizante, e avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais destes produtos.

Este trabalho foi dividido em 3 capítulos: o capítulo 1 em que foi abordada a revisão de literatura, capítulo 2 denominado Características físico-químicas e

microbiológicas de xarope e polpa pasteurizada de araticum que se apresenta de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB e capítulo 3 denominado Desenvolvimento de iogurte com polpa de araticum (*Annona crassiflora*) aromatizado com óleo essencial de capim limão (*Cymbopogon citratus*): qualidade físico-química, microbiológica e sensorial que se apresenta de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Iogurte

2.1.1. Aspectos Gerais

O consumo de produtos lácteos fermentados é originário da mais remota antiguidade, há cerca de 10 a 15 mil anos, quando os povos nômades começaram a domesticar os animais e consumir seus produtos, sendo utilizada a acidificação para a preservação do leite (FERREIRA, 2005; TAMIME, ROBINSON, 2000).

Dentre os leites fermentados, destaca-se o iogurte, alimento tradicional dos povos do Oriente Médio, onde seu consumo se popularizou entre estrangeiros e fez com que se espalhasse para a Itália, França, Holanda e outros países europeus e da América do Norte (FERREIRA, 2005). A palavra “iogurte” é derivada da palavra turca “jugurt”, sendo conhecida por uma variedade de nomes em diferentes países (TAMIME, DEETH, 1980).

O iogurte é definido pela legislação brasileira como o produto adicionado, ou não, de outras substâncias alimentícias, obtido por coagulação e redução do pH do leite, ou leite reconstituído, adicionado, ou não, de outros produtos lácteos, por fermentação láctea mediante a ação protosimbiótica de *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, que pode ser acompanhada, de forma complementar, de outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final (BRASIL, 2007).

No Brasil, inicialmente o consumo de iogurte era restrito a alguns grupos étnicos, mas em 1970 houve um crescimento no consumo que continuou a uma taxa excepcional devido aos mais variados produtos disponíveis comercialmente, tais como iogurte congelado (*frozen*), o líquido e em forma de bebidas, além do aumento da divulgação de suas características nutricionais e terapêuticas. Entre 2010 e 2015, a receita de mercado saiu de R\$ 7,7 bilhões para R\$ 14,5 bilhões, ou seja, a produção de iogurte no país quase dobrou (BRANDÃO, 1987; COCO, PALAZZO, 2016; TAMIME, ROBINSON, 2000).

Um estudo divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) atesta a tendência do aumento do consumo interno de alimentos com maior valor agregado, como os derivados do leite. Segundo a pesquisa, entre 2008 e 2012, o consumo global de iogurte aumentou 2,97%, principalmente devido ao aumento da renda média dos brasileiros (MAPA, 2013).

O iogurte é um derivado do leite que apresenta uma das melhores margens de rentabilidade para o fabricante de produtos lácteos, pois não necessita de processo de

concentração, ou seja, o volume de matéria-prima inicial é igual ao volume do produto final (SANTOS, 1998).

A produção de iogurte também aumenta devido à adição no mercado de produtos aromatizados e adicionados de polpa de frutas, pois a adição atinge a aceitação de consumidores que não gostam do produto na sua forma natural. Além disso, a pigmentação natural da fruta resulta em coloração do iogurte, melhorando a aparência e aceitabilidade do produto, e ocorre um enriquecimento das propriedades nutricionais do iogurte, já que muitas frutas apresentam compostos bioativos como os compostos fenólicos e ácidos graxos insaturados, fibras, diversas vitaminas e minerais (BOBBIO, BOBBIO, 2003; COSTA et al. 2012; GALLINA, 2010).

2.1.2. Classificação

No mercado, atualmente, encontra-se uma ampla variedade de iogurtes, que se diferencia quanto ao sabor, aroma, consistência, ingredientes, valor calórico, teor de gordura, processo de fabricação e de pós-incubação.

O processo de fabricação de iogurte pode ser classificado de acordo com o processo de elaboração, adição de ingredientes, composição química e física, destacando-se (ORDÓÑEZ, 2005):

- Iogurte tradicional: o processo de fermentação e formação do coágulo ocorrem quando o material já está devidamente acondicionado e o resultado é um produto firme, mais ou menos consistente;
- Iogurte batido: resulta num produto de consistência menos firme. A matéria-prima é incubada em fermentadeiras com posterior quebra do coágulo e pode-se adicionar ingredientes como frutas, corantes e aromatizantes ao final deste processo;
- Iogurte líquido: difere do iogurte batido apenas no que diz respeito ao grau de ruptura de gel, pois o processo de homogeneização a que é submetido é mais intenso.

O iogurte pode ser ainda classificado de acordo com a presença ou não de polpa de fruta e aroma adicionado, nessa categoria o iogurte se divide em três: natural (ausência de fruta/aroma), com frutas (aromatização natural) ou aromatizado (flavorizantes) (FERREIRA, 2005), e quanto ao teor de gordura em integral, com creme, parcialmente desnatado e desnatado.

As propriedades físicas do iogurte, como firmeza, suavidade, viscosidade, e estabilidade do gel (susceptibilidade à sinérese), são de grande importância, pois quanto maior o conteúdo em sólidos da mistura destinada à elaboração do iogurte, maior a

consistência e viscosidade do produto final. A prática comum nas indústrias é a adição de leite em pó (integral, semidesnatado ou desnatado), com o objetivo de alcançar a concentração de sólidos necessária para a melhor consistência do iogurte, aumentando a capacidade de retenção de água e, portanto, melhorando a consistência do produto (MARTH; STEELE, 2001; TAMIME; ROBINSON, 1991).

A indústria de iogurte, no geral, está centrada na produção de iogurte batido, pois este permite aos produtores adicionar estabilizantes para prevenir a sinérese durante a vida de prateleira (LUCEY; SINGH, 1998).

2.1.3. Processo de fabricação

A tecnologia de fabricação de iogurte batido envolve diversas etapas fundamentais, como pode ser observada na Figura 1, tal descrição baseada nos trabalhos de Brandão (1987); Tamime e Robinson (1991); Lobato (2000) e Marth e Steele (2001). A seguir são descritos aspectos da produção, desde a qualidade da matéria-prima até o produto final.

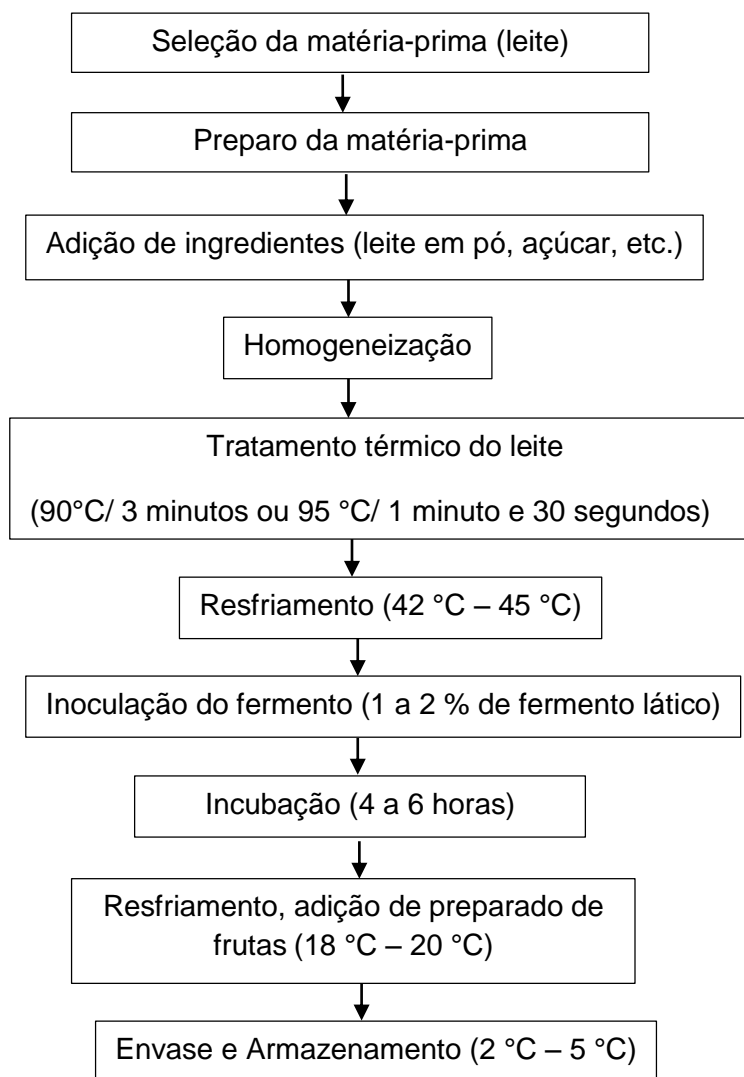


Figura 1 – Fluxograma da fabricação de iogurte batido.

2.1.3.1. Seleção da matéria prima

A produção do iogurte tem início na seleção das matérias primas, o leite, principal ingrediente, deve apresentar alta qualidade, conter baixa carga microbiana, de composição físico-química característica, isento de antibióticos e conservantes e não deve ser utilizado congelado, a fim de evitar defeitos na textura do produto (NEIROTTI; OLIVEIRA, 1988; RODAS et al., 2001).

Para a fabricação de um produto mais consistente geralmente é adicionado ao leite, para aumentar a matéria seca, de 2 a 4 % (m/v) de leite em pó. No caso da utilização de açúcar, este deve ser adicionado ao leite antes do aquecimento, normalmente de 8 a 12 % (m/v) (TAMIME; ROBINSON, 1991). Estes ingredientes também

devem apresentar qualidade elevada, pois apenas matérias-primas de alta qualidade poderão originar um produto final com a qualidade desejada.

No Brasil, o incremento de ingredientes opcionais não-lácteos deverão estar presentes em uma proporção máxima de 30 % (m/m) no produto final (BRASIL, 2007). Geralmente para iogurtes naturais do tipo tradicional, não há incorporação de outros ingredientes. Porém, para iogurtes batidos/líquidos, geralmente é feita a adição de ingredientes opcionais, como estabilizantes/espessantes, aromatizantes, polpas ou pedaços de frutas, agentes adoçantes, conservantes e corantes (TAMIME; ROBINSON, 2000).

2.1.3.2. Preparo da matéria-prima

O iogurte pode ser fabricado com leite integral, parcialmente desnatado, desnatado ou enriquecido com gordura. De acordo com o percentual de gordura presente, a legislação brasileira classifica o iogurte como: com creme (6 %), integral (mínimo 3 %), parcialmente desnatado (máximo 2,9 %) e desnatado (máximo 0,5 %) (BRASIL, 2007).

Geralmente o processo de padronização industrial do leite ocorre em centrífugas que separam a nata e após adicionam esta ao leite desnatado, até a obtenção de um percentual de gordura adequado. Posteriormente os sólidos lácteos são acrescentados (ORDÓNEZ, 2005).

Outro processo empregado ao leite é o de homogeneização que promove a redução do diâmetro dos glóbulos de gordura. Este processo aumenta a estabilidade do leite devido à distribuição homogênea da gordura, previne a formação de nata durante a fermentação, aumenta a firmeza do coágulo e evita a sinérese durante o período de estocagem, além de favorecer a maior digestibilidade do iogurte (TAMIME; ROBINSON, 1991).

2.1.3.3. Tratamento térmico

O tratamento térmico tem como objetivo destruir a microbiota natural do leite, além de possíveis patógenos, de modo a se obter um produto sadio para consumo humano e eliminar microrganismos que possam competir com as culturas do iogurte (SMIT, 2003; VARNAN; SUTHERLAND, 1994). Em paralelo, este processo produz outros benefícios como: a expulsão de oxigênio do leite, estimulando o crescimento das bactérias lácticas e influenciando a textura final do produto; a desnaturação das proteínas do soro que interagem com a caseína, deixando-a livre para a coagulação, o que possui grande efeito sobre a viscosidade do iogurte e sobre sua digestibilidade no trato gastrointestinal, além

da redução da sinérese; a extensão do tempo de prateleira do produto final (BRITZ; ROBINSON, 2008; TAMIME, 2006; VARNAN; SUTHERLAND, 1994).

Na indústria, o tratamento térmico pode ser conduzido de diferentes formas, mas durante o aquecimento os parâmetros de tempo e temperatura devem ser rigorosamente controlados. As condições recomendadas são: 95 °C por um minuto e meio; 90 °C por três minutos e meio; 85 °C por oito minutos e meio ou 80 °C por 30 minutos (LOBATO, 2000).

2.1.3.4. Redução da temperatura e incubação

Após o tratamento, o leite deve ser rapidamente resfriado até a temperatura ideal para atividade das culturas lácticas, em torno de 42 °C – 45 °C, e adiciona-se de 1 a 2 % (v/v) de fermento láctico preparado previamente, iniciando o processo de fermentação. Após a adição de culturas no leite, o conjunto deve ser homogeneizado e o leite deve permanecer em completo repouso por aproximadamente quatro horas, a uma temperatura de 41 a 45 °C. Ao final da fermentação, o coágulo deve apresentar pH entre 4,5 e 4,7 e uma concentração de ácido láctico de 0,9 % (LOBATO, 2000).

Como anteriormente mencionado, tradicionalmente o inóculo é constituído por uma cultura láctica mista de *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* que, por conveniência, em geral, são referendados por *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, respectivamente.

2.1.3.5. Fermentação

As bactérias lácticas tradicionais do inóculo são termofílicas e homofermentativas, utilizando a lactose como substrato energético liberando ácido láctico. O emprego das culturas lácticas mistas resulta em menor tempo de coagulação do leite, devido à relação protossimbiótica que permite um crescimento celular e produção de ácido láctico em maiores velocidades, maior produção de ácido láctico e um maior desenvolvimento de sabor e aroma no iogurte (SABOYA; OETTERER; OLIVEIRA, 1997; WALSTRA, WOUTERS e GEURTS, 2006).

A espécie *S. thermophilus* é a primeira a se desenvolver devido à ação proteolítica dos *L. bulgaricus*, que libera fatores de crescimento (aminoácidos e pequenos peptídeos) no meio. Com seu crescimento, os lactococos contribuem para que sejam estabelecidas as condições propícias ao desenvolvimento dos lactobacilos, através da produção de ácido fórmico e ácido pirúvico, aumento da acidez e liberação de CO₂ no meio. Neste ponto, a espécie *L. bulgaricus* dá prosseguimento à fermentação láctica, levando à hidrólise de proteínas, disponibilizando para a cultura iniciadora os peptídeos e os

aminoácidos essenciais para a continuação do seu desenvolvimento, que agora é mais lento, devido à acidez mais elevada. Ao final, a razão dos diferentes microrganismos basicamente retorna ao valor inicial (BEHMER, 1999; TAMIME e ROBINSON, 2000; WALSTRA, WOUTERS e GEURTS, 2006).

A cultura láctica deve conter a relação quantitativa inicial entre *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* de 1:1, aproximadamente, pois o balanço adequado da cultura é importante para a obtenção de um iogurte com boas características sensoriais relativas ao sabor, aroma e textura (BEHMER, 1999).

Durante o processo de fermentação o ácido láctico resultante contribui para a desestabilização da micela de caseína, provocando sua coagulação no ponto isoelétrico (pH 4,6 - 4,7) e conduzindo à formação de um gel, o iogurte, que deve ser liso, brilhante e sem desprendimento de soro. No final da fermentação, a proporção entre as duas culturas deve ser semelhante ao início do processo, ou seja, de 1:1 (TAMIME; ROBINSON, 2000), conforme Figura 2.

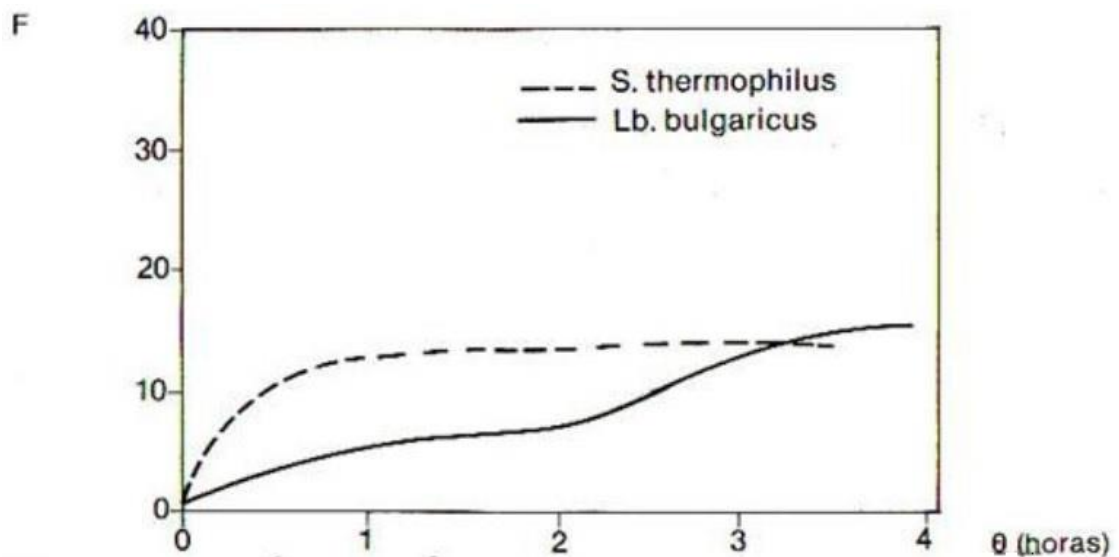


Figura 2 – Curva de desenvolvimento simbiótico da cultura láctica durante a fermentação do iogurte. F = fator de multiplicação do micro-organismo (BONATO, HOSHINO e HELENO, 2006).

A partir deste momento a relação de simbiose é interrompida e começa a de antibiose, fato devido à grande quantidade de ácido láctico acumulada no meio e pH

excessivamente reduzido que promovem a inibição do desenvolvimento do *Streptococcus thermophilus*. O *Lactobacillus delbrueckii*, por ter maior resistência à acidez, aumenta em número e sobrepuja o desenvolvimento do *Streptococcus thermophilus*. Em condições de pH de 4,3, o crescimento das duas bactérias passa a ser inibido (FERREIRA, 2005).

No final da vida de prateleira do iogurte, que é de aproximadamente 45 dias, esta antibiose (maior multiplicação de *Lactobacillus*) pode gerar sabor desagradável pela excessiva acidez e dessoramento do produto pela coagulação proteica, diminuindo sua aceitabilidade (WALSTRA et al., 1999). Por isso, é de extrema importância existir um balanço adequado entre as contagens de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*. A predominância de qualquer uma das espécies pode acarretar defeitos para o produto final.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, da Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007, estabelece que em iogurtes a contagem total de bactérias lácticas viáveis deve ser, no mínimo, de 10^7 UFC.mL⁻¹ no produto final, durante todo o prazo de validade (BRASIL, 2007).

2.1.3.6. Resfriamento e envase

O resfriamento é uma etapa crítica na produção de iogurte e é realizado com o objetivo de diminuir a atividade metabólica da cultura *starter* e de suas enzimas, logo após o produto ter atingido as características desejadas de textura, de pH (4,6) e de acidez (cerca de 0,9 % de ácido láctico) É recomendado que o processo ocorra em duas etapas, para evitar o choque térmico, que provoca um encolhimento da massa (TAMIME e ROBINSON, 2000; TAMIME e DEETH, 1980).

No caso do iogurte batido, na primeira etapa de redução de temperatura, 18- 20 °C, pode ser feita a adição de ingredientes tais como: frutas, corantes, cereais, mel, etc., que devem ser homogeneizados na massa. Na segunda etapa, a redução da temperatura da massa deve atingir 10 °C. O aparecimento do sabor característico do iogurte ocorre durante as 12 horas posteriores ao resfriamento, proporcionando as características finais de um bom iogurte (BRANDÃO, 1995). O próximo passo deve ser a quebra da coalhada. Segundo Rasic & Kurman (1978), a agitação deve ocorrer preferivelmente a temperaturas menores que 4 °C para se obter um coágulo consistente durante o armazenamento.

A temperatura de armazenamento deve ser de 2 a 5 °C, para conservar e melhorar a consistência do iogurte, e nunca deve ultrapassar 10 °C nas etapas intermediárias das

cadeias de distribuição, mas o consumidor deve degustar o produto à temperatura de 10 a 12 °C, na qual o sabor torna-se mais apreciável (EARLY, 2000; LOBATO, 2000).

A refrigeração do iogurte durante o armazenamento diminui a taxa de crescimento das bactérias lácticas, mas mantém certa atividade metabólica, principalmente os lactobacilos ácido-tolerantes. Dessa forma, a acidez do produto tende a aumentar durante o período de vida-de-prateleira, mesmo sob refrigeração, enquanto a sua viscosidade diminui (TAMIME, 2006). A este fenômeno dá-se o nome de pós-acidificação, e ocorre mais intensamente nos primeiros sete dias de fabricação, devido à alta taxa metabólica ainda presente (BEAL et al., 1999). Se forem atingidos valores de pH menores que 4, haverá perda da firmeza do gel, devido à excessiva repulsão de cargas (TAMIME, 2006).

2.1.4. Composição

De acordo com a Instrução Normativa nº 46 (BRASIL, 2007) são requisitos físico-químicos e de características sensoriais para o iogurte (BRASIL, 2007):

- Aspecto: consistência firme, pastosa, semissólida ou líquida;
- Cor: branca ou de acordo com a(s) substância(s) alimentícia(s) e/ou corante(s) adicionado(s);
- Odor e Sabor: característico ou de acordo com a(s) substância(s) alimentícia(s) e/ou substância(s) aromatizante(s)/saborizante(s) adicionada(s);
- Acidez (g de ácido láctico/ 100g): 0,6 a 1,5;
- Proteínas lácteas (g/100g): mín. 2,9;
- Matéria gorda láctea (g/100g): integral: 3,0 a 5,9; com creme: mín. 6,0; parcialmente desnatado: 0,6 a 2,9; desnatado: máx. 0,5.

O iogurte também apresenta elevado conteúdo de fósforo, vitaminas e carboidratos, sua composição é equivalente à do leite, com pequenas diferenças pelo processo de fermentação bacteriana sobre a lactose e pela adição de leite em pó, normalmente realizada para aumentar os sólidos totais do leite, além da presença de aditivos como estabilizantes (gelatina, pectina, ágar-ágar) e flavorizantes (polpas e geleias de frutas) (BRANDÃO, 1995; EARLY, 2000; OLIVEIRA, 1993).

2.1.5. Qualidade do iogurte

A qualidade de um produto alimentício é atributo extremamente importante, pois este depende principalmente das condições microbiológicas e está relacionado com a sanitização, assim a vida de prateleira será satisfatória se normas de boas práticas de fabricação forem seguidas (VEDAMUTHU, 1991).

O iogurte fabricado em boas condições de higiene e mantido sob refrigeração adequada pode permanecer apropriado para o consumo por até, no mínimo, trinta dias. A avaliação da qualidade do iogurte pode ser feita através de algumas análises de composição, vida de prateleira e avaliações sensoriais, tais como sabor, aparência, consistência e textura, portanto, deve apresentar quatro atributos importantes: corpo, textura, sabor e aroma e tempo ou vida de prateleira (BEHMER, 1999; PINHEIRO, 2003).

Os microrganismos ativos na deterioração do iogurte são diferentes da maioria dos outros produtos lácteos. O iogurte é um produto relativamente estável por causa de sua acidez, inibindo a maioria dos microrganismos Gram-negativos e o pH do produto pode variar de 3,6 a 4,2 podendo atingir pH final de até 4,5 (RODAS et al., 2001).

Os microorganismos que estão geralmente envolvidos na deterioração de alimentos ácidos são leveduras e bolores, seu crescimento e metabolismo relativamente rápido durante a estocagem refrigerada do iogurte afetam a manutenção da qualidade. Então, medidas preventivas e de controle precisam ser tomadas para prevenir problemas relativos a bolores e leveduras (VEDAMUTHU, 1991).

3.1. Araticum (*Annoma crassiflora*)

O Cerrado brasileiro possui uma rica diversidade vegetativa que é considerada uma das mais ricas savanas do mundo, ocupando cerca de 2 milhões de km² do território brasileiro. Em sua maior parte o Cerrado está localizado no Planalto Central do Brasil, porém o estado de Mato Grosso é considerado uma das regiões com maior riqueza de espécies arbustivo-arbóreas e também um hot-spot de biodiversidade (RATTER et al., 1997).

A espécie *Annoma crassiflora*, da família Annonaceae, é uma árvore de frutos conhecidos popularmente como araticum do cerrado, cabeça-de-negro, marolo, pinha do cerrado, panã, araticum panã, cabeça-de-pinha, araticum liso, araticum cortiça (ALMEIDA et al., 1998; RIBEIRO et al., 2000) que se destaca pelo seu elevado potencial econômico e valor nutricional. Sua ocorrência abrange todo o Cerrado brasileiro sendo encontrado principalmente em regiões de cerradão, cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo e campo rupestre, com distribuição nos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Pará, Bahia, Piauí, Tocantins e Maranhão (RATTER et al., 2000; RIBEIRO et al., 2000). A Figura 3 mostra: a árvore de marolo (*Annoma crassiflora*) (A), a árvore com o fruto (B), o fruto (C), as flores (D) e a fruta cortada (E) (CORRÊA et al., 2011).

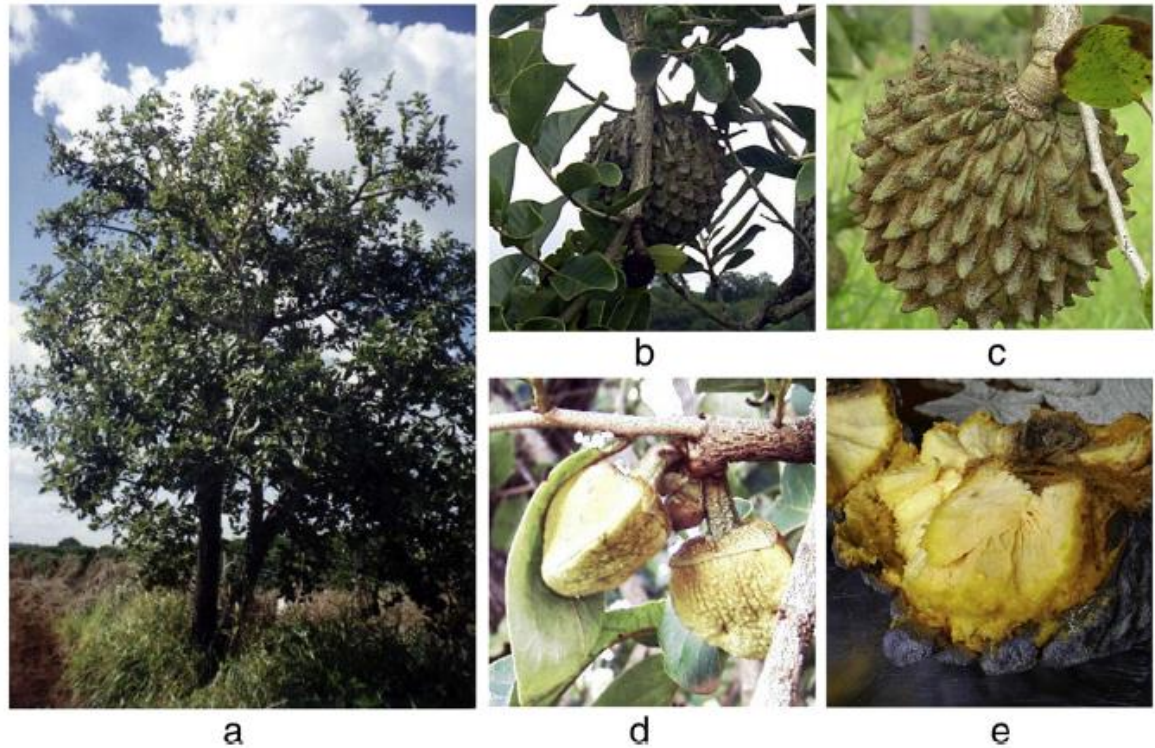


Figura 3 – Árvore de araticum (*Annoma crassiflora*) (a), árvore com o fruto (b), fruto (c), flores (d) e fruta cortada (e) (CORRÊA et. al., 2011).

A árvore possui de 4 a 8m de altura, com tronco geralmente tortuoso de 20 a 30 cm de diâmetro, revestido por casca áspera e corticosa; folhas alternas simples; flores axilares, com pétalas engrossadas e carnosas (LORENZI, 1998). Sua floração acontece principalmente de setembro a novembro. E sua frutificação de novembro a março (SILVA, 2001).

O fruto possui cerca de 15 cm de diâmetro com formato oval arredondado, externamente possui coloração marrom claro e no seu interior a polpa apresenta cor creme amarelada de textura firme, as sementes são numerosas, elípticas e marrom escuras (ALMEIDA et al., 1998). Em relação a sua composição, o araticum é rico em elementos como ferro, fósforo e cálcio e algumas vitaminas, cada 100g de polpa possui 52 mg de cálcio, 24 mg de fósforo, 2,3 mg de ferro, 21 mg de vitamina C, 50 mg de vitamina A, 0,04 mg de vitamina B1 e 0,07 mg de vitamina B2. Apesar de o teor de vitamina C presente na polpa ser considerado baixo, em relação a outras frutas nativas do cerrado, é ainda mais elevada que a de alguns frutos cultivados, como banana (6,4 mg) e maçã (5,9 mg) (ALMEIDA, 1998).

Almeida (1998), também estudou a composição centesimal da polpa de araticum, encontrando os valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição centesimal da polpa de araticum (*Annoma crassiflora*), expressa em g/100 g de matéria seca (ALMEIDA, 1998).

Fibras	Cinzas	Extrato etéreo	Proteína	Carboidratos totais	Umidade (%)
1,66	0,61	0,29	1,28	21,05	76,32

Os frutos do araticunzeiro podem ser consumidos *in natura* ou serem utilizados na fabricação de diversos produtos como compotas, doces, geleias, sorvetes, picolés, sucos e licores (ALMEIDA, 1998; BLANCO et. al., 2007).

No intuito de incorporar os frutos de araticum na dieta regular inúmeros trabalhos têm relatado aplicações da polpa em produtos convencionais como em néctar misto (MORZELLE et al., 2011), sorvete (MORZELLE et al., 2012), geléia light (ARÉVALO-PINEDO et al., 2013), e sua farinha em pães (VILLELA; BATISTA,; DESSIMONI-PINTO, 2013), apresentando bons índices de aceitabilidade após aplicação de análise sensorial. Oliveira et al., (2008) estudaram a incorporação da polpa de araticum nas concentrações de 0 %, 12,5 %, 25 % e 50 % em iogurte e alcançou resultados sensoriais satisfatórios, com ótimos índices de intenção de compra para iogurte de araticum com concentrações de 12,5 e 25,0 %, concluindo que a utilização de polpa de araticum na formulação de derivados lácteos é uma opção interessante para a indústria.

Apesar do grande potencial de aplicação dos frutos, seu uso geralmente se restringe à população local, onde os frutos são vendidos nos mercados regionais, com uma produção advinda de forma extrativista, e não têm valor comercial no Brasil (ROESLER et al., 2006). Diante desta situação, torna-se necessário o incentivo do plantio comercial do fruto, proporcionando a preservação da espécie, pois além da ameaça da espécie pelo extrativismo, existem fatores como desmatamento e expansão da agricultura e da pecuária que provocam a redução da biodiversidade no Cerrado.

Esses frutos constituem ainda uma alternativa alimentar para a população em geral, enriquecendo a dieta tradicional, possuindo um futuro promissor, devido à demanda

nacional e internacional por novos sabores, impulsionando a pesquisa e o desenvolvimento de novos produtos de maior valor comercial agregado.

4.1 Aromatizantes naturais

4.1.1. Óleos essenciais

A denominação “óleos essenciais” (OE) define um grupo de substâncias naturais de variável poder aromatizante, formado por misturas altamente complexas de substâncias voláteis de baixo peso molecular, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas, constituídos, na maioria das vezes, por moléculas de natureza terpênica, geralmente obtidos das partes vegetais de ervas e especiarias, comumente utilizadas em alimentos (BAKKALI et al., 2008; MORAIS, 2009; VITTI; BRITO, 2003;). A extração pode ocorrer de diferentes modos, como hidrodestilação, CO₂ supercrítico, utilização de solventes orgânicos ou gorduras, mas o método de destilação com arraste por vapor d’água é o mais comumente utilizado para a produção comercial de OE (BURT, 2004; TROMBETTA et al., 2005).

De acordo com Simões et al. (2007), os OE apresentam uma coloração de amarelada a incolor, quando recém-extraídos, e são instáveis na presença de luz, umidade, calor e metais. Além disso, geralmente a concentração de óleo presente em espécies vegetais é muito baixa, normalmente inferior a 1% (BRUNETON, 1991).

Quimicamente, os OE são majoritariamente derivados de terpenóides e de fenilpropanóides, o último em menor proporção. Eles apresentam de 20-60 componentes em diferentes concentrações, caracterizados por duas ou três substâncias principais em concentrações relativamente elevadas (20-70 %) em comparação com outras presentes em quantidades vestigiais (BAKKALI et al., 2008).

Na natureza os OE são encontrados nos órgãos das plantas, nos aparelhos secretores e desempenham papel importante na proteção das plantas como agentes antibacterianos, antivirais, antifúngicos, inseticidas e também contra herbívoros, reduzindo o apetite por tais plantas, assim como na atração de insetos e outros agentes fecundantes, favorecendo a dispersão de pólen e sementes (BAKKALI et al., 2008; HUET, 1991).

Os óleos essenciais são utilizados há séculos como flavorizantes, na fabricação de cosméticos e perfumarias e, farmacologicamente, com fins medicinais, o que tem estimulado a procura por substâncias biologicamente ativas e eficazes, especialmente sobre microrganismos (FIGUEIREDO et al., 2008).

Vários relatos são encontrados na literatura sobre a adição de óleos essenciais em produtos alimentícios como a utilização de óleo essencial de orégano em filetes de bacalhau e salmão, camarão (HARPAZ et al., 2003; MEJLHOLM, DALGAARD, 2002; OUTTARA et al., 2001); óleo essencial de menta em iogurte e salada de pepino (TASSOU et al. 1995).

4.1.2. Óleo-essencial de capim-limão

O Capim-limão (*Cymbopogon citratus*), pertencente à família das Poaceae, é uma planta aromática cultivada para produção comercial de óleo essencial, nativo de regiões quentes, cresce em quase todos os países tropicais e subtropicais (CHEEL et al., 2005). É amplamente utilizado como uma erva na culinária em chás, sopas e molhos, tem um sabor cítrico sutil e pode ser seco e em pó, ou usado fresco. Além disso, é usado como conservante (SHADAB et al., 2001).

Vários estudos têm relatado que o óleo essencial de capim-limão possui propriedades antibacterianas e antifúngicas e muitos outros estudos comprovaram o efeito antimicrobiano deste usando estirpes de referência de uma grande variedade de bactérias e fungos como relatado por Singh et al. (2011). Wannissorn et al. (2009) em análises preliminares para averiguar a atividade antimicrobiana de 28 óleos essenciais contra bactérias que provocam intoxicação alimentar e deterioração em alimentos detectaram que os óleos essenciais de capim-limão foram capazes de inibir 5 a 7 tipos de bactérias testadas. Enquanto isso, Abd-El Fattah et al. (2010), relataram que o óleo essencial de capim-limão possui segura atividade antifúngica, ao adicioná-lo em iogurte natural, os resultados do trabalho indicaram que a adição do OE até a concentração de 0,1 % m/v melhorou as características organolépticas do iogurte e poderia ser usada para a descontaminação de produtos lácteos. Apesar disso, não houve pesquisa em relação à sobrevivência das bactérias lácteas com a utilização desta concentração de óleo essencial de capim-limão.

Apesar da oportunidade de agregação de valor aos alimentos quando adicionados de OEs, principalmente contra microrganismos patogênicos associados aos alimentos, há a necessidade de detalhamento para o aspecto sensorial do produto.

5.1. Análise sensorial

A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993) como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar

reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição.

A análise sensorial normalmente é realizada por uma equipe montada para analisar as características sensoriais de um produto para um determinado fim. Podem ser avaliados a seleção da matéria prima a ser utilizada em um novo produto, o efeito de processamento, a qualidade da textura, o sabor, a estabilidade de armazenamento, a reação do consumidor, entre outros (TEIXEIRA, 2009).

Segundo Bech et al. (1994), o principal objetivo da avaliação sensorial é proporcionar informações para a decisão do processo de produção de um produto alimentício, além de minimizar os riscos associados à introdução de novos produtos no mercado e analisar a permanência de produtos já inseridos nele.

Os métodos utilizados em análise sensorial estão divididos em três categorias: métodos discriminativos, descritivos e afetivos, sendo a última, utilizada para verificar o desempenho de produtos junto ao mercado consumidor, a respeito de características específicas ou idéias que o consumidor tenha do produto a ser avaliado, por isso, são também chamados de testes de consumidor (IAL, 2008; NASSU, 2007).

Os métodos afetivos podem ser divididos em duas categorias: de aceitação e de preferência. Recomenda-se que na utilização desses métodos o número de julgadores selecionados esteja entre 50 e 100, porém não há necessidade de treinamento, bastando serem consumidores frequentes do produto em avaliação (IAL, 2008; NASSU, 2007).

Neste trabalho foi utilizada a técnica de aceitação com o objetivo de avaliar se os consumidores gostam ou desgostam do produto. Existem várias escalas para medir a aceitação, sendo as mais utilizadas a escala hedônica, a de atitude e a do ideal. Minim (2006), afirma que com o teste da escala hedônica o indivíduo expressa o grau de gostar ou desgostar de um determinado produto, de forma abrangente ou em relação a um atributo específico, sendo as escalas mais usadas as de 7 e 9 pontos, que contêm os termos definidos variando de “gostei muitíssimo” a “desgostei muitíssimo”.

Na utilização deste método é importante que as escalas possuam número balanceado de categorias para gosto e desgosto. O julgador deve receber as amostras codificadas com algarismos de três dígitos e aleatorizadas para avaliar o quanto gosta ou desgosta de cada uma delas através da escala previamente definida (Figura 4). Sua preferência é obtida por inferência. O delineamento experimental a ser utilizado deve ser previamente

escolhido, podendo-se optar pelo de blocos completos balanceados ou casualizados ou blocos incompletos casualizados, conforme a situação (IAL, 2008).

Amostra:	Julgador:	Data:
Você está recebendo quatro amostras codificadas. Avalie globalmente cada uma segundo o grau de gostar ou desgostar, utilizando a escala abaixo.		
(9) gostei extremamente	_____	()
(8) gostei moderadamente		
(7) gostei regularmente	_____	()
(6) gostei ligeiramente		
(5) não gostei, nem desgostei	_____	()
(4) desgostei ligeiramente		
(3) desgostei regularmente	_____	()
(2) desgostei moderadamente		
(1) desgostei extremamente		
Comentários:		

Figura 4 – Modelo de escala hedônica (estruturada verbal, numérica, bipolar, nove pontos) (ABNT, 1998).

REFERÊNCIAS

ABD-EL FATTAH, S. M.; et al. The use of lemongrass extracts as antimicrobial and food additive potential in yoghurt. **Journal of American Science**, v.6, n.11, p. 582-594, 2010.

ABNT. **NBR 12806**: análise sensorial de alimentos e bebidas. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Terminologia. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT. **NBR 14141**: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 1998.

ALMEIDA, S. P. Frutas nativas do cerrado: caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes. In: Sano, S. M., Almeida, S. P. (Eds.), **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina: Embrapa-CPAC, p. 247–285, 1998.

ALMEIDA, S. P.; et al. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p.

ARÉVALO-PINEDO, A.; et al. Alterações físico-químicas e colorimétricas de geleias de araticum (*Annona crassiflora*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n.4, p.397-403, 2013.

BAKKALI, F.; et al. Biological effects of essential oils - a review. **Food and chemical toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.

BEAL, C.; et al. Combined effects of culture conditions and storage time on acidification and viscosity of stirred yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 4, p. 673-681, 1999.

BECH, A. C. et al. **Qfood**: optimal design of food products. Working paper. n°. 19. Aarhus: MAPP Centre, 1994.

BEHMER, M. L. A. **Tecnologia do Leite**. 13. ed. São Paulo: Editora Nobel, p. 285, 1999.

BLANCO, A. J. V.; et al. Diversidade genética em populações naturais de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart.) por meio da análise de sequências de CpDNA. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 169-175, 2007.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 3. ed. rev. atual. São Paulo: Livraria Varela, 2003. 228 p.

BONATO, E. P.; HELENO, G. J. B.; HOSHINO, N. A. **Leites Fermentados e Queijos**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

BRANDÃO, S. C. C. Tecnologia da fabricação de iogurte. **Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes**, v. 42, n. 250, p. 3-8, 1987.

BRANDÃO, S. C. C. Tecnologia da produção industrial de iogurte. **Revista Leites e Derivados**, v.4, n. 25, p. 24-38, 1995.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Assessoria de Gestão Estratégica. Crescimento da renda aumenta demanda por alimentos no Brasil. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2013/10/crescimento-da-renda-aumenta-demanda-por-alimentos-no-brasil>>. Acesso em: 15 de julho de 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46/07, de 23/10/07. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 24 out. 2007.

BRITZ, T.J.; ROBINSON, R.K. **Advanced Dairy Science and Technology**. UK: Blackwell Publishing Ltd., 2008.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n. 3, p. 223-53, 2004.

CHANDAN, R. C.; et al. **Manufacturing Yogurt and Fermented Milks**. 1 ed. UK: Blackwell Publishing Ltd, 2006.

CHEEL, J.; et al. Free radical scavengers and antioxidants from Lemongrass (*Cymbopogon citratus*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 7, p. 2511-2517, 2005.

COCO, D.; PALAZZO, A. O mercado de iogurtes no Brasil crescendo além da crise. **Revista CanaOnline**, n. 31, p. 1-114, 2016.

CORRÊA, S. C.; et al. Evaluation of dehydrated marolo (*Annona crassiflora*) flour and carpels by freeze-drying and convective hot-air drying. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2385-2390, 2011.

COSTA, G.N. S.; et al. Desenvolvimento de um iogurte Sabor Juçuí (*Euterpe edulis* Martius): Avaliação Físico-química e Sensorial. **Revista Eletrônica TECEN**, v. 5, n. 2, p. 43-58, 2012.

EARLY, R. **Tecnología de los productos lácteos**. 1 ed. Zaragoza: Acribia, 2000.

FERREIRA, C. L. L. F. **Produtos Lácteos Fermentados: aspectos bioquímicos e tecnológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2005. 112p.

FIGUEIREDO, A. C.; et al. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. **Flavor and Fragrance Journal**, v. 23, n. 4, p. 213-226, 2008.

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

HARPAZ, S.; et al. Effects of herbal essential oils used to extend the shelf life of freshwater-reared Asian sea bass fish (*Lates calcarifer*). **Journal of Food Protection**, v. 66, p. 410-417, 2003.

HUET, R. Les huiles essentielles d'agrumes. **Fruits**, v. 46, n. 4, p. 501-513, 1991.

HUYNH, K. P.; et al. Essential oil from lemongrass extracted by supercritical carbon dioxide and steam distillation. **The Phillipine Agricultural Scientist**, v. 91, n. 1, p. 36-41, 2008.

IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LOBATO, V. **Tecnologia de fabricação de derivados do leite na propriedade rural**. Lavras: Editora UFLA. Boletim Técnico. 2000.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 2. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1998. 352p.

LUCEY, J. A.; SINGH, H. Formation and physical properties of acid milk gels: a review. **Food Research International**. v. 30, n.7, p. 529-542, 1998.

MARTH, E. H.; STEELE, J. L. **Applied dairy microbiology**. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 2001. 308p.

MEJLHOLM, O.; DALGAARD, P. Antimicrobial effect of essential oils on the seafood spoilage micro-organism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products. **Letters in Applied Microbiology**, v. 34, p. 27-31, 2002.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial**: estudo com consumidores. Viçosa, MG: Editora UFV, 225 p. 2006.

MORAIS L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 4050-4063, 2009.

MORZELLE, M. C.; et al. Caracterização físico-química e sensorial de sorvetes à base de frutos do cerrado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 387, p. 70-78, 2012.

MORZELLE, M. C.; et al. Desenvolvimento e avaliação sensorial de néctar misto de maracujá (*Passiflora edulis* Sims) e araticum (*Annona crassiflora*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.2, p.131-135, 2011.

NASSU, R. T. **Análise sensorial de carne**: conceitos e recomendações. Embrapa. Comunicado técnico 79, 2007.

NEIROTTI, E.; OLIVEIRA, A. J. **Produção de iogurte pelo emprego de culturas lácticas mistas**. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 22, n. 1/2, p. 1-16, 1988.

NOVAK, J.; et al. Essential oil composition of *Vitex agnus-castus* - comparison of accessions and different plant organs. **Flavor and Fragrance Journal**, v.20, n.2, p.186 - 192, 2005.

OLAWORE, N. O.; et al. Chemical composition of the leaf and fruit essential oils of *Murraya paniculata* (L.) Jack. (Syn. *Murraya exotica* Linn. **Flavor and Fragrance Journal**, v.20, n.1, p. 54-56, 2005.

OLIVEIRA, J. S. Produção e conservação de iogurte. **Revista Leites e Derivados**, v.2, n.10, p.35-38, 1993.

OLIVEIRA, K. A. de M. Desenvolvimento de formulação de iogurte de araticum e estudo da aceitação sensorial. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.3, p. 277-281, 2008.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos**: alimentos de origem animal. Vol. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005.

OUATTARA, B., SABATO, S. F.; LACROIX, M. Combined effect of antimicrobial coating and gamma irradiation on shelf life extension of pre-cooked shrimp (*Penaeus* spp.). **International Journal of Food Microbiology**, v. 68, p.1-9, 2001.

PINHEIRO, M. V. S. **Caracterização de iogurtes fabricados com edulcorantes, fermentados por culturas lácticas probióticas**. 196p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2003.

PRINS, C. L.; et al. Efeitos de confinamento do sistema radicular sobre capim-limão (*Cymbopogon citratus*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 03, p. 416-421, 2008.

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, v.80, n.3, p. 223-230, 1997.

RIBEIRO, J. F.; et al. **Araticum (*Annona crassiflora* Mart.)**. Jaboticabal: Embrapa Cerrados, 2000. 52 p.

RODAS, M. A. de B; et al. Caracterização físico-química, histológica e viabilidade de bactérias lácticas em iogurtes com frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p.304-309, 2001.

ROESLER, R.; et al. Evaluation of the antioxidant properties of the Brazilian cerrado fruit *Annona crassiflora* (Araticum). **Journal of Food Science**, v.71, n.2, p. 102-107, 2006.

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

SALLES, M. S. V.; ROMA JUNIOR, L. C.; SALLES, F. A. Estudos de tendência para alimentação até 2020. **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, n.1, 2012.

SANTOS, J. A. Iogurte: um bom negócio se feito com profissionalismo. **Indústria de Laticínios**, n. 18, p. 20-27, 1998.

SHADAB, Q.; HANIF, M.; CHAUDHARY, F. M. Antifungal activity by lemongrass essential oils. **Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research**, v.35, p. 246-249, 1992.
SILVA, D. B. et. al.. **Frutas do Cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Medicinal, 2001. 179p.

SIMÕES, C. M.; et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6 ed.; Porto Alegre: UFRGS, 2007.

SINGH, B. R.; et al. Antimicrobial activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) oil against microbes of environmental, clinical and food origin. **International Research Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v.1, n.9, p. 228-236, 2011.

SMIT, G. **Dairy Processing**: improving quality. England: Woodhead Publishing Limited, 2003.

TAMIME, A. Y. **Fermented Milks**. London: Blackwell Science Ltd, 2006. 288 p.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. **Yoghurt Science and Technology**. Woodhead Publishing LTDA, 2000.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. **Yogurt**: ciencia y tecnologia. Zaragoza: Acribia, 368 p., 1991.

TAMIME, A.Y.; DEETH, H.C. Yogurt: technology and biochemistry. **Journal of Food Protection**, v. 43, n. 12, p. 939-977, 1980.

TASSOU, C.; DROSINOS, E. H.; NYCHAS, G. J. E. Effects of essential oil from mint (*Mentha piperita*) on *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes* in model food systems at 4°C and 10°C. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 78, p. 593-600, 1995.

TEIXEIRA, V. L. Análise Sensorial na Indústria de Alimentos. **Revista Instituto Laticínio “Cândido Tostes”**, v.64, n.366, p. 12-21, 2009.

TROMBETTA, D.; et al. Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v.49, n.6, p.2474-2478, 2005.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Beverages**: technology, chemistry and microbiology. London: Chapman & Hall, 1994. 487 p.

VEDAMUTHU, E. R. **The yogurts story- past, present and future. Part VI**. Dairy, Food Environmental Sanitarians, v. 11, n. 9, p. 513-514, 1991.

VILLELA, P.; BATISTA, A. G.; DESSIMONI-PINTO, N. A. V. Nutritional composition of *Annona crassiflora* pulp and acceptability of bakery products prepared with its flour. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 33, n. 3, p. 417-423, 2013.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. **Óleo essencial de eucalipto**. Piracicaba: ESALQ. 2003. 26p. (Documentos florestais nº 17)

WALSTRA, P.; et. al. **Dairy Technology – principles of milk properties and processes**. New York: Marcel Dekker, 1999.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. **Dairy Science and Technology**. 2. ed. New York: CRC Press, 2006.

WANNISSORN, B.; et. al. Antimicrobial activity of essential oils extracted from Thai herbs and spices. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, v.2, n.4, p. 677-689, 2009.

CAPÍTULO 2 - Artigo

Características físico-químicas e microbiológicas de xarope e polpa pasteurizada de araticum

Samira Gabrielle de Oliveira Patias ⁽¹⁾; Elaine Carvalho de Moraes ⁽¹⁾; Nayara Suzana da Silva Ferreira ⁽¹⁾; Nágela Farias M. Picanço ⁽¹⁾; Erika Cristina Rodrigues ⁽¹⁾ e Rozilaine Aparecida P. Gomes de Faria ⁽¹⁾.

⁽¹⁾Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, campus Cuiabá-Bela Vista. Rua Juliano Costa Marques, s/n Bairro Bela Vista, CEP 78050-560, Cuiabá-MT. Email: elaine_carvalho.2@hotmail.com, samiragabrielle@hotmail.com, nayarasuzana.sf@gmail.com, nagela.picanco@blv.ifmt.edu.br, erika.rodrigues@blv.ifmt.edu.br, rozilaine.faria@blv.ifmt.edu.br.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas e microbiológicas da polpa de araticum pasteurizada e do xarope produzido com a polpa de araticum. A polpa de araticum *in natura* foi adquirida em Aragarças-GO e utilizada para produzir polpa pasteurizada e xarope. A polpa e o xarope foram analisados em triplicata em relação às variáveis: pH, acidez titulável, SS/AT, vitamina C, sólidos solúveis, atividade de água, cor e composição centesimal da polpa pasteurizada. As polpas e o xarope apresentaram diferença em relação aos valores de cor e vitamina C, demonstrando que possivelmente o tratamento térmico afetou estes parâmetros. Os resultados microbiológicos estão de acordo com os padrões de identidade e qualidade estabelecidos pelas legislações vigentes. Conclui-se que as polpas e o xarope de araticum apresentaram qualidade nutricional, microbiológica e físico-química satisfatória para consumo humano.

Termos para Indexação: marolo, tratamento térmico, doce, *Annona crassiflora*, Cerrado.

Physicochemical and microbiological characteristics of araticum syrup and pulp pasteurized

Abstract - The objective was to evaluate the physicochemical and microbiological characteristics of soursop pulp and pasteurized syrup produced with soursop pulp. The pulp of soursop *in natura* was acquired in Aragarças-GO and used to produce pasteurized pulp and syrup. The pulp and syrup were analyzed in triplicate in relation to variables: pH, titratable acidity, SS / AT, vitamin C, soluble solids, water activity, color and chemical composition of pasteurized pulp. The pulps and syrup showed differences in relation to the color values and vitamin C, demonstrating that the heat treatment possibly affect these parameters. Microbiological results are in line with the identity and quality standards set by current legislation. We conclude that the pulps and syrup araticum show nutritional quality, microbiological and satisfactory physical chemistry for human consumption.

Index terms: marolo, heat treatment, sweet, *Annona crassiflora*, Cerrado.

Introdução

A espécie *Annoma crassiflora*, da família Annonaceae, é uma árvore típica do Cerrado brasileiro de frutos conhecidos popularmente como araticum do cerrado, cabeça-de-negro, marolo, pinha do cerrado, panã, etc.. Seus frutos apresentam polpa de cor creme amarelada, textura firme e sabor adocicado e são consumidos pela população nativa *in natura* ou utilizado na forma de compotas, doces, geleias, sorvetes, picolés, sucos e licores (Almeida et al., 2008; Ribeiro et al., 2000).

As dietas ricas em frutas e vegetais, além de fornecerem nutrientes como fibras, vitaminas e minerais, estão ligados à diminuição do risco de doenças (diabetes, câncer, etc.) (Alves et al., 2008; Vasco et al., 2008; Bernstein et al., 2002). Assim, nos últimos anos, houve um aumento na exploração econômica dos produtos e subprodutos de frutas, fato atribuído ao aumento da consciência dos consumidores sobre a relação entre dieta e saúde (Yahia, 2010), desempenhando um papel importante tanto economicamente, através da comercialização de seus produtos, quanto nutricionalmente, por meio de seu consumo (Cardoso et al., 2011).

O uso do araticum na indústria de alimentos, apesar do potencial, ainda é restrito, devido à curta safra, condições climáticas, colheita e perecibilidade do fruto resultante de suas características químicas, que favorecem o desenvolvimento de microrganismos. Neste contexto, a produção industrial de polpa de araticum torna-se uma alternativa viável, por permitir a sua estocagem na entressafra dos frutos, aliado ao maior valor agregado do produto (Silva et al., 2015; Monteiro et al., 2005).

Diversos métodos podem ser utilizados para conservação de polpa de frutas, dentre eles a pasteurização, que é um dos métodos mais conhecidos e eficientes, pois visa à inativação das enzimas e à destruição dos microrganismos patogênicos e redução dos

deteriorantes, aumentando a vida de prateleira e a segurança alimentar, (Elez-Martínez & Martín-Belloso, 2007; Fellows, 2008) além de possibilitar a comercialização da polpa do fruto no período de entressafra.

Embora a pasteurização estabilize o produto, podem ocorrer alterações de características físico-químicas da polpa, como degradação de alguns nutrientes a exemplo de vitaminas e carotenoides e alteração da cor (Silva et al., 2015; Costa et al., 2003).

As polpas de frutas devem atender padrões específicos da legislação vigente e sua qualidade está relacionada à preservação de nutrientes e às características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais, que devem ser próximas da fruta *in natura* (Monteiro et al., 2005).

A incorporação de frutas regionais na dieta alimentar estimula a oferta de novos produtos, desta forma a polpa de araticum pode ser utilizada na fabricação de xarope, um ingrediente facilmente incorporado em iogurtes, bebidas lácteas, barras de cereais, refrigerantes e sobremesas.

A Instrução Normativa Nº 18, de 19 de junho de 2013, que estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para algumas bebidas, define xarope como produto não gaseificado, obtido pela dissolução, em água potável, de suco de fruta, polpa ou parte do vegetal e açúcar, numa concentração mínima de 52% de açúcares, em peso, a 20 °C (BRASIL, 2013).

Diante do exposto este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da polpa de araticum pasteurizada e do xarope de araticum.

Material e Métodos

Matéria prima

A polpa de araticum *in natura* foi obtida no comércio local de Aragarça-GO, em março de 2014, embalada a vácuo em sacos plásticos de polietileno, transportada em caixa térmica para o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - *Campus Cuiabá - Bela Vista*, onde ficaram armazenadas a -18°C até o momento da realização das análises.

Para a obtenção da polpa pasteurizada, a amostra foi submetida a tratamento térmico de 75°C por 30 minutos, em banho-maria e resfriada em banho de gelo, sendo posteriormente armazenada em recipientes fechados de polietileno a -18°C até o momento das análises.

O xarope de araticum foi preparado com 35% de polpa pasteurizada, 54% de sacarose e 11% de água. Em seguida a mistura foi aquecida até completa homogeneização, resfriada e armazenada a temperatura ambiente (25°C) até o momento das análises.

Análise físico-química da polpa e xarope de araticum

As polpas *in natura* e pasteurizadas foram descongeladas sob refrigeração a 4°C . Após, as amostras de polpas e xarope foram submetidas às análises de: pH por potenciometria direta utilizando um pHmetro digital de bancada, modelo HI 2221 (HANNA INSTRUMENTS, São Paulo, Brasil), previamente calibrado com soluções tampão 4 e 7 de acordo com o método nº 981.12 da *ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS* (AOAC, 2012); acidez titulável (AT) determinada por titulação de neutralização com NaOH 0,1mol/L e os resultados expressos em g de ácido málico/100g de polpa; sólidos solúveis (SS) medido diretamente em refratômetro digital de bancada modelo RTD – 95 (INSTRUTHERM, São Paulo, Brasil) sendo os resultados expressos em °Brix segundo método nº 932.12 da AOAC (2012); atividade de água (A_w) medida em aparelho digital da marca Aqualab 4TE (Decagon Devices, EUA) método nº 978.18 e

ASTM D6836 02 (2008); o teor de vitamina C (ácido ascórbico) foi determinado pelo método de Tillmans, sendo os resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa (IAL, 2008) e relação entre SS/AT, somente para a polpa. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

A determinação de cor nas amostras foi realizada utilizando o aparelho colorimétrico Minolta CM-700D (New Jersey, USA), na escala L*, a* e b* do sistema CIELab, calibrado com um padrão branco, as medidas foram realizadas em três pontos distintos da amostra com três medições cada. O valor de L* determina a posição do ponto sobre o eixo vertical de claridade; a coordenada a* é do ponto sobre o eixo a* (-) verde (+) vermelho e o valor de b*, do ponto correspondente sobre o eixo (-) azul (+) amarelo, os índices de saturação C*, ângulo de tonalidade h* e diferença da cor E* foram calculados a partir dos índices de cromaticidade (a* e b*): $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$; $h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*)$ e $E^* = (L^{*2} + a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ conforme (Ramos & Gomide, 2007; Lee & Coates, 2003).

Análise microbiológica

Foram realizadas análises para verificação da qualidade da polpa antes e após a pasteurização, sendo estas a pesquisa de coliformes totais e termotolerantes, fungos filamentosos e leveduras de acordo com métodos preconizados pela Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (APHA, 2001) e presença de *Salmonella* spp. segundo metodologia estabelecida pela Food and Drug Administration (Andrews et al., 1998).

Os resultados foram comparados com a Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000 e Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001.

Composição centesimal

A polpa pasteurizada foi submetida à análise de composição centesimal de acordo com as normas analíticas da AOAC (2012). O teor de umidade foi quantificado pelo método gravimétrico nº 920.151; cinzas por calcinação em mufla a 550°C (método 920.153); proteína pelo método de Kjeldahl (método 928.08); lipídeos por extração em aparelho Soxhlet (método 991.36); glicídios redutores em glicose foi utilizado o método que se baseia na redução de um volume conhecido do reagente cobre alcalino (Fehling) a óxido cuproso e os glicídios não redutores em sacarose foram determinados após hidrólise ácida (método nº 31.034-6).

O valor energético total da polpa pasteurizada foi calculado segundo os valores de conversão Atwater, utilizando 4 kcal/g para proteínas e carboidratos e 9 Kcal/g para lipídeos (Merril & Watt, 1973).

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de estatística descritiva e os resultados foram expressos em valores médios \pm desvio padrão, para cada variável.

Resultados e Discussão

Análises físico-químicas

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos das características físico-químicas para a polpa pasteurizada e xarope de araticum (*Annona crassiflora*).

O pH dos alimentos interfere, de maneira significativa, no desenvolvimento de microorganismos em alimentos. Os resultados deste estudo (Tabela 1) caracterizam a polpa e o xarope do araticum como ácida.

O pH da polpa de araticum foi semelhante ao encontrado por autores que realizaram a análise em polpas *in natura*. Damiani et al. (2011), relataram um valor de 4,49, Souza et al. (2012) encontraram um valor de 4,44, e Agostini, Cecchi e Barrera-Arellano (1995), observaram um pH de 4,7. Em relação à acidez, Damiani et al. (2011) analisaram o teor em

diferentes ácidos orgânicos e constataram que o ácido málico, apresentando teor de 0,096g por 100g do fruto, foi o de maior concentração na polpa. Dragano et al. (2010), obtiveram valor de 0,29 g de ácido málico por 100g do fruto *in natura*. As diferenças encontradas podem estar relacionadas com o estágio de maturação dos frutos (Mosca et al. 2006).

Os teores de sólidos solúveis (SS) foram na polpa de 12,3 °Brix e no xarope 67,2 °Brix. Este incremento no resultado de SS do xarope era esperado, devido à adição do açúcar para produção do xarope, elevando o número de sólidos solúveis totais dissolvidos.

Frutas com altos teores de SS são desejáveis para o consumo *in natura* e indústria. O teor de SS é variável entre cultivares da mesma espécie, porções do mesmo fruto e dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido (Gottinari, 1998; Neves & Yuhura, 2003; Silva et al., 2003; Chitarra & Chitarra, 2005). O valor para o teor de sólidos solúveis encontrado para a polpa foi semelhante ao de Souza et al. (2012), que relataram 11,33°Brix, porém foi inferior em comparação com dados da literatura para a polpa *in natura* do fruto. Braga Filho et al. (2014), analisaram frutos de araticunzeiros provenientes de diversas localidades do Cerrado goiano e encontraram valores médios de sólidos solúveis de 18,91 °Brix. Damiani et al. (2011), Dragano et. al. (2010) e Cohen et. al. (2010) reportaram, respectivamente, valores de 21,4; 20,26 e 21,5 °Brix.

A relação SS/AT é um parâmetro que avalia, de forma genérica, o sabor de polpas de frutas, tendo em vista que, quanto maior a relação SS/AT, maior é o equilíbrio entre doce e ácido, tornando o fruto agradável e atrativo ao consumidor (Krolow et al., 2007). O valor médio da relação SS/AT ($36,69 \pm 0,36$) se apresenta inferior, em comparação com os obtidos por Pimenta et al., (2014) para o fruto *in natura*. Entretanto, o estágio de maturação do fruto é um interferente dessa relação e possivelmente a polpa adquirida estivesse aquém do estágio ideal de maturação, uma vez que se trata de uma fruta silvestre

com predominância de colheita extrativista, havendo diferentes estádios de maturação para uma determinada época.

O aumento no pH com redução na acidez sugere perdas de vitamina C durante o processamento térmico, tanto na pasteurização quanto no preparo do xarope, pois Souza et al. (2012) e Dragano et al. (2010) obtiveram teores desta vitamina de 59,05 e 44,97 mg.100g⁻¹, respectivamente, nos frutos *in natura* de araticum. Pelo fato de ser um potente agente redutor, que se oxida facilmente, a vitamina C é uma das mais sensíveis ao processamento e às condições de armazenamento (Sucupira et al., 2012). Assim, o baixo teor de vitamina C pode estar associado à degradação desta durante o processo de pasteurização e processamento de xarope, devido à elevada instabilidade desta vitamina quando submetida a alta temperatura (Correia et al., 2008).

A atividade de água (Aw) da polpa foi 0,9860, indicando o alto teor de umidade, além da susceptibilidade à rápida deterioração. No xarope da polpa, Aw foi de 0,7952, esperado pelo alto teor de sacarose do produto e, portanto, menor concentração de água livre.

Não há Padrão de Identidade e Qualidade - PIQ para polpa de frutos de araticum. No entanto para a polpa da graviola (*Annona muricata* L.) há PIQ estabelecido pela legislação, que determina o valor mínimo de 9° Brix e vitamina C 10mg.100g⁻¹ (Brasil, 2000). Por serem frutos que apresentam a mesma classificação botânica para gênero da espécie, quando comparado com a polpa do araticum os valores de SS e vitamina C estão próximos.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos da composição centesimal da polpa de araticum pasteurizada que em comparação com dados da polpa *in natura* encontrados por Silva et al. (2008) e Souza et. al. (2012) não foram observadas alterações significativas.

Em relação aos parâmetros de cor, a polpa pasteurizada apresentou menores índices de L^* , a^* e b^* se comparados à polpa *in natura*, e o xarope menores índices que a polpa pasteurizada, mostrando que houve diminuição da concentração desses parâmetros (Figura 1). A cor é uma propriedade sensorial importante na determinação da qualidade do produto, porém o processamento térmico pode ocasionar a degradação de pigmentos favorecendo a formação de compostos escuros que podem estar associados à diminuição da luminosidade (Fontes, 2002; Pinheiro & Vilas-Boas, 2005; Kara & Erçelebi, 2013).

Os valores de C^* foram de 34,57 para polpa *in natura*, 24,50 para pasteurizada e 8,23 para o xarope, indicando que a polpa *in natura* apresentou coloração mais intensa, pois esse índice está relacionado com a saturação da amostra. O ângulo de tonalidade h^* estima a coloração de uma amostra e a interpretação das diferenças de tonalidade varia de acordo com o ângulo em que se encontra, podendo a cor ser percebida como: vermelho, laranja, amarela, verde, azul ou violeta. Assim as amostras apresentaram valores entre 60-65 para esse parâmetro, e estão classificadas no primeiro quadrante da cor onde predominam as cores vermelha, amarelo e laranja (Ramos & Gomide, 2007).

A diferença total da cor E^* foi de 65,42 para polpa *in natura*, 53,74 para a pasteurizada e 17,14 para o xarope. Lee & Coates (2003), relatam que diferenças de E^* acima de 2 tornam perceptível a diferença na cor entre amostras analisadas, demonstrando a diferença na cor das polpas e, principalmente, destas em relação ao xarope.

A variação dos resultados obtidos com os relacionados na literatura se deve à variedade, localidade, condições climáticas durante a produção, estágio de maturação, pois estes fatores interferem nas características das frutas e ocasionam variações físico-químicas e centesimais das polpas.

Na literatura existem poucos relatos de análise físico-química e centesimal de polpas pasteurizadas, principalmente sobre frutos do cerrado, por isso a importância da divulgação desses dados, tendo em vista que a pasteurização é um método primordial muito utilizado em polpas de frutas para melhorar seu estado de conservação, através da inativação de enzimas e destruição de microrganismos termosensíveis (Fellows, 2006). Além disso, não há relatos de produção de xarope da polpa de araticum, que pode ser uma ótima alternativa de utilização desse fruto no desenvolvimento de novos produtos pela facilidade de incorporá-lo a diversos derivados alimentícios.

Análises microbiológicas

A avaliação da qualidade microbiológica resultou nos valores apresentados na Tabela 3.

Conforme a Tabela 3, a polpa analisada antes da pasteurização apresentou contagem de fungos filamentosos e leveduras de 3×10^3 UFC/g de polpa, valor abaixo do estabelecido pela legislação vigente (Brasil, 2000), com limite máximo de 5×10^3 UFC/g de fungos e leveduras. Segundo Franco & Landgraf (2005), baixas contagens de bolores e leveduras são consideradas normais em alimentos frescos e congelados. Após a pasteurização e produção de xarope não houve crescimento desses microrganismos nas diluições realizadas.

O crescimento de coliformes totais (43 NMP/g) e termotolerantes (3 NMP/g) na polpa *in natura*, provavelmente associada à manipulação inadequada durante o processamento da matéria-prima, ou à contaminação de equipamentos, não estava fora do padrão estabelecido, máximo 10^2 de coliformes termotolerantes, pela Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001.

No presente estudo, o xarope e as polpas *in natura* e pasteurizadas apresentaram valores dentro do estabelecido pelas legislações vigentes, a Instrução Normativa nº 01 de 7 de janeiro de 2000 e a Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. O processo de pasteurização utilizado foi eficiente, promovendo a redução das contagens de microrganismos contaminantes.

Conclusão

O xarope e as polpas *in natura* e pasteurizada apresentaram características microbiológicas dentro do estabelecido pelas legislações, demonstrando que o processo de pasteurização utilizado foi eficiente na redução de contaminantes.

Conclui-se que as polpas e o xarope de araticum apresentaram qualidade microbiológica e físico-química satisfatória para consumo humano.

Agradecimento

Ao Instituto de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto e concessão de bolsa de estudo.

Referências

AGOSTINI, T.; CECCHI, H.; BARRERA-ARELLANO, D. Caracterização química da polpa e do óleo do marolo (*Annona coriaceae*). **Archivos Latinoamericano de Nutricion**, v. 45, n. 3, p. 237-241, 1995.

ALMEIDA, S. P.; COSTA, T. S. A.; SILVA, J. A. Frutas nativas do Cerrado: caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica**, 2008. p. 351-381.

ALVES, R. E.; BRITO, E. A.; RUFINO, M. S. M.; SAMPAIO, C. G. Antioxidant activity measurement in tropical fruits: A case study with acerola. **Acta Horticulturae**, v. 773, p. 299-305, 2008.

ANDREWS, W. H.; JACOBSON, A; HAMMACK, T. S. *Salmonella*. In: FDA. Food and Drug Administration. **Bacteriological Analytical Manual**, 8th Ed., Revision A, 1998.

AOAC. **Association of official analytical chemists**. Official methods of analysis – AOAC International. 19th ed. Maryland, USA, 2012.

APHA. **American public health association**. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4th ed. Washington: APHA, 2001. 676p.
BRAGA FILHO, R. J.; NAVES, R. V.; CHAVES, L. J.; PIRES, L. L.; MAZON, L. T. Caracterização física e físico-química de frutos de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Bioscience Journal**, v. 30, n.1, p. 16-24, 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA DO ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 01/00, de 07/01/00. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000, Seção I, p.54-58.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 18, de 19/06/2013. . Regulamento técnico geral para fixação de complementação aos padrões de identidade e qualidade para as bebidas: xarope, preparado líquido para refresco, preparado líquido para refrigerante, preparado líquido para bebida composta e preparado líquido para chá. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 jun. 2013, Seção I, p.12-36.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001, Seção I, p. 45-53.

BERNSTEIN, M.; NELSON, M. E.; TUCKER, K. L.; LAYNE, J.; JOHNSON, E.; NUERNBERGER, A.; CASTANEDA, C.; JUDGE, J.O.; BUCHNER, D.; SINGH, M. F. A home-based nutrition intervention to increase consumption of fruits, vegetables and Calcium-rich foods in community dwelling elders. **Journal of the American Dietetic Association**, n. 102, v. 10, p. 1421-1422, 2002.

CARDOSO, L. M., MARTINO, H. S. D., MOREITA, A. V. B., RIBEIRO, S. M. R.; SANT'ANA, H. M. P. Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: Physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2151-2154.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COHEN, K. O.; SANO, S. M.; SILVA, J. C. S.; MELO, J. T. **Avaliação das características físicas e físico-químicas dos frutos de araticum procedentes de Cabeceiras-GO**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010. 16p.

CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Efeito do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 83-95, 2008.

COSTA, M. C.; MAIA, G. A.; SOUZA, M. S. M. F.; FIGUEIREDO, R. W.; NASSU, R. T.; MONTEIRO, J. C. S. Conservação de polpa de cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum] por métodos combinados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 213-215, 2003.

DAMIANI, C.; VILAS-BOAS, E. V. B.; ASQUIERI, E. R.; LAGE, M. E.; OLIVEIRA, R. A.; SILVA, F. A.; PINTO, D. M.; RODRIGUES, L. J.; SILVA, E. P.; PAULA, N. R. Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 3, p. 723-729, 2011.

DRAGANO, N. R. V.; VENÂNCIO, V. P.; PAULA, F. B. A.; DELLA LUCIA, F. ; FONSECA, M. J. O.; AZEVEDO, L. Influence of Marolo (*Annona crassiflora* Mart.) pulp intake on the modulation of mutagenic/antimutagenic process and its action on oxidative stress in vivo. *Plants Food for Human Nutrition*, v. 65, p.319-325, 2010.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. Porto Alegre: ARTMED, 2008.

FONTES, E. A. F. **Cinética de alterações químicas e sensoriais em néctar de manga (*Mangifera indica* L. var. Ubá) durante tratamento térmico**. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 182p.

GOTTINARI, R. A.; ROMBALDI, C.; SILVEIRA, P.; ARAÚJO, P. Frigoconservação de pêssego (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. BR1. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.4, n.1, p. 47-54, 1998.

KARA, S.; ERÇELEBI, E. A.. Thermal degradation kinetics of anthocyanins and visual colour of Urmu mulberry (*Morus nigra* L.). **Journal of Food Engineering**, v. 116, p. 541–547, 2013.

KROLOW, A. C.; SCHWENGBER, J.; FERRI, N. Avaliações físicas e químicas de morango cv. Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1732-1735, 2007.

MERRIL, A.L.; WATT, B.K. **Energy value of foods: basis and derivation**. Washington: United States Department of Agriculture, 1973. 105p.

MONTEIRO, M.; AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M. Avaliação físico-química e microbiológica da polpa de maracujá processada e armazenada sob refrigeração. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. 1, p. 71-76, 2005.

MOSCA, J. L.; CAVALCANTE, C. E. B.; DANTAS, T. M. **Características botânicas das principais anonáceas e aspectos fisiológicos de maturação**. Fortaleza: Embrapa agroindústria tropical, 2006. 28p.

NEVES, C. S. V. J.; YUHARA, E. N. Caracterização dos frutos de cultivares de atemoia produzidos no norte do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.24, n.2, p.311-314, 2003.

PIMENTA, A. C.; SILVA, P. S. R.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Caracterização de plantas e de frutos de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart.) nativos no cerrado Mato-grossense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p.892-899, 2014.

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS-BOAS, E. V. B. Influência do CaCl₂ sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. Pérola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 32-36, jan.-mar, 2005.

RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. de; SACLOPPI JUNIOR, E. J.; FONSECA, C. E. L. da. Araticum (*Annona crassiflora* Mart.). Jaboticabal: Embrapa Cerrados, 2000. 52 p.

SILVA, L. L.; CARDOSO, L. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Influência do branqueamento, pasteurização e congelamento nas características físico-químicas, nos carotenoides e no valor de vitamina A de polpa de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 74, n. 1, p. 30-38, 2015.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. de O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p. 1790-1793, 2008.

SILVA, P. S. L.; MENEZES, J. B.; OLIVEIRA, O. F.; SILVA, P. I. B. Distribuição do teor de sólidos solúveis totais no melão. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.1, p.31-33, 2003.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

SUCUPIRA, N. R.; XEREZ, A. C. P.; SOUSA, P. H. M. Perdas vitamínicas durante o tratamento térmico de alimentos. **Unopar Científica: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 14, n. 4, p. 121-128, 2012.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008.

YAHIA, E. M. The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health. In: ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILARA, G. A. (Ed.). **Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability**, Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010. p. 3-52.

Lista de Tabelas e Figuras

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão das características físico-químicas da polpa pasteurizada e xarope de araticum (*Annona crassiflora*).

Variáveis	Polpa pasteurizada	Xarope
pH	4,49±0,01	4,90±0,01
Sólidos Solúveis -SS (°Brix)	12,3±0,1	67,2±0,2
AT (g de ácido málico/100g)	0,33±0,01	0,13±0,01
SS/AT	36,69±0,36	-
Vitamina C (mg/100g)	5,26±0,02	3,50±0,01
Atividade de água	0,986±0,001	0,795±0,001

Tabela 2. Composição centesimal e valor energético de polpa de araticum (*Annona crassiflora*) pasteurizada com suas respectivas médias ± desvio padrão.

Parâmetros (g/100g)	Polpa pasteurizada
Umidade	82,38±0,04
Cinzas	0,42±0,11
Proteínas	1,12±0,09
Lipídeos	1,06±0,07
Açúcar redutor em glicose	13,87±0,16
Açúcar não redutor em sacarose	5,24±0,91
Açúcares totais	19,10±0,77
Valor energético (kcal/100g)	74,14

Tabela 3. Características microbiológicas da polpa de araticum (*Annona crassiflora*) pasteurizada.

Polpa de araticum	Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)	Coliformes totais (NMP/g)	Coliformes termotolerantes (NMP/g)	<i>Salmonella</i> spp. (ausência ou presença/25g)
<i>In natura</i>	3x10 ³	43	3	ausência
Pasteurizada	<10	<3,0	<3,0	ausência
Xarope	<10	<3,0	<3,0	ausência
Padrão	5x10 ³ (<i>in natura</i>) ^a 2x10 ³ (pasteurizada) ^a	-	10 ² ^b	ausência ^{ab}

^a Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. ^b Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001.

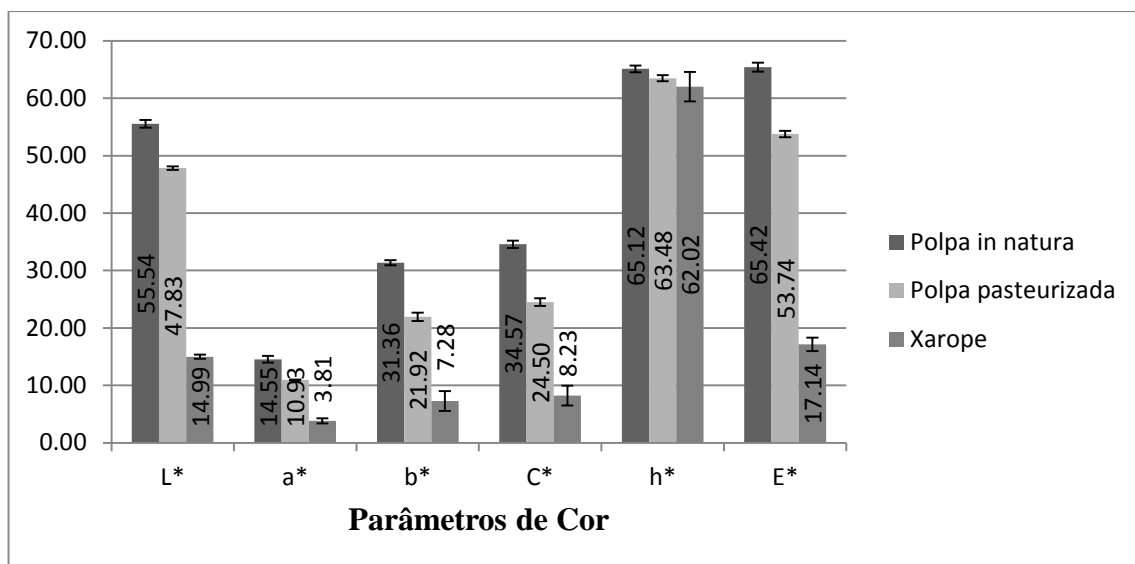


Figura 1. Média e desvio padrão para os parâmetros L*, a*, b*, C*, h* e E* referentes à análise de cor da polpa de araticum (*Annona crassiflora*) *in natura*, pasteurizada e do xarope.

CAPÍTULO 3 – Artigo

Desenvolvimento de iogurte com polpa de araticum aromatizado com óleo essencial de capim-limão

Samira Gabrielle Oliveira Patias ⁽¹⁾; Nágela Farias Magave Picanço ⁽¹⁾; Elaine Carvalho de Moraes ⁽¹⁾; Nayara Suzana da Silva Ferreira ⁽¹⁾ e Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria ⁽¹⁾.

⁽¹⁾Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, campus Cuiabá-Bela Vista. Rua Juliano Costa Marques, s/n Bairro Bela Vista, CEP 78050-560, Cuiabá-MT. E-mail:

samiragabrielle@hotmail.com,
elaine_carvalho.2@hotmail.com,
rozilaine.faria@blv.ifmt.edu.br.

nagela.picanco@blv.ifmt.edu.br,
nayarasuzana.sf@gmail.com,

Resumo - O objetivo deste trabalho foi desenvolver formulações de iogurte com polpa de araticum (*Annona crassiflora*) aromatizado com óleo-essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e avaliar seus aspectos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado com diferentes concentrações de polpa m/m (0, 10, 12 e 15 %) e 0,01 % v/w de óleo essencial de capim-limão. Foi realizada análise sensorial para estabelecer a formulação mais aceita e, a partir desta, foram realizadas análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais durante 35 dias de armazenamento a 4 °C. Com base nos resultados da análise sensorial foi selecionado, dentre as formulações com adição de polpa, o tratamento com 12 % desta, pois a agregação do fruto ao iogurte proporciona melhor qualidade nutricional ao produto. Durante o período de armazenamento, o iogurte com 12% de polpa apresentou resultados microbiológicos, pH e acidez dentro dos padrões estabelecidos pela legislação específica e houve alteração significativa ($p < 0,05$) da aceitação do sabor durante a vida de prateleira. A concentração de óleo essencial de capim-limão utilizada não interferiu, significativamente, ($p < 0,05$) na contagem das bactérias lácticas no final do período de prateleira, demonstrando que pode ser usada na produção de iogurtes. Conclui-se que o iogurte com polpa de araticum a 12 % e 0,01 % de óleo essencial de capim-limão apresentou boa aceitabilidade sensorial e características físico-químicas e microbiológicas adequadas para o consumo humano.

Termos para Indexação: capim-cidreira, análise sensorial, *Annona crassiflora*, *Cymbopogon citratus*.

Development of yogurt flavored with araticum pulp with essential oil of lemongrass

Abstract - The aim of this study was to develop yogurt formulations with soursop pulp (*Annona crassiflora*) flavored with essential-oil lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and evaluate their physico-chemical aspects, microbiological and sensory. The experiment was conducted in a completely randomized design with different pulp concentrations w / w (0, 10, 12 and 15%) and 0.01% v / w of essential oil of lemongrass. Sensory analysis was performed to establish the most accepted formulation and from this microbiological,

physicochemical and sensory analyzes were carried out for 35 days of storage at 4 ° C. Based on the results of the sensory analysis were selected from the formulations with the addition of pulp treatment with 12% thereof, since aggregation of the fruit yoghurt provides a better nutritional quality of the product. During the storage period the yogurt with 12% pulp showed microbiological results, pH and acidity within the standards established by specific legislation and significant change ($p < 0.05$) the acceptance of the flavor during shelf life. The concentration of the essential oil of lemongrass used did not significantly ($p < 0.05$) in the count of lactic acid bacteria at end of shelf life period, proving that can be used in the production of yoghurt. It is concluded that the yogurt with soursop pulp to 12% and 0.01% essential lemongrass oil showed good sensory acceptability and physicochemical and microbiological characteristics suitable for human consumption.

Index terms: capim-cidreira, sensory analysis, *Annona crassiflora*, *Cymbopogon citratus*.

Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, sendo menor em extensão apenas em relação à floresta amazônica, e representa 25% do território brasileiro (Proença, Oliveira, & Silva, 2000). Dentre as inúmeras frutíferas encontradas no cerrado brasileiro, o araticum (*Annona crassiflora*), também conhecido como marolo, destaca-se como uma fruta exótica com potencial de utilização industrial, muito apreciado pelas comunidades locais, onde o fruto é utilizado para o consumo *in natura* e na produção de sucos, doces, sorvetes, geleias, etc.. (Ribeiro & Pascal, 2005; Corrêa et al., 2011).

Uma alternativa possível, ainda pouco explorada, seria a utilização de polpa de araticum na produção de iogurte. Esta seria uma inovação, pois a utilização deste fruto na produção de iogurte e outros produtos lácteos é escassa (Oliveira et al., 2008). Além disso, o iogurte apresentou um aumento no consumo pela população brasileira nos últimos anos, cerca de 3 kg por ano per capita (MAPA, 2013), alcançando considerável importância econômica não somente no Brasil, mas no mundo devido a sua elevada imagem nutricional, crescendo ainda mais com a adição de ingredientes naturais como produtos aromatizantes e polpa de frutas (Costa et al., 2012).

Entre os produtos aromatizantes, os óleos essenciais têm sido muito utilizados no preparo de alimentos em virtude do sabor e aroma diferenciados, conservação, proporcionando o aumento da vida de prateleira do produto (Trajano et al., 2009). O óleo essencial de capim – limão (*Cymbopogon citratus*), pertencente à família das Poaceae, é bastante empregado como aromatizante e conservante em alimentos. Na literatura encontra-

se adicionado a hambúrguer de frango (Ibrahim & Salem, 2013) e iogurte natural (Abd El-Fattah et al., 2010).

O objetivo da pesquisa foi o desenvolvimento de um iogurte sem adição de conservante, a partir de araticum, fruta regional encontrada no Cerrado de Mato Grosso, acrescido de óleo essencial com a finalidade principal de aromatizar e avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais e determinar a vida de prateleira deste produto.

Material e Métodos

A extração do óleo essencial de capim-limão foi efetuada no Laboratório de Química Orgânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso, *campus* Bela Vista, Cuiabá – MT. O desenvolvimento do iogurte, as análises sensoriais e as análises físico-químicas, exceto gordura, foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do IFMT, *campus* Bela Vista, Cuiabá – MT. A determinação de gordura foi realizada no Laboratório de Análise de Alimentos Ltda - LAPOA/MT, localizado em Várzea Grande – MT. As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade de Cuiabá (UNIC), *campus* Beira Rio, Cuiabá – MT e na empresa Cooperativa Mista Agropecuária de Juscimeira Ltda, localizada em Jaciara – MT.

O experimento foi dividido em duas etapas. Na primeira foram determinados o tempo de fermentação através do controle do pH, acidez titulável e foi efetuada uma análise sensorial determinando o perfil dos consumidores, frequência de consumo, intenção de compra e aceitabilidade dos tratamentos propostos. No segundo experimento, foi avaliada a característica físico-química, sensorial e vida de prateleira do iogurte com polpa de araticum aromatizado com óleo-essencial de capim-limão selecionado como mais aceito no primeiro experimento.

Matérias-primas

Fermento, leite, sacarose, leite em pó, estabilizante e embalagem

Para o desenvolvimento do iogurte, foram utilizadas as culturas lácteas liofilizadas de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbruecki subsp. Bulgaricus* da marca DELVO®YOG FVV 21 ½U, da empresa Globalfood – Advanced Food Technology. O leite usado para inoculação da cultura láctea e desenvolvimento do produto foi o Leite

UAT. Foi adicionado ao produto açúcar do tipo cristal, leite em pó integral instantâneo e estabilizante para fins alimentícios da marca GRINDSTED SBB 280, fabricado pela empresa DANISCO, que foi doado pela empresa Cooperativa Mista Agropecuária de Juscimeira Ltda.

Para armazenamento do iogurte e polpa pasteurizada, foram utilizadas, respectivamente, garrafas de polietileno e potes de polietileno. Todo o material empregado durante o processo de produção e acondicionamento do iogurte foi lavado e sanitizado (120 mg/L de cloro ativo).

Óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*)

As folhas frescas de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) foram coletadas a uma altura de aproximadamente 12 cm do nível do solo, no período de maio a julho de 2015 no município de Cuiabá-MT, com coordenadas geográficas 15°35'46" S, 56°05'49" W (IBGE, 2011). Em seguida foram higienizadas e sanitizadas (160 mg/L de cloro ativo), cortadas em tamanho de aproximadamente 1 cm e submetidas à técnica de hidrodestilação utilizando o aparelho de Clevenger modificado, para obtenção do óleo essencial. O óleo essencial obtido foi acondicionado em frasco âmbar e armazenado a -18 °C até o momento da utilização.

Polpa de araticum (*Annona crassiflora*)

A polpa *in natura* utilizada foi adquirida em março de 2015, de uma agroindústria familiar em Aragarças (Goiás, Brasil), posteriormente foi transportada congelada, em caixa isotérmica lacrada e identificada, ao Laboratório de Bromatologia (IFMT) e armazenada à -18°C, até o momento das análises e processamento.

As polpas congeladas foram pasteurizadas a 75 °C por 30 minutos, sendo logo após resfriadas em banho de gelo e armazenadas em embalagens de polietileno a -18 °C.

Processo de elaboração dos iogurtes

Formulações de iogurte

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado com quatro tratamentos, sendo que em cada tratamento variou-se a concentração de polpa de araticum, em 0, 10, 12 e 15 % (m/m) e não houve adição de conservantes. Para todos os tratamentos foram utilizados 12% (m/v) de sacarose, 0,2 % (v/v) de fermento lácteo, 0,2 %

(m/v) de estabilizante, 2,5 % (m/v) de leite em pó e 0,01 % (v/m) de óleo essencial de capim-limão (Tabela 1), em seguida foram realizadas as preparações.

Foi preparada uma amostra padrão, iogurte sem adição de polpa de araticum, como controle na análise sensorial.

Processo de fabricação das formulações de iogurte

O iogurte foi preparado com leite UAT padronizado com 3 % de gordura, acrescido de 2,5 % (m/v) de leite em pó para aumentar o teor de sólidos totais do leite, 0,2 % (m/v) de estabilizante e 12 % (m/v) de açúcar. A mistura foi levada a tratamento térmico a 90 °C por 3 min., logo em seguida resfriada até 42 °C para adição da cultura láctica liofilizada (0,2 % v/v), composta por duas linhagens de bactérias lácteas - *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*. Os iogurtes foram incubados a 42 °C.

Durante a incubação o iogurte foi submetido a medidas do valor do pH e acidez titulável expressa em ácido láctico a cada 30 minutos (triplicata), em porções destinadas somente para estas análises, com o objetivo de avaliar o tempo de fermentação, até as amostras atingirem aproximadamente pH 4,9 e 0,6 % de ácido láctico. O tempo zero foi estabelecido a partir de duas horas e cinquenta minutos de incubação, pois os microrganismos encontravam-se liofilizados.

Quando atingido pH 4,9, ponto final do processo de fermentação, as amostras foram resfriadas até 7 °C e, em seguida, foi adicionado a polpa de araticum nas concentrações de 10, 12 e 15 % (m/m) e o óleo essencial na proporção de 0,01 % (v/m). Após, os iogurtes foram envasados em frascos rotulados de polietileno e armazenados em B.O.D. marca SuperoHm, a 4,0 °C, até o momento das análises.

Avaliação sensorial

Os tratamentos foram submetidos à avaliação sensorial com o objetivo de estabelecer a formulação ideal para a produção de iogurte saborizado com polpa de araticum aromatizado com óleo essencial de capim-limão.

Após atestada a qualidade microbiológica das amostras, estas foram submetidas à análise sensorial de acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (1993), realizando-se teste de aceitação utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos com escores variando de gostei extremamente (9) a desgostei extremamente (1),

onde era proposta a avaliação dos atributos odor, cor, textura, sabor e aparência global. O teste aceitação ainda foi complementado com pesquisa de intenção de compra e frequência de consumo. Participaram da análise cem provadores não treinados de ambos os sexos, sendo alunos e funcionários do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso, *campus* Bela Vista, Cuiabá – MT.

Antes de iniciar a análise sensorial, os provadores foram convidados a ler o TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A), contendo a identificação da pesquisa e dos responsáveis pela mesma, além de apresentar os aspectos legais e os objetivos do projeto. Em concordância, os provadores assinaram o TCLE e prosseguiram a avaliação sensorial. O modelo do formulário utilizado na avaliação sensorial é apresentado no APÊNDICE B.

A análise sensorial foi realizada em cabines individuais, onde se encontravam todas as amostras de iogurte e a ficha de avaliação. As amostras foram oferecidas em copos plásticos descartáveis com capacidade para 50 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos. Os provadores receberam 40 mL de cada amostra em temperatura entre 4 e 8°C.

Para o cálculo de Índice de Aceitabilidade do produto foi adotada a expressão: $IA (\%) = A \times 100 / B$, em que, A= nota média obtida para o produto e B= nota máxima dada ao produto (Dutcosky, 2013).

O projeto de análise sensorial foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Mato Grosso, Hospital Julio Müller, sob o número CAAE: 29372114.2.0000.5541.

Caracterização físico-química do iogurte

Uma vez definida a quantidade de polpa de araticum mais aceita através do teste sensorial, amostras de iogurte foram produzidas a fim de serem utilizadas em etapas de caracterização do produto e análises de vida de prateleira. O processo fermentativo foi conduzido de acordo com o item 2.2.3

Para caracterização físico-química dos iogurtes foi analisado, em triplicata, o valor de pH, utilizando potenciômetro digital (HANNA instruments, modelo HI 2221) de acordo com AOAC (2012), método 943.71, e a acidez, em termos de ácido láctico, foi determinada por titulação (AOAC, 2012), método 937.05.

Foi realizada a composição centesimal do iogurte analisando o teor de umidade pelo método de secagem em estufa a 105 °C, método 950.46; cinzas pelo método de incineração em forno mufla a 550 °C, método 920.153; proteínas pelo método Kjeldahl (método 928.08), utilizando o fator de conversão de nitrogênio em proteína de 6,38. De acordo com as normas analíticas da *ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS* (AOAC, 2012). A gordura foi quantificada pelo método de Roese-Gottlieb (IAL, 2008). A determinação do teor de lactose e açúcares totais pelo método de Fehling (IAL, 2008).

Foram feitas, ainda, determinação da cor na escala L*, a* e b* do sistema CIELab, aparelho colorimétrico Minolta CM-700D calibrado para um padrão branco, em três pontos distintos da amostra com três medições cada e, atividade de água utilizando o equipamento Aqualab 4TE 02 (2008), segundo AOAC (2012) método 978.18 e ASTM D6836.

Vida de prateleira

Foi estabelecido como período de armazenamento 35 dias a 4°C. Os iogurtes foram avaliados nos dias 0, 7, 14, 21, 28 e 35, quanto ao pH, acidez titulável expressa em ácido láctico, cor e atividade de água conforme descrito no item acima.

Foram realizadas também análises microbiológicas de pesquisas de fungos filamentosos e leveduras pelo método de contagem direta, com plaqueamento em superfície e coliformes totais e termotolerantes pelo método do número mais provável de acordo com métodos preconizados pela *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (APHA, 2001), contagem de bactérias lácticas totais com plaqueamento em profundidade e adição de sobrecamada, para criação de atmosfera microaerófila, preconizado pela *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (APHA, 2001) com adaptações na temperatura e tempo de incubação para 42 °C por 48 h realizada por Perez et al. (2007). *Salmonella* spp., segundo metodologia estabelecida pela Food and Drug Administration (Andrews et al., 2007).

A aceitabilidade foi realizada por análise sensorial no 7° e 28° dias de armazenamento.

Análise estatística

Os resultados de pH e acidez titulável em ácido láctico durante o período de fermentação e vida de prateleira foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste

de Tukey para comparação das médias do tempo de fermentação e teste Scott-Knott para a vida de prateleira (foi considerado nível de significância $p \leq 0,05$), a comparação entre as variáveis pH e acidez foi feita através de matriz de correlação, onde foi aplicado o teste t ao nível de 5 e 1 % de probabilidade. A caracterização físico-química e microbiológica durante a vida de prateleira foi expressa em valores médios com desvio padrão. Os dados da análise sensorial foram submetidos à análise de Kruskal-Wallis a nível de 5% de significância, pois estes não eram normais e homogêneos impossibilitando a aplicação da análise de variância (ANOVA). Foi utilizado o Programa Assistat versão 7,6 Beta.

Resultados e Discussão

Monitoramento da fermentação

A Figura 1 apresenta os perfis de evolução do pH e da acidez, em função do tempo, permitindo a visualização das alterações ocorridas durante a fermentação láctea.

O tempo de fermentação da massa de iogurte com concentração de culturas lácticas tradicionais a 0,2 % (v/v) foi de 165 minutos, na estufa B.O.D. à 42 °C, até as amostras atingirem aproximadamente um valor de pH de 4,9 e percentual de ácido láctico de 0,6. O tempo total de fermentação, com a adição do tempo inicial de espera, foi de 285 minutos (4 h e 45 min).

Conforme pode ser visualizado na Figura 1, os valores iniciais de pH e acidez (6,6 e 0,17 %, respectivamente) do leite para fermentação estão próximos aos dados mencionados na literatura (Chandan et al., 2006; Longo, 2006; Mathias, 2011), apresentando acidez ligeiramente maior que a do leite, provavelmente pela adição dos demais ingredientes.

Inicialmente as culturas lácticas convertem parte da lactose em ácido láctico, resultando em aumento da acidez e conseqüente redução do pH ao longo do tempo. Com a formação de ácido láctico e a liberação de íons H^+ ocorre a neutralização da carga elétrica superficial das micelas de caseína, desestabilizando estes complexos e proteínas do soro desnaturadas, que sofrem coagulação total com formação de um gel firme ao ser atingido o pH de 4,6, ponto isoelétrico da caseína (Robinson et al., 2006).

Foi finalizado o processo de fermentação em pH 4,93 e acidez expressa em ácido láctico de 0,60 %. Segundo Brandão (1995), iogurtes com baixa acidez (pH > 4,6) tendem a separar o soro do coágulo, devido ao gel insuficientemente formado e conseqüente produção de fracas interações moleculares. Por outro lado, de acordo com Rasic e Kurmann

(1978), o iogurte com alta acidez ($\text{pH} < 4,6$) sofre contração do coágulo devido à redução da hidratação das proteínas, causando também dessoramento, podendo ser rejeitado por parte dos consumidores.

Diversos outros trabalhos da literatura constataram iogurtes com acidez final de 0,6 a 1,5 %, expressa em ácido láctico, e valor de pH acima de 4,6 (Longo, 2006; Trigueros et al., 2011; Costa et al., 2012; Ramírez-Sucre & Vélez-Ruiz, 2013), estando de acordo também com o padrão de acidez estabelecido pela legislação brasileira vigente (Brasil, 2007), que deve ser de 0,6 a 1,5g/100g do produto. Porém, não há norma vigente em relação ao valor de pH, apesar disto o controle do pH é frequentemente utilizado para monitorar a fabricação do iogurte, visto que o valor do pH apresenta relação com a acidez e o desenvolvimento microbiológico.

A redução do valor de pH da massa de iogurte e aumento da acidez, expressa em ácido láctico, possuem alta correlação inversamente proporcional, como pode ser observado na Tabela 2, ou seja, quando a acidez aumenta o pH diminui controlando o desenvolvimento das culturas lácteas. A elevada correlação também pode ser visualizada em relação ao tempo de fermentação com pH e tempo de fermentação com a acidez, onde respectivamente, devido ser inversamente proporcional mostra que com o decorrer do tempo o pH diminui e o último por ser proporcional mostra que com o aumento do período de incubação ocorre aumento de acidez.

Após a conclusão do processo de fermentação, o iogurte foi resfriado com o objetivo de diminuir o desenvolvimento das culturas lácticas e consequente acidificação excessiva.

Análise sensorial

Os cem consumidores recrutados para o teste de aceitação foram previamente selecionados e participaram da avaliação aqueles que declararam consumir iogurte pelo menos uma vez por mês. Dentre os consumidos selecionados, 66 % eram do sexo feminino e 33 % do sexo masculino, sendo a grande maioria constituída por pessoas com idade entre 18 e 30 anos (91 %) (Figura 2).

É importante conhecer alguns hábitos, atitudes e preferências do público que participou da avaliação sensorial, como a frequência de consumo, idade e sexo. Com relação à frequência de consumo a pesquisa deve conter consumidores leves, moderados ou

fortes do produto em questão. Quanto à idade deve incluir jovens e adultos entre 20 e 35 anos porque estão presentes em grande proporção na população, e o grupo com idade acima de 35 anos, porque este grupo se preocupa com a família e aquisição de bens duráveis, os jovens com idade entre 12 e 19 anos estão associados a roupas, revistas e diversão. Com relação ao sexo, há cada vez menos diferença de consumo entre o sexo masculino e feminino, embora as mulheres continuem adquirindo mais bens de consumo (Faria, 2008). Este gênero também utiliza mais critérios na escolha de um iogurte, nomeadamente o conteúdo natural e o controle de peso (Vale, 2010).

Análise da aceitação dos atributos

A Figura 3 apresenta os histogramas e a classificação dos escores hedônicos obtidos para o odor dos tratamentos de iogurte.

Quanto à classificação dos escores hedônicos para o odor, todas as formulações obtiveram maior proporção de notas na região de aceitação (valores ≥ 7), mas a formulação T1, sem adição de polpa, obteve maior proporção, 85 %. A formulação T2 foi a que apresentou a maior proporção na região de rejeição (valores ≤ 4) e indiferença (valores entre 5 e 6) do odor, com um total de 25 %.

Os tratamentos T1 e T3 tiveram boa aceitação, com nota oito, alcançando, respectivamente 42 e 39 % dos provadores.

A aceitação maior do odor do iogurte sem adição de polpa pode ser entendida pelo desconhecimento da maior parte da população, principalmente a urbana, da polpa do fruto de araticum, assim como seu odor exótico, e maior aceitação em relação ao odor de capim-limão.

A Figura 4 apresenta os histogramas e a classificação dos escores hedônicos obtidos para a COR dos tratamentos de iogurte.

Quanto à classificação dos escores hedônicos para a cor, todas as formulações obtiveram maior proporção de notas na região de aceitação (valores ≥ 7), mas a formulação T1, sem adição de polpa, obteve maior proporção, 90 %. A formulação T2 foi a que apresentou a maior proporção na região de rejeição (valores ≤ 4) e indiferença (valores entre 5 a 6) da cor, com um total de 21 %.

Os tratamentos T1 e T3 tiveram boa aceitação, com nota oito e nove, alcançando em média, respectivamente 38,5 % e 39 % dos provadores.

Fazendo uma relação com a cor da polpa, nota-se que os provadores gostaram da coloração natural do iogurte em relação à coloração adquirida pelos tratamentos com adição de polpa.

Na avaliação do sabor (Figura 5), quanto à classificação dos escores hedônicos, as formulações T1 e T3 obtiveram maior proporção de notas na região de aceitação (valores ≥ 7), com valores de 81 %. A formulação T3 foi a que apresentou a maior proporção na região de rejeição (valores ≤ 4) e indiferença (valores entre 5 a 6) do atributo, com um total de 31 %. Em relação ao histograma, fica evidenciada a preferência pelo tratamento 1 com 45 % da aceitação dos provadores que emitiram nota 9 ao produto.

O sabor do iogurte com adição de 12 % de polpa de araticum obteve aceitação semelhante ao do iogurte sem adição da polpa, demonstrando que a incorporação do fruto a este produto além de conferir sabor diferenciado e agradável, também agrega valor ao produto, devido à presença de compostos como vitaminas, minerais e fibras, que acrescenta maior valor nutricional ao iogurte.

A Figura 6 apresenta os histogramas e a classificação dos escores hedônicos obtidos para a textura dos tratamentos de iogurte.

Na avaliação da textura, em relação ao histograma, é evidenciada preferência pelo tratamento 3 com 45 % da aceitação dos provadores, que emitiram nota 8 ao produto.

Quanto à classificação dos escores hedônicos, as formulações T1 e T3 e T4 obtiveram maior proporção de notas na região de aceitação (valores ≥ 7), com valores, respectivamente, de 90, 88 e 86 %, demonstrando que a adição da polpa não influenciou na aceitação da textura do produto. A formulação T2 foi a que apresentou a maior proporção na região de rejeição (valores ≤ 4) e indiferença (valores entre 5 a 6) do atributo, com um total de 20 %.

A textura do iogurte é um dos critérios que dependem do gosto do consumidor, alguns preferem iogurte mais consistente como o iogurte tradicional que pode ser consumido com o uso de talheres, outros preferem iogurte menos consistente, iogurte batido que é possível “beber”.

Aparência global se refere ao aspecto do alimento como transparência, brilho, opacidade, consistência, espessura e as características de superfície (IAL, 2008). Essas características estão diretamente ligadas à relação proteína do soro/caseína e o teor de sólidos, pois este afeta a viscosidade e a firmeza do iogurte e a proteína do soro com a

caseína são responsáveis pela viscoelasticidade do iogurte (Sodini et al., 2004). Um aumento do sólido total, mesmo que seja devido ao aumento de sacarose ou de outros agentes de texturização, melhoram a textura, o perfil sensorial e as características reológicas do iogurte (Fox, 2001).

A Figura 7 apresenta os histogramas e a classificação dos escores hedônicos obtidos para a aparência global dos tratamentos de iogurte.

Na avaliação da aparência global, em relação ao histograma, é evidenciada a preferência do tratamento 3 com 41 % da aceitação dos provadores, que emitiram nota 8 ao produto.

Quanto à classificação dos escores hedônicos, as formulações T1 e T3 obtiveram maior proporção de notas na região de aceitação (valores ≥ 7), com valores, respectivamente, de 87 e 81 %, demonstrando que a adição da polpa não influenciou a aceitação da textura do produto. A formulação T2 foi a que apresentou a maior proporção na região de rejeição (valores ≤ 4) e indiferença (valores entre 5 a 6) do atributo, com um total de 24 %.

Atributos sensoriais, tais como cor, odor, textura, aparência e sabor, entre outros, são fatores que influenciam a utilização de vários produtos, mas, dentre estes, o sabor é o aspecto mais relevante que interfere na aceitação de um alimento (DUTCOSKY, 2013). Para que um produto seja considerado como aceito em termos de suas propriedades sensoriais é necessário que se obtenha um índice de aceitabilidade de, no mínimo, 70 % (TEXEIRA et. al., 1987).

Houve diferença significativa entre as diferentes formulações de iogurte, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Kruskal-Wallis. A Tabela 3 mostra as médias dos escores hedônicos para os atributos odor, cor, sabor, textura e aparência global dos iogurtes para os quatro tratamentos testados e a diferença estatística entre eles.

Não houve diferença significativa entre as três formulações com adição de polpa, T2, T3 e T4, quanto aos atributos e ao índice de aceitabilidade ($p > 0,05$), sendo que as mesmas apresentaram escores médios de aceitação dos atributos variando entre gostei ligeiramente e gostei muito. A formulação T1, sem adição de polpa, diferiu das demais formulações ($p < 0,05$), pois esta formulação obteve os maiores escores de aceitação de todos os atributos, entre gostei moderadamente e gostei muito, sendo a formulação sensorialmente mais aceita pelos provadores. Todas as formulações obtiveram ótimos

índices de aceitação, acima de 80%, corroborando a aceitação pelos provadores de formulações de iogurte com adição de polpa de araticum e óleo essencial de capim-limão.

Apesar da preferência dos julgadores pela formulação de iogurte sem adição de polpa de araticum, o produto agregado com o fruto proporciona melhor qualidade nutricional, além de conferir um sabor diferenciado e possibilitar a popularização de uma fruta típica do Cerrado mato-grossense.

Pelos resultados apresentados, o T3 apresentou maior quantidade de parâmetros (odor, sabor, textura e aparência global) significativamente iguais à formulação mais aceita, só estando diferente desta em relação à cor, que era esperado devido à adição de polpa. Assim, devido ao exposto, estabeleceu-se o T3, com 12% de polpa de araticum para caracterização físico-química e determinação da vida de prateleira.

Composição centesimal do iogurte saborizado com polpa de araticum e aromatizado com óleo essencial de capim-limão

A Tabela 4 apresenta os resultados expressos em valores médios com seus respectivos desvios-padrão para as determinações de umidade e teores de gordura, proteína, cinzas, lactose e sacarose para o tratamento 3, mais aceito pelos consumidores, produzido com 12% de polpa de araticum e 0,01% de óleo essencial de capim-limão.

Todos os resultados obtidos se enquadram nos requisitos da Instrução Normativa nº46 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2007). Segundo a norma, os teores de gordura devem se situar na faixa de 3 a 5,9% para o iogurte integral e as proteínas devem estar presentes em quantidade superior a 2,9%.

Segundo Tamime e Robinson (1991) durante o processamento de iogurtes há um aumento do teor de aminoácidos livres e peptídeos. As proteínas desempenham importante papel na formação do coágulo interferindo diretamente na consistência e na viscosidade do produto. De acordo com Rasic e Kurman (1978), iogurtes com maior teor de proteínas, em virtude do aumento do teor de sólidos totais, possuem maior tempo de vida útil atribuído aos efeitos de inibição da degradação da lactose combinado com o acréscimo da capacidade tamponante.

O valor de lactose encontrado no iogurte foi de 4,80%. De acordo com Robinson, Lucey e Tamime (2006), o teor de lactose depende do grau de fortificação do leite, com seus valores variando entre 4,5 e 7%. Longo (2006), ao verificar o teor de lactose em

iogurte natural sem adição de coadjuvantes para aumentar o teor de sólidos totais, encontrou o valor de 3,69% de lactose.

O teor de sacarose de 9,53 % encontrado no produto se deve à adição de açúcar, com o objetivo principal de adoçar o iogurte, e estabilizante, que continha amido e sacarose.

Rodas et al. (2001) e Medeiros Junior et al. (2007) avaliaram iogurtes comerciais da cidade de São Paulo (SP) e Bananeiras (PB), respectivamente. Encontraram teores de proteínas entre 1,58 e 3,40%; de carboidratos totais entre 12,64 e 17,41%; de lipídeos entre 1,60 e 2,99%; e de cinzas, entre 0,60 e 0,77%. Vale notar que o teor de carboidratos totais depende da quantidade de açúcar adicionada.

O leite é a principal matéria-prima utilizada na produção de iogurte, com isso a variação entre sua composição centesimal e a do iogurte é muito baixa. Porém, mudanças ocorridas durante a fermentação e, até mesmo pela adição de ingredientes, como leite em pó, estabilizante e espessante, a fim de aumentar o conteúdo de sólidos totais, podem acarretar algumas alterações (WALSTRA; WOUTERS; GEURTS, 2006). Neste estudo o leite empregado continha proporções, de acordo com informações fornecidas pelo fabricante, de 3% (m/v) de gordura, 3,1% (m/v) de proteínas e 4,7% (m/v) de carboidratos.

Logo, a análise comparativa destes resultados e dos obtidos para o iogurte produzido permite concluir que a adição de ingredientes ao leite propiciou a elevação do seu valor nutricional.

Vida de prateleira

Qualidade físico-química durante a vida de prateleira

Na Tabela 5 são apresentadas a evolução do pH, acidez e atividade de água durante 35 dias de armazenamento a 4 °C. Logo depois de elaborado, o produto apresentou o maior valor de pH e o menor de acidez titulável no tempo inicial (dia 0), apresentando diferença significativa com os outros dias, tanto no pH quanto para acidez titulável, esse aumento da acidez com redução significativa do pH é relatado por Beal et al. (1999), pois nos sete primeiros dias após a fabricação do iogurte a pós acidificação é mais intensa, período em que a atividade metabólica da cultura *starter* ainda alta, apresenta elevado consumo de lactose e produção de ácido láctico.

Durante os 35 dias de armazenamento, o pH e a acidez titulável em ácido láctico apresentaram o mesmo comportamento, houve um declínio no valor do pH e aumento da acidez conforme o avanço do período de armazenagem. Esta associação pode estar relacionada com o tempo, temperatura de armazenamento e com a cultura *starter*, pois a concentração de H^+ progride com a produção de ácidos orgânicos pelas bactérias lácteas (Vedamutchu, 1982), influenciando a proporção desses parâmetros durante todo o período de armazenamento.

A acidez atingiu o maior valor no 30º dia de armazenamento e posterior declínio no último dia de estoque (35º dia), comportamento semelhante foi observado por Preci et. al. (2011), que analisaram a evolução de pH e acidez titulável em ácido láctico de amostras de iogurtes com diferentes teores de extrato de erva-mate e adição de probióticos, onde alguns tratamentos apresentaram uma redução da acidez após o 30º dia de armazenamento.

Os valores de acidez variaram de 0,76 a 0,86, estando de acordo com o determinado pela legislação brasileira que estabelece entre 0,6 a 1,5 g de ácido láctico/100g para iogurtes (BRASIL, 2007). Os parâmetros de pH e a atividade de água não estão especificados na legislação, mas são importantes para a avaliação da susceptibilidade do produto a microorganismos e o primeiro ainda contribui na formação do coágulo e viscosidade do produto final, além das características sensoriais.

Os valores de A_w foram de 0,98 durante o período de armazenamento e não houve diferença significativa ($p < 0,05$).

Os parâmetros de cor dos iogurtes foram analisados durante o período de 28 dias de armazenamento e os valores estão apresentados na Tabela 6.

Não foi observada diferença estatística ($p < 0,05$) para os valores de a^* e b^* do iogurte durante o período de armazenamento. Porém o parâmetro L apresentou diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as duas quinzenas de armazenamento, com o aumento da luminosidade da amostra.

Em relação ao componente a^* da cor, foi observado valores foram positivos em direção ao vermelho e positivos ($+b^*$) em direção ao amarelo, essa coloração provavelmente esta relacionada à presença de pigmentos naturais como os carotenoides que conferem coloração vermelho-amarelada aos alimentos a que são adicionados (Rodriguez-Amaya, 1999).

Os valores de C^* estão relacionados com a saturação da amostra e não foi observada diferença estatística ($p < 0,05$) desse parâmetro no decorrer do período de armazenamento. No iogurte tais valores variaram entre 12,04-13,89 e esta proximidade com o ângulo 0 mostra que a coloração do produto era menos intensa, se aproximando de uma tonalidade acinzentada (Ramos & Gomide, 2007).

O ângulo de tonalidade h^* estima a coloração de uma amostra e a interpretação das diferenças de tonalidade varia de acordo com o ângulo em que se encontra, podendo a cor ser percebida como: vermelho, laranja, amarela, verde, azul ou violeta. Assim as amostras apresentaram valores entre 74-77 para esse parâmetro, e estão classificadas no primeiro quadrante da cor onde predominam as cores vermelha, amarelo e laranja (Ramos & Gomide, 2007).

A cor é um parâmetro de muita relevância no desenvolvimento de um produto, uma vez que a avaliação visual é o primeiro sentido a ser usado, sendo decisiva na aceitação ou rejeição do produto pelo consumidor (Teixeira et al., 1987).

Qualidade microbiológica durante a vida de prateleira

Durante o período de armazenamento não houve crescimento de Coliformes totais e termotolerantes no iogurte. O produto não apresentou contaminação por bolores e leveduras, assim como não foi evidenciada presença de *Salmonella* spp. (Tabela 7).

Os parâmetros microbiológicos estão todos de acordo com os estabelecidos pela Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007 (Brasil, 2007) e a Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (Brasil, 2001), comprovando que o iogurte estava apto para consumo até 36 dias de armazenamento a 4 °C.

O iogurte é um produto susceptível a contaminação por organismos coliformes, que são totalmente indesejáveis em qualquer produto lácteo, mas facilmente destruídos pelo processo de pasteurização. Assim, a presença de coliformes geralmente é resultado de contaminação pós-pasteurização ou matéria-prima com elevada proporção dessas bactérias. Portanto, técnicas adequadas de pasteurização, gestão de instalações e saneamento são capazes de evitar e/ou destruir esses contaminantes.

Aguiar et al. (2010), analisam pelo método de número mais provável (NMP), coliformes totais e termotolerantes em iogurtes sabor morango de quatro marcas diferentes, apresentando resultados que atenderam aos padrões legais (BRASIL, 2007).

Os microrganismos que estão geralmente envolvidos na deterioração do iogurte são leveduras e fungos filamentosos, em particular os iogurtes adicionados de polpa de frutas nos quais é mais provável que surjam (Kroger, 1976; Vedamuthu, 1991). Assim, é importante um programa de controle de qualidade eficaz para os ingredientes utilizados na elaboração deste produto e aderir a padrões rígidos.

Os resultados apresentados mostram que o tratamento térmico realizado na produção do iogurte foi eficiente.

Viabilidade das bactérias lácticas

Para garantir as características sensoriais, nutricionais e os benefícios à saúde pelo consumo de iogurte, é necessário que as culturas lácteas permaneçam viáveis durante todo o período de armazenamento (Donkor et. al., 2006; Dualdo et. al.; 2010).

A norma brasileira especifica que o total de bactérias lácticas presentes em iogurtes deve ser superior a $1,0 \times 10^7$ UFC.g⁻¹ (Brasil, 2007). Durante o período de armazenamento refrigerado a 4 °C todos os iogurtes avaliados (Tabela 8) obtiveram contagens acima do mínimo recomendável.

Não foi observada diferença estatística ($p < 0,05$) na contagem das bactérias lácticas entre as formulações no final do período de prateleira, mostrando que o mesmo não afetou o desenvolvimento microbiológico. Embora o óleo essencial de capim-limão apresente atividade antimicrobiana, a concentração empregada pode ser usada sem causar prejuízos ao produto elaborado.

Foi observada uma redução na contagem de bactérias lácticas no iogurte sem óleo essencial, a partir do 14º dia de armazenamento. Preci et al. (2011) observaram em iogurte contendo 0,1 % de extrato de erva-mate maior número de colônias de bactérias lácticas quando comparado ao iogurte sem extrato, sendo significativa a diferença durante os 45 dias de armazenamento.

Análise sensorial

Os cinquenta consumidores recrutados para o teste de aceitação do iogurte com adição de 12 % de polpa de araticum e 0,01% de óleo essencial de capim-limão foram previamente selecionados e participaram da avaliação aqueles que declararam consumir iogurte pelo menos uma vez por mês. Dentre os consumidos selecionados, 64 % eram do

sexo feminino e 36 % do sexo masculino, sendo a grande maioria constituída por pessoas com idade entre 18 e 30 anos (59 %) (Figura 8).

Análise da aceitação dos atributos

Houve diferença significativa entre as formulações de iogurte durante o tempo de vida-de-prateleira, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Kruskal-Wallis. A Tabela 9 mostra as médias dos escores hedônicos para os atributos odor, cor, sabor, textura e aparência global dos iogurtes para os quatro tratamentos testados e a diferença estatística entre eles.

Não houve diferença significativa, durante o período de vida de prateleira, quanto aos atributos textura e odor ($p>0,05$), sendo que as mesmas apresentaram escores médios de aceitação dos atributos variando entre gostei moderadamente e gostei muito. Em relação aos atributos cor, sabor e aparência global houve diferença significativa ($p>0,05$), sendo o produto mais aceito no período inicial de armazenamento, que pode ser explicado pelo aumento da acidez (Tabela 5) e diminuição da luminosidade do produto ao final do período de armazenamento. Porém, durante o período de vida de prateleira, o produto obteve ótimos índices de aceitação, acima de 80 %, corroborando a aceitação dos provadores pelo iogurte com adição de polpa de araticum e óleo essencial de capim-limão.

Conclusão

O tratamento com adição de 12 % de polpa de araticum e 0,01 % de óleo essencial de capim-limão apresentou melhor aceitabilidade em relação às formulações iogurte com diferentes concentrações de polpa, que como saborizante agregou valor nutricional ao iogurte, sendo necessárias novas pesquisas para verificar a funcionalidade do produto final.

A qualidade do iogurte com 12 % de polpa, sem conservantes, foi satisfatória durante a vida de prateleira, mantendo a qualidade físico-química e microbiológica, com elevada aceitabilidade durante o armazenamento. A adição do óleo essencial de capim-limão, além de conferir um aroma diferenciado não afetou o desenvolvimento microbiológico. Embora o óleo essencial de capim-limão apresente atividade antimicrobiana, a concentração empregada pode ser usada sem causar prejuízos ao produto elaborado.

O produto final demonstrou ser um produto promissor tanto para as indústrias alimentícias quanto para os consumidores.

Referências

AGOSTINI, T.; CECCHI, H.; BARRERA-ARELLANO, D. Caracterização química da polpa e do óleo do marolo (*Annona coriaceae*). **Archivos Latinoamericano de Nutricion**, v. 45, n. 3, p. 237-241, 1995.

ANDREWS, W. H.; JACOBSON, A.; HAMMACK, T. S., 2007. *Salmonella*. In: Food and Drug Administration, **Bacteriological Analytical Manual Online**. Chapter 5, 2007. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/default.htm>>. Acesso em 18/04/2015.

AOAC. Association of official analytical chemists. **Official methods of analysis – AOAC International**. 19th ed. Maryland, USA, 2012.

APHA. American public health association. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4th ed. Washington: APHA, 2001. 676p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 12806: Análise sensorial de alimentos e bebidas**. Terminologia. Rio de Janeiro, 1993.

BRANDAO, S. C. C. **Tecnologia da fabricação de iogurte**. Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes, v. 42, no250, p. 3-8, 1995.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA DO ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 01/00, de 07/01/00. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília: 10 jan. 2000, Seção I, p.54-58.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA DO ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 46/07, de 23/10/07. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 24 out. 2007.

CENCI, S. A. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem.** Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011.

CHANDAN, R. C.; WHITE, C. H.; KILARA, A.; HUI, Y.H. **Manufacturing Yogurt and Fermented Milks.** 1 ed. UK: Blackwell Publishing Ltd, 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COHEN, K. O.; SANO, S. M.; SILVA, J. C. S.; MELO, J. T. **Avaliação das características físicas e físico-químicas dos frutos de araticum procedentes de Cabeceiras-GO.** Planaltina: Embrapa cerrados, 2010. 16p. (Documentos, 270.)

COSTA, G.N. dos S.; MENDES, M. F.; ARAÚJO, I. O. de; PEREIRA, C. de S. S. Desenvolvimento de um Iogurte Sabor Juçaí (*Euterpe edulis* Martius): Avaliação Físico-química e Sensorial. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 5, n. 2, p. 43-58, 2012

DONKOR, O. N., HENRIKSSON, A., VASILJEVIC, T., SHAH, N. P. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. **International Dairy Journal**, v.16, n.10, p. 1181–1189, 2006.

DUALDO, L. C. S.; CASAROTTI, S. N.; PAULA, A. T., MELO, R. T., ROSSI, D. A. Avaliação da pós-acidificação e viabilidade de bactérias lácticas utilizando o método convencional e o sistema Compact Dry® TC durante estocagem refrigerada de iogurtes. **Revista Instituto Laticínio “Cândido Tostes”**, v.374, n.65, p. 33-40, 2010.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos.** 4. ed. Curitiba: Editora Champagnat, 2013, 536 p.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A. de; PETTINELLI, M. L. C. de V.; SILVA, M. A. A. P. da; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. de M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos.** Campinas: SBCTA, 2000. 127p.

FONTES, E. A. F. Cinética de alterações químicas e sensoriais em néctar de manga (*Mangifera indica* L. var. Ubá) durante tratamento térmico. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

FOX, P.F. Milk proteins as food ingredients. **International Journal of Dairy Technology**, v.54, p. 41-55, 2001.

GLOBALFOOD. **Advanced Food Technology**. Disponível em:
<www.globalfood.com.br> Acesso em: 20 de março de 2016.

GOTTINARI, R. A.; ROMBALDI, C.; SILVEIRA, P.; ARAÚJO, P. Frigoconservação de pêssego (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. BR1. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.4, n.1, p. 47-54, 1998.

GUIMARÃES, L. G. L.; CARDOSO, M. G. C.; ZACARONI, L. M.; LIMA, R. K.; PIMENTEL, F. A.; MORAIS, A. R. Influência da luz e da temperatura sobre a oxidação do óleo essencial de capim limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. **Química Nova**, v. 31, n. 6, p. 1476-1480, 2008.

IBRAHIM, H. M.; SALEM, F. M. Effect of Adding Lemongrass and Lime Peel Extracts on Chicken Patties Quality. **Journal of Applied Sciences Research**, v. 9, n. 8, p. 5035-5047, 2013.

KARA, S.; ERÇELEBI, E. A.. Thermal degradation kinetics of anthocyanins and visual colour of Urmu mulberry (*Morus nigra* L.). **Journal of Food Engineering**, v. 116, p. 541–547, 2013.

KROGER, M. Quality of yogurt. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.2, p. 344-350, 1976.

LONGO, G. **Influência da adição de lactase na produção de iogurte**. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MATHIAS, T. R. D. S. Desenvolvimento de iogurte sabor café: avaliação sensorial e reológica. 191 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos).

NEVES, C. S. V. J.; YUHARA, E. N. Caracterização dos frutos de cultivares de atemoia produzidos no norte do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.24, n.2, p.311-314, 2003.

PEREZ, K. J.; GUARIENTI, C.; BERTOLIN, T. E.; COSTA, J. A. V.; COLLA, L. M. Viabilidade de bactérias lácticas em iogurte adicionado de biomassa da microalga spirulina

platensis durante o armazenamento refrigerado. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v.18, n.1, p. 77-82, 2007.

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. B. Influência do CaCl₂ sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. Pérola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 32-36, jan.-mar, 2005.

PRECI, D.; CICHOSKI, A. J.; VALDUGA, A. T.; OLIVEIRA, D.; VALDUGA, E.; TREICHEL, H.; TONIAZZO, G.; CANSIAN, R. L. Desenvolvimento de iogurte light com extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) e adição de probióticos. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 1, p. 27-38, 2011.

RAMÍREZ-SUCRE, M. O.; VÉLEZ-RUIZ, J. F. Physicochemical, rheological and stability characterization of a caramel flavored yogurt. **LWT - Food Science and Technology**, v.51, n.1, p. 233-241, 2013.

RASIC, J. L.; KURMANN, J. A. **Yoghurt: Scientific grounds technology, manufacture & preparation**. Copenhagen: Technical Dairy Publishing House, 427 p., 1978.

RIBEIRO, M. N. O.; PASCAL, M. **Tecnologia da produção do marolo**. 1 ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington D. C.: International Life Sciences Institute Press, 1999.

SILVA, P. S. L.; MENEZES, J. B.; OLIVEIRA, O. F.; SILVA, P. I. B. Distribuição do teor de sólidos solúveis totais no melão. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.1, p.31-33, 2003.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

SODINI, I.; REMEUF, F.; HADDAD, S., CORRIEU, G. The relative effect of milk base, starter, and process on yogurt texture: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.44, p. 113-137, 2004.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. **Yogurt: ciencia y tecnologia**. Zaragoza: Acribia, 368 p., 1991.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Editora UFSC, 1987. 180 p.

TRIGUEROS, L.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M.; SENDRA, E. Production of low-fat yogurt with quince (*Cydonia oblonga* Mill.) scalding water. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n.6, p.1388-1395, 2011.

VALE, S. P. de S. S. M. **Análise das atitudes e comportamentos dos jovens adultos face aos iogurtes: envolvimento, critérios de escolha e orientação para as marcas do distribuidor**. 107f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação). Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2010.

VEDAMUTHU, E. R. The yogurts story- past, present and future. Part VI. **Dairy, Food Environmental Sanitarians.**, v. 11, n. 9, p. 513-514, 1991.

Lista de Tabelas e Figuras

Tabela 1. Tratamentos de iogurte com diferentes percentuais de polpa de araticum.

Matérias-primas (%)	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Polpa de araticum	0	10	12	15
Óleo essencial de capim-limão	0,01	0,01	0,01	0,01
Fermento láctico	0,2	0,2	0,2	0,2
Sacarose	12	12	12	12
Leite em pó	2,5	2,5	2,5	2,5
Estabilizante	0,2	0,2	0,2	0,2

Tabela 2. Matriz de correlação entre pH e acidez em ácido láctico do tempo de fermentação.

Correlação	Coefficiente de correlação (r)	Significância
Tempo de fermentação x Acidez	0.9218	**
Tempo de fermentação x pH	-0.9577	**
Acidez x pH	-0.9858	**

Foi aplicado o Teste t aos níveis de 1 %. **significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$)

Tabela 3. Médias e desvio padrão do teste sensorial afetivo realizado para as formulações de iogurte com 0 %, 10 %, 12 % e 15 % de polpa de araticum e 0,01 % de óleo essencial de capim-limão.

Formulação / atributos	T1 Média±DP	T2 Média±DP	T3 Média±DP	T4 Média±DP
Odor	7,78±1,33 b	7,22±1,40 a	7,34±1,49 ab	7,46±1,33 ab
Cor	7,98± 1,23 b	7,37±1,34 a	7,49±1,27 a	7,50±1,37 a
Textura	7,85±1,17 b	7,23±1,38 a	7,60±1,16 ab	7,66±1,24 ab
Sabor	7,78±1,58 b	6,94±1,74 a	7,33±1,62 ab	7,03±1,98 a
Aparência Global	7,92±1,16 b	7,26±1,41 a	7,39±1,39 ab	7,34±1,59 ab
Índice de aceitação (%)	87,36	80,04	82,56	82,20

* Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$); DP: desvio-padrão da média dos escores hedônicos; T1: 0 %; T2: 10 %; T3: 12 % e T4: 15 % de polpa de araticum.

Tabela 4. Valores médios expressos em g/100g de matéria, exceto VET, e desvio padrão da composição centesimal do iogurte produzido com 12% de polpa de araticum e 0,01% de óleo essencial de capim-limão

Parâmetros	Valores médios
Umidade	77,62 ± 0,11
Gordura	3,21 ± 0,07
Proteína	3,46 ± 0,04
Cinzas	0,61 ± 0,07
Lactose	4,80 ± 0,06
Sacarose	9,53 ± 0,10
VET	100,05

VET: Valor energético total.

Tabela 5. Valores médios ± desvio padrão das variáveis analisadas para o iogurte com 12 % de polpa de araticum e 0,01 % óleo essencial de capim-limão durante o armazenamento refrigerado a 4 °C, para cada tempo individualmente.

Variáveis	Dias					
	0	7	14	21	28	35
Acidez	0,76±0,01 c	0,83±0,01 b	0,84±0,01 b	0,86±0,01 a	0,86±0,01 a	0,85±0,02 a
pH	4,57±0,01 a	4,51±0,01 b	4,47±0,01 c	4,45±0,01 d	4,44±0,01 d	4,40±0,01 e
Atividade de água (Aw)	0,977±0,0 02 a	0,979±0,0 02 a	0,983±0,0 01 a	0,982±0,0 01 a	0,984±0,0 03 a	0,985±0,0 04 a

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 6. Valores médios e desvio padrão de luminosidade (L*), cromaticidade a*, cromaticidade b*, ângulo C* e h* analisados para o iogurte com 12 % de polpa de araticum e 0,01 % óleo essencial de capim-limão durante o armazenamento refrigerado a 4°C, para cada tempo individualmente.

Variável	Dias					
	0	7	14	21	28	35
L	74,94±2,3 4 b	75,06±3,36 b	79,80±0,72 b	84,10±4,45 a	87,52±0,12 a	83,88±3,28 a
a*	3,22±0,23 a	3,09±0,41 a	3,20±0,37 a	3,50±1,08 a	3,42±0,08 a	3,25±2,71 a
b*	11,60±0,7 1 a	12,33±0,59 a	13,48±1,29 a	13,62±2,70 a	14,40±0,19 a	13,49±0,74 a
C*	12,04±0,2 7a	12,71±0,67 a	13,86±1,30 a	14,06±2,88 a	14,80±0,16 a	13,89±1,29 a
h*	74,49±1,3 5a	75,96±1,15 a	76,60±1,43 a	75,80±1,76 a	76,63±0,47 a	76,59±2,74 a

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo Teste de Scott-Knott (p<0,05)

Tabela 7. Características microbiológicas do iogurte com 12 % de polpa de araticum e 0,01 % óleo essencial de capim-limão durante o armazenamento refrigerado a 4°C, para cada tempo individualmente.

Tempo	Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)	Coliformes totais (NMP/g)	Coliformes termotolerantes (NMP/g)	<i>Salmonella</i> spp. (ausência ou presença em 25g)
0	< 10	< 3,0	< 3,0	Ausência
7	< 10	< 3,0	< 3,0	Ausência
14	< 10	< 3,0	< 3,0	Ausência
21	< 10	< 3,0	< 3,0	Ausência
28	< 10	< 3,0	< 3,0	Ausência
35	< 10	< 3,0	< 3,0	Ausência

Tabela 8. Valores de contagens de bactérias lácticas totais em iogurte natural, iogurte natural com 0,01 % de óleo essencial de capim-limão, iogurte com 12 % de polpa de araticum pasteurizada e iogurte com 12 % de polpa de araticum e 0,01 % de óleo essencial.

Tempo	Iogurte natural com óleo essencial (UFC/ml)	Iogurte natural (UFC/ml)	Iogurte com polpa (UFC/ml)	Iogurte com polpa e óleo essencial (UFC/ml)
0	4,2x10 ⁸ d	5,6x10 ⁸ c	7,4x10 ⁸ a	6,6x10 ⁸ b
7	4,8x10 ⁸ c	7,1x10 ⁸ a	6,2x10 ⁸ b	6,1x10 ⁸ b
14	6,0x10 ⁸ b	7,9x10 ⁸ a	5,6x10 ⁸ b	5,9x10 ⁸ b
21	5,3x10 ⁸ b	6,1x10 ⁸ a	4,4x10 ⁸ c	5,4x10 ⁸ b
28	4,8x10 ⁸ a	4,8x10 ⁸ a	4,1x10 ⁸ b	4,1x10 ⁸ b
35	3,7x10 ⁸ a	3,6x10 ⁸ a	3,2x10 ⁸ a	3,2x10 ⁸ a

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 9. Médias e desvio padrão do teste sensorial afetivo realizado para a formulação de iogurte com 12 % de polpa de araticum e 0,01 % de óleo essencial de capim-limão no 1º e 28º dia de armazenamento.

Atributos	1º dia de armazenamento Média±DP	28º dia de armazenamento Média±DP
Odor	7,68±1,32 a	7,38±1,43 a
Cor	7,78±0,86 a	7,14±1,43 b
Textura	7,84±1,06 a	7,68±1,2 a
Sabor	8,02±1,08 a	7,52±1,33 b
Aparência Global	8,04±0,87 a	7,42±1,44 b
Índice de aceitação (%)	87,47	82,53

* Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis (p<0,05); DP: desvio-padrão da média dos escores hedônicos.

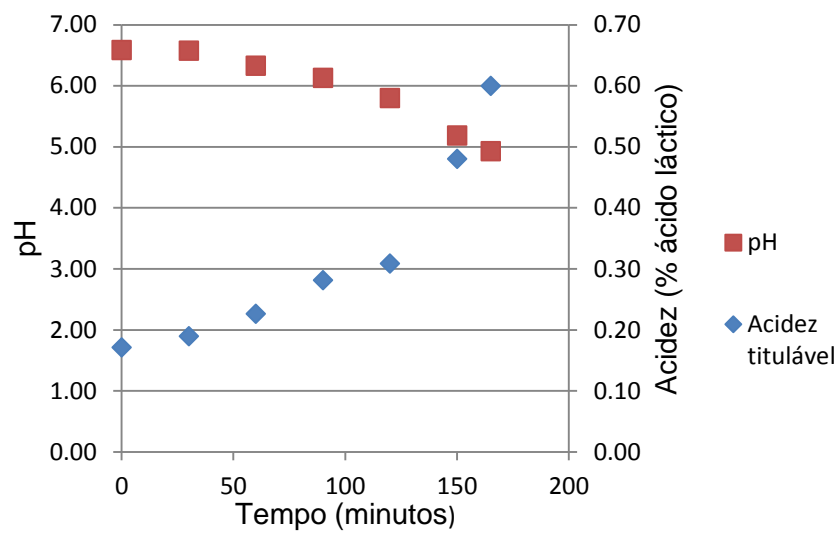


Figura 1. Perfil de evolução do pH e acidez do leite durante a fermentação para obtenção da massa de iogurte.

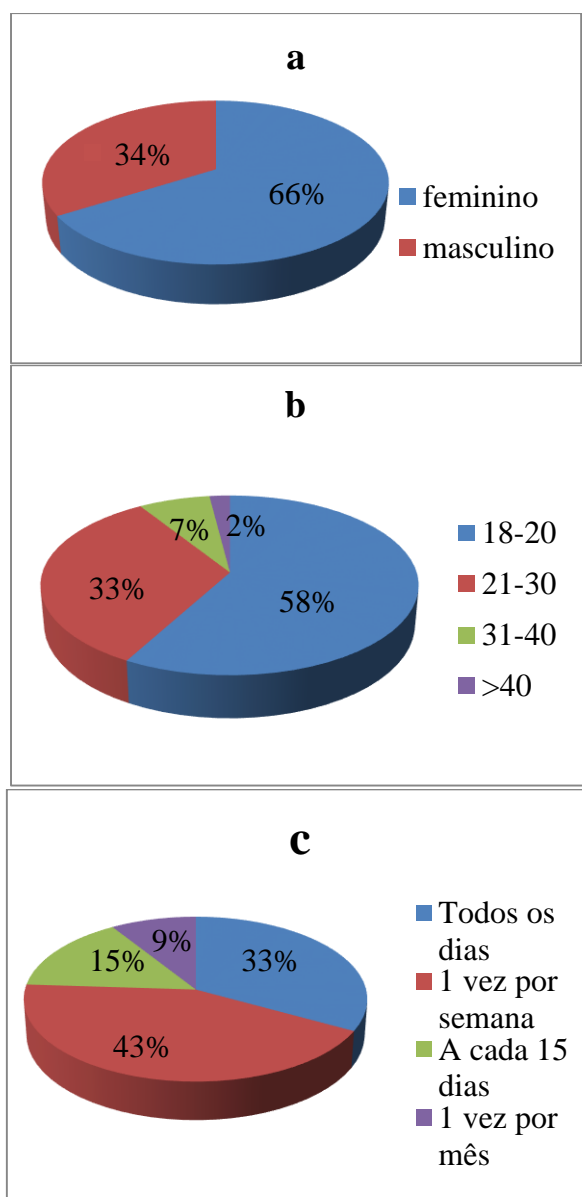


Figura 2. Caracterização dos provadores em relação ao sexo (a), à faixa etária (b) e à frequência de consumo de iogurte (c).

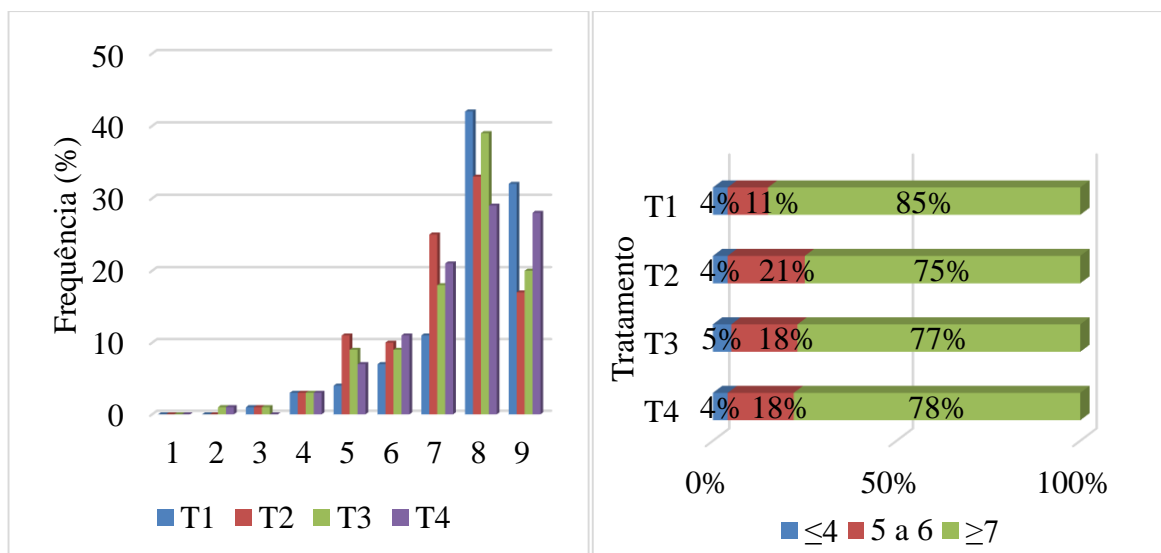


Figura 3. Histograma e classificação dos escores hedônicos obtidos para o odor das formulações de iogurte (T1: 0 %; T2: 10 %; T3: 12 % e T4: 15 % de polpa de araticum).

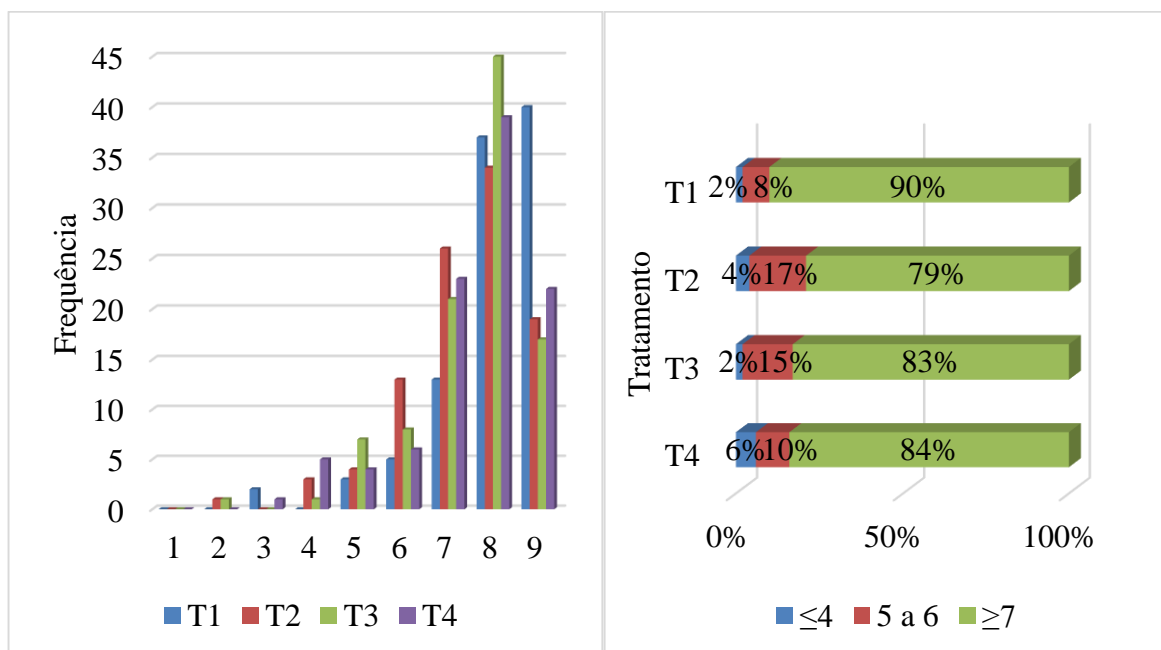


Figura 4. Histograma e classificação dos escores hedônicos obtidos para a cor das formulações de iogurte (T1: 0 %; T2: 10 %; T3: 12 % e T4: 15 % de polpa de araticum).

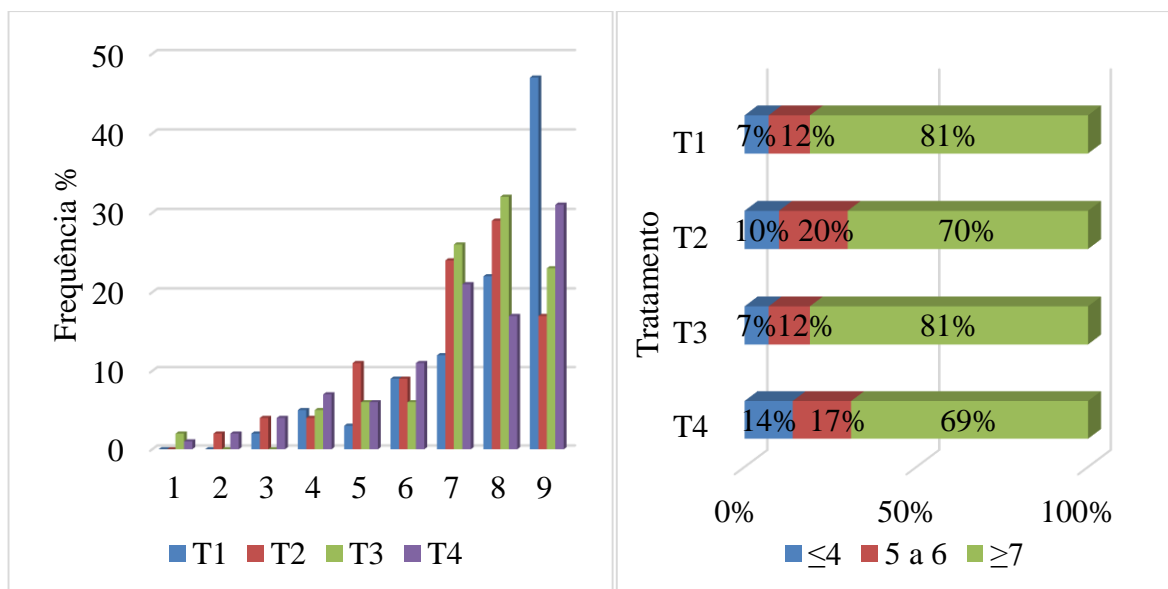


Figura 5. Histograma e classificação dos escores hedônicos obtidos para o sabor das formulações de iogurte (T1: 0 %; T2: 10 %; T3: 12 % e T4: 15 % de polpa de araticum).

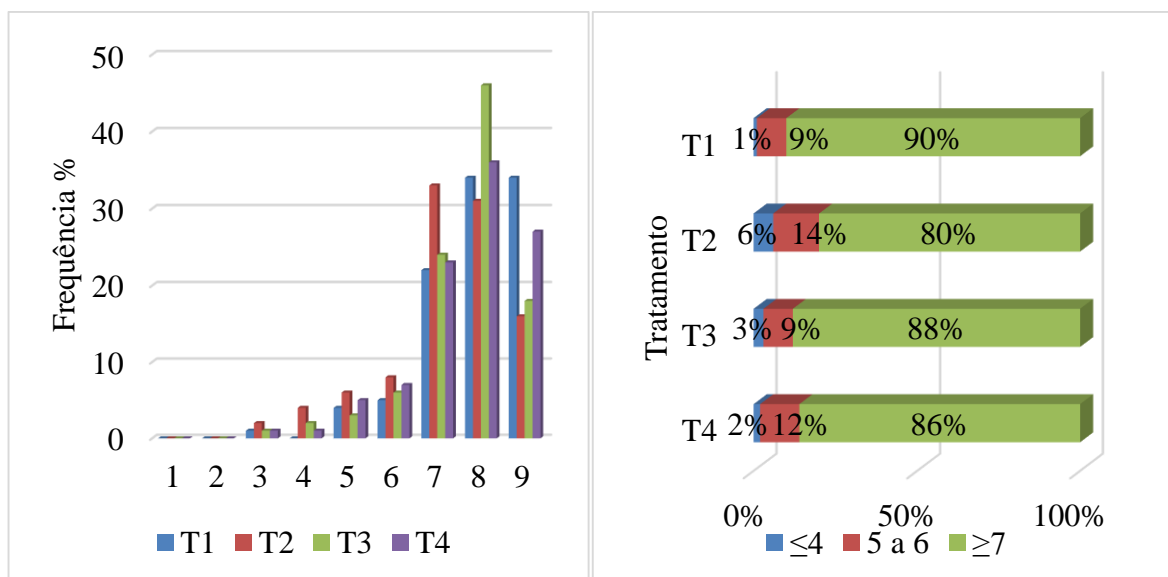


Figura 6. Histograma e classificação dos escores hedônicos obtidos para a textura das formulações de iogurte (T1: 0 %; T2: 10 %; T3: 12 % e T4: 15 % de polpa de araticum).

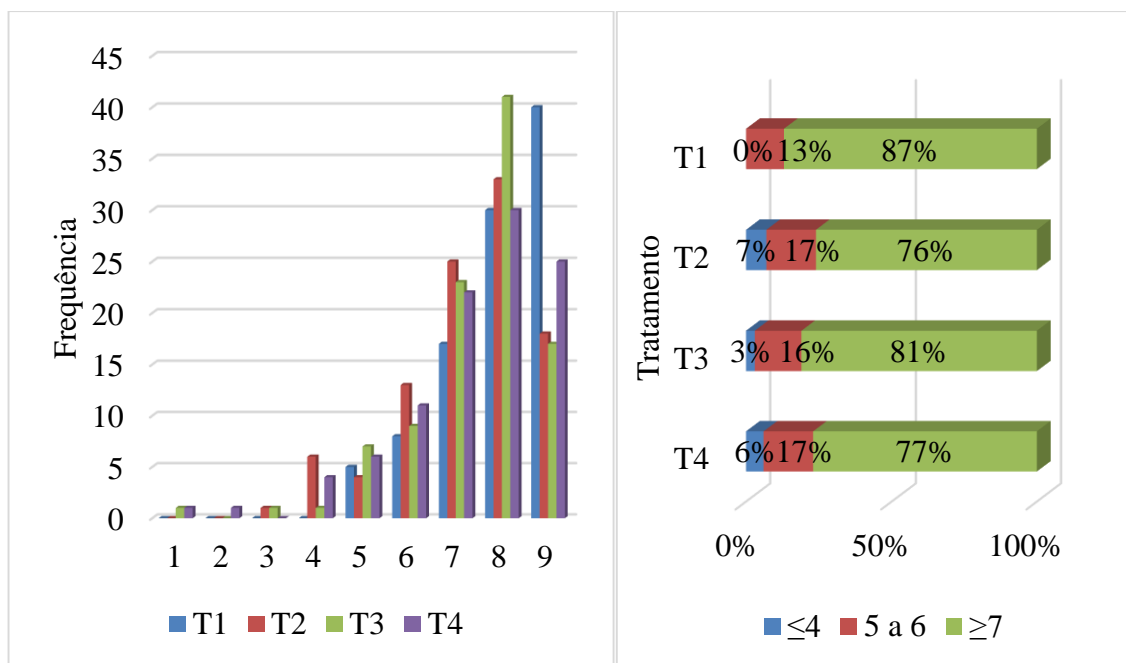


Figura 7. Histograma e classificação dos escores hedônicos obtidos para a aparência global das formulações de iogurte (T1: 0 %; T2: 10 %; T3: 12 % e T4: 15 % de polpa de araticum).

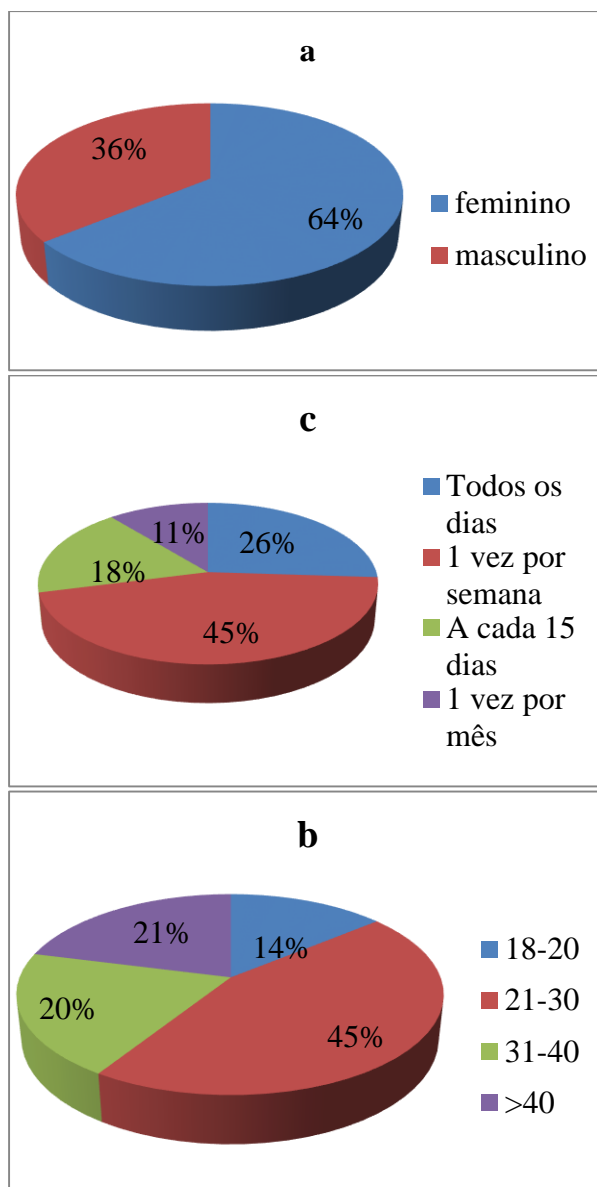


Figura 8. Caracterização dos provedores em relação ao sexo (a), à faixa etária (b) e à frequência de consumo de iogurte para os avaliadores do iogurte com adição de 12 % de polpa de araticum e 0,01 % de óleo essencial de capim-limão (c).

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____,
do sexo _____, de _____ anos de idade, residente à _____, declaro ter sido informado e estar devidamente esclarecido das intenções deste estudo intitulado **Desenvolvimento de bebida láctea a partir de fruto do Cerrado aromatizada com óleo essencial**, tendo como objetivo Desenvolver uma bebida láctea a partir de fruto (*Annona crassiflora*) do Cerrado aromatizada com óleo essencial de capim limão (*Cymbopogon citratus*). A bebida láctea foi elaborada com polpa de araticum e acrescida de óleo essencial de capim limão. Minha participação na pesquisa consistirá em degustar uma bebida láctea e através de uma ficha de escala hedônica atribuir nota sobre a aceitabilidade do produto variando de 0 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo) e fui esclarecido sobre os riscos e desconfortos que poderão ocorrer. Fui questionado sobre a possibilidade de alergia ou intolerância a algum componente da fórmula. Recebi garantias de total sigilo e de obter esclarecimentos sempre que o desejar. Sei que minha participação está isenta de despesas. Concordo em participar voluntariamente deste estudo e sei que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem nenhum prejuízo ou perda de qualquer benefício, independentemente de estar matriculado nesta instituição (Instituto Federal de Mato Grosso).

_____/_____/_____
Assinatura participante

_____/_____/_____
Assinatura da testemunha

Pesquisador responsável

Eu, Rozilaine A. P. Gomes de Faria, responsável pelo projeto intitulado **Desenvolvimento de bebida láctea a partir de fruto do Cerrado aromatizada com óleo essencial**, declaro que obtive espontaneamente o consentimento deste sujeito de pesquisa (ou do seu representante legal) para realizar este estudo. Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi elaborado considerando as recomendações da Resolução 466/12 previamente submetido para aprovação pelo CEP (Comitê de Ética em Pesquisa), sob coordenação de Shirley Ferreira Pereira do Hospital Universitário Júlio Muller (telefone para contato (65) 3615-8254).

Assinatura _____ / ____ / ____

ROZILAINE AP. P. G. DE FARIA

Pesquisador responsável

Telefone para contato (65) 3318-5122

APÊNDICE B - FICHA PARA ANÁLISE SENSORIAL

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO
– IFMT

Nome: _____

Sexo: F() M() Idade: _____ Data: ____/____/____

Você está recebendo quatro amostras de iogurte com polpa de araticum e aromatizado com óleo essencial de capim-limão. Por favor avalie as amostras individualmente e indique o quanto você gostou ou desgostou de cada característica do produto de acordo com a escala abaixo. Marque na tabela a melhor resposta que reflita seu julgamento.

- 9 – gostei muitíssimo
- 8 – gostei muito
- 7 – gostei moderadamente
- 6 – gostei ligeiramente
- 5 – nem gostei nem desgostei
- 4 – desgostei ligeiramente
- 3 – desgostei moderadamente
- 2 – desgostei muito
- 1 – desgostei muitíssimo

AMOSTRA	ODOR	COR	TEXTURA	SABOR	APARÊNCIA GLOBAL
145					
328					
654					
279					

Indique qual amostra foi a sua preferida: _____

Você consome iogurte?

- () Todos os dias
- () Uma vez por semana
- () A cada 15 dias
- () Uma vez por mês

Comentários: _____

Agradeço sua participação!