

INSTITUTO FEDERAL

Mato Grosso

Campus Cuiabá - Bela Vista

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE IOGURTE
COM POLPA DE ARATICUM (*Annona crassiflora*)
ADICIONADO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-CIDREIRA
(*Cymbopogon citratus*).**

ELAINE CARVALHO DE MORAIS

CUIABÁ – MT

ABRIL DE 2016

ELAINE CARVALHO DE MORAIS

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

Co-orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Nágela F. M. P. Siqueira

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE IOGURTE COM POLPA DE
ARATICUM (*Annona crassiflora*) ADICIONADO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-
CIDREIRA (*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 na Linha de Pesquisa de Qualidade de Alimentos, 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

M827a

Morais, Elaine Carvalho de.

Avaliação da atividade antioxidante de iogurte com polpa de araticum (*Annona crassiflora*) adicionado de óleo essencial de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*)./ Elaine Carvalho de Moraes._ Cuiabá, 2016.
104f.

Orientador(a): Prof. Dra. Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos)_.
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

1. oxidação lipídica – Dissertação. 2. marolo – Dissertação. 3. leite fermentado - Dissertação. 4. DPPH – Dissertação. I. Faria, Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de. II. Título.

IFMT CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA

CDU 664

CDD 664

ELAINE CARVALHO DE MORAIS

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE IOGURTE COM POLPA DE
ARATICUM (*Annona crassiflora*) ADICIONADO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-
CIDREIRA (*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 na Linha de Pesquisa Qualidade de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

DATA DE DEFESA PÚBLICA: 12/04/2016

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.^a. Dr.^a. Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria
IFMT - *Campus* Cuiabá – Bela Vista

Prof. Dr. Danilo Florisvaldo Brugnera
UFMT – *Campus* Cuiabá

Prof.^a. Dr.^a. Adriana Paiva de Oliveira
IFMT - *Campus* Cuiabá – Bela Vista

Prof.^a. Dr.^a. Erika Cristina Rodrigues
IFMT - *Campus* Cuiabá – Bela Vista

ATESTADO

Atesto terem sido feitas as correções sugeridas pela Comissão Examinadora

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

**CUIABÁ – MT
2016**

Dedico este trabalho ...

A Deus e a Nossa Senhora por serem meus guias nesta caminhada. Ao meu esposo, Igor Aparecido Ribeiro de Carvalho, pela compreensão, amor e apoio. Aos meus pais, Firmino José de Moraes Barros e Eliane Carvalho de Abreu Moraes, por todo ensinamento, palavras de incentivo e preocupação durante os longos dias de pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar comigo em todos os momentos, por me guiar, dar saúde e coragem ao longo dessa trajetória, não deixando que eu desistisse mesmo em meio às dificuldades e por colocar pessoas maravilhosas no meu caminho que me ajudaram de alguma forma na execução deste trabalho.

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

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Rozilaine Aparecida P. G. de Faria pelo suporte, compreensão, ensinamento e confiança depositados durante a feitura deste trabalho. Obrigada por acreditar em mim, em meu potencial e por sempre estar presente fazendo-me acreditar que daria tudo certo. Orgulho-me muito de ser sua orientanda.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo apoio, ensino e incentivo. À Dr^a. Erika Cristina Rodrigues, o anjo que o PPGCTA tem, pelos ensinamentos transmitidos e pela atenção.

Aos meus companheiros de caminhada de Laboratório: Samira Gabrielle Oliveira Patias, Leandro Alves Lacerda, Dayane de Oliveira Sandri, Patricia Aparecida Testa, Natalie, Tábata, Jean, por tornarem o ambiente mais agradável e descontraído, por estarem comigo sempre. FIRME, PORÉM NÃO FORTE.

Agradeço em especial a minha amiga e companheira Samira Gabrielle Oliveira Patias com quem compartilhei várias horas de trabalho e aprendi muito tanto profissionalmente quanto pessoalmente. Obrigada pelos momentos de descontração, pelos conselhos e auxílio no desenvolvimento deste projeto.

Aos alunos de graduação bolsistas pela ajuda nas análises, principalmente Nayara e Ananda, a quem agradeço pela colaboração.

Aos técnicos de laboratório Milena, Andreia, Daniela e Cleverson pela amizade e auxílio nas realizações das análises.

À família, em especial meus pais e irmão Wesley Carvalho pelo apoio, exemplo de vida e por serem minha fonte de inspiração.

A minha vizinha Antônia, pelo incentivo, força e conselhos durante a produção deste trabalho, por nunca me deixar desistir sempre me dizendo que sou capaz, afinal somos do Piauí e mulheres do Piauí não desistem nunca.

Aos meus amigos de mestrado, turma PURO BOA. Memorável turma PPGCTA/IFMT 2014, nós vivemos esse mestrado intensamente. É por isso que me orgulho de ter tido cada um de vocês ao meu lado nessa caminhada. E os tão sonhados artigos para serem publicados em revista A2 ou B1 é claro! Bom pra gente, para o orientador e principalmente para o programa. Obrigada a essa nova família, vocês foram essenciais nessa conquista.

Às minhas amigas de graduação, Heliara, Tatyane e Iara que sempre me incentivaram e me ajudaram na busca desse sonho.

Aos meus avós, tios, tias, primos e primas. O apoio de vocês, mesmo que de longe sempre foi muito importante. Obrigada por me incentivarem mesmo sem ter a menor noção do que eu estava fazendo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos e ao órgão fomentador Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) Edital MEC/SETEC 94/2013.

À Universidade Federal de Mato Grosso, ao Instituto de Física, na pessoa do professor Dr. Jorge Luiz Brito de Faria pelo auxílio com a análise de Raman, a Faculdade de Nutrição, ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelo auxílio com análise de lipídeos.

Enfim agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para o sucesso desta obra, MEU MUITO OBRIGADO.

RESUMO

Morais, Elaine Carvalho de. Avaliação da atividade antioxidante de iogurte com polpa de araticum (*Annona crassiflora*) adicionado de óleo essencial de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*). Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Cuiabá Bela Vista, 2016. 103p.

Objetivou-se com esse trabalho verificar a atividade antioxidante da polpa de araticum, do óleo essencial de capim-cidreira e do iogurte elaborado com polpa e óleo essencial em diferentes concentrações. O iogurte foi elaborado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 com dois fatores, concentração da polpa m/m (0%, 5%, 10% e 15%) e concentração do óleo v/v (0% e 0,05%), com três repetições. Na polpa de araticum foram verificados a atividade antioxidante, carotenoides e o conteúdo de compostos fenólicos. Foi realizada a caracterização do óleo essencial de capim-cidreira por espectroscopia de Raman. Foram realizadas análises físico-químicas (pH; acidez e Aw), atividade antioxidante radicalar pelo método DPPH, índice de TBARs, parâmetros de cor luminosidade (L^*), índice de vermelho (a^*) e índice de amarelo (b^*) nas amostras de iogurte, essas análises foram avaliadas semanalmente durante 28 dias de armazenamento a 4°C. A polpa de araticum *in natura* apresentou β caroteno (4,54 $\mu\text{g/g}$) e 6,92 $\mu\text{g/g}$ de α caroteno. Com relação aos compostos fenólicos quando comparada a polpa *in natura* com a pasteurizada ambas apresentaram valores próximos 227,13 e 207,18 mg GAE/100g para polpa *in natura* e pasteurizada respectivamente. A pasteurização não apresentou grandes modificações nas características físico-químicas da polpa. Com relação aos resultados da análise de espectroscopia de Raman, os dados encontraram os componentes mirceno, gerenial e neral. Os resultados das análises do iogurte demonstraram que o efeito do óleo essencial não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) para atividade antioxidante, porém o iogurte com a polpa de araticum apresentou diferença ($p \leq 0,05$) em todos os tempos individualmente e, com 14 dias de avaliação, houve interação entre polpa e óleo essencial, sendo o tratamento com 15% de polpa apresentou 31,71% de porcentagem de inibição do DPPH, para a variável com óleo essencial e maior atividade para a variável sem óleo essencial 34,48%, sendo mais significativo ($p \leq 0,05$). O iogurte não apresentou altos índices de oxidação, de maneira geral os iogurtes com 0%, 5% e 10% tiveram os menores valores de mg de MDA/Kg da amostra. A adição de óleo essencial afetou significativamente ($p \leq 0,05$) o pH das amostras elevando os valores que variaram de 4,39 a 4,36. Em relação à cor houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) na adição da polpa ao iogurte, nos valores de L^* , a^* e b^* . Quanto ao valor de L^* , o iogurte sem adição de polpa apresentou os maiores valores de luminosidade, resultando em coloração mais clara em relação às demais formulações. Em relação ao componente a^* da cor, observou-se que para o iogurte com 0% de polpa os valores foram negativos em direção ao verde e positivos ($+b^*$) em direção ao amarelo. O iogurte elaborado com 15% de polpa apresentou os maiores valores de a^* e b^* , diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre si. Desta forma, o iogurte elaborado com polpa de araticum apresentou boas propriedades antioxidantes, porém o óleo essencial sozinho não atuou como antioxidante, mas houve interação polpa e óleo essencial retardando a oxidação lipídica. O óleo essencial pode ser utilizado para melhorar a vida de prateleira do produto.

Palavras-chave: oxidação lipídica, marolo, leite fermentado, DPPH, capim-limão.

ABSTRACT

The aim of this work was to verify the antioxidant activity of soursop pulp, the essential lemongrass oil and yoghurt made with pulp and essential oil in different concentrations. The yoghurt was prepared in a completely randomized design in a 4x2 factorial design with two factors, concentration of pulp m/m (0%, 5%, 10% and 15%) and concentration of oil v/v (0% and 0.05%) with three replications. It had been verified antioxidant activity, carotenoids and content of phenolic compounds for soursop pulp. The characterization of the essential oil of lemongrass for Raman spectroscopy was performed. They were carried out in yoghurt samples physical-chemical analysis (pH, acidity and aw), antioxidant activity radical by DPPH method, TBARs index, light color parameters (L^*), red index (a^*) and yellow index (b^*), these analyzes were performed weekly during 28 days of storage at 4 °C. The analyses β carotene (4.54 mg/g) and 6.92 g/g of α -carotene were verified for pulp araticum in nature. The phenolic compounds when compared to pulp in nature with pasteurized presented values close 227.13 and 207.18 mg GAE/100g pulp for raw and pasteurized respectively. Pasteurization process didn't show major changes in physical and chemical characteristics of the pulp. The data found obtained of Raman spectroscopy showed signals for myrcene, geranial and neral components. The results of the yoghurt analysis showed that the effect of the essential oil showed no significant difference ($p > 0.05$) for antioxidant activity, but the yoghurt with soursop pulp showed differences ($p \leq 0.05$) at all times individually and 14 days assessment was no interaction between the pulp and essential oils, and treatment with 15% pulp showed 31.71% of the percentage of inhibition of DPPH, for the variable with essential oil and higher activity for the essential oil without variable 34.48%, with more significant ($p \leq 0.05$). The yoghurt did not present high oxidation rate, in general, the yoghurts with 0%, 5% and 10% had been the lowest values of MDA mg/kg of the sample. The addition of essential oil affected significantly ($p \leq 0.05$) raising the average value of pH of the sample ranging of 4.39 to 4.36. However, the color difference was significant ($p \leq 0.05$) in addition to yoghurt pulp, the values of L^* , a^* and b^* . As for the L^* , yoghurt without pulp, showed the highest luminance values, resulting in lighter color compared to other treatments. Regarding the component, a^* of the color, it was observed that yoghurt with 0% pulp were negative values toward the green and positive ($+b^*$) toward yellow. Yoghurt made with 15% pulp had the highest values for a^* and b^* , statistically different ($p \leq 0.05$) between them. Thus, the yoghurt prepared with araticum pulp had better antioxidant properties, although just the essential oil did not act as an antioxidant. The interaction between pulp and essential oil retarding lipid oxidation. The essential oil could be employed to improve dairy product and be able to accept among yoghurt consumers.

Keywords: lipid oxidation, marolo, fermented milk, DPPH, lemongrass.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Composição nutricional do iogurte natural – TACO (2001).....	05
--	----

Capítulo 2

Tabela 1. Características físico-químicas da polpa de araticum (<i>Annona crassiflora</i>) <i>in natura</i> e pasteurizada.....	49
Tabela 2. Composição centesimal e valor energético de polpa de araticum (<i>Annona crassiflora</i>) pasteurizada.....	49
Tabela 3. Teores de compostos fenólicos, atividade antioxidante e carotenoides em polpa de araticum (<i>Annona crassiflora</i>) <i>in natura</i> e pasteurizada com suas respectivas médias \pm desvio padrão	49

Capítulo 3

Tabela 1. Valores médios \pm desvio padrão das variáveis analisadas para a concentração de óleo essencial de capim-cidreira (<i>Cymbopogon citratus</i>), para cada tempo individualmente.....	60
Tabela 2. Valores médios \pm desvio padrão dos parâmetros de L*; a* e b*; analisadas para a concentração de óleo de capim-cidreira (<i>Cymbopogon citratus</i>) em iogurte, para cada tempo individualmente.....	62
Tabela 3. Valores médios e desvio padrão das variáveis analisadas para o teor de polpa de araticum (<i>Annona crassiflora</i>) para cada tempo individualmente.....	65
Tabela 4. Valores médios \pm desvio padrão dos parâmetros de L*; a* e b* analisadas para a concentração de polpa de araticum (<i>Annona crassiflora</i>) no iogurte, para cada tempo individualmente	66
Tabela 5. Valores médios \pm desvio padrão da composição centesimal de iogurte produzido com 15% de polpa de araticum e 0,05% de óleo essencial de capim-cidreira.....	71

LISTA DE FIGURA

Capítulo 1

Figura 1. Fluxograma de fabricação de iogurte	06
Figura 2. Mecanismo das fases da oxidação lipídica	09
Figura 3. Estrutura química dos isômeros geranial e neral.....	15
Figura 4. <i>Annona crassiflora</i> – Aspectos botânicos	17

Capítulo 2

Figura 1. Média e desvio padrão para os parâmetros L*, a*, b*, h*, C* e E* referentes à análise de cor da polpa de araticum (<i>Annona crassiflora</i>) pasteurizada e <i>in natura</i>	50
Figura 2. Percentual de atividade antioxidante radicalar em função da concentração do extrato combinado metanol-acetona da polpa de araticum (A) polpa <i>in natura</i> e (B) polpa pasteurizada.....	50

Capítulo 3

Figura 1. Espectro do óleo essencial de capim cidreira e a confirmação dos componentes majoritários por cálculos de modelagem, através de espectroscopia RAMAN	58
Figura 2. Efeito da polpa de araticum na atividade antioxidante (DPPH) no iogurte.....	63
Figura 3. Efeito da polpa de araticum na oxidação lipídica (TBARS) no iogurte.....	64
Figura 4. Interação óleo essencial e polpa (expresso com média e desvio padrão) nas amostras de iogurte durante o 7º dia de armazenamento refrigerado, para o parâmetro DPPH	67
Figura 5. Interação óleo essencial e polpa (expresso com média e desvio padrão) nas amostras de iogurte durante o 15º dia de armazenamento refrigerado, para o parâmetro DPPH	68
Figura 6. Interação óleo essencial e polpa (expresso com média e desvio padrão) nas amostras de iogurte durante o 28º dia de armazenamento refrigerado, para avaliação do índice de Tbars	69
Figura 7. Interação óleo essencial e polpa (expresso com média e desvio padrão) nas amostras de iogurte durante o 0º dia de armazenamento refrigerado, para análise de cor parâmetro L* (luminosidade).....	70

LISTA DE ABREVIações E SÍMBOLOS

AT	Acidez titulável.
Aw	Atividade de água.
a*	Índice de intensidade de vermelho.
b*	Índice de intensidade de amarelo.
L*	Índice de luminosidade.
Cu ²⁺	Cobre.
DPPH	Radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil.
Fe ³⁺	Ferro.
GAE	Equivalente de ácido gálico.
MDA	Malonaldeído.
SS	Sólidos solúveis.
RH	Ácido graxo insaturado.
R•	Radical livre.
ROO•	Radical peróxido.
ROOH	Radical hidroperóxido.
OE	Óleo essencial.
O ₂ •	Superóxido.
OH•	Hidroxila.
HO ₂ •	Hidroperóxido.
NO•	Óxido nítrico.
NO ₂ •	Dióxido de nitrogênio.
TBARS	Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico.
TBA	Ácido tiobarbitúrico.
m:v	Massa:Volume
v:v	Volume:Volume
m:m	Massa:Massa
BHA	Hidroxianisol de butila
BHT	Hidroxitolueno de butila
h*	Ângulo de tonalidade
C*	Índice de saturação
DFT	Teoria da Densidade Funcional
ΔE*	Diferença da cor
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

SÚMARIO

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Introdução	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. Iogurte.....	17
2.1.1. Aspectos gerais	17
2.1.2. Oxidação lipídica do leite	20
2.2. Antioxidantes.....	23
2.3. Óleos essenciais	25
2.3.1. Aplicação de óleo essencial em alimentos como atividade antioxidante	26
2.3.2. Capim – cidreira (<i>Cymbopogon citratus</i>)	27
2.4. Araticum (<i>Annona crassiflora</i>)	28
REFERÊNCIAS	32

CAPÍTULO 2 - Artigo

Compostos bioativos e características físico-químicas de polpa de araticum <i>in natura</i> e pasteurizada.	44
Resumo	44
Abstract	44
Introdução.....	45
Material e Métodos	47
Resultados e Discussão	51
Conclusão.....	58
Agradecimento	58
Referências	58
Lista de Tabelas e Figuras.....	63

CAPÍTULO 3 - Artigo

Avaliação da atividade antioxidante em iogurte com polpa de Araticum adicionado de óleo essencial de capim-cidreira	66
Resumo	66
Abstract	66
1. INTRODUÇÃO.....	67

2. MATERIAL E MÉTODOS.....	68
2.1 Obtenção da matéria prima para elaboração do iogurte	68
2.2 Elaboração do logurte	69
2.3 Atividade Antioxidante por 1,1-difenil-2-picril-hidrazila (DPPH).....	69
2.4 Oxidação lipídica	70
2.5 Determinação da cor	70
2.6 Atividade de água.....	70
2.7 Determinação do pH e acidez em ácido láctico	71
2.8 Composição centesimal	71
2.9 Análise dos dados	71
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
3.1 Caracterização por espectroscopia Raman do óleo essencial de capim-cidreira (<i>Cymbopogon citratus</i>).....	72
3.2 Efeito do óleo essencial capim-cidreira (<i>Cymbopogon citratus</i>).....	73
3.2.1 Análise de Cor.....	76
3.3 Efeito da polpa de araticum (<i>Annona crassiflora</i>).	77
3.4 Interação polpa e óleo essencial	81
3.5 Composição centesimal	85
4. CONCLUSÃO	85
AGRADECIMENTO	86
REFERÊNCIAS	86
APÊNDICE A.....	94
APÊNDICE B.....	95
ANEXO A	96
ANEXO B	102

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Introdução

O consumo de frutos do Cerrado é uma das formas que a população tradicional brasileira encontra para agregar valor nutricional a sua dieta. Entre os frutos encontrados no Cerrado está o araticum (*Annona crassiflora* L.), considerado uma espécie de interesse econômico, principalmente pelo aproveitamento de seus frutos na culinária. Além do consumo da fruta *in natura*, inúmeras são as receitas de doces e bebidas que levam o sabor de sua polpa doce, acrescida, muitas vezes, pelos sabores de outras frutas (RIBEIRO et al., 2000).

A temperatura e o clima típico da região do Cerrado de Mato Grosso favorecem as perdas pós-colheita dos frutos obtidos na região. O processamento desses frutos minimiza a perda e agrega valor aos produtos desenvolvidos, além de oferecer, ao longo do ano, entre o período de frutificação, os produtos desenvolvidos, como sorvetes, doces em compota, entre outros.

O uso de frutos do Cerrado beneficia também essa região, que cada vez mais perde espaço para pastagens, comprometendo a produtividade e gerando prejuízos ambientais. Essa devastação contribui para a extinção de animais e das frutas nativas desse bioma, que são a base da alimentação de populações rurais, sendo de muita importância para seu equilíbrio alimentar.

Sabe-se que o consumo regular de frutas participa da prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, doenças cardiovasculares além de outras enfermidades. Isso porque as frutas possuem propriedades químicas de grande relevância, como atividade antioxidante (vitamina E, vitamina C, carotenoides e polifenóis) (BRASIL, 2005; HINNEBURG et al., 2006; SILVA et al., 2001;).

Um dos produtos que pode ser desenvolvido é o iogurte que é um leite fermentado bastante apreciado pela população de todas as idades e que pela sua diversidade vem ganhando cada vez mais espaço na indústria, pois pode ser consumido tanto natural como acrescido de frutas em pedaços, congeladas ou em forma de polpa e ainda pode ser aromatizado para atrair ainda mais o consumidor e melhorar o seu sabor. Além disso, este produto pode ser uma importante fonte de cálcio e proteínas.

Uma planta aromática bem conhecida pela população é o capim-cidreira (*Cymbopogon citratus* D.C), bastante utilizada em infusões na busca por alguma atividade

medicinal. Atualmente o uso de óleos essenciais extraídos de ervas aromáticas vem sendo estudado como possíveis conservantes de alimentos (PRINS et al., 2008). Os óleos essenciais são constituintes voláteis orgânicos responsáveis pela fragrância de muitas plantas, esses compostos têm apresentado relevante importância em determinadas pesquisas, por serem potencialmente úteis no controle fitossanitário, propiciando o desenvolvimento de técnicas que procuram diminuir os efeitos negativos de oxidantes, radicais e microrganismos que causam prejuízos nas indústrias alimentícias e na agricultura (BAKKALI et al., 2008).

Desta forma, a adição de óleo essencial de capim-cidreira pode atuar como antioxidante no iogurte, como também as frutas por serem ricas em compostos fenólicos podendo diminuir a velocidade da oxidação lipídica. O uso de óleo essencial pode melhorar a aceitabilidade do produto final, pois a polpa de araticum tem sabor característico e exótico por ser um produto regional e sensível a alguns paladares.

O iogurte a ser desenvolvido poderá favorecer a agregação de valor ao leite produzido nos laticínios do Estado de Mato Grosso, bem como corroborar com a melhoria de renda das comunidades onde há ocorrência natural do araticum. Além de o iogurte ser bastante consumido pela maioria dos brasileiros, pelo seu sabor levemente ácido apresenta propriedades nutricionais, como fonte de cálcio e pode ser consumido em qualquer faixa etária.

É possível que o iogurte adicionado de fruto de ocorrência natural no Cerrado e apreciado pela população local seja bem aceito pela população e que a adição do óleo essencial favoreça a inovação no setor de produtos lácteos.

Assim, objetivou-se neste trabalho analisar a atividade antioxidante da polpa de araticum, do óleo essencial de capim-cidreira e do iogurte elaborado com polpa e óleo essencial em diferentes concentrações.

Este trabalho foi dividido em 3 capítulos: o Capítulo 1 em que foi abordada a revisão de literatura, o Capítulo 2 denominado **Compostos bioativos e características físico-químicas de polpa de araticum *in natura* e pasteurizada** que se apresenta de acordo com as normas da Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB e o Capítulo 3 denominado **Atividade antioxidante de iogurte com fruto do cerrado adicionado de óleo essencial de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*)** que se apresenta de acordo com as normas da Food Research International.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Iogurte

2.1.1. Aspectos gerais

O leite fermentado mais importante economicamente é o iogurte, que possui uma ampla variedade de textura e sabor, além de apresentar diferenças de acordo com a região onde é produzido e o tipo de microrganismos empregados, sendo suas características ajustadas de acordo com as preferências locais (SALADO e ANDRADE, 1989).

Dentre estes o mais consumido é o iogurte que segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em seu Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, define iogurte como sendo “o produto cuja fermentação se realiza com cultivos protosimbióticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, os quais podem acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final” (BRASIL, 2007).

Além das características nutricionais, o iogurte também está associado ao uso terapêutico, na prevenção e tratamento de diarreia, câncer do colón e problemas gastrointestinais (ADOLFSSON, MEYDANI e RUSSEL, 2004; CANZI et al., 2002; GODEL, 2003).

A produção de iogurte no Brasil vem crescendo expressivamente, em torno de 400 mil toneladas por ano, 76% do total de produtos lácteos produzidos no país. E pode crescer ainda mais, pois os consumidores estão cada vez mais em busca de qualidade e dietas mais saudáveis. Porém o brasileiro consome anualmente 6,5 kg de iogurtes, nível baixo se comparado à Holanda (42 kg), à França (20,7 kg) e mesmo à Argentina (9 kg), o que traz um desafio para a indústria na questão de inovação do sabor, embalagem e diferentes tipos para agradar cada vez mais esses consumidores (ADITIVOS INGREDIENTES, 2015).

Apesar de baixo consumo, o aumento na produção pode estar associado à preocupação das pessoas por produtos naturais e pelos benefícios oferecidos pelo iogurte como: facilitar a ação das proteínas e enzimas digestivas no corpo humano, importante

fonte de cálcio, fósforo, vitaminas e carboidratos (FERREIRA et al., 2001). E descritos na Tabela Brasileira de composição de alimentos – TACO (Tabela 1).

Tabela 1. Composição nutricional do iogurte natural – Taco (2011).

Constituintes	Iogurte natural
Proteína (g/100g)	4,1
Lipídeos (g/100g)	3,0
Carboidrato (g/100g)	1,9
Cálcio (mg/100g)	143
Fósforo (mg/100g)	119
Magnésio (mg/100g)	11
Potássio (mg/100g)	71
Riboflavina (mg/100g)	0,22
Calorias/ 100g – Kcal	51

Encontram-se no mercado vários tipos de iogurte que variam quanto à composição, valor energético, sabor e consistência. Sua classificação química é baseada na porcentagem de gordura: com creme, mínimo de 6g/100g; iogurte integral, mínimo de 3g/100g; iogurte parcialmente desnatado, máximo de 2,9g/100g; e iogurte desnatado, máximo de 0,5g/100g. Em relação à acidez o iogurte deve conter de 0,6 a 1,5g de ácido láctico/100g (BRASIL, 2007).

O iogurte pode ser classificado ainda de acordo com o processo de elaboração, consistência, textura e adição de ingredientes. Iogurte tradicional é aquele no qual o processo de fermentação ocorre dentro da própria embalagem, não sofre homogeneização e o resultado é um produto firme; no iogurte batido o processo de fermentação ocorre em fermentadeiras ou incubadoras com posterior quebra do coágulo e o iogurte líquido sua fermentação é realizada em tanques e comercializado em embalagens plásticas tipo garrafa ou do tipo cartonadas (TAMIME e DEETH, 1980).

Outra forma de classificação é em relação ao aroma que pode ser natural que é o iogurte tradicional com seu típico sabor ácido acentuado; com frutas quando é produzido por adição de frutas, usualmente fruta natural, congeladas, purês, polpas, pedaços ou geleias de frutas; e ainda o iogurte aromatizado que é preparado por adição ao iogurte natural, de açúcar e outros agentes adoçantes, saborizantes, corantes sintéticos e/ou isolado proteico de soja (ROBERT, 2008).

A produção de iogurte tipo batido é a preferida entre os laticínios, pois permite a adição de estabilizantes para prevenir a sinérese, que é a expulsão gradativa do soro devido à contração do gel, durante a vida de prateleira (LUCEY e SINGH, 1998).

Dependendo do tipo de iogurte, o processo pode sofrer pequenas adaptações como observado no fluxograma da Figura 1.

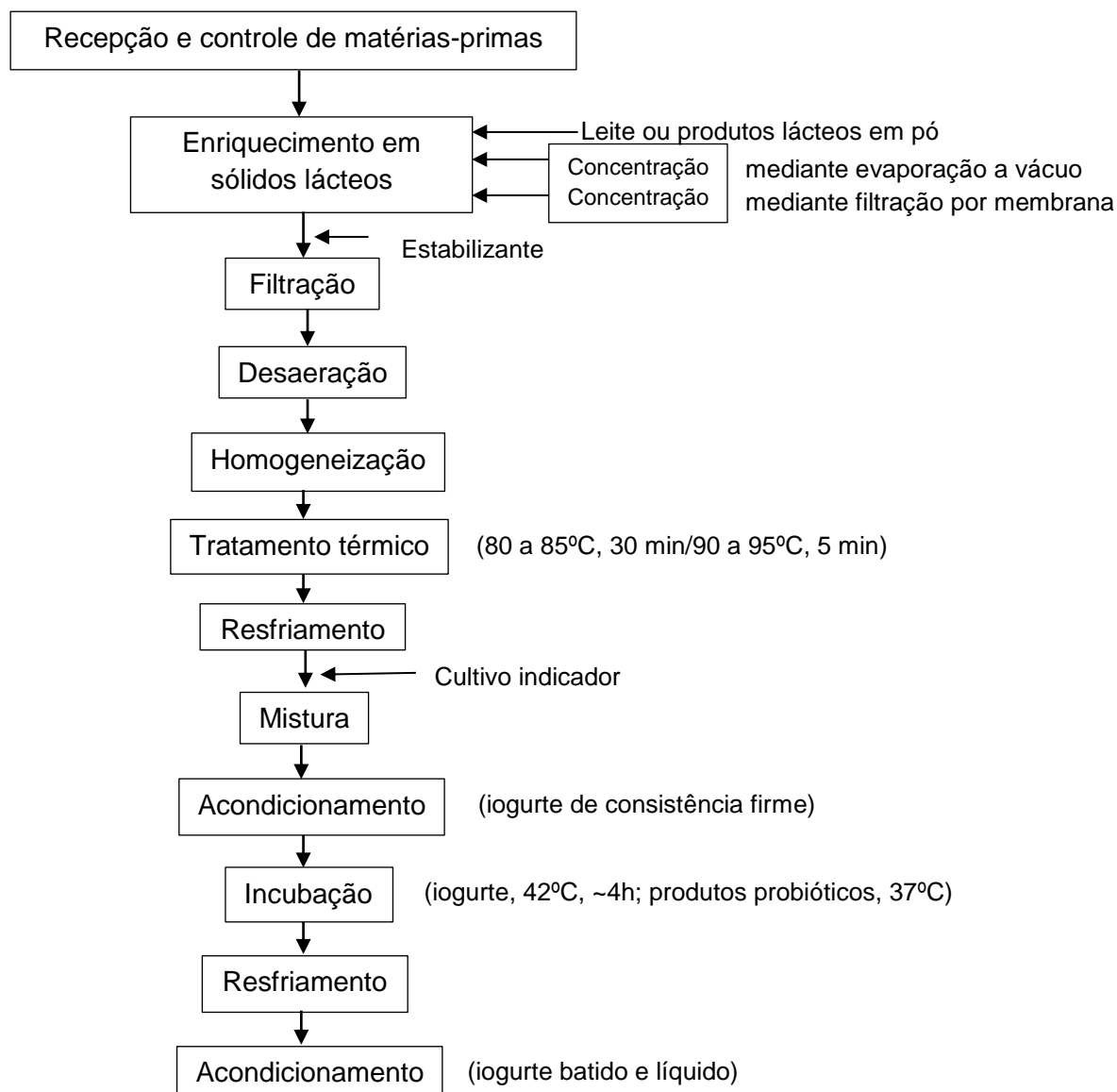


Figura 1 – Fluxograma de fabricação de iogurte e outros leites fermentados (ORDÓÑEZ, 2007).

O leite é a principal matéria-prima para elaboração do iogurte, o qual deve ser higienicamente produzido, manipulado e de boa procedência. Após as análises de

requisitos básicos o leite é submetido ao processo de padronização, essa etapa é frequentemente realizada pelo ajuste do teor de gordura e pela adição de sólidos totais (BEZERRA, 2010). A legislação brasileira estabelece a adição máxima de ingredientes não-lácteos como sendo 30% p/p, além de estabelecer uma relação de estabilizantes/espessantes permitidos (BRASIL, 2007).

As culturas lácteas, *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* são as responsáveis pelo processo de fermentação dos iogurtes em sua relação simbiótica utilizam a lactose como substrato energético e liberam ácido láctico. O crescimento destas duas culturas resulta em menor tempo de coagulação do leite, maior produção de ácido láctico proporcionando maior desenvolvimento de sabor e aroma no iogurte (SABOYA et al., 1997; TAMIME e DEETH, 1980).

Devido à grande variedade de produtos no mercado brasileiro, a indústria alimentícia vem investindo cada vez mais em pesquisas para a formulação de produtos que potencializem ainda mais os benefícios do leite e seus derivados (BELCHIOR, 2003; MATSUBARA, 2001). Novos produtos estão sendo desenvolvidos a fim de atender aos novos hábitos alimentares e às exigências do mercado, como iogurte com baixo teor ou sem gordura, com pouco ou sem açúcar, enriquecidos com fibras, frutas ou outros componentes (CASTRO et al., 2002).

2.1.2. Oxidação lipídica do leite

Uma das principais reações que podem ocorrer durante o processamento, armazenamento e distribuição dos alimentos é a oxidação lipídica. Ela é responsável pelas características indesejáveis do produto, como desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis, tornando o leite e seus derivados produtos impróprios para o consumo. Além disso, pode gerar alterações nas características nutricionais, integridade e segurança dos alimentos por meio de compostos potencialmente tóxicos (FRANKEL, 1993; SHERWIN, 1978).

Em produtos lácteos esse processo oxidativo resulta da aceleração dos processos de oxidação já iniciadas no leite cru e a extensão dessa oxidação pode ser influenciada por vários fatores incluindo a presença de pro-oxidantes, como os metais de transição (cobre - Cu^{2+} e ferro - Fe^{3+}), e os antioxidantes naturais, como os tocoferóis e o ácido ascórbico (HAVEMOSE et al., 2004; KRISTENSEN et al., 2004; SIDHU et al., 1975;).

Componentes do leite como a caseína atuam inibindo a peroxidação lipídica. Zulueta et al. (2009) mediram a capacidade antioxidante do leite de vaca e do soro do leite UHT e pasteurizado, os resultados mostraram que a caseína é responsável pela atividade antioxidante do leite e não houve diferença significativa entre o leite UHT e pasteurizado. Porém, quando comparado com o soro do leite, o leite pasteurizado obteve maior atividade antioxidante que o UHT, devido ao maior teor de proteína existente no soro do leite pasteurizado que no leite UHT que é submetido a tratamento térmico com temperatura mais elevada e neste caso ocorre a desnaturação albumina devido ao calor.

No iogurte as bactérias lácteas podem atuar inibindo a oxidação, pois mesmo após sete dias de elaboração do iogurte elas podem estar metabolicamente ativas e assim o iogurte apresentar maior atividade antioxidante (PAPADIMITRIOU et al., 2007).

O leite que chega aos laticínios deve ter uma alta capacidade antioxidante para que chegue aos consumidores com qualidade e não sofra implicações como o desenvolvimento de *off-flavor* e perda da qualidade nutricional. No leite a gordura é representada em forma de glóbulos esféricos envoltos por uma membrana, que possui 48% de fração lipídica onde a maioria são fosfolipídeos e triglicerídeos. O aumento de ácidos graxos insaturados favorece a oxidação lipídica, com isso vários estudos têm relatado a influência da alimentação oferecida às vacas na composição do leite, melhorando assim a estabilidade oxidativa deste (COLLOMB et al., 2002; HAVEMOSE et al., 2004; STOCKDALE et al., 2003).

A oxidação lipídica consiste em três fases distintas: iniciação, propagação e terminação (Figura 2). O início desses processos depende do substrato e de fatores externos como exposição à luz, temperatura e a presença de compostos pró-oxidantes (FRANKEL, 1993).

Na etapa de iniciação ocorre a formação de radicais livres devido à retirada de um átomo de hidrogênio do carbono metilênico da molécula do ácido graxo. Em seguida ocorre a propagação caracterizada por várias reações em cadeia de radicais livres, onde são convertidos em (outros radicais) produtos primários da oxidação lipídica (peróxidos e hidroperóxidos) resultando processo autocatalítico. Com o fim dos substratos as reações de propagação vão se cessando e inicia-se a fase de terminação com a formação de produtos finais estáveis ou não reativos. Os principais produtos finais da oxidação lipídica envolvem os derivados da decomposição de hidroperóxidos, como álcoois, aldeídos,

cetonas, ésteres e outros hidrocarbonetos (ESTERBAUER, 1993; KUBOW, 1992; RAMALHO e JORGE, 2006).

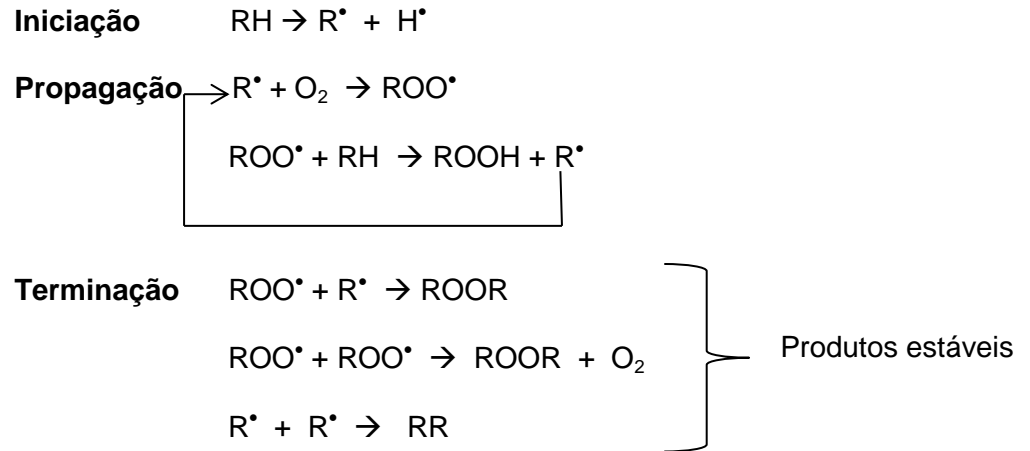


Figura 2 - Mecanismo das fases da oxidação lipídica (RAMALHO e JORGE, 2006).

H = Ácido graxo insaturado; R^{\bullet} = Radical livre; ROO^{\bullet} = Radical peróxido; $ROOH$ = Radical hidroperóxido.

Os hidroperóxidos são produtos primários da oxidação lipídica, podem reagir facilmente com ácidos graxos que conduzem à formação de produtos secundários da oxidação, como os aldeídos, alcenos, cetonas, álcoois e hidrocarbonetos. A quantificação dos produtos de decomposição dos hidroperóxidos é realizada através do principal produto formado no processo oxidativo o malonaldeído (MDA), um aldeído com 3 átomos de carbono e detectado através do índice de TBARS ou pelo teste do ácido 2-ácido tiobarbitúrico (TBA). (ST. ANGELO, 1996;).

A técnica é baseada na reação da uma molécula de MDA que reage com uma molécula de TBA e forma um complexo que é detectado em comprimento de onda a 532-535 nm, os resultados são normalmente expressos em mg, de MDA por kg de amostra (ROSMINI, et al., 1996; RAHARJO; SOFOS; SCHMIDT, 1992).

A primeira vez que se utilizou o teste do ácido 2-ácido tiobarbitúrico (TBA), foi para estudar a oxidação lipídica em leite (PATTON e KURTZ, 1951). Desde então vários estudos foram realizados utilizando o índice de TBARS para quantificar o malonaldeído

em produtos lácteos (ALFARO et al., 2015; FENAILLE et al., 2001; MIGUEL, 2004; SILVESTRE et al., 2012; SERRA et al., 2008).

2.2. Antioxidantes

Antioxidantes são substâncias capazes de prevenir os efeitos deletérios da oxidação, inibindo o início da lipoperoxidação, sequestrando radicais livres e/ou quelando íons metálicos (MORAIS et al., 2009). Uma substância pode ser denominada antioxidante, quando presente em baixas concentrações que atrasam ou inibem a oxidação, quando comparada a um substrato oxidável (HANDELMAN, 2001; SIES e STAHL, 1995).

Os antioxidantes podem atuar no organismo de diversas formas, como na proteção das células contra os radicais livres, impedindo sua formação e reparo contra danos já causados por estes radicais. Os antioxidantes podem ser divididos em duas classes: com atividade enzimática e sem atividade enzimática. Os antioxidantes provenientes de atividade enzimática são capazes de bloquear a iniciação da oxidação, as enzimas removem as espécies reativas ao oxigênio. E os não enzimáticos interagem com espécies radicalares e são consumidos durante a reação. Nesta classificação estão incluso os antioxidantes naturais e sintéticos (MOREIRA e MANCINI-FILHO, 2004).

Ainda de acordo com seu mecanismo de ação eles podem ser classificados como: primários que agem como sequestradores de radicais livres e bloqueadores de reações em cadeia ou secundários, atuando no retardamento da etapa de iniciação da autooxidação por diferentes mecanismos que incluem complexação de metais, sequestro de oxigênio, decomposição de hidroperóxidos para formar espécie não radical, dentre outros. Os antioxidantes são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células (ADEGOKE et al., 1998).

Os radicais livres são átomos quimicamente ativos ou moléculas com existência independente que apresentam um ou mais elétrons não pareados na sua órbita externa (HALLIWELL e GUTTERIDGE, 1999). Entre os radicais livres podemos destacar o superóxido (O_2^{\cdot}), a hidroxila (OH^{\cdot}), o hidroperóxido (HO_2^{\cdot}), o óxido nítrico (NO^{\cdot}) e o dióxido de nitrogênio (NO_2^{\cdot}) (BIANCHI; ANTUNES, 1999). Dentre estes o radical hidroxila e peróxido de hidrogênio são os mais reativos na indução de lesões nas moléculas celulares (ANDERSON, 2000).

Apesar de uma pequena quantidade ser necessária para manutenção da vida, a produção excessiva de radicais livres, maior do que sua velocidade de remoção pode levar a diversas formas de dano celular. Em um organismo esse desequilíbrio de geração excessiva de radicais livres é conhecido como estresse oxidativo e pode gerar oxidação de substratos biológicos (LUCESOLI e FRAGA, 1995). O estresse oxidativo está relacionado ao desenvolvimento de várias doenças, como o próprio envelhecimento e outras doenças entre as quais o câncer, a aterosclerose, doença de Parkinson entre outras (BUZZINI e MATSUDO, 1990; HERTOOG et al., 1993).

Atualmente pesquisas relacionadas aos antioxidantes vêm crescendo e forma significativa. Estudos clínicos e epidemiológicos apresentaram evidências de que os antioxidantes fornecem a manutenção do equilíbrio entre a produção e a eliminação de espécies reativas de oxigênio inibindo e/ou reduzindo os danos causados pelos radicais livres nas células (VIEIRA, 2011). Com isso vem ocorrendo a procura por produtos naturais com potencial atividade antioxidante para ajudar a reduzir as lesões do estresse oxidativo no corpo humano a fim de substituí-los pelos antioxidantes sintéticos, já que sua segurança vem sendo questionada por causa dos seus efeitos colaterais (ITO et al., 1983; SOARES et al., 2009).

Muitos desses compostos antioxidantes naturais têm sido isolados de frutas, folhas, raízes e sementes para a realização de estudos que comprovem a sua ação antioxidante (MANCINI-FILHO e VAN-VOIJ, 1998). Diversas técnicas são utilizadas para determinar atividade antioxidante *in vitro*, dentre elas podemos destacar o método de sequestro de radicais livres – DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila).

O método DPPH é um método rápido, simples e prático, sendo um dos mais utilizados. É baseado na capacidade antioxidante de um composto em sequestrar radicais livres, este radical é estável apresenta coloração violeta e quando há adição de substâncias que podem ceder átomo de hidrogênio acontece um descoloramento da solução, tornando-se amarelada, de acordo com o número de elétrons capturado. O DPPH tem um declínio da absorbância e possui absorção na faixa de comprimento de onda 515-520 nm (BRAND-WILLIAMS et al., 1995; CHANDRASEKAR et al., 2006; SUCUPIRA et al, 2012).

O índice de TBARS também pode ser utilizado para medir atividade antioxidante, a partir da formação do malonaldeído (MDA) que reage com o ácido tiobarbitúrico (TBA)

formando um complexo de coloração rósea que absorve a 532 nm. Conforme reduz a intensidade da coloração a ação antioxidante da amostra retarda a formação do MDA, uma baixa absorbância indica uma elevada atividade antioxidante (MOON e SHIBAMOTO, 2009; NILE; KHOBRADE; PARK, 2012).

Por meio de uma dieta mais saudável podemos consumir alimentos ricos em compostos com propriedades antioxidantes, como flavonoides, polifenóis, carotenoides, tocoferóis e ácido ascórbico. O emprego desses nutrientes antioxidantes, visando a uma melhor qualidade de vida, tem atraído cada vez mais o interesse da população e dos pesquisadores (BIANCHI e ANTUNES, 1999). Atualmente tem aumentado o consumo de frutos nativos o que tem despertado o estudo em busca de possíveis atividades antioxidantes e benefícios à saúde. Assim como o emprego de óleos essenciais em alimentos que está despertando interesse por possível ação antioxidante.

2.3 Óleos essenciais

Os óleos essenciais (OE) são compostos naturais voláteis, extraídos de plantas aromáticas como metabólitos secundários. Normalmente são obtidos por hidro-destilação, desenvolvido pela primeira vez pelos árabes na Idade Média. Possuem propriedades antiséptica e medicinais, que podem ser utilizadas na indústria alimentícia, farmacêutica e na agricultura (BAKKALI et al., 2008). São considerados quimicamente como misturas complexas de substâncias voláteis, líquidas a temperatura ambiente, de aspecto incolor ou ligeiramente amarelo após extração, apresentam sabor ácido e picante, além de possuir pouca solubilidade em água. Em geral não são muito estáveis, sobretudo na presença da luz, ar, calor, umidade e metais (SIMÕES e SPITZER, 2007).

O mercado mundial de OE é vasto e o Brasil tem lugar de destaque na produção de OE ficando ao lado dos 4 maiores países produtores mundiais. Esse destaque deve-se aos OE de cítricos que são considerados subprodutos da indústria de sucos. Além disso, o Brasil encontra-se entre os grandes exportadores de óleo essencial de laranja, limão, lima entre outros, como destaque temos o óleo essencial de menta japonesa que em 2012 contribuiu com 14% das importações. Além do OE de laranja que em 2012 o País exportou cerca de 30 mil toneladas, sendo o mais relevante na balança comercial nacional. (BAIN & COMPANY, 2014; BIZZO; REZENDE; HOVELL, 2009).

Os óleos essenciais são constituídos basicamente por ésteres de ácidos graxos, mono e sesquiterpenos, fenilpropanonas, álcoois aldeidados e, em alguns casos, por hidrocarbonetos alifáticos, entre outros. (SANTOS et al., 2004; VIANA et al., 1998).

A composição química dos óleos essenciais pode variar de acordo com o tipo de extração, estado do ciclo vegetativo da planta, composição de solo, temperatura, tempo de exposição solar, entre outros fatores (MASOTTI et al., 2003; ANGIONI et al., 2006).

Os efeitos antibacterianos, antiparasitários, antifúngicos, inseticida e mais recentemente antioxidante dos óleos essenciais são bem conhecidos, motivo pelo qual têm se tornado comercialmente importantes sobretudo para a indústria farmacêutica, agrônômica, alimentos, sanitários, cosméticos e perfumes (MORAIS, et al., 2006; PERRY et al., 2003; SOUSA; SERRA; MELO, 2012).

Recentemente muitos óleos essenciais e compostos isolados destes têm sido reconhecidos como poderosos antioxidantes naturais, os quais poderiam ser utilizados como substitutos dos antioxidantes sintéticos, BHT - hidroxitolueno de butila e BHA - hidroxianisol de butila (BOZIN et al., 2006; RUBERTO e BARATTA, 2000).

2.3.1 Aplicação de óleo essencial em alimentos como atividade antioxidante

Algumas pesquisas têm utilizado óleos essenciais em alimentos com intuito de obter uma possível atividade antioxidante ou antimicrobiana.

Bertolin et al. (2010) analisaram o potencial antioxidante de óleos essenciais de alecrim e de manjeriço nas proporções de 0,05 e 0,1 %, na oxidação lipídica de charque de carne bovina, os resultados mostraram que durante o período de armazenamento, os tratamentos com óleos essenciais apresentaram menores valores de peróxidos em relação ao tratamento controle (sem adição de antioxidante) e o maior potencial antioxidante foi de 53,6% para amostra contendo 0,1% de óleo essencial de manjeriço. Podendo assim os óleos essenciais tornarem-se uma alternativa no retardamento da oxidação lipídica em charque e produtos similares.

Boroski et al. (2012) verificaram a eficiência do extrato e óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*) no aumento da atividade antioxidante de bebidas lácteas enriquecidas com 2g/100g de óleo de linhaça e observaram que tanto o óleo essencial quanto o extrato de orégano não afetaram a estabilidade do produto e que ambos podem ser utilizados para inibir a oxidação durante o armazenamento.

Silveira (2012) avaliou a atividade antimicrobiana e antioxidante do óleo essencial de louro (*Laurus nobilis*) em linguiça frescal toscana com diferentes concentrações 0,01% e 0,05% e constataram que não houve diferença significativa nos valores de Tbars em relação ao controle, além de reduzir a contaminação por coliformes totais, na concentração de 0,1% de óleo adicionado.

Ugalde (2014) desenvolveu filmes biopoliméricos à base de amido de milho incorporados com óleo essencial comercial de cravo-da-índia botão (*Eugenia caryophyllata*) e determinou a atividade antioxidante quando utilizados no envelopamento de salsichas. Foi observado efeito antioxidante do óleo essencial no produto elaborado, havendo diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos (controle, filme de amido sem OE e filme de amido com 1% de OE) com relação aos valores de TBA ao final dos 15 dias de armazenamento refrigerado.

Assim podemos destacar que as pesquisas com a utilização de OE em alimentos para garantir um possível efeito antioxidante está crescendo bastante nos últimos anos, com a possibilidade de substituição dos antioxidantes sintéticos. Porém vale ressaltar que essas pesquisas devem ter continuidade afim de conseguir estudar o efeito desses OE em diversas matrizes alimentares.

2.3.2 Capim – cidreira (*Cymbopogon citratus*)

O capim-cidreira (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf), popularmente conhecido no Brasil como capim-cidreira ou capim-santo, pertence à família *Poaceae*, uma das maiores famílias de plantas, nativa da Índia adaptada ao clima tropical e sub-tropical desenvolve-se bem em todo o Brasil. É uma erva aromática, perene e robusta, cresce formando touceiras de até um metro ou mais de altura (Reitz, 1982).

O chá preparado das suas folhas é largamente utilizado pela medicina popular e abrange uma larga utilização para alterações digestivas, tosse, diurético, febre, anti-inflamatório das vias urinárias dentre outras (DUBEY et al., 1997; COSTA et al., 2005).

Por ser uma erva aromática cujas folhas possuem o óleo essencial com intenso aroma de limão, encontrado em células oleríferas, pode ser utilizado pela indústria como aromatizante de alimentos e bebidas, em perfumarias e pela indústria farmacêutica como precursores da vitamina A. Possui atividade antibacteriana, anticonvulsante, antiespasmódico e analgésico (LORENZI e MATOS, 2002; PRINS et al., 2008). O citral

formado da mistura dos estereosômeros geranial e neral (Figura 3) é apontado em vários trabalhos como sendo o componente majoritário (47% a 85%) do óleo essencial de capim-cidreira e responsável pelas atividades atribuídas a esse óleo como atividade antioxidante (PRINS et al., 2008; SIDIBÉ et al., 2001; PINO e ROSADO, 2000).

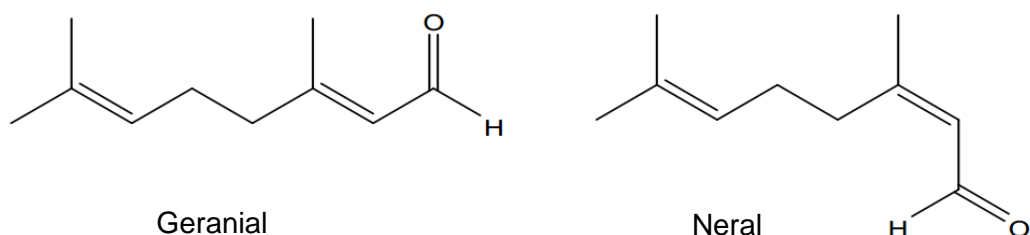


Figura 3 – Estrutura química dos isômeros geranial e neral (BAKKALI et al., 2008).

Os estudos da aplicação de OE de capim-cidreira contra *salmonella typhimurium* e contra agentes patogênicos de origem alimentar e bactérias associadas à deterioração de alimentos foram observados por Machado et al. (2013). O óleo essencial teve efeito positivo, pois inibiu o crescimento de todas as espécies bacterianas, Gram-positivas e Gram-negativas (MACHADO et al., 2012).

Além de atividade antimicrobiana o potencial antioxidante do capim-limão tem sido estudado por pesquisadores como Guimarães et al. (2011) que verificaram que o óleo essencial de capim-limão e o seu constituinte majoritário citral apresentaram atividade antioxidante no ensaio de oxidação do sistema β -caroteno/ácido linoleico. A atividade antioxidante também foi relatada por Sacchetti et al. (2005).

Tais relatos na literatura possibilitam a aplicação do OE de capim-cidreira pra estudo de atividade antioxidante. No entanto, a ação do matriz alimentar pode interferir neste potencial.

2.4 Araticum (*Annona crassiflora*)

O Bioma Cerrado, o segundo maior do Brasil e da América do Sul abrange uma área de aproximadamente 204 milhões de hectares correspondendo a 24% do território nacional, estendendo-se pelos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Tocantins, oeste da Bahia e Minas Gerais, sul do Pará e do Maranhão, norte de São Paulo e Piauí (ALMEIDA, 1987; PROENÇA et al., 2000). Várias espécies de

frutas do cerrado fazem parte da alimentação humana. Porém precisam ser estudadas, apesar de terem potencial alimentar, econômico e agroindustrial para entrarem no mercado formal de frutas (CAVALCANTE et al., 2009).

O Cerrado possui uma diversidade de fauna e flora muito grande, com frutos com alto potencial de exploração (pequi, mangaba, jatobá, buriti, jenipapo, cagaita) e que participa da agricultura familiar das comunidades que vivem nessa região, com isso o bioma está cheio de possibilidade de aproveitamento principalmente pela população local que detém conhecimento sobre esses recursos vegetais. Podendo o aproveitamento desses frutos ser uma alternativa de renda para essa população e ganhar espaço na comércio nacional e internacional, como o licor de pequi que tem fama nacional e já é exportado para outros países (AVIDOS e FERREIRA, 2000; GUARIM NETO, 2001).

Entretanto é necessário que haja maior conscientização da importância desse bioma, pois cresce cada vez mais o número de áreas que está sendo devastada para produção de grãos e gado de corte oriundo do latifúndio, colocando em risco de extinção várias espécies de plantas, entre elas algumas fruteiras nativas. Sendo necessária a implantação de unidades de conservação dessas áreas agregando valor a esses frutos de origem natural (AGUIAR e CAMARGO, 2004; MYERS et al., 2000).

Entre esses frutos está o araticum (*Annona crassiflora* Mart.), que pertence à família Annonaceae contém um número considerável de espécie de plantas com caráter econômico devido aos seus frutos (CAMPOS et. al, 2012). O araticum também conhecido como marolo, bruto, cabeça-de-negro e pinha-do-Cerrado (BRAGA FILHO et al., 2009; RIBEIRO et al.,2000), encontra-se amplamente distribuído no Cerrado e está entre as 20 espécies mais utilizadas na alimentação regional (CAVALCANTE et al., 2008), sendo tradicionalmente utilizado pela população local em forma de doces, geleias, sucos, licores, tortas, pães, bolos, iogurtes e sorvetes ou *in natura* (SILVA et al., 2001; ALMEIDA et al, 1987).

O araticum é um fruto que apresenta formato oval, casca amarronzada, recoberta por escamas carnosas, chegando a pesar em média até 2 Kg e apresentando uma polpa com até 50% de rendimento. A polpa é levemente doce de aroma agradável varia do róseo (mais doce e macia) ao amarelado (um pouco ácida e menos macia), apresenta grande número de sementes. Utilizado também pela medicina popular no combate a

diarreias, afecções parasitárias do couro cabeludo entre outros (ALMEIDA et al., 1987; SILVA et al., 1997; RIBEIRO et al., 2000) (Figura 4).

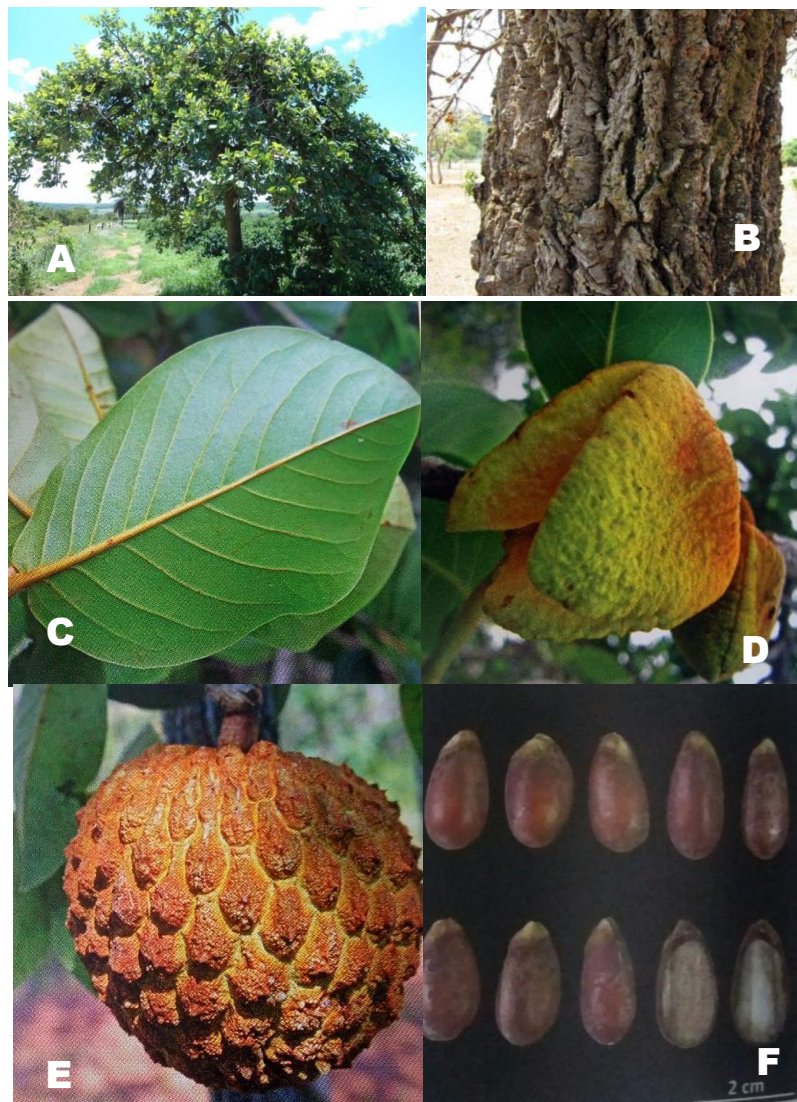


Figura 4 – *Annona crassiflora* – Aspectos botânicos **A**: Árvore; **B**: caule **C**: Folha; **D**: Flores; **E**: Fruto; **F**: Semente (KUHLMANN, 2012).

A exploração desses frutos tropicais não tradicionais tem perspectivas promissoras, pelo seu valor nutricional, teor de vitamina C, carotenoides, compostos fenólicos e ainda sua atividade antioxidante, podendo ser alternativa em processos industriais (RUFINO et al., 2010).

O fruto também apresenta grande valor nutricional como observado por Silva et al. (2008) que analisaram a composição centesimal, valor energético e minerais de diversos frutos do cerrado e obtiveram valores de 90,47kcal; 76,05% de umidade; proteína 1,22%; lipídio 3,83%; carboidrato 12,78%; fibra alimentar 4,72 e resíduo mineral fixo 1,37% (valores expressos em g/100g). Além de 29,0; 0,79; 0,43 mg/100g cálcio, zinco e ferro respectivamente, para o araticum. Indicando ser um fruto que se pode incluir na dieta sendo fonte alternativa de nutrientes.

Além de macro e micronutrientes, o araticum contém propriedades antioxidantes, possui teor de carotenoides - β -caroteno (7,0 $\mu\text{g/g}$), o que torna o fruto com papel importante na sociedade tanto econômico, como nutricional (AGOSTINI e CECCHI, 1996).

Roesler et al. (2007) estudaram um grupo de frutas típicas do cerrado e quantificaram o total de compostos fenólicos e avaliaram o potencial antioxidante de diferentes frações das frutas, entre elas o araticum que obteve valores de fenóis totais expressos em g ácido gálico equivalente 90,72 (casca); 136,90 (semente) e 20,31 (polpa), utilizando extração etanólica. Já a atividade antioxidante para o mesmo tipo de extrato os valores foram de 49,18 (casca); 30,97 (semente) e 148,82 (polpa) valores expressos em IC_{50} ($\mu\text{g.mL}^{-1}.\text{m.v}^{-1}$). Esses resultados mostram uma aplicação econômica viável, uma vez que a busca por antioxidantes naturais tem aumentado nos últimos anos.

De acordo com pesquisas realizadas pela Brasil Food Trends (2002), um dos produtos que mais despertam o interesse do consumidor quando lançado no mercado é o iogurte, além de fazer parte da categoria que serão mais consumidos no futuro, devido a inovações que poderá trazer mais funcionalidades ao produto. Com isso o uso da polpa de araticum poderá colaborar com essa nova tendência do mercado, por ser um fruto ainda não utilizado pela indústria.

Além do araticum, a graviola pertence à mesma família (*Annona muricata* L.) que já ganhou espaço no mercado, sendo utilizada em alguns produtos como iogurte, bebida láctea e polpa de fruta. É uma fruta produzida em larga escala no Estado da Bahia e responsável pela geração de empregos diretos e indiretos, que vêm crescendo com o aumento da utilização do fruto pela indústria (SEAGRI/BA, 2010; MORAES, 2013).

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas, tendo um aumento de 30% no período de 14 anos, na produção de frutas frescas. Apesar desse aumento o consumo de frutas frescas tem reduzido, devido ao aumento do consumo de bebidas de frutas prontas,

que tem se tornado a preferência do consumidor, pela sua praticidade (IBRAF, 2015). Portanto, o desenvolvimento do iogurte com polpa de araticum pode se tornar uma alternativa para a produção agroindustrial e ser fonte de renda para a população local, agregando ao fruto importante papel tanto econômico como nutricional na sociedade.

REFERÊNCIAS

ADEGOKE, G. O. et al. Antioxidants and lipid oxidation in food – a critical appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, [S. l.], v. 35, n. 4, p. 283-398. 1998.

ADITIVOS e ingredientes. O saudável mercado dos iogurtes. Editora: Insumos, 2015.

ADOLFSSON, O.; MEYDANI, S.N.; RUSSELL, R.M. Yogurt and gut function. **American Journal of Clinical Nutrition**, [S. l.], v. 80, p.245-56, 2004.

AGOSTINI, T. S.; CECCHI, H. M. Composição de carotenóides no marolo e em produtos de preparo caseiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 67-71, 1996.

AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado**: ecologia e caracterização. Planaltina, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 249p.

ALFARO, L. et al. Physical properties of a frozen yogurt fortified with a nano-emulsion containing purple rice bran oil. **LWT - Food Science and Technology**, [S. l.], n. 62, p. 1184 -1191, 2015.

ALMEIDA, S. P. de; SILVA, J. A.; RIBEIRO, J. F. **Aproveitamento alimentar de espécies nativas dos Cerrados**: araticum, baru, cagaita e jatobá. Planaltina: EMBRAPA,CPAC, 1987. 83p. (Documentos, 26).

ANDERSON, D. Antioxidant defences against reactive oxygen species causing genetic and other damage. **Mutation Research**, [S. l.], v. 350, n. 1, p. 103-8, 2000.

ANGIONI, A. et al. Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 54, p. 4364–4370. 2006.

AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos do Cerrado: Preservação gera muitos frutos. **Biociência**, [S. l.], v. 3, n. 15, p. 36-41, julho/ago, 2000.

BAHIA. Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária - SEAGRI/BA. Frutas da Bahia: desempenho e perspectivas. Bahia: SEAGRI, 2010. Disponível em: <www.seagri.ba.gov.br>. Acesso em: 02 mar. 2016.

BAIN; COMPANY. **Potencial de diversificação da indústria química Brasileira**: Relatório 4 – Aromas, sabores e fragrâncias. Rio de Janeiro: Baim e Company, 2014. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_FEPprospec0311_Quimicos_Relat4_aromas.pdf>. Acesso em: 03 maio 2016.

BAKKALI, F.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils: a review. **Food and Chemical Toxicology**, [S. l.], v. 46, n. 02, p. 446-475, 2008.

BELCHIOR, F. Lácteos 100% saudáveis. **Leite e Derivados**, São Paulo, v. 69, n. 12, p.30-33, 2003.

BERTOLIN, T. E. et al. Antioxidantes naturais na prevenção da oxidação lipídica em charque de carne ovina. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 83-90, abr./jun. 2010.

BEZERRA, M. F. **Caracterização físico-química, reológica e sensorial de iogurte obtido pela mistura dos leites bubalino e caprino**. 2010. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista Nutrição**, [S. l.], v.12, n. 2, p.123-30. 1999.

BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M.; HOVELL, A. M. C. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BOROSKI, M. et al. Use of oregano extract and oregano essential oil as antioxidants in functional dairy beverage formulations. **Food Science and Technology**, [S. l.], v. 47, p. 167-174, 2012.

BOZIN, B. et al. Characterization of the volatile composition of essential oils of some

Lamiaceae spices and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 54, n. 5, p. 1822-1828, 2006.

BRAND-WILLIAMS, M. E.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **LWT - Food Science and Technology**, [S. l.], n. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL FOOD TRENDS [S. l.: S. n.], [20--?]. Disponível em: <http://www.brazilfoodtrends.com.br/Brasil_Food_Trends/index.html>. Acesso: 05 de mar. 2016.

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

BUZZINI, S. R. R.; MATSUDO, V. K. R. Radicais livres, exercício e envelhecimento. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, [S. l.], v. 4, n. 4, p. 61-85. 1990.

CAMPOS, R. P. et al. Conservação pós-colheita de guavira (*Campomanesia* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 41-49, 2012.

CANZI, E. et al. Yogurt in the diet of the elderly: a preliminary investigation into its effect on the gut ecosystem and lipid metabolism. **Lait**, [S. l.], v. 82, n. 6, p.713-723, 2002.

CASTRO, L. P. et al. Influência de substitutos de gordura nas características do iogurte probiótico. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [S. l.], v. 57, p. 133-139, 2002.

CAVALCANTE, T. R. M. et al. Diferentes ambientes e substratos na formação de mudas de araticum. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 235-240, 2008.

CAVALCANTE, T. R. M. et al. Polinização e formação de frutos em araticum. **Bragantia, Campinas**, [S. l.], v.68, n.1, p.13-21, 2009.

CHANDRASEKAR, D. et al. Determination of DPPH free radical scavenging activity by reversed-phase HPLC: A sensitive screening method for polyherbal formulations. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**. [S. l.], v.40, p. 460-464.2006.

COLLOMB, M.; et al. Composition of fatty acids in cow's milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland using highresolution gas chromatography. **International Dairy Journal**, [S. l.], v. 12, p.649–659, 2002.

COSTA, L.C.B. et al. Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, [S. l.], v. 23, n.4, p.956-959, out-dez 2005.

DUBEY, N. K. et al. Cijtotoxicity of essential oils of *Cymbopogon citratus* and *Ocinun gratissimum*. **Indian Journal of Pharmaceutical Sciences**, Kalina, v. 59, n.5, p. 263-264, 1997.

ESTERBAUER, H. Cytotoxicity and genotoxicityof lipid-oxidation products. **American Journal of Clinical Nutrition**, [S. l.], v.57, n.5, p.S779-S786, 1993. Supplement

FENAILLE, F. et al. Comparison of analytical techniques to quantify malondialdehyde in milk powders. **Journal of Chromatography A**, [S. l.], v. 921, n. 2, p. 237–245. 2001.

FERREIRA, C. L. L. F. et al. Verificação da qualidade físico-química e microbiológica de alguns iogurtes vendidos na região de Viçosa. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [S. l.], v. 56, n. 321, p. 152-158, 2001.

FRANKEL, E. N. In search of better methods to evaluate natural antioxidants and oxidative stability in food lipids. **Food Science and Technology**, [S. l.], v.4, n.7, p. 220-225, 1993.

GODEL, J. Treatment of diarrheal disease. **Pediatrics & Child Health**, [S. l.], v. 8, n. 7, p. 455-458, 2003.

GUARIM NETO, G. Flora medicinal, populações humanas e o ambiente de cerrado. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 19, p. 203-206, 2001.

GUIMARÃES, L. G. L. et al. Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. **Revista Ciência Agronômica**, [S. l.], v. 42, n. 2, p. 464-472, abr-jun, 2011.

HALLIWELL, B.; GUTTERDGE, J. M. C. **Free radical, other reactive species and disease. In: Free radicals in biology and medicine**. 3rd Oxford: Clarenton Press 1999. p.617-783.

HANDELMAN, G. J. The evolving role of carotenoids in human biochemistry. **Nutrition**, [S. I.], v.17, p.818-22, 2001.

HAVEMOSE, M. S. et al. Influence of feeding different types of roughage on the oxidative stability of milk. **International Dairy Journal**, [S. I.], v. 14, p. 563–570, 2004.

HERTOG, M.G. et al. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: The Zutphen Elderly study. *Lancet*, v. 342, p.1007-11, 1993.

HINNEBURG, I; DAMIEN, H. J; RAIMO H. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. **Food Chemistry**. London, v. 97, n. 1, p. 122-129, 2006.

HUGHES, D.B.; HOOVER, D.G. Viability and enzymatic activity of bifidobacteria in milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.78, p.268-276, 1991.

ITO, N. et al. Carcinogenicity of butylated hydroxyanisole in F344 rats. **Journal of the National Cancer Institute**, Cary, v. 70, n.2, p. 343–347, 1983.

KRISTENSEN, D. et al. Oxidative stability of buttermilk as influenced by fatty acid composition of cows' milk manipulated by diet. **Journal of Dairy Research**, [S. I.], v. 71, p. 46–50, 2004.

KUBOW, S. Routes of formation and toxic consequences of lipid oxidation products in foods. **Free Radical Biology and Medicine**, [S. I.], v.12, n.1, p.63-81, 1992.

KUHLMAN, M. **Frutos e sementes do Cerrado atrativos para fauna: guia de campo**. Brasília: Ed. Rede de sementes do Cerrado, 2012.360p.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Mediciniais no Brasil: nativas e exóticas**, Instituto Plantarum: Nova Odessa, 2002.

LOURENS-HATTINGH, A.; VILJOEN, C.B. Yogurt as probiotic Carrier food. **International dairy journal**, [S. I.], v.11, n.1/2, p. 1-17, 2001.

LUCESOLI, F.; FRAGA, C. Evaluación del estres oxidativo. **Antioxid Calid Vida**, [S. I.], v. 1, n.4, p. 8-13. 1995.

LUCEY, J. A.; SINGH, H. Formation and physical properties of acid milk gels: a review.

Food Research International, [S. l.], v. 30, n. 7, p. 529-539, 1998.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Bioactive substance contents and antioxidant capacity of the lipid fraction of *Annona crassiflora* Mart. seeds. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], v. 42, p.231–235, 2013.

MACHADO, T. F. et al. Atividade antimicrobiana do óleo essencial de capim-limão contra *Salmonella Typhimurium* em repolho. Embrapa Agroindústria Tropical. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, [S. l.], v. 77, n.1, 15 p. 2013.

MACHADO, T. F. et al. Atividade Antimicrobiana do Óleo Essencial de Capim-Limão. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento, Embrapa Agroindústria Tropical**, [S. l.], n. 62, 6 p.2012.

MALLET, A. C. T. **Utilização de óleos essenciais de condimentos na conservação de queijos tipo quark**. 2011. 131f. Dissertação (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2011.

MANCINI FILHO, J. et al. Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomun Zeylanicum*, Breyne) extracts. **Bollettino chimico farmaceutico**, [S. l.], v.137, p.443-447, 1998.

MASOTTI, V. et al. Seasonal and phenological variations of the essential oil from the narrow endemic species *Artemisia molinieri* and its biological activities. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 51, p. 7115–7121, 2003.

MATSUBARA, S. Alimentos Funcionais: uma tendência que abre perspectivas aos laticínios. **Revista Indústria de Laticínios**, São Paulo, v. 6, n. 34, p. 10-18, 2001.

MIGUEL, D.P; ROSSI, E. A.; VALDEZ, G. F. Sensory and chemical aspects of frozen soy yogurt fermented with *Enterococcus faecium* and *Lactobacillus jugurti*. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, p. 197-201, 2004.

MOON, J. K.; SHIBAMOTO, T. Antioxidant assays for plant and food components. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 57, p. 1655-1666, 2009.

MORAES, M. O. B. **Caracterização química e determinação da atividade antioxidante em massa da graviola (*Annona muricata* L.)**. 2013. 60f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga – BA, 2013.

MORAIS, S. M. et al. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S. l.], v.19, n.1B, p.315-320, 2009.

MORAIS, S. M. et al. Atividade antioxidante de óleos essenciais de espécies de Croton do nordeste do Brasil. **Química Nova**, [S. l.], v. 29, n. 5, 2006.

MOREIRA, A. V. B.; MANCINI-FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Revista de Nutrição**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 411-24. 2004.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, [S. l.], n. 403, p. 853-858, February 2000.

NILE, S. H.; KHOBRADE, C. N.; PARK, S. W. Optimized and Comparative Antioxidant Assays and Its Applications in Herbal and Synthetic Drug Analysis as an Antioxidants. **Mini-Reviews in Medicinal Chemistry**, [S. l.], v. 12, p. 1007-1014, 2012.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos de origem vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 2, 280p.

PAPADIMITRIOU, C. G. et al. Identification of peptides in traditional and probiotic sheep milk yoghurt with angiotensin I-converting enzyme (ACE)-inhibitory activity. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 105, p. 647-656. 2006.

PATTON S.; KURTZ, G. W. 2-Thiobarbituric acid as a reagent for detecting milk fat oxidation. **Journal of Dairy Science**, [S. l.], v. 34, p. 669–674, 1951.

PERRY, N. S. et al. Salvia for dementia therapy: review of pharmacological activity and pilot tolerability clinical trial. **Pharmacology Biochemistry & Behavior**, [S. l.], v.75, p. 651–659, 2003.

PINHEIRO, A. R. de O.; GENTIL, P. C. **A Iniciativa de Incentivo ao consumo de Frutas, Verduras e Legumes (f,l &v): uma estratégia para abordagem intersetorial no contexto da Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA – Brasil)**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. Disponível em: <<http://189.28.128.100/nutricao/docs/geral/iicflvBrConsea.pdf>>. Acesso: 11 nov. 2015.

PINO, J.A.; ROSADO, A. Chemical composition of the essential oil of *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, from Cuba. **Journal of Essential Oil Research**, [S. l.], v.12, n.3, p.301-2, 2000.

PREIS, C.; CHAGAS, T. E. R.; RIGO, E. Avaliação da ação antimicrobiana de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*) em ricotas adicionadas de especiarias. **Revista CSBEA**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2015.

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

PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, A. P. **Flores e Frutos do Cerrado**. Brasília: UNB, 2000.

RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved Speed, Specificity, and Limit of Determination of an Aqueous Acid Extraction Thiobarbituric Acid-C18 Method for Measuring Lipid Peroxidation in Beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v.40, n.11, p. 2182-2185, 1992.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, [S. l.], v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

REITZ, R. **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: [s.n], 1982. p. 1309-1314.

RIBEIRO, R.F. **Pequi: o rei do cerrado**. Belo Horizonte: Rede Cerrado, 2000. 62 p.

ROBERT, N. F. **Dossiê técnico: Fabricação de iogurte**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: [S. n.], 2008. Disponível em: <<http://www.sbrrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mzlw>>. Acesso em: 16 out. 2015.

ROESLER, R. et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimento**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, jan.-mar. 2007.

ROSMINI, M. R. et al. TBA Test by an Extractive Method Applied to 'Pat'. **Meat Science**, [S. l.], v. 42, n. 1, p. 103-110, 1996.

RUBERTO, G.; BARATTA, M. T. Antioxidant activity of selected essential oils components in two lipid model systems. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 69, n. 2, p. 167-174, 2000.

RUFINO, M. do S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 121, n. 4, p. 996-1.002,

2010.

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

SACCHETTI, G. et al. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 91, p. 621-632, 2005.

SALADO, G. A.; ANDRADE, M. O. Processamento e qualidade nutricional do iogurte. **Boletim Cultura**, [S. l.], v. 7, p. 1-35, 1989.

SANTOS, A. S. et al. Descrição de sistema e métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. **Comunicado Técnico-Embrapa**, Belém, v. 99, n. 1, p. 1-6, 2004.

SERRA, M. et al. Quantification of lipolysis and lipid oxidation during cold storage of yogurts produced from milk treated by ultra-high pressure homogenization. **Journal of Food Engineering**, [s. L.], v. 89, p. 99–104, 2008.

SHERWIN, E. R. Oxidation and antioxidants in fat and oil processing. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.55, p.809-814, 1978.

SIDHU, G. S.; BROWN, M. A.; JOHNSON, A. R. Autoxidation in milk rich in linoleic acid. 1. An objective method for measuring autoxidation and evaluating antioxidants. **Journal of Dairy Research**, [S. l.], v. 42, p. 185–195, 1975.

SIDIBÉ, L. et al. Aromatic plants of Mali (IV): chemical composition of essential oils of *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf and *C. giganteus* (Hochst.) Chiov. **Journal of Essential Oil Research**, [S. l.], v.13, n.2, p.110-2, 2001.

SIES, H.; STAHL, W. Vitamins E and C, beta-carotene, and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**, [S. l.], v. 62, n. 6, p. 1315-21, 1995.

SILVA, D. D. da. et al. **Frutos do Cerrado**. 1 ed., Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178 p.

SILVA, M. R. et al. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**,

Santa Maria, v.38, n.6, p.1790-1793, set, 2008.

SILVEIRA, S. M. **Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante de extratos vegetais e óleos essenciais e aplicação do óleo essencial de louro (*L. nobilis*) como agente conservador natural em embutido cárneo fresca**. 2012. 215f. Dissertação (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SILVESTRE, M. P. C. et al. Evaluation of the quality and acceptability of milk drinks added of conjugated linoleic acid and canola oil and produced in pilot scale. **American Journal of Food Technology**, [S. l.], v. 7, n. 12, p. 736-745. 2012.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre; Florianópolis: Ed. Da UFRGS; Ed. Da UFSC, 2007. 1102 p.

SOARES, A. A. et al. Antioxidant activity and total phenolic content of *Agaricus brasiliensis* (*Agaricus blazei* Murril) in two stages of maturity. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 112, p. 775–781, 2009.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista Nutrição, Campinas**, [S. l.], v. 15 n. 1, p. 71-81, jan./abr., 2002.

SOUSA, R. M. S.; SERRA, I. M. R. S.; MELO, T. A. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa Phytopathologica**, [S. l.], v.38, n.1, p.42-47, 2012.

ST. ANGELO, A. J. Lipid oxidation in foods. **Critical Review Food Science Nutrition**, Cleveland, v. 36, n. 3, p. 175-224, 1996.

STOCKDALE, C. R.; et al. Influence of pasture and concentrates in the diet of grazing dairy cows on the fatty acid composition of milk. **Journal Dairy Research**, [S. l.], v. 70, p. 267–276, 2003.

SUCUPIRA, R. N. et al. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 263-9. 2012.

TABELA Brasileira de Composição de Alimentos – TACO.. 4 ed. revisada e ampliada. Campinas: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA; UNICAMP, 2011. 161p.

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

UGALDE, M. L. **Biofilmes ativos com incorporação de Óleos Essenciais**. 2014. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim - RS, 2014.

VIANA, M. J. G. et al. Visualização de acesso às informações sobre plantas aromáticas da Amazônia: construção de banco de dados de espécies investigadas quanto a composição química de seus óleos essenciais. **Anais da Associação Brasileira de química**, [S. l.], v. 47, n.1, p. 57-63, 1998.

VIEIRA, L. M. **Caracterização química e capacidade antioxidante in vitro do coco babaçu (*Orbignya speciosa*)**. 2011. 98 f. Dissertação (Mestrado Alimentos e Nutrição) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

ZULUETA, A.; et al. Antioxidant capacity of cow milk, whey and deproteinized milk. **International Dairy**

CAPÍTULO 2 – Artigo *

1 chemical composition of pasteurized pulp. The analyses of pulps showed difference about
2 average values to soluble solids, water activity and vitamin C. The results showed that the
3 pulp had significant antioxidant properties, expressed in the ability to reduce by 50% the
4 DPPH value (IC₅₀ mg / ml). Compounds phenolics presented values approximated 227.13
5 and 207.18 mg GAE / 100g for raw and pasteurized pulp respectively. The pasteurized pulp
6 presented value for compounds β -carotene (8.21 mg / g) and 4.97 g / g of α -carotene. It is
7 concluded that the pulps have high content analyzed for bioactive compounds and
8 pasteurization did not affect the physicochemical characteristics between raw and
9 pasteurized pulp neither for biactives compounds.

10

11 Index terms: marolo, heat treatment, fruit of the Cerrado, *Annona crassiflora*.

12

13

Introdução

14

15 O araticum (*Annona crassiflora*), também conhecido como marolo ou pinha-do-
16 cerrado é uma fruta típica do Cerrado brasileiro pertencente à família Annonaceae e
17 bastante apreciado pela população local. Sua polpa doce de sabor característico e aroma
18 forte pode ser consumido *in natura* ou na forma de doces, geleias, sucos, iogurte ou sorvete
(Almeida et al., 2008).

19

20 O consumo regular de frutas tornou-se um forte aliado da procura por uma
21 alimentação saudável, devido ao valor nutritivo e por ser fonte de fibras, vitaminas,
22 minerais e antioxidantes. Estudos mostram que populações que têm como hábito o
23 consumo regular de frutos e/ou outros alimentos ricos em compostos antioxidantes
24 apresentam baixa incidência de doenças degenerativas, provocadas por compostos
provenientes do estresse oxidativo (Roesler et al., 2007).

25

26 A oferta de frutas no período de entressafra é uma necessidade da demanda do
27 consumidor e diversos métodos podem ser utilizados para conservação de polpa de frutas,
28 dentre eles a pasteurização. A pasteurização é um dos métodos mais conhecidos e
eficientes, pois visa à inativação das enzimas e à destruição dos microrganismos

1 preservando as características físicas, químicas e nutricionais da fruta (Elez-Martínez &
2 Martín-Belloso, 2007) possibilitando oferecer a polpa do fruto no período de entressafra.

3 Os antioxidantes são compostos que agem impedindo e/ou diminuindo a formação
4 de radicais livres ou espécies reativas não radicalares, combatem o processo oxidativo, que
5 são compostos produzidos pelo metabolismo normal do corpo e que em grande quantidade
6 podem provocar danos extensivos (Santos et al., 2008). Os compostos fenólicos são
7 metabólitos secundários de plantas e que possuem efeito antioxidante.

8 A procura por antioxidantes naturais tem aumentado bastante nos últimos anos e
9 cada vez mais pesquisadores estão à procura de frutas nativas que apresentem essa
10 propriedade. Essas frutas podem conter compostos em quantidade mínima suficiente que
11 podem proteger as células contra processos degenerativos (Neves, 2012; Hinneburg et al.,
12 2006; Jayaprakasha & Jaganmohan, 2000).

13 A incorporação na dieta alimentar de frutas regionais estimula a oferta de novos
14 produtos buscando melhorar a qualidade nutricional da alimentação dessas comunidades
15 locais, pois conhecem a fruta consumida na região. No entanto, a temperatura da
16 pasteurização pode comprometer a atividade dos compostos encontrados nessas frutas, bem
17 como alterar as características físico-químicas da polpa. Relatos na literatura sobre
18 influência da temperatura da pasteurização sobre teor de carotenoides e vitamina C são
19 contraditórios (Plaza et al., 2006; Lee & Coates, 2003) pois dependem do tipo de matriz
20 alimentar, podendo influenciar na cor bem como no sabor do produto final.

21 Diante do exposto este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial antioxidante, o
22 teor de compostos fenólicos e de carotenoides de polpa de araticum *in natura* e
23 pasteurizada e avaliar o efeito da pasteurização nas características físico-químicas.

Material e Métodos

1 2 **Matéria prima**

3 A polpa de araticum *in natura* foi obtida no comércio local de Aragarça-GO, em
4 janeiro de 2014, embalada a vácuo em sacos plástico de polietileno, transportada em caixa
5 térmica para o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso -
6 *Campus Cuiabá* - Bela Vista, onde ficaram armazenadas a -18°C até o momento da
7 realização das análises. As polpas foram divididas em dois lotes e denominadas polpa *in*
8 *natura* e polpa pasteurizada.

9 Para a obtenção da polpa pasteurizada a amostra foi submetida a tratamento térmico
10 de 85°C por 3 minutos, em banho-maria e refriada em banho de gelo, sendo posteriormente
11 armazenada em recipientes fechados de polietileno a -18°C até o momento das análises.

12 **Análise físico-química das polpas**

13 Amostras da polpa *in natura* e pasteurizada foram descongeladas em refrigeração a
14 4°C e submetidas às análises de: pH por potenciometria direta utilizando um pHmetro
15 digital de bancada, modelo HI 2221 (HANNA INSTRUMENTS), previamente calibrado
16 com soluções tampão 4 e 7 de acordo com o método nº 981.12 da *ASSOCIATION OF*
17 *OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS* (AOAC, 2012); acidez titulável (AT) determinada
18 por titulação de neutralização com NaOH 0,1mol/L e os resultados expressos em g de ácido
19 málico/100g de polpa; sólidos solúveis (SS) medido diretamente em refratômetro digital de
20 bancada modelo RTD – 95, sendo os resultados expressos em °Brix segundo método nº
21 932.12 da AOAC (2012); relação entre SS/AT; atividade de água (*A_w*) medida em aparelho
22 digital da marca Aqualab 4TE método nº 978.18 e ASTM D6836 02 (2008) e2; o teor de
23 vitamina C (ácido ascórbico) foi determinado pelo método de Tillmans, sendo os resultados

1 expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa (IAL, 2008). Todas as análises
2 foram realizadas em triplicata.

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

12 **Obtenção dos extratos para determinação dos compostos fenólicos totais e atividade** 13 **antioxidante radicalar**

14 Para análise dos compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante radicalar
15 obteve-se extrato conforme metodologia proposta por Rufino (2010). A extração foi
16 realizada utilizando 1g (para análise de fenólicos totais) e 5g (para análise da atividade
17 antioxidante radicalar) de cada amostra. À amostra foi acrescentado 40 mL de
18 metanol:água (50:50, v:v) deixado em repouso por 60 min e, em seguida, a amostra foi
19 centrifugada a 6081,2 força G, por 40 min, sendo o sobrenadante reservado em balão
20 volumétrico fechado e protegido da luz, e o resíduo restante foi submetido a nova extração
21 com solução aquosa de acetona 70% (v:v). O sobrenadante foi acrescentado a um balão
22 volumétrico de 100 mL e o volume completado até a marca de aferição com água destilada.

1 A atividade antioxidante radicalar foi realizada pelo método de DPPH baseado na
2 captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) por compostos antioxidantes. A
3 partir dos extratos aceto-hidro-alcoólico obtidos, foram realizadas cinco diluições diferentes
4 em metanol (P.A) com concentrações de 10, 20, 30, 35 e 45 (mg/mL) e foram transferidas
5 alíquotas de 0,1 mL de cada diluição dos extratos para tubos de ensaio contendo 3,9 mL da
6 solução de DPPH 0,06Mm. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro de
7 marca SHIMADZU modelo UV – 1800 em comprimento de onda de 517 nm, ao abrigo da
8 luz, após 30 min do início da reação.

9 A capacidade de descoloração do radical DPPH foi comparada com o controle (3,9
10 mL de DPPH e 0,1 mL de metanol), estabelecendo a porcentagem de inibição do radical
11 conforme a equação:

$$12 \text{ \% de inibição} = [(Abs_{CONTROLE} - Abs_{AMOSTRA}) / Abs_{CONTROLE}] \times 100$$

13 Onde, $Abs_{CONTROLE}$: absorbância da solução da solução controle (metanol P.A) e
14 $Abs_{AMOSTRA}$: absorbância da amostra.

15 O valor do IC_{50} (quantidade de amostra necessária para reduzir em 50% a
16 concentração inicial do radical DPPH) foi obtido através dos resultados de % de inibição
17 em diferentes concentrações 10, 20, 30, 35 e 45 mg/mL de forma a traçar uma curva linear
18 e obter a equação da reta para o cálculo do IC_{50} .

19 **Compostos fenólicos totais**

20 A determinação de compostos fenólicos totais foi realizada através do método
21 espectrofotométrico, com o reagente Folin-Ciocalteu conforme descrito por Obanda &
22 Owuor (1997). Foram utilizadas alíquotas de 1 mL do extrato aceto-hidro-alcoólico, 2 mL
23 de água destilada, 2 mL da solução aquosa de carbonato de sódio 20% (m:v) e 1 mL do

1 reagente Folin-Ciocalteou (1:3, v:v). Após 30 min. a absorvância foi lida em
2 espectrofotômetro SHIMADZU modelo UV – 1800 em comprimento de onda de 700 nm.
3 Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico (GAE) por 100 g do
4 extrato da polpa, obtidos por meio da equação da reta ($y = 0,0169x - 0,0029$; $R^2 = 0,9983$)
5 da curva analítica construída com ácido gálico nas concentrações de 0, 10, 20, 30, 40 e 50
6 $\mu\text{g/mL}$.

7 **Carotenoides**

8 Para análise de carotenoides (α - caroteno e β carotenos) foi adicionado 1,5 g de
9 celite (P.A) e macerado com aproximadamente 1g de polpa de cada lote, em seguida foram
10 homogeneizados com 25 mL de acetona (P.A) e filtrado a vácuo em funil de buchner. O
11 procedimento de extração foi repetido por mais duas vezes no resíduo até a descoloração
12 completa da polpa, indicando completa extração. Logo após o extrato foi transferido para
13 um funil de separação contendo éter de petróleo (P.A), homogeneizou-se e adicionou-se
14 150 mL de água destilada para separação das fases (superior: carotenoides em éter de
15 petróleo; inferior: acetona-água) sendo a fase inferior descartada. A parte superior foi
16 coletada e completado o volume para 50 mL com éter de petróleo (P.A). Posteriormente foi
17 feita a leitura da absorvância em espectrofotômetro de marca SHIMADZU modelo UV –
18 1800 em dois comprimentos de onda 453 e 444 nm (IAL, 2008).

19 Para o cálculo do β - caroteno ($\mu\text{g/g}$), foi utilizada a equação:

$$20 \beta \text{ carotenos } (\mu\text{g/g}) = (\text{Absorvância do extrato} \times 50 \times 10^4) / (2592 \times \text{massa da amostra})$$

21 E para o cálculo do α - caroteno ($\mu\text{g/g}$) foi utilizada a equação:

$$22 \alpha \text{ carotenos } (\mu\text{g/g}) = (\text{Absorvância do extrato} \times 50 \times 10^4) / (2400 \times \text{massa da amostra})$$

23 **Composição centesimal**

1 A polpa pasteurizada foi submetida à análise de composição centesimal de acordo
2 com as normas analíticas da AOAC (2012). O teor de umidade foi quantificado pelo
3 método gravimétrico nº 920.151; cinzas por calcinação em mufla a 550°C (método
4 920.153); proteína pelo método de Kjeldahl (método 928.08); lipídeos por extração em
5 aparelho Soxhlet (método 991.36); glicídios redutores em glicose foi utilizado o método
6 que se baseia na redução de um volume conhecido do reagente cobre alcalino (Fehling) a
7 óxido cuproso e os glicídios não redutores em sacarose foram determinados após hidrolise
8 ácida (método nº 31.034-6).

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

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

14 **Resultados e Discussão**

15 Os valores de pH e da acidez encontrados para as duas polpas foram similares
16 (Tabela 1), não apresentando alteração com o tratamento térmico. Pimenta et al. (2014) e
17 Cardoso et al. (2013) encontraram resultados semelhantes para polpas não tratadas
18 termicamente apresentando valores médios de pH de 4,45 e 4,71 respectivamente. Em
19 relação à acidez Damiani et al. (2011) analisaram a porcentagem de acidez do araticum em
20 diferentes ácidos orgânicos e constataram que o que mais se sobressaiu foi o ácido málico,
21 apresentando teor de 958,5 $\mu\text{g/g}$, essas diferenças encontradas podem estar relacionadas ao
22 estágio de maturação dos frutos (Mosca et al., 2006) sugerindo que a temperatura ou o
23 tempo da pasteurização não exerceu influencia sobre a acidez da amostra.

1 A polpa de araticum *in natura* apresentou valor de sólidos solúveis (SS)
2 numericamente maior do que a pasteurizada, isso pode ser devido ao processo de
3 pasteurização que leva à perda de água e conseqüentemente concentram os sólidos solúveis.
4 Apesar de ter sido um número maior em comparação com a polpa pasteurizada as mesmas
5 possuem valores abaixo dos encontrados na literatura.

6 Braga Filho et al. (2014) analisaram os frutos do araticunzeiro provenientes de
7 várias localidades e apresentaram valores médios de sólidos solúveis de 18,91 °Brix. Porém
8 é importante salientar que o teor de SS é variável entre regiões, depende do grau de
9 maturação, entre os cultivares e até mesmo entre as porções do mesmo fruto (Chitarra &
10 Chitarra, 2005; Pimenta et al., 2014).

11 Não há Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de frutos de araticum.
12 No entanto, para a polpa da graviola (*Annona muricata* L.) que pertence à mesma família
13 do araticum, há PIQ estabelecido pela legislação, no qual determina o valor mínimo de 9°
14 Brix (Brasil, 2000). Por serem frutos que apresentam a mesma classificação botânica para
15 gênero da espécie pode-se afirmar que ambas as polpas apresentam teor de sólidos solúveis
16 muito próximos, possibilitando interesse da indústria de alimentos em explorar o fruto do
17 araticunzeiro típico do Cerrado de Mato Grosso, colaborando assim com os programas de
18 preservação da espécie.

19 A relação SS/AT apresentou valores numericamente maiores para polpa *in natura* e
20 quanto maior essa relação, maior a estabilidade entre os açúcares e os ácidos orgânicos,
21 tornando essa relação de grande importância para avaliação do sabor e deixando o fruto
22 mais atrativo (Chitarra & Chitarra, 2005). Apesar de os valores médios da relação SS/AT se
23 apresentarem abaixo em comparação com os obtidos por Pimenta et al. (2014), é possível

1 que a polpa adquirida estivesse aquém do estágio ideal de maturação, uma vez que se trata
2 de uma fruta silvestre e não domesticada com efeitos de maturação em épocas diferentes.
3 Dessa forma para que o produtor possa ter ganho econômico, muitas vezes a colheita dos
4 frutos pode envolver frutos em estágios de maturação diferente impactando na relação
5 SS/AT final da polpa e conforme observado por Bianco & Pitelli (1986) a frutificação do
6 araticum pode ocorrer entre setembro e janeiro, sem especificar o período de intensidade do
7 fenômeno.

8 As polpas apresentaram valores de atividade de água de 0,98 e 0,99 para polpa *in*
9 *natura* e pasteurizada respectivamente. Observa-se que com o aumento da concentração dos
10 sólidos solúveis há uma diminuição da atividade de água que pode ser observada para polpa
11 *in natura* e o inverso para polpa pasteurizada (Lago et al., 2011).

12 Em geral as polpas de frutas apresentam elevada atividade de água (>0,95) potencial
13 de oxidação elevado e pH baixo. Entre esses fatores a acidez desempenha um fator na
14 inibição da microbiota deteriorante, sendo os bolores e fungos filamentosos os mais
15 resistentes a condições adversas com baixa atividade de água, que pode levar à deterioração
16 principalmente em frutas frescas (Franco & Landgraf, 2003).

17 O teor de vitamina C foi numericamente menor para a polpa *in natura*,
18 provavelmente a pasteurização pode ter influenciado no teor dessa vitamina devido ao
19 aquecimento. Como não há PIQ para a polpa de araticum, observa-se que o PIQ para polpa
20 de fruta de graviola (*Annona muricata* L.) estabelece valor mínimo de 10 (mg/100mg) para
21 vitamina C que, quando comparado com a polpa do araticum o valor está próximo.

22 Em relação aos parâmetros de cor, a polpa pasteurizada apresentou os menores
23 índices de L* (50,62±1,58), a* (10,86±0,33) e b* (24,35±1,22) em relação à polpa *in*

1 *natura*, mostrando que houve diminuição da concentração do índice a^* e b^*
2 respectivamente (Figura 1). O processamento térmico, reações térmicas sensíveis ao calor,
3 à degradação de pigmentos podem favorecer a formação de compostos escuros que podem
4 estar associados à diminuição da luminosidade (Arévalo-Pinedo, 2013). Damiani et al.
5 (2011) analisaram o parâmetro cor de polpas *in natura* do araticum e encontraram valores
6 de L^* ($70,92 \pm 0,7$); a^* ($2,17 \pm 0,69$) e b^* ($33,90 \pm 0,71$).

7 Os valores de C^* foram de 65,12 para polpa *in natura* e 26,66 para pasteurizada
8 indicando que a polpa *in natura* apresentou coloração mais intensa, pois esse índice está
9 relacionado com a saturação da amostra. O ângulo de tonalidade h^* é bastante utilizado por
10 ser um atributo em que classifica a cor em vários quadrantes, que vai variar de acordo com
11 o ângulo que se encontra podendo a cor ser percebida como: vermelho, laranja, amarela,
12 verde, azul ou violeta. Assim as polpas de araticum apresentaram valores de 65 para esse
13 parâmetro, e estão classificadas no primeiro quadrante da cor onde predominam as cores
14 vermelha, amarelo e laranja (Ramos & Gomide, 2007). A diferença total da cor ΔE^* foi de
15 65,42 para polpa *in natura* e 57,21 para a pasteurizada, indicando que a diferença da cor
16 das duas amostras é bastante perceptível, em diferenças de ΔE^* acima de 2 torna-se
17 altamente perceptível a diferença na cor entre as duas amostras analisadas (Lee & Coates,
18 2003). Apesar de que se verificou diminuição na magnitude dos parâmetros a^* e b^* entre as
19 amostras *in natura* (a^* 14,55 e b^* 31,36) e pasteurizada (a^* 10,86 e b^* 24,35), o parâmetro
20 b^* demonstrou valores positivos superiores em comparação com valor de a^* tornando a
21 percepção tendendo para o amarelo, tanto na polpa *in natura* quanto na polpa pasteurizada.
22 Essa tendência na mudança da coloração de vermelho para amarelo a partir dos parâmetros

1 a* e b* analisados demonstram a necessidade de análise do produto final buscando melhor
2 aceitabilidade pelo mercado consumidor.

3 As polpas apresentaram elevado poder antioxidante, devido ao grau de
4 descoloramento da solução que representa um alto poder antioxidante, possuindo baixos
5 valores de IC₅₀ (Tabela 3). Conforme classificação de Gregori et al. (2013), as frutas
6 podem apresentar três categorias relacionadas ao IC₅₀ como boa, média e fraca de acordo
7 com os valores de IC₅₀ (IC₅₀ ≤ 100ppm); (100 ppm < IC₅₀ ≤ 316ppm) e (IC₅₀ > 316ppm)
8 respectivamente.

9 O extrato da polpa que sofreu tratamento térmico apresentou valor de IC₅₀ menor
10 que o da *in natura* (Figura 2). Essa atividade antioxidante pode estar relacionada com o
11 conteúdo de compostos fenólicos, carotenoides e ainda outros compostos bioativos como
12 taninos, flavonóides e ácidos carboxílicos que podem estar presentes na polpa pasteurizada,
13 pois o tratamento térmico influencia na decomposição desses compostos (Sales &
14 Waughon, 2013; Souza-Sartori, 2013).

15 Os valores encontrados neste estudo diferiram dos obtidos por Roesler et al. (2007)
16 que encontraram 148,82 µg/mL para o extrato etanólico e 1321,93 µg/mL para o extrato
17 aquoso em polpa de araticum em massa seca. Essas diferenças encontradas podem estar
18 relacionadas com o tipo de extração, o tipo de solvente utilizado com diferentes
19 polaridades, concentração de cada extrato e o número de re-extrações (Rocha et al., 2013;
20 Damiani et al., 2011).

21 Muitos autores relataram uma correlação positiva entre elevado valor de atividade
22 antioxidante e o conteúdo de fenólicos totais, quando analisaram frutas (Santos et al., 2008;
23 Kuskoski et al., 2005).

1 O extrato da polpa pasteurizada apresentou valor próximo ao do extrato da polpa *in*
2 *natura*, (Tabela 3) mostrando que a pasteurização não exerceu efeito sobre o teor de
3 compostos fenólicos. O resultado encontrado para o extrato da polpa *in natura* corrobora
4 com o valor encontrado por Damiani et al. (2011) (211,50 mg GAE/100 em extrato
5 hidroetanólico).

6 O extrato da polpa de araticum apresenta boa quantidade de compostos fenólicos,
7 quando comparada com o extrato de polpas de outras frutas comumente consumidas como,
8 maracujá (20 mgGAE/100g) , cupuaçu (20,5 mgGAE/100g), graviola (84,3 mgGAE/100g),
9 uva (117,1 mgGAE/100g), goiaba (83,0 mgGAE/100g) (Kuskoski et al., 2005).

10 Rufino et al. (2010) analisaram o teor de compostos fenólicos de extrato de frutas do
11 Brasil utilizando o mesmo método de extração aplicado neste estudo (extrato combinado
12 metanol-acetona) e obtiveram bons resultados como o bacuri, acerola e a carnaúba
13 obtiveram valores de 1365, 10280 e 830 mg GAE/100g respectivamente.

14 Para os teores de carotenoides pode-se observar que o tratamento térmico diminuiu
15 os valores de α -caroteno, enquanto os de β -caroteno foram maiores na polpa pasteurizada
16 (8,21 μ g/g) (Tabela 3). Cardoso et al. (2013) investigaram o conteúdo de carotenoides
17 presente na polpa de araticum e encontraram o α -caroteno (2,98 mg/100g); β -caroteno
18 (1,97 mg/100g) e licopeno (0,02 mg/100g).

19 Esse aumento no conteúdo de carotenoides na polpa pasteurizada pode ter sido
20 influenciado por vários fatores decorrentes de processos complexos que afetam a
21 concentração desses compostos, entre eles o processo de pasteurização. Como por exemplo,
22 o balanço positivo onde a conversão de outros carotenoides a α -caroteno e β -caroteno pode
23 superar as reações de degradação (Silva, 2015).

1 Os carotenoides desempenham um papel importante na alimentação humana, pois
2 podem atuar como antioxidantes e apresentar atividade pró-vitamínica A atribuídas
3 especialmente ao α - e β -carotenos e a β -criptoxantina.

4 Silva et al. (2015) estudaram o efeito do branqueamento, pasteurização e
5 congelamento sobre o teor de carotenoides na polpa de araticum e concluíram que o
6 branqueamento/congelamento a -5°C foi eficaz em até 90 dias de armazenamento, porém a
7 pasteurização prolongou o armazenamento em até 180 dias e aumentou o teor de
8 carotenoides em até 6,5% em relação ao tempo 0 (polpa não congelada). Tornando a
9 pasteurização mais eficaz na inibição da velocidade das reações de degradação.

10 Na literatura existem poucos relatos de comparação da análise físico-química de
11 polpas pasteurizadas principalmente sobre frutos do Cerrado, apesar de a pasteurização ser
12 um método muito utilizado em polpas de frutas, melhorando seu estado de conservação
13 (Tabela 2). Comparando-se os valores de açúcares totais do araticum com o PIQ observado
14 para graviola (Brasil, 2000), a polpa pasteurizada de araticum apresentou valores de
15 açúcares totais mais elevados que os valores máximos permitidos pela legislação e que
16 estão correlacionados com os teores de sólidos solúveis (Chitarra & Chitarra, 2005).

17 Quando comparada à composição centesimal da polpa pasteurizada com dados da
18 polpa *in natura* encontrados por Silva et al. (2008) que obteve valores de 76,05 g/100g de
19 umidade; proteína de 1,22 g/100g; 3,83 g/100g de lipídeos; carboidrato de 12,78 g/100g e
20 um valor energético de 90,47 kcal. Podemos observar que os valores de umidade e
21 carboidratos foram menores que os da polpa pasteurizada. No entanto para os parâmetros
22 lipídeos e cinzas os resultados foram maiores que os da polpa pasteurizada. Apesar dessas
23 variações, que dependem de vários fatores, ela pode ser utilizada tanto pela indústria como

1 pelo consumidor sem perder seu valor nutricional e mantendo a qualidade da polpa *in*
2 *natura*.

3 **Conclusão**

4 1. Os resultados mostraram que as polpas se destacaram pelo seu conteúdo de compostos
5 fenólicos, carotenoides e propriedades antioxidantes.

6 2. Em relação aos parâmetros físico-químicos, ambas as polpas apresentaram valores
7 numericamente diferentes em relação ao teor de sólidos solúveis, atividade de água e
8 vitamina C.

9 3. O tratamento térmico na pasteurização não alterou as características e propriedades
10 antioxidantes podendo ser um grande potencial para as indústrias no desenvolvimento de
11 novos produtos, podendo contribuir para a alimentação e para indústria de alimentos,
12 tornando uma alternativa à expansão da fruticultura brasileira e também para a inserção em
13 novos produtos aumentando a oferta de produtos mais saudáveis ao consumidor.

14 **Agradecimento**

15 À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela
16 concessão da bolsa de estudos, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
17 Tecnológico (CNPq) e ao Instituto de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso -
18 IFMT, pelo financiamento do projeto.

19 **Referências**

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

22

23 ALMEIDA, S. P.; COSTA, T. S. A.; SILVA, J. A. Frutas nativas do Cerrado:
24 caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes. In: SANO, S. M.;

- 1 ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF:
2 Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 351-381.
3
4
- 5 ARÉVALO-PINEDO, A.; CARNEIRO, B. L. A.; ZUNINGA, A. D. G.; ARÉVALO, Z. D.
6 S.; SANTANA, A. A.; PINEDO, R. A. Alterações físico-químicas e colorimétricas de
7 geléias de araticum (*Annona Classiflora*). **Revista Brasileira de Produtos**
8 **Agroindustriais**, v.15, n.4, p.397-403, 2013.
9
- 10
- 11 BIANCO, S.; PITELLI, R.A. Fenologia de quatro espécies de frutíferas nativas dos
12 Cerrados de Selvíria, MS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, n.11, p.1229-1232,
13 1986.
14
- 15
- 16 BRAGA FILHO, R. J.; NAVES, R. V.; CHAVES, L. J.; PIRES, L. L.; MAZON, L. T.
17 Caracterização física e físico-química de frutos de araticum (*Annona crassiflora* Mart.).
18 **Bioscience Journal**, v. 30, n.1, p. 16-24, 2014.
19
- 20
- 21 BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA DO ABASTECIMENTO. Instrução
22 Normativa nº 01/00, de 07/01/00. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de
23 identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do**
24 **Brasil**, Brasília: 10 jan. 2000, Seção I, p.54-58.
25
- 26
- 27 CARDOSO, L. de M.; OLIVEIRA, D. S; BEDETTI, S. F; MARTINO, H. S. D;
28 PINHEIROSANT'ANA, H. M. Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) from the Brazilian
29 Cerrado: chemical composition and bioactive compounds. **Food Research International**,
30 v. 68, p. 121–134, 2013.
31
- 32
- 33 CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e**
34 **manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
35
- 36
- 37 DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E.V.B.; ASQUIERI, E.R.; LAGE, M.E.; OLIVEIRA, R.A.;
38 SILVA, F.A.; PINTO, D.M.; RODRIGUES, L.J.; SILVA, E.P.; PAULA, N.R.R.
39 Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo
40 (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e tecnologia de alimentos**, v.31, n.3, p.723-729, 2011.
41
- 42
- 43 DINIZ, E.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Atividade de água e
44 condutividade elétrica de polpas de acerola concentradas. **Revista Brasileira de Produtos**
45 **Agroindustriais**, n.1, p.9-17, 2003.
46

- 1 ELEZ-MARTÍNEZ, P.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effects of high intensity pulsed electric
2 field processing conditions on vitamin C and antioxidant capacity of orange juice and
3 gazpacho, a cold vegetable soup. **Food Chemistry**, v. 102, n. 1, p. 201-209, 2007.
4
5
- 6 FRANCO, B. D. G. M.; LANDCRAF, U. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo:
7 Atheneu, 2008.
8
9
- 10 GREGORIS, E.; LIMA, G. P. P.; FABRIS, S.; BERTELLE, M.; SICARI, M.
11 STEVANATO, R. Antioxidant properties of Brazilian tropical fruits by correlation
12 between different assays. **Bio Med Research International**, v. 2013, p. 1–8, 2013.
13
14
- 15 HINNEBURG, I.; DAMIEN, H. J.; RAIMO, H. Antioxidant activities of extracts from
16 selected culinary herbs and spices. **Food Chemistry**, v. 97, n. 1, p. 122-129, 2006.
17
18
- 19 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed.
20 Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2008.
21
22
- 23 JAYAPRAKASHA, F. K.; JAGANMOHAN RAO, L. Phenolic constituents from lichen
24 *Parmotrema stippeum* (Nyl.) Hale and their antioxidant activity. **Zeitschrift Naturforsch**,
25 v. 55c, p. 1018-1022, 2000.
26
27
- 28 KOLEVA, I. I.; BEEK, T. A.; LINSSEN, A.; EVSTATIEVA, L. N. Screening of Plant
29 Extracts for antioxidant activity: a comparative study of three testing methods.
30 **Phytochemical Analysis**, v. 13, n. 1, p. 8-17, 2002.
31
32
- 33 KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, G. A.; TRONCOSO, A. M.; MANCINIFILHO,
34 J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad
35 antioxidante em pulpa de frutos. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n.
36 4, p. 726-732, 2005.
37
38
- 39 LAGO, C. C.; BERNSTEIN, A.; BRANDELLI, A.; NOREÑA, C. Z. Estudo do
40 comportamento reológico, da atividade de água e do ponto de início de congelamento do
41 suco de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) a diferentes concentrações. **Brazilian Journal of**
42 **Food Technology**, v. 14, n. 1, p. 1-9, 2011.
43
44
- 45 LEE, H. S.; COATES, G. A. Effect of thermal pasteurization on Valencia orange juice color
46 and pigments. **Food Science and Technology**, v. 36, p. 153-156, 2003.

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

3

4

5 MOSCA, J.L.; CAVALCANTE, C.E.B.; DANTAS, T.M. **Características botânicas das**
6 **principais anonáceas e aspectos fisiológicos de maturação**. Fortaleza: Embrapa
7 agroindústria tropical, 2006. 28p. (Documentos, 106).

8

9

10 NEVES, L. C. Frutos - O remédio do futuro! **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34 n.
11 4, p. i, 2012.

12

13

14 OBANDA, M.; OWUOR, P.O. Flavanol Composition and Caffeine Content of Green Leaf
15 as Quality Potential Indicators of Kenyan Black Teas. **Journal of the Science of Food and**
16 **Agriculture**. v.74, p. 209-215, 1997.

17

18

19 PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; ARRANZ, S.; TABERNERO, M.; DÍAZ-RUBIO, M. E.;
20 SERRANO, J.; GOÑI, I.; SAURA-CALIXTO, F. Updated methodology to determine
21 antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and
22 expression of results. **Food Research International**, v. 41, p. 274–285, 2008.

23

24

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

28

29

30 PLAZA, L.; SÁNCHEZ-MORENO, C.; ELEZ-MARTINÉZ, P.; ANCOS, B.; MARTÍN-
31 BELLOSO, O.; CANO, M. P. Effect of refrigerated storage on vitamin C and antioxidant
32 activity of orange juice processed by high-pressure or pulsed electric fields with regard
33 to low pasteurization. **European Food Research and Technology**, v. 223, p. 487–493,
34 2006.

35

36

37 RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e**
38 **metodologias**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007, 599p.

39

40

41 ROCHA, M. S.; FIGUEIREDO, R. W.; ARAÚJO, M. A. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S.
42 dos R. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado
43 Piauiense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 933-941, 2013.

44

45

1 ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.;
2 PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de**
3 **Alimento**, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

4

5

6 RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-
7 CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J.. Bioactive compounds and antioxidant capacities of
8 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1.002,
9 2010.

10

11

12 SALES, A.; WAUGHON, T. G. M. Influência do processamento no teor de compostos
13 bioativos em frutos de murici e cajá. **Revista Agrarian**, v.6, n.19, p.7-15, 2013.

14

15

16 SANTOS, G. M. dos; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M. de; COSTA, J. M. C. da C.;
17 FIGUEIREDO, R. W. de; PRADO, G. M. do. Correlação entre atividade antioxidante e
18 compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). **Archivos**
19 **Latinoamericanos de Nutricion**, v. 58, n. 2, p. 187-192, 2008.

20

21

22 SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. de O.
23 Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p. 1790-
24 1793, 2008.

25

26

27 SOUZA-SARTORI, J. A.; SCALISE, C.; BAPTISTA, A. S.; LIMA, R. B.; AGUIAR, C. L.
28 Parâmetros de influência na extração de compostos fenólicos de partes aéreas da cana de-
29 açúcar com atividade antioxidante total. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, p. 297-307, 2013.

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

1 **Lista de Tabelas e Figuras**

2

3 **Tabela 1.** Características físico-químicas da polpa de araticum (*Annona crassiflora*) *in*
4 *natura* e pasteurizada com suas respectivas médias \pm desvio padrão.

Variáveis	Polpa <i>in natura</i>	Polpa pasteurizada
pH	4,45 \pm 0,01	4,45 \pm 0,01
Sólidos Solúveis -SS (°Brix)	9,57 \pm 0,26	9,23 \pm 0,19
AT (g de ácido málico/100g)	0,30 \pm 0,001	0,30 \pm 0,002
SS/AT	32,26 \pm 1,56	31,49 \pm 1,22
Vitamina C (mg/100g)	5,27 \pm 1,01	5,75 \pm 0,04
Atividade de água	0,98 \pm 0,001	0,99 \pm 0,001

5

6

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

9

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

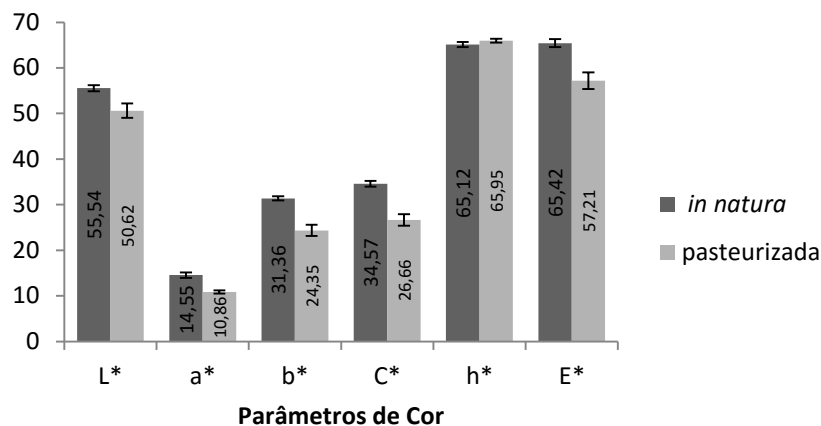
10

11 **Tabela 3.** Teores de compostos fenólicos, atividade antioxidante e carotenoides em polpa
12 de araticum (*Annona crassiflora*) *in natura* e pasteurizada com suas respectivas médias \pm
13 desvio padrão.

Parâmetros ¹	Polpa <i>in natura</i>	Polpa pasteurizada
DPPH (IC ₅₀ mg/mL)	37,59 \pm 0,01	23,30 \pm 0,01
Compostos fenólicos totais (mg GAE/100 g)	221,61 \pm 2,03	207,18 \pm 2,05
β caroteno (μ g/g)	4,54 \pm 0,69	8,21 \pm 0,49
α caroteno (μ g/g)	6,92 \pm 0,17	4,97 \pm 0,11

14 GAE: ácido gálico equivalente

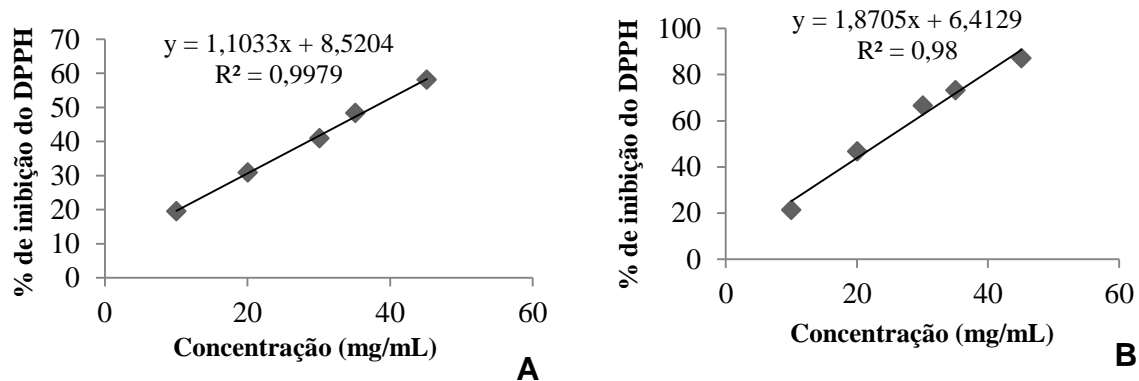
15



1

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

4



5

6

7 **Figura 2.** Percentual de atividade antioxidante radicalar em função da concentração do
 8 extratocombinado metanol-acetona da polpa de araticum (A) polpa *in natura* e (B) polpa
 9 pasteurizada.

10

11

12

13

14

15

16

17

18

CAPÍTULO 3 – Artigo*

Avaliação da atividade antioxidante em iogurte com polpa de Araticum adicionado de óleo essencial de capim-cidreira

Elaine Carvalho de Moraes¹; Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria¹; Samira Gabriele de Oliveira Patias¹; Erika Cristina Rodrigues¹; Nágela Farias Magave Picanço¹.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso *Campus* Bela Vista. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Cuiabá-MT.

E-mail: elaine_carvalho.2@hotmail.com; rozilaine.faria@blv.ifmt.edu.br

Resumo

O presente estudo investigou o potencial de atividade antioxidante de iogurte elaborado com polpa de araticum (*Annona crassiflora*) e óleo essencial de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*). O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 com dois fatores, concentração da polpa (0%, 5%, 10% e 15%) e concentração do óleo (0% e 0,05%), com três repetições. Após elaboração do iogurte as amostras foram armazenadas em embalagem de polietileno durante 28 dias a 4°C e semanalmente analisadas. Determinou-se a capacidade de sequestrar radicais livres DPPH, TBARS, pH, acidez, análise de cor (L*, a* e b*) e atividade de água. Os resultados sugerem que somente a adição de óleo essencial não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) para atividade antioxidante, porém quando analisado o fator polpa de araticum houve diferença em todos os tempos individualmente e com 14 dias de armazenamento apresentou interação entre a polpa e óleo, sendo o tratamento que com 15% de polpa teve 31,71% de porcentagem de inibição do DPPH, para a variável com óleo e 34,48% para sem óleo, valor esse maior, nota-se que o efeito polpa de araticum foi mais significativo. Em relação à cor houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) na adição da polpa ao iogurte, nos valores de L*, a* e b*, os valores de pH e acidez ficaram de acordo ao estabelecido pela legislação. Assim o iogurte elaborado possui boas propriedades antioxidantes, e o óleo essencial sozinho não apresentou atividade antioxidante radicalar, porém houve interação polpa x óleo essencial retardando o início da oxidação lipídica.

Palavras-chave: Oxidação lipídica, antioxidantes naturais, *Annona crassiflora*, *Cymbopogon citratus*

Abstract

To increase the benefits of yogurt they can be enriched with fruit pulp and also added essential oil to increase antioxidant activity, inhibiting the oxidation. Thus the present study investigated the potential antioxidant activity of yogurt made with araticum pulp (*Annona crassiflora*) with four concentrations and essential oil of capim-limão (*Cymbopogon citratus*) on two levels (0% and 0,05%). After preparation of yoghurt samples were stored in polyethylene bags for 35 days at 4°C and analyzed weekly. The experiment was conducted in a completely randomized design in a 4x2 factorial design with two factors,

pulp concentration (0%, 5%, 10% and 15%) and concentration of oil (0% and 0.05%), with three replications. We determined the capacity to scavenge free radical DPPH TBARS, pH, acidity, color analysis (L^* , a^* and b^*), the pH and acidity values were in accordance to the established by legislation. The results suggested that the essential oil alone showed no significant difference ($p \leq 0,05$) for antioxidant activity, but the soursop pulp show any difference at all times individually and with 15 days of storage was no interaction between the pulp and oil, and the Treatment with 15% pulp showed 31.71% of the percentage of inhibition of DPPH for the variable to 34.48 with oil and without oil, it is noted that the pulp araticum effect was more significant. Regarding the color was no significant difference ($p \leq 0,05$) in addition to the pulp yogurt, the L^* , a^* and b^* . Thus the prepared yogurt have good antioxidant properties, and the essential oil alone showed no radical antioxidant activity, but there was interaction pulp x essential oil delaying the beginning of lipid oxidation. The essential oil may act as flavoring smoothing the flavor and aroma of the product.

Keywords: Lipid oxidation, natural antioxidants, *Annona crassiflora*.

1. INTRODUÇÃO

A oxidação lipídica é uma das principais causas de deterioração do alimento podendo afetar sua qualidade, tanto durante a fabricação quanto no *shelf life*, causando efeito negativo no produto final. Como consequência da oxidação, os subprodutos gerados podem resultar no desenvolvimento de sabor e odor desagradáveis, perda de nutrientes, diminuição no tempo de vida de prateleira do produto, além de gerar compostos nocivos à saúde (SANTOS-FANDILA; CAMINO-SÁNCHEZ & ZAFRA-GÓMEZ, 2014). Esse processo de oxidação vai depender de diversos mecanismos reacionais e complexos que estão relacionados à exposição à luz, ao calor e à presença de oxigênio. Podendo afetar gravemente a qualidade de produtos lácteos (BERSET & CUVELIER, 1996; FRANKEL et al., 1993).

Dentre os produtos lácteos disponíveis no mercado destaca-se o iogurte, que é um produto fermentado bastante consumido pela população, por ser um produto aliado à praticidade, conveniência e apresentar características nutricionais como fonte de cálcio, potássio, proteínas e vitamina B (ANTUNES, 2007). O consumo regular fortalece o sistema imunológico, além de trazer benefícios para algumas condições gastrointestinais como constipação e doença inflamatória intestinal (ADOLFSSON, MEYDANI, & RUSSEL, 2004).

O seu efeito funcional pode ser aumentado com a adição de ingredientes que agregem atividade antioxidante a esse produto, como a adição de frutas, que além de aumentar o conteúdo de minerais, aumenta a aceitação do produto pelo consumidor

(ROCHA et al., 2008). Assim a adição de frutas do Cerrado pode ser uma alternativa na fabricação do iogurte, dentre essas frutas está o araticum (*Annona crassiflora* Mart.), fruto com sabor e aroma diferenciados, e com potencial índice de aproveitamento pela população da região, além de possuir compostos bioativos como carotenoides e compostos fenólicos que contribuem para atividade antioxidante (DAMIANI et al., 2011; SILVA, CARDOSO & PINHEIRO-SANT'ANA, 2015).

Esses compostos bioativos têm sido empregados nos alimentos a fim de controlar a oxidação lipídica e inibir a formação dos radicais livres, que têm sido associados a incidências de doenças relacionadas ao estresse oxidativo (DROGE, 2002).

Nos últimos anos vários estudos também têm relatado a potencial atividade antioxidante de óleos essenciais e de componentes não voláteis extraídos de plantas, demonstrando alta eficiência na estabilidade do produto melhorando a vida de prateleira (MORAIS et al., 2006; SOUZA et al., 2007; ANDRADE et al., 2007; BALESTRIN et al., 2008).

Uma planta aromática bastante utilizada para produção comercial de óleo essencial e empregada na indústria alimentícia como aromatizante de alimentos e bebidas é o capim – cidreira (*Cymbopogon citratus*), pertencente à família das Poaceae (PRINS et al., 2008). Apresenta como constituintes majoritários o monoterpeno citral (mistura isomérica de neral e geranial), a sua composição química pode variar devido a fatores climáticos, variedade e diversidade genética (MIRANDA, 2012). Podendo assim, ser estudada para avaliar seu potencial antioxidante.

As exigências dos consumidores vêm crescendo paralelamente com o aumento do desenvolvimento de novos produtos. Dessa forma é possível que adicionar óleo essencial e polpa de fruta ao iogurte possa aumentar o valor funcional do iogurte e melhorar a estabilidade oxidativa não enzimática em longo prazo. Assim o objetivo do presente estudo foi avaliar a atividade antioxidante em iogurte adicionado de polpa de araticum (*Annona crassiflora*) e óleo essencial de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção da matéria prima para elaboração do iogurte

As folhas frescas de capim-cidreira (*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 submetida à técnica de hidrodestilação por 2 horas, 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. O rendimento médio do óleo essencial extraído da biomassa fresca foi de 0,13%.

Uma alíquota do óleo essencial foi encaminhado para análise dos componentes majoritários por espectroscopia Raman em equipamento espectrômetro LabRam HR 800 (Horiba) com CCD refrigerado a ar tipo *Peltier* a -70°C utilizando lente objetiva 10x.

A polpa de araticum (*Annona crassiflora*) foi obtida no comércio local de Aragarça – GO, Brasil e transportada em caixas térmicas até o Laboratório de Análise de alimentos do Instituto Federal de Mato Grosso – IFMT, onde sofreu o processo de pasteurização, recebendo tratamento térmico de 85°C por 3 minutos (BASTOS et al., 2008), logo após sendo resfriada em banho de gelo e armazenada em embalagens de polietileno a -18°C.

2.2 Elaboração do iogurte

O iogurte foi preparado com leite pasteurizado tipo A padronizado com 3% de gordura, acrescido de 2,5% (m:m) de leite em pó para aumentar o teor de sólidos totais do leite e 12% (m:v) de açúcar. A mistura foi levada a tratamento térmico a 95°C por 5 min. E logo em seguida resfriada até 42°C para adição da cultura láctica liofilizada (0,2%) da marca DELVO®YOG FVV 21 ½U, compostos por duas linhagens de bactérias lácteas - *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*. Os iogurtes foram incubados a 42°C até atingir pH de 4,5 e depois refrigerado a 4°C.

Após o resfriamento o experimento foi montado em esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro níveis para o fator polpa (0, 5, 10 e 15%) m:m e dois níveis para fator óleo essencial (0 e 0,05%) v:v, com 3 repetições e as variáveis analisadas em triplicata. As amostras foram acondicionadas em incubadora tipo B.O.D a 4°C. Foi considerado 28 dias de armazenamento e as análises foram realizadas semanalmente nos tempos 0, 7, 14, 21 e 28 dias independente.

2.3 Atividade Antioxidante por 1,1-difenil-2-picril-hidrazila (DPPH)

A avaliação da atividade antioxidante pelo sequestro de radicais DPPH foi realizada de acordo com metodologia proposta por Behrad et al. (2009) com modificações. Amostra de 10 g de iogurte foi misturada com 10 mL de água destilada (1:1,

m:v), centrifugada a 6081,92 força G por 40 min. Ao extrato (250µL) foram adicionados 3mL de 60µM DPPH (Sigma - Aldrich, Germany) em etanol e a absorbância foi lida em comprimento de onda de 517nm em um espectrofotômetro UV – VIS 1800, Shimadzu). A porcentagem de inibição de DPPH foi calculada usando a Equação 1 (MENSOR et al., 2001), descrita abaixo:

Equação 1

$$AA\% = 100 - \{[(Abs_{AMOSTRA} - Abs_{BRANCO}) \times 100] / Abs_{CONTROLE}\}$$

Onde $Abs_{AMOSTRA}$ é a absorbância da amostra em solução, Abs_{BRANCO} é a absorbância do etanol e $Abs_{CONTROLE}$ é a absorbância da solução de DPPH.

2.4 Oxidação lipídica

O teste do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) foi utilizado para medir o nível de oxidação, de acordo com a metodologia proposta por Rosmini et al. (1996), adaptado por Silvestre et al. (2012). A absorbância foi lida a 532nm, usando um espectrômetro UV – VIS 1800, Shimadzu Spectrophotometer, o malonaldeído (MDA) foi quantificado utilizando uma curva de calibração, onde a constante K utilizada para expressar os resultados em mg de MDA/Kg da amostra foi calculada de acordo com Tarladgis (1960).

2.5 Determinação da cor

A determinação da cor foi realizada com o aparelho calorímetro (Minolta CM-700D), na escala L^* , a^* e b^* do sistema CIELab, calibrado para um padrão branco. O valor de L^* determina a posição do ponto sobre o eixo vertical de luminosidade; o valor a^* é do ponto sobre o eixo a^* (-) verde (+) vermelho e o valor de b^* , do ponto correspondente sobre o eixo, (-) azul (+) amarelo (RAMOS & GOMIDE, 2007). A determinação ocorreu em três pontos diferentes, com três medições em cada amostra e as médias foram utilizadas para análise estatística.

2.6 Atividade de água

A determinação da atividade de água foi realizada utilizando o equipamento Aqualab 4TE 02 (2008), segundo AOAC (2012) método 978.18 e ASTM D6836.

2.7 Determinação do pH e acidez em ácido láctico

As medidas de pH das amostras foram feitas por potenciometria direta utilizando potenciômetro digital (HANNA instruments, modelo HI 2221) de acordo com AOAC (2012), método 943.71. O pH das amostras foi quantificado durante a fermentação e armazenamento.

A acidez titulável foi determinada pelo método titulométrico, definindo o teor de ácido láctico em gramas por 100g da amostra (AOAC, 2012), método 937.05. A acidez titulável foi determinada durante a fermentação e armazenamento.

2.8 Composição centesimal

Foi realizada a análise de composição centesimal do iogurte elaborado com 0 dias com 15% de polpa e 0,05% de óleo essencial de capim-cidreira, pois o mesmo tem a maior concentração de polpa e poderá contribuir para melhor valor nutricional do iogurte. Umidade pelo método gravimétrico nº 950.46, proteína por determinação de nitrogênio total realizada pelo processo de digestão Kjeldahl (método 928.08), utilizando o fator de conversão de nitrogênio em proteína de 6,38 e cinza por incineração em mufla a 550°C (método 920.153). De acordo com as normas analíticas da *ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS* (AOAC, 2012). A determinação de gordura seguiu o método de Roesse-Gottlieb (IAL, 2008). O teor de carboidratos totais foi determinado por diferença. O valor energético total foi calculado segundo os valores de conversão Atwater, utilizando 4 Kca/g para proteínas e carboidratos e 9 Kcal/g para lipídeos. As análises foram realizadas em triplicata.

2.9 Análise dos dados

Para verificar a presença dos compostos neral, geranial e mircenol o óleo essencial obtido foi analisado por espectroscopia Raman e os dados coletados foram analisados pelo software Spectra-ID® e ajustados pelo *Peak Fit*®. O resultado foi comparado com medidas experimentais e cálculos *ab-initio* de diversos componentes presentes comparados com os dados da literatura.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), para verificar se os fatores e suas interações tinham efeito significativo pelo Teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de significância, quando significativas, utilizado o programa Assistat 7.7 Todos os dados foram transformados, para atender critério de

homocedasticidade, utilizando a fórmula $\sqrt{x+k}$ com $k = 1,0$ adaptando a proposta para atender Bartlett (1937). Os resultados da atividade de água e composição centesimal foram expressos em valor médio \pm desvio padrão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização por espectroscopia Raman do óleo essencial de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*).

Os espectros calculados dos principais componentes do óleo (Mirceno, Geranial e Neral), apresentam as bandas 1500 cm^{-1} a 1575 cm^{-1} e em 2700 cm^{-1} e 3225 cm^{-1} observadas como características dos componentes majoritários presentes no óleo essencial de capim-cidreira e foram confirmados através de estudos dos componentes principais obtidos por cálculo *ab-initio* e que na Figura 1 está representado como óleo de capim-cidreira calculado.

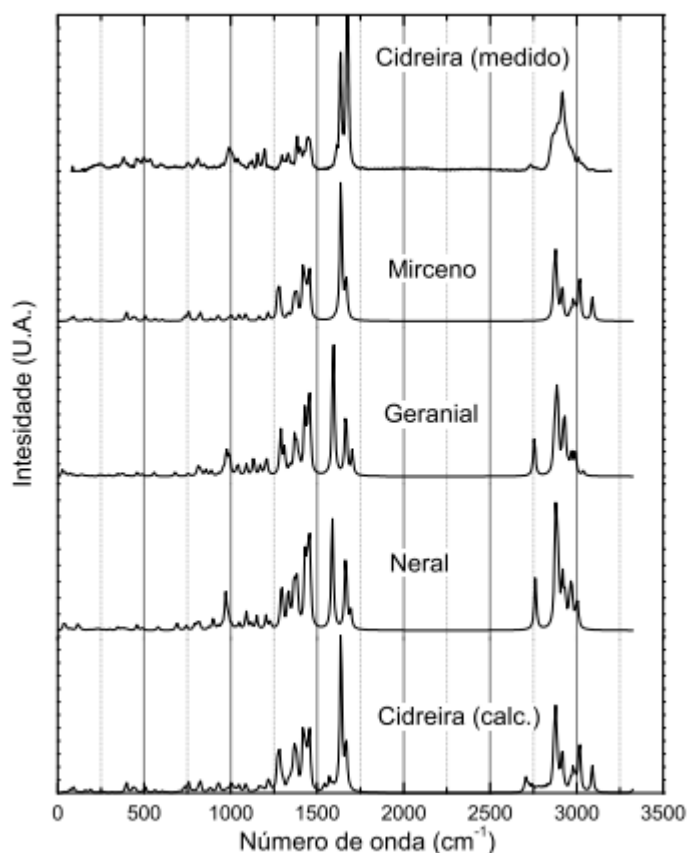


Figura 1 - Espectro do óleo essencial de capim - cidreira e a confirmação dos componentes principais por cálculos de modelagem, através de espectroscopia RAMAN.

Essas vibrações por sua vez são devidas a grupos funcionais bem definidos. O espectro do óleo de capim-cidreira (medido) agrega os espectros dos componentes majoritários e em comparação com o óleo essencial de capim-cidreira calculado preservam os picos de intensidade dos modos mais abundantes exceto no primeiro pico onde apresenta dois picos em destaque na região entre 1500 cm^{-1} e 2000 cm^{-1} , que atribuiu-se a fatores biológicos da amostra e às possíveis impurezas adquiridas nos processos de extração do óleo. Conhecidas as estruturas moleculares dos componentes majoritários do óleo essencial, foram obtidas através dos resultados alcançados por cálculos DFT (Teoria da Densidade Funcional), comparados aos espectros temos os tipos de vibrações e ligações com o qual cada componente contribuiu no procedimento.

O que pode ser comprovado em alguns trabalhos com cromatografia gasosa do óleo essencial de capim-cidreira (GUIMARÃES et al., 2011; COSTA et al., 2005; KANKO et al., 2004; COSTA et al., 2013) confirmando que a erva aromática possui teores entre 60 e 90% e apresenta os componentes neral e geranial.

A espectroscopia de Raman pode ser uma possível ferramenta para substituir ou até complementar a cromatografia gasosa como na quantificação de isômeros cis e trans em óleos e gordura, podendo ser utilizado como método de identificação rápido e de qualidade (CHAN, 1996). Além de atribuir informações importantes sobre as estruturas das moléculas e sua interação com moléculas vizinhas, podendo assim fornecer uma análise qualitativa e quantitativa de sua composição (MICHELE, 1999).

A espectroscopia de Raman tem sido utilizada em análise de óleos essenciais comerciais, tornando uma ferramenta para classificação química de amostras de óleos essenciais (STREHLE et al., 2006).

3.2 Efeito do óleo essencial capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*).

Não houve efeito antioxidante do óleo essencial adicionado no iogurte através da análise por DPPH e TBARS durante o período do experimento – Tabela 1. Porém aos 28 dias verificou-se através da medida de TBARS que houve maior quantidade de substâncias reativas ao malonaldeído no tratamento com presença de óleo essencial a 0,05%. É provável que aos 28 dias o óleo essencial tenha exercido atividade pró-oxidante. Conforme observado por Dias (2011), que constatou o efeito pró-oxidante em todas as amostras de mortadela adicionadas de nitrito e diferentes combinações de óleos essenciais (tomilho, cravo-da-índia e capim-cidreira) causando alterações na cor do produto.

Porém para consumo seguro do iogurte sem necessidade de adição de conservantes e matido sob refrigeração é recomendado o prazo de validade de até no mínimo 30 dias (BEHMER, 1999).

Tabela 1 – Valores médios±desvio padrão das variáveis analisadas para a concentração de óleo essencial de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*), para cada tempo individualmente.

Variáveis	Tratamento	Dias				
		0	7	14	21	28
DPPH	0%	60,03±7,8	61,29±5,9	28,47±8,4	42,26±4,3	52,71±5,6
	0,05%	60,76±8,0	60,69±8,5	29,90±6,5	41,87±3,2	54,48±6,8
	p-valor	ns	ns	ns	ns	ns
Tbars	0%	0,100±0,02	0,15±0,02	0,17±0,03	0,07±0,03	0,11±0,02 ^b
	0,05%	0,099±0,02	0,13±0,03	0,18±0,05	0,07±0,02	0,12±0,01 ^a
	p-valor	ns	ns	ns	ns	*
pH	0%	4,37±0,02 ^b	4,34±0,03 ^b	4,31±0,04 ^b	4,32±0,05 ^b	4,32±0,05 ^b
	0,05%	4,39±0,02 ^a	4,39±0,03 ^a	4,35±0,01 ^a	4,35±0,01 ^a	4,36±0,02 ^a
	p-valor	*	**	**	*	*
Acidez	0%	0,82±0,02	0,85±0,02 ^a	0,91±0,04 ^a	0,87±0,03	0,91±0,06
	0,05%	0,81±0,02	0,81±0,03 ^b	0,86±0,03 ^b	0,85±0,02	0,89±0,02
	p-valor	ns	**	*	ns	ns
Aw [†]	0%	0,980±0,002	0,980±0,001	0,980±0,002	0,978±0,001	0,979±0,001
	0,05%	0,979±0,001	0,980±0,001	0,979±0,001	0,978±0,002	0,977±0,001

Valores médios ± desvio padrão. p-valor: probabilidade calculada; ^{ab}Letras minúsculas diferentes na vertical, para o mesmo intervalo de tempo, indicam diferença significativa pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. * (p≤0,05); ** (p≤0,01); ns: não significativo (p≥0,05). [†]Valores de Aw expressos apenas como média±desvio padrão, não foi realizado teste de média.

Espera-se que a oxidação dos ácidos graxos e grupamentos proteicos em iogurte a exemplo da caseína. A oxidação observada no tratamento ausente de óleo essencial sugere ser proveniente da diminuição da atividade das bactérias lácteas, conforme verificado por Papadimitriou et al., (2007) que relataram que as bactérias lácteas podem inibir a oxidação mesmo após sete dias da sua elaboração, tornando o iogurte com maior atividade antioxidante.

Além da diminuição das bactérias lácteas é possível que outras substâncias como a sacarose, proteínas e aldeídos que podem reagir com TBA possam estar interferindo no teste, pois este tipo de análise pode sofrer interferência na intensidade da cor pelos complexos formados (OSAWA et al., 2005).

O método de TBARS é um teste muito utilizado para avaliação da peroxidação lipídica através da análise do produto secundário da oxidação o malonaldeído, que após ser obtido por destilação reage com o tiobarbitúrico (TBA) e forma um complexo de cor rósea. Em produtos lácteos esse complexo formado geralmente é de coloração amarela, devido ao teor de ácidos graxos saturados e monoinsaturados presente na gordura do leite (KRISTENSEN & SKIBSTED, 1999). Vários fatores podem afetar a intensidade da cor do complexo e atuarem como compostos interferentes do teste, tais como produtos da oxidação dos lipídeos que depende de cada amostra, açúcares e aldeídos que podem ser da composição ou os adicionados à formulação (OSAWA et al., 2005).

O tratamento com óleo essencial apresentou estatisticamente maiores valores para pH em todos os intervalos de tempo variando de $4,36 \pm 0,02$ a $4,39 \pm 0,02$. O pH do iogurte, contribui para a formação do coágulo e do aspecto visual do produto final, além das características sensoriais. Valores de pH < 4,0 leva ao dessoramento do iogurte devido à redução da hidratação das proteínas (BRANDÃO, 19995). Os resultados acima relatados estão de acordo com o encontrado por Ilupapalayam; Smith & Gamlath (2014), que observaram diminuição do pH durante 28 dias de armazenamento de iogurtes produzidos com especiarias.

Os valores de acidez em ácido láctico variaram de $0,81 \pm 0,02$ a $0,91 \pm 0,06$ (Tabela 1), que está de acordo com a legislação brasileira para leites fermentados que determina entre 0,6 a 1,5 g de ácido láctico/100g. A adição de óleo essencial no iogurte diminuiu os valores de acidez do produto quando comparado ao iogurte com 0% de adição, porém continuou dentro da faixa de acidez ideal. A acidez é um índice que implica na aceitação do produto final, além de indicar falhas durante o processamento e armazenamento (MOREIRA et al., 1999). As amostras apresentaram diferença estatística ($p \leq 0,05$) no 7º e 14º dia de análise.

A diminuição do pH pode estar relacionada com o tempo e temperatura de armazenamento e com a culturas start da fermentação do iogurte, pois a concentração de H^+ está relacionada com a produção de ácidos orgânicos (ácido acético, ácido fórmico e ácido láctico) produzidos pelas bactérias lácteas (VEDAMUTCHU, 1982).

Os valores de A_w foram de 0,98 em todos os tratamentos, não havendo influência do óleo essencial nesse parâmetro. Esse valor é considerado ideal para o crescimento de bactérias que geralmente é de (0,91), indicando que a cultura láctea utilizada no processo de fabricação do iogurte foi favorecida pela presença de água garantindo o seu

crescimento e metabolismo, contribuindo para características desejáveis desse produto (ASSUMPÇÃO, 2008).

3.2.1 Análise de Cor

Não foram observadas diferenças estatísticas ($p \leq 0,05$) entre a concentração de óleo essencial, para a luminosidade (L^*) (Tabela 2). Porém os valores de a^* do iogurte sem adição de óleo essencial obtiveram os maiores valores de $2,06 \pm 2,2$ a $2,20 \pm 2,1$, apresentando diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) no 7º, 14º e 28º dia de análise, indicando valores de $a^*(+)$ em direção ao vermelho. Para o parâmetro b^* , os maiores valores do iogurte obtidos foram para 0,05% de óleo essencial com 21 dias de armazenamento apresentando diferença significativa ($p \leq 0,05$) e indicando $b^*(+)$ em direção ao amarelo.

Tabela 2 – Valores médios \pm desvio padrão dos parâmetros de L^* ; a^* e b^* , analisadas para a concentração de óleo de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*) em iogurte, para cada tempo individualmente.

Variáveis	Tratamento	Dias				
		0	7	14	21	28
L^*	0%	78,65 \pm 5,5	78,89 \pm 4,6	79,22 \pm 4,0	78,43 \pm 5,8	81,45 \pm 4,2
	0,05%	77,86 \pm 5,4	77,16 \pm 4,7	78,33 \pm 5,8	78,27 \pm 5,9	80,30 \pm 4,6
	p-valor	ns	ns	ns	ns	ns
a^*	0%	2,20 \pm 2,1	2,06 \pm 2,2 ^a	2,04 \pm 2,2 ^a	1,94 \pm 2,1	2,05 \pm 2,1 ^a
	0,05%	2,01 \pm 2,1	1,68 \pm 2,2 ^b	1,76 \pm 2,4 ^b	1,84 \pm 2,4	1,73 \pm 2,1 ^b
	p-valor	ns	*	**	ns	*
b^*	0%	12,40 \pm 1,9	12,87 \pm 2,0	12,42 \pm 2,0	12,32 \pm 1,8 ^b	12,95 \pm 2,6
	0,05%	12,60 \pm 2,0	13,20 \pm 1,7	13,00 \pm 1,6	13,54 \pm 1,5 ^a	13,82 \pm 1,6
	p-valor	ns	ns	ns	**	Ns

Valores médios \pm desvio padrão. p-valor: probabilidade calculada; ^{ab}Letras minúsculas diferentes na vertical, para o mesmo intervalo de tempo, indicam diferença significativa pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. * ($p \leq 0,05$); ** ($p \leq 0,01$); ns: não significativo ($p \geq 0,05$).

Boroski et al. (2012) ao analisar os parâmetros de cor em bebidas lácteas com extrato e óleo essencial de orégano, relataram que o valor de L^* diminuiu de 86 para 81 com o aumento da concentração de extrato de orégano, o que era esperado considerando a cor escura do extrato. Schamberger & Labuza (2007) relataram que a adição de polifenóis do chá verde ao leite aumenta os valores de a^* . O contrario pode ser observado

no presente estudo que com a adição de óleo essencial os valores diminuíram em relação ao iogurte elaborado com 0% de óleo. 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).

3.3 Efeito da polpa de araticum (*Annona crassiflora*).

A adição de polpa de araticum aumentou a atividade antioxidante do iogurte e as diferentes concentrações de polpa apresentaram diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$), nos 28 dias. No primeiro dia o iogurte com 15% de polpa apresentou maior valor (70,76%) de atividade antioxidante radicalar, seguido pelo de 10% (62,12%), 5% (55,56%) e o iogurte controle com 0% de polpa (53,13%). No 21º dia de armazenamento o iogurte com 15% e 10% de polpa apresentou maior porcentagem de inibição do DPPH (43,98 e 45,28% respectivamente), acompanhado da polpa com 5% e 0%, diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$). Chegando ao fim da vida útil do produto o iogurte controle obteve os menores valores (46,58%) diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Figura 2).

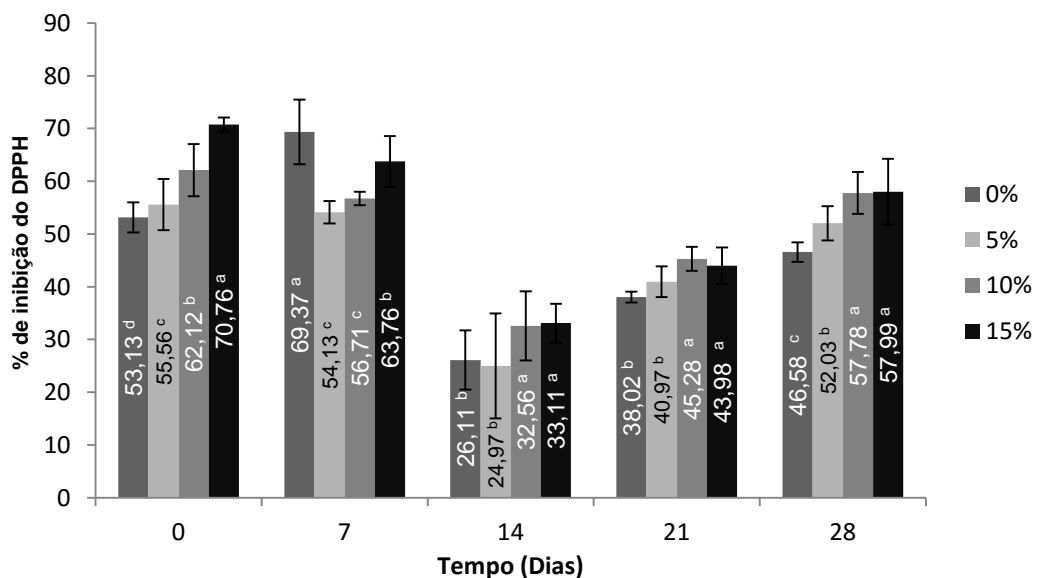


Figura 2 – Valores médios e desvio padrão (barras) para a inibição do DPPH (%), referente ao efeito da polpa de araticum; ^{a,b,c} Letras minúsculas diferentes entre as porcentagens de concentração de polpa, para o mesmo intervalo de tempo, indicam diferença significativa pelo teste Scott-Knott a 5% de significância ($p \leq 0,05$).

Behrad et al. (2009) ao analisar iogurte produzido com extratos de ervas *cinnamon* e *licorice*, observaram que a adição de ervas aumentou a atividade antioxidante em todos os períodos de armazenamento (28 dias).

A presença de compostos na polpa de araticum pode estar relacionada ao alto potencial antioxidante presente no iogurte. Roesler et al. (2007) avaliou a capacidade de sequestrar radicais livres de extratos aquosos de diferentes frações das frutas, a polpa de araticum apresentou bom potencial para sequestrar radicais livres, apresentando valor de IC_{50} 1321,93 mg/mL.

Para a análise de TBARS houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) durante 0º, 7º e 14º dia de armazenamento entre as concentrações de polpa adicionadas ao iogurte. O iogurte preparado com 15% de polpa de araticum foi o que obteve os maiores valores de TBARS. Miguel et al. (2004) contaram que em frozen iogurte fermentado com diferentes linhagens de bactérias e adicionadas de ácido láctico, os autores observaram que os cultivos com *L. delbrueckii ssp bulgaricus* + *S. thermophilus* tiveram maior inibição no processo oxidativo. Isso pode explicar como o iogurte com 0% de polpa de araticum teve menor índice de oxidação durante o período de estocagem, Figura 3.

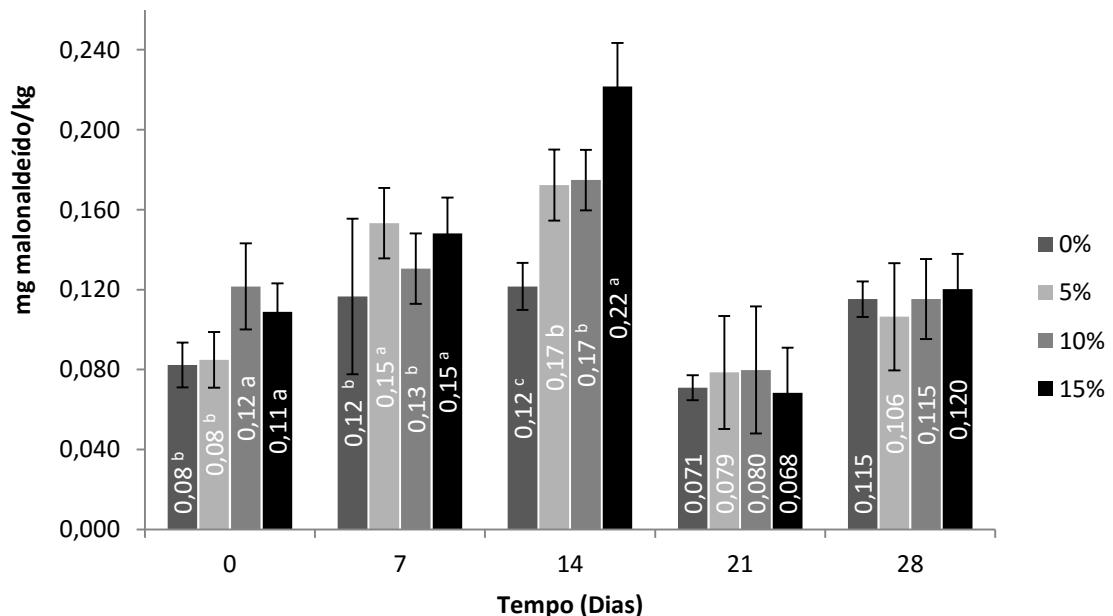


Figura 3 – Valores médios e desvio padrão (barras) para o índice de TBARS referente ao efeito da polpa de araticum; ^{a,b,c}Letras minúsculas diferentes entre as porcentagens de concentração de polpa, para o mesmo intervalo de tempo, indicam diferença significativa pelo teste Scott-Knott a 5% de significância ($p \leq 0,05$).

Torres & Okani (1997) ao avaliar oxidação lipídica em diferentes tipos de leite encontraram valores de 0,07mg MDA/kg de amostra para leite tipo A; 0,07mg MDA/kg de amostra para leite do tipo B e 0,03mg MDA/kg de amostra para leite do tipo C. Esses valores corroboram o encontrado nesse estudo. Geralmente a oxidação lipídica não é um grande problema em iogurtes devido às características físico-químicas típicas desse produto, como baixos valores de pH, temperatura e embalagem de armazenamento (SERRA et al., 2008). A maioria dos resultados encontrados na literatura relata valores baixos de malonaldeído para amostras de iogurtes (PRADYUMAN & MISHRA, 2004; SERRA et al., 2008, ALFARO et al., 2015).

Os valores de pH e acidez não foram significativos a 5% pelo teste de Scott Knot, exceto para o pH aos 14 dias (Tabela 3). Foi observado ao longo dos 28 dias que não houve variação no valor do pH ficando na faixa de $4,31 \pm 0,03$ a $4,39 \pm 0,05$. É possível que os ácidos orgânicos presentes na polpa tenham exercido tamponamento, matendo os valores aproximados ao estabelecido pela literatura (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Tabela 3 – Valores médios e desvio padrão das variáveis analisadas para o teor de polpa de araticum (*Annona crassiflora*) para cada tempo de leitura.

Variáveis	Tratamento	Dias				
		0	7	14	21	28
pH	0%	4,39±0,03	4,38±0,04	4,35±0,02 ^a	4,34±0,04	4,37±0,02
	5%	4,39±0,03	4,37±0,03	4,34±0,02 ^a	4,35±0,02	4,33±0,07
	10%	4,38±0,01	4,36±0,04	4,32±0,04 ^b	4,33±0,05	4,34±0,03
	15%	4,37±0,02	4,35±0,04	4,31±0,05 ^b	4,33±0,05	4,33±0,05
	p-valor	ns	ns	*	ns	ns
Acidez	0%	0,81±0,03	0,83±0,03	0,87±0,02	0,86±0,01	0,92±0,06
	5%	0,81±0,01	0,83±0,02	0,89±0,03	0,86±0,01	0,91±0,04
	10%	0,81±0,01	0,82±0,02	0,88±0,04	0,89±0,04	0,91±0,04
	15%	0,80±0,02	0,82±0,05	0,89±0,07	0,85±0,02	0,85±0,03
	p-valor	ns	ns	ns	ns	ns
Aw [†]	0%	0,979±0,001	0,980±0,001	0,980±0,001	0,977±0,002	0,979±0,002
	5%	0,981±0,002	0,980±0,001	0,981±0,001	0,977±0,001	0,977±0,001
	10%	0,979±0,001	0,980±0,001	0,978±0,001	0,979±0,001	0,978±0,001
	15%	0,979±0,001	0,980±0,000	0,979±0,001	0,978±0,001	0,979±0,002
	p-valor	ns	ns	ns	ns	ns

Valores médios ± desvio padrão. p-valor: probabilidade calculada; 0% de polpa, 5% de polpa, 10% de polpa e 15% de polpa. ^{ab}Letras minúsculas diferentes na vertical, para o mesmo intervalo de tempo, indicam diferença significativa pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. * ($p \leq 0,05$); ** ($p \leq 0,01$); ns: não significativo ($p \geq 0,05$);

[†]Valores de Aw expressos apenas como média±desvio padrão, não foi realizado teste de média.

Oliveira et al. (2008) encontraram valores de pH entre 4,26 e 4,46 em iogurtes elaborados com diferentes concentrações de polpa de araticum, valores estes próximos ao encontrado neste estudo.

Pela própria característica físico-química do iogurte, a atividade de água foi elevada (0,97) como esperado. A atividade de água está relacionada com a conservação dos alimentos, valores altos de atividade de água estão relacionados com o desenvolvimento de microrganismos, o que pode ser desejado no iogurte onde há presença de bactérias lácteas (SCOTT, 1957). Os dados obtidos foram semelhantes ao encontrado por Correia et al. (2008) ao analisarem sorvete com leite de vaca (0,98) e com leite de cabra (0,97).

Foi observado que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) na adição da polpa ao iogurte, nos valores de L^* , a^* e b^* . Quanto ao valor de L^* , foi verificado que o iogurte controle, sem adição de polpa, apresentou os maiores valores de luminosidade, resultando em coloração mais clara em relação às demais formulações (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios \pm desvio padrão dos parâmetros de L^* ; a^* e b^* analisadas para a concentração de polpa de araticum (*Annona crassiflora*) no iogurte, para cada tempo individualmente.

Variáveis	Tratamento	Armazenamento				
		0	7	14	21	28
L^*	0%	84,63 \pm 4,9 ^a	84,83 \pm 2,7 ^a	85,17 \pm 2,5 ^a	86,69 \pm 1,2 ^a	86,49 \pm 3,0 ^a
	5%	78,04 \pm 3,5 ^b	79,73 \pm 2,3 ^b	80,72 \pm 1,4 ^b	79,38 \pm 1,8 ^b	81,82 \pm 2,3 ^b
	10%	75,29 \pm 4,6 ^b	76,88 \pm 1,4 ^c	76,18 \pm 2,0 ^c	74,97 \pm 2,0 ^c	78,46 \pm 2,3 ^c
	15%	75,06 \pm 1,8 ^b	74,00 \pm 1,9 ^d	73,03 \pm 2,7 ^d	72,38 \pm 1,4 ^d	76,72 \pm 1,3 ^c
	p-valor	**	**	**	**	**
a^*	0%	-1,09 \pm 0,5 ^d	-1,42 \pm 0,4 ^d	-1,48 \pm 0,5 ^d	-1,59 \pm 0,2 ^d	-1,34 \pm 0,4 ^d
	5%	2,09 \pm 0,4 ^c	1,68 \pm 0,4 ^c	1,68 \pm 0,3 ^c	1,97 \pm 0,4 ^c	1,75 \pm 0,4 ^c
	10%	3,23 \pm 0,3 ^b	3,31 \pm 0,7 ^b	3,22 \pm 0,4 ^b	3,21 \pm 0,2 ^b	3,22 \pm 0,4 ^b
	15%	4,19 \pm 0,4 ^a	3,92 \pm 0,3 ^a	4,17 \pm 0,3 ^a	3,97 \pm 0,3 ^a	3,93 \pm 0,4 ^a
	p-valor	**	**	**	**	**
b^*	0%	9,81 \pm 0,5 ^c	10,79 \pm 1,2 ^c	10,59 \pm 1,0 ^d	10,65 \pm 1,2 ^d	10,96 \pm 1,3 ^c
	5%	12,59 \pm 0,7 ^b	12,24 \pm 0,6 ^b	12,14 \pm 0,7 ^c	12,70 \pm 0,7 ^c	12,80 \pm 0,7 ^b
	10%	12,94 \pm 0,9 ^b	14,45 \pm 0,9 ^a	13,18 \pm 0,9 ^b	13,65 \pm 0,8 ^b	14,72 \pm 1,0 ^a
	15%	14,65 \pm 0,9 ^a	14,66 \pm 0,4 ^a	14,94 \pm 0,8 ^a	14,73 \pm 0,8 ^a	15,07 \pm 2,0 ^a
	p-valor	**	**	**	**	**

Valores médios \pm desvio padrão. p-valor: probabilidade calculada; 0% de polpa, 5% de polpa, 10% de polpa e 15% de polpa. ^{ab}Letras minúsculas diferentes na vertical, para o mesmo intervalo de tempo, indicam diferença significativa pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. * ($p \leq 0,05$); ** ($p \leq 0,01$); ns: não significativo ($p \geq 0,05$)

Em relação ao componente a^* da cor, foi observado que para o iogurte com 0% de polpa os valores foram negativos em direção ao verde e positivos ($+b^*$) em direção ao amarelo. O iogurte elaborado com 15% de polpa apresentou os maiores valores de a^* e b^* , diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre si, essas alterações ocorridas no iogurte podem estar relacionadas aos pigmentos naturais encontrados na polpa de araticum, como os carotenóides o qual prevalece coloração vermelho-amarelada que esses compostos concedem aos alimentos (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999). Arévalo-Pinedo et al., (2013) encontraram valores de L^* de 22,82; a^* e b^* de 4,72 e 13,78 respectivamente para a polpa de araticum.

3.4 Interação polpa e óleo essencial

Houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) na interação entre os fatores (polpa x óleo essencial) para os parâmetros de inibição do DPPH, durante o 7º e 14º dias de armazenamento. Observa-se mais atividade antioxidante na interação óleo x polpa, no tratamento de maior concentração de polpa e naquele tratamento em que há ausência de polpa e óleo, Figura 4.

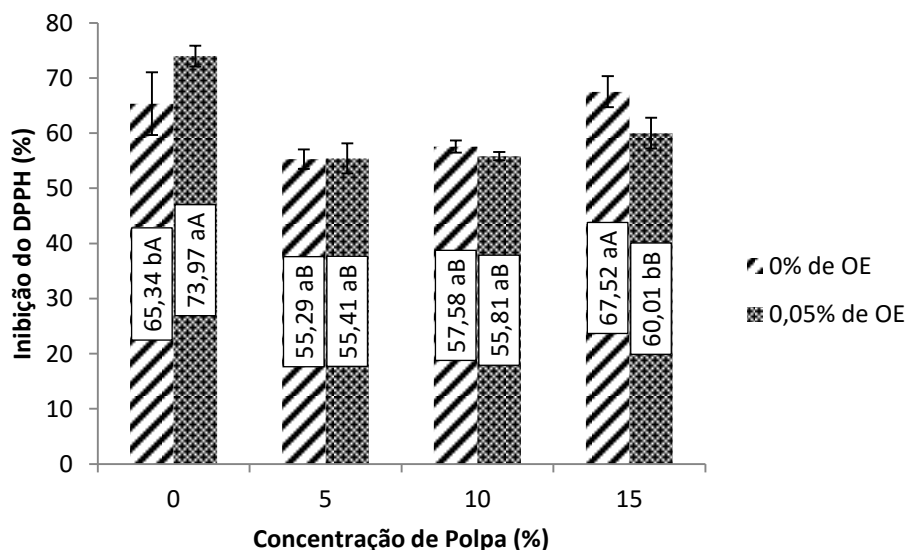


Figura 4 – Valores médios e desvio padrão (barra de erros) do efeito da interação óleo essencial e polpa aos 7 dias de análise, referente à inibição do DPPH (%). ^{a,b}Letras minúsculas referem a mesma concentração de polpa; ^{A,B}Letras maiúsculas referem a concentração de óleo essencial. Todas análises pelo teste de Scott Knott a 5%.

Recomenda-se o consumo de iogurte com sete dias de armazenamento, pois ele tem maior atividade antioxidante ocasionada pelas bactérias lácteas metabolicamente

ativas (PAPADIMITRIOU et al., 2007) presentes naquele tratamento sem polpa, quanto ao tratamento em que há maior concentração de polpa (15%). Illupapalayam et al. (2014) verificaram um aumento da atividade antioxidante de iogurtes adicionados de especiarias como gengibre, canela e noz-moscada. A maior atividade antioxidante foi verificada no primeiro dia de armazenamento com 79,5% para o iogurte com gengibre e 69% para o iogurte com canela e noz-moscada ambos elaborados com probióticos *Lactobacillus acidophilus* strain.

Com 14 dias de armazenamento refrigerado foi observada uma redução na inibição do DPPH que pode estar relacionada com o aumento da degradação dos compostos fenólicos (YILDIZ & EYDURAN, 2009) e/ou da interação proteína do leite e polifenóis (YUKSEL; AVCI & ERDEM, 2010) Figura 5.

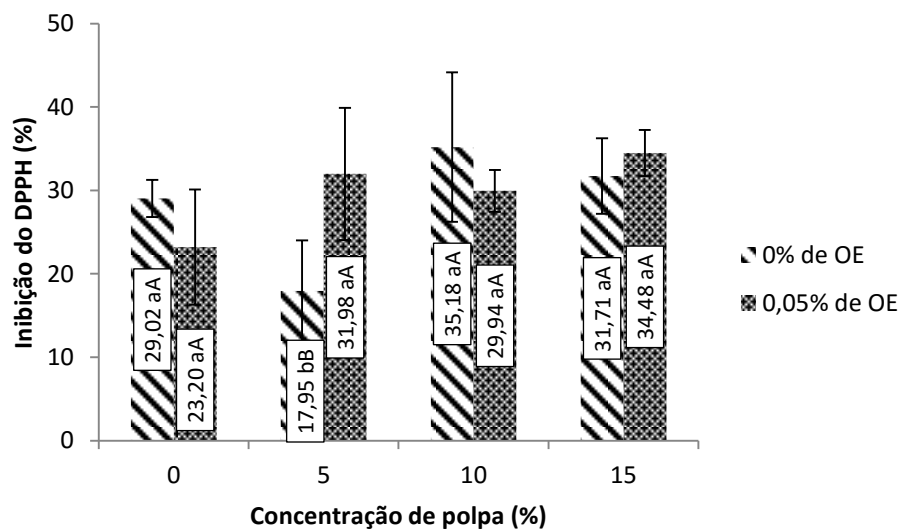


Figura 5 – Valores médios e desvio padrão (barra de erros) do efeito da interação óleo essencial e polpa aos 14 dias de análise, referente à inibição do DPPH (%). ^{a,b}Letras minúsculas referem a mesma concentração de polpa; ^{A,B}Letras maiúsculas referem a concentração de óleo essencial. Todas análises pelo teste de Scott Knott a 5%.

A presença de óleo essencial, independente do teor de polpa, no efeito da interação apresentou melhores resultados de proteção de oxidação dos ácidos graxos presentes no iogurte. O tratamento sem óleo e com 15% de polpa foi igual estatisticamente ($p \leq 0,05$) ao tratamento com óleo e máximo teor de polpa (15%). O que possibilita a utilização do óleo para melhorar a aceitabilidade do produto, pois o araticum

por ser uma fruta regional e exótica pode ser menos aceito para paladares mais sensíveis.

Analisando a interação entre o óleo e a polpa no iogurte para análise de TBARS verifica-se que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) na adição de óleo essencial de capim-cidreira, tanto para o tratamento sem polpa quanto para o tratamento com 15% de polpa. Nas amostras sem óleo, os tratamentos sem polpa e com maior teor apresentaram os maiores valores de oxidação lipídica, no entanto a presença de 0,05% de óleo essencial elevou os valores de oxidação dos tratamentos com 5 e 10% de polpa de araticum, Figura 6.

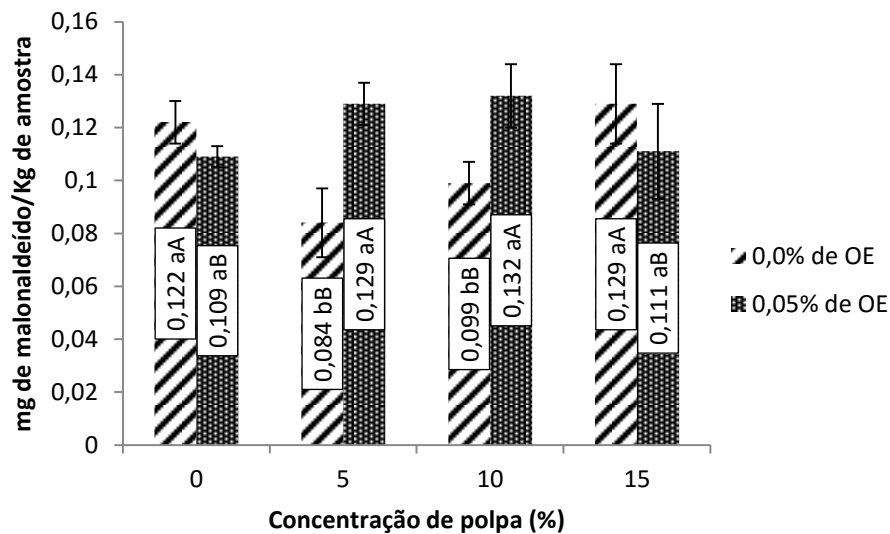


Figura 6 - Valores médios e desvio padrão (barra de erros) do efeito da interação óleo essencial e polpa aos 28 dias de análise, referente ao índice de TBARS. ^{a,b}Letras minúsculas referem a mesma concentração de polpa; ^{A,B}Letras maiúsculas referem a concentração de óleo essencial. Todas análise pelo teste de Scott Knott a 5%.

Verifica-se que houve uma interação entre o óleo essencial e a polpa de araticum e que os melhores resultados de inibição da oxidação lipídica podem ser observados no iogurte elaborado com 0,05g/100g de óleo essencial de capim-cidreira sem polpa e com maior teor de polpa. Os componentes fenólicos presentes na polpa juntamente com os componentes químicos do óleo essencial (citrál, mircenol) atuou em conjunto aumentando a atividade antioxidante, provavelmente em efeito sinérgico.

Sacchetti et al. (2005) ao avaliarem atividade antioxidante de vários óleos essenciais pelo método de DPPH, encontraram mais de 60% de atividade antioxidante para o óleo essencial de capim-cidreira e um teor de 73,58% de citral em sua

composição. No entanto Guimarães et al. (2011) utilizaram a metodologia do sistema emulsificado β -caroteno/ácido linoleico e encontraram atividade antioxidante que chegou a 46,45% e de 38,00% na concentração de $100 \mu\text{g L}^{-1}$ para o óleo essencial e seu constituinte majoritário (citril), respectivamente.

Villela, Batista & Dessimoni-Pinto (2013) encontraram valores de 423,94 mg de ácido gálico/100g e 63,14mg de fenólicos totais/100g presentes na polpa de araticum. Os benefícios dos compostos fenólicos estão relacionados à sua atividade antioxidante (DAI e MUMPER, 2010), que está associada à posição dos grupos hidroxila na molécula (CARTEA et al., 2011).

Em relação ao parâmetro luminosidade (L^*) a amostra de iogurte com óleo essencial e sem polpa apresentou diferença significativa ($p \leq 0.05$) em relação às demais concentrações de polpa de araticum e com óleo essencial Figura 7. Indicando que há redução dos valores de L^* quanto maior a concentração de polpa, deixando o iogurte mais escuro.

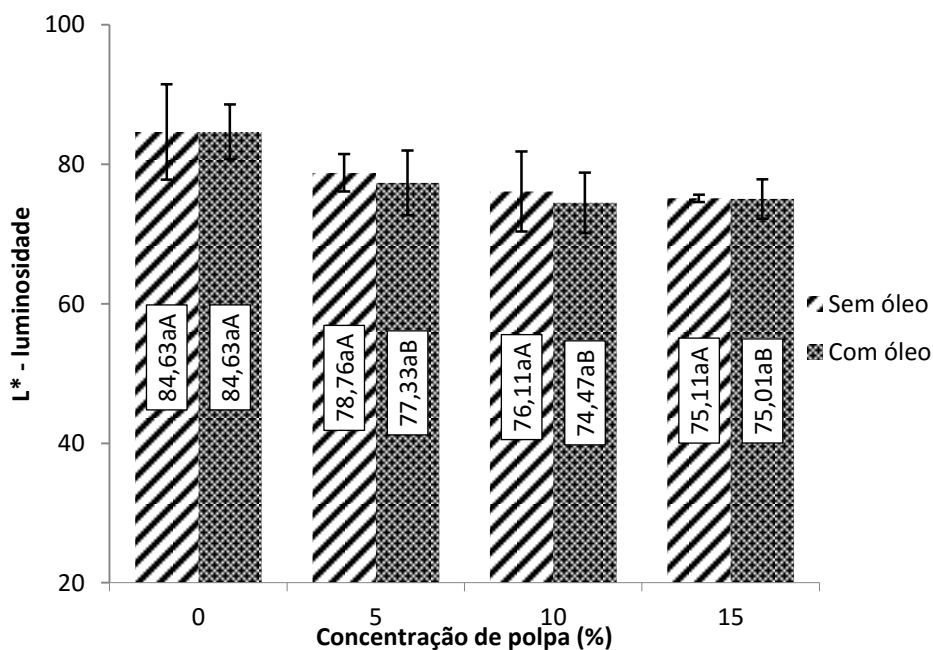


Figura 7 - Valores médios e desvio padrão (barra de erros) do efeito da interação óleo essencial e polpa aos 0 dias de análise, referente à análise de cor parâmetro L^* (luminosidade). ^{a,b} Letras minúsculas referem a mesma concentração de polpa; ^{A,B} Letras maiúsculas referem à concentração de óleo essencial. Todas análise pelo teste de Scott Knott a 5%.

Toledo (2013) analisou iogurte elaborado com diferentes proporções de farinha de maracujá e verificou que a adição da farinha resultou em iogurtes com coloração mais

escura em relação ao controle (0% de farinha) variando o valor de L* de 59,43 a 73,91. Nunes et al. (2014) também encontrou valores de L* de 65,18 em bebida de soja sabor iogurte com polpa de morango.

3.5 Composição centesimal

O valor nutricional do iogurte adicionado de polpa de araticum e óleo essencial de capim-cidreira apresentou valor de cinzas maior (Tabela 5), quando comparado com iogurte sabor morango da Taco (2011). Mostrando que a polpa de araticum pode agregar maior valor nutricional ao produto final. Em relação ao teor de lipídeos, o percentual encontrado está de acordo com a legislação brasileira de iogurte, que determina para iogurte integral uma faixa de 3g/100g a 5,9g/100g (BRASIL, 2007). O valor de proteína do iogurte de araticum foi maior, quando comparado com o iogurte de morango da Taco, o leite é a principal matéria-prima do iogurte o que pode causar diferença na composição do leite utilizado para as análises. A quantidade de carboidrato da amostra foi um pouco superior ao iogurte referência, isso está relacionado ao fato da adição de açúcar no processo de elaboração do iogurte de araticum. Assim o produto elaborado pode ser um forte aliado na ingestão de minerais e fazer parte da oferta de uma dieta mais saudável para os consumidores.

Tabela 5 – Valores médios±desvio padrão da composição centesimal de iogurte produzido com 15% de polpa de araticum e 0,05% de óleo essencial de capim-cidreira.

Parâmetros	Amostra	Referência*
Umidade	78,56±0,10	84,6
Cinzas	0,71±0,03	0,6
Proteínas	3,36±0,05	2,7
Lipídeos	3,02±0,03	2,3
Carboidratos	14,82±0,53	9,7
VET (kcal)	99,6	70,0

* Valores comparados com o iogurte de morango (TACO, 2011).

4. CONCLUSÃO

Os resultados encontrados no presente estudo, mostraram que a presença do óleo essencial de capim-cidreira não afetou as características físico-químicas do iogurte que permaneceu com o pH e acidez dentro do exigido pela legislação. O óleo essencial não apresentou atividade antioxidante, porém juntamente com a polpa apresentaram interação

retardando a oxidação lipídica. E vale salientar o importante valor nutricional em relação ao teor de minerais do iogurte produzido, além dele permanecer durante 28 dias com suas características físico-químicas dentro do padrão de identidade e qualidade exigido pela legislação o que é importante por se tratar de um produto sem adição de conservantes químicos.

AGRADECIMENTO

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), onde o estudo foi realizado.

REFERÊNCIAS

Adolfsson, O.; Meydanl, SN.; Russell, RM. (2004). Yogurt and gut function. **Am. J. Clin. Nutri.**, 80, 245-56.

Alfaro, L.; Hayes, D.; Boeneke, C.; Zhimin Xu; Bankston, D.; Bechtel, PJ.; Sathivel, S. Physical properties of a frozen yogurt fortified with a nano-emulsion containing purple rice bran oil. **LWT - Food Sci. Technol.**, 62, 1184-119.

Andrade CA, Costa CK, Bora K, Miguel MD, Miguel OG, Kerber VA. (2007). Determinação do conteúdo fenólico e avaliação da atividade antioxidante de *Acacia podalyriifolia* A. Cunn. ex G. Don, Leguminosaemimosoideae. **Rev Bras. Farmacogn.**, 17, 231-235.

Antunes, AEC. et al (2007). Desenvolvimento de buttermilk probiótico. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 27, n.1, 83-90.

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

Arévalo-Pinedo, A.; Carneiro, BLA.; Zuniga, ADG.; Arévalo, ZDS.; Santana, AA.; Pinedo, RA. (2013). Alterações físico-químicas e colorimétricas de geléias de araticum (*Annona crassiflora*). **Rev. Bras. Prod. Agroind**, Campina Grande, 15 (4), 397-403.

Assumpção, GMP. **Viabilidade tecnológica do uso do extrato hidrossolúvel de soja na fabricação de iogurte.** (2008). 116p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Balestrin L, Dias JFG, Miguel OG, Dall’Stella DSG, Miguel MD (2008). Contribuição ao estudo fitoquímico de *Dorstenia multiformis* Miquel (Moraceae) com abordagem em atividade antioxidante. **Rev. Bras. Farmacogn.**, 18, 230-235.

Bastos, CTR.; Ladeira, TMS.; Rogez, H.; Pena, RS (2008). Estudo da eficiência da pasteurização da polpa de taperebá (*Spondias Mombin*). **Alim. Nutr., Araraquara**, 19 (2), 123-131.

Bartlett, MS. (1937). Some Examples of Statistical Methods of Research in Agriculture and Applied Biology. **J. R. Stat. Soc.**, 4(2), 137-183.

Behmer, MLA. **Tecnologia do leite.** 13. ed. São Paulo: Editora Nobel, 1999.

Behrad, S., Yusof, M., Goh, K., & Baba, A. (2009). Manipulation of probiotics fermentation of yogurt by cinnamon and licorice: effects on yogurt formation and inhibition of *Helicobacter Pylorigrowth* in vitro. **Int. J. Food Sci. Nutr.**, 3(12), 563-567.

Berset, C.; Cuvelier, ME. (1996). Méthodes d'évaluation du degré d'oxydation des lipides et de mesure du pouvoir antioxydant = Methods of estimating the degree of lipid oxidation and of measuring antioxidizing power. **Sciences des aliments**, 16(3), 219-245.

Boroski, M.; Giroux, HJ.; Sabik, H.; Petit, HV.; Visentainer, JV.; Matumoto-Pintro, PT.; Britten, M (2012). Use of oregano extract and oregano essential oil as antioxidants in functional dairy beverage formulations. **LWT - Food Sci. Technol.**, 47, 167- 174.

Brandão, SCC (1995). Tecnologia da fabricação de iogurte. **Rev. Instit. Laticínios Candido Tostes**, 42 (250), 3-8.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento técnico de identidade e qualidade de Leites fermentados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, out. 2007.

Costa, AV.; Pinheiro, PF.; Rondelli, VM.; Queiroz, VT.; Tuler, AC.; Brito, KB.; Stinguel, P.; Pratissolli, D. (2013). *Cymbopogon citratus* (Poaceae) essential oil on *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Biosci. J.**, 29(6), 1840-1847.

Cartea, M. E. et al (2011). Phenolic compounds in Brassica vegetables. **Molecules**, 16, 1, 251–280.

Costa, LCB; Corrêa, RM; Cardoso, JCW; Pinto, JEBP; Bertolucci, SKV; Ferri, PH (2005). Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Hortic. Bras.**, Brasília, 23, 4, 956-959.

Correia, RTP., Magalhães, MMA., Pedrini, MRS., Cruz, AVF., Clementino, I. (2008). Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, 39 (2), 251-256.

Chan-Li, ECY (1999). The application of Raman spectroscopy in food science. **Trends Food Sci. Technol.**, 7, 361-370.

Chitarra, MIF.; Chitarra, AB. (2005). **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 785p.

Dai, J.; Mumper, R.J (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. **Molecules**, 15, 10, 7313–7352.

Damiani, C.; Vilas Boas, EVB.; Asquieri, ER.; Lage, ME.; Oliveira, RA.; Silva, FA.; Pinto, DM.; Rodrigues, LJ.; Silva, EP.; Paula, NRR. (2011). Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, 31(3), 723-729.

Dias, NAA. **Avaliações microbiológica e físico-química de mortadelas elaboradas com óleos essenciais e inoculadas com *Clostridium perfringens* tipo A** (2011). [Dissertação]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2011.

Droge, W (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. **Phys. Rev.**, 82, 47-95.

Frankel, EN. (1993). In search of better methods to evaluate natural antioxidants and oxidative stability in food lipids. **Food Sci. Technol.**, v.4, n.7, p. 220-225.

Guimarães, LGL.; Cardoso, MG; Sousa, PE; Andrade, J.; Vieira, S S (2011). Atividade antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. **Rev. Ciênc. Agrônômica**, 42, 2, 464-472.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário estatístico do Brasil, v. 71, 2011. Disponível em:< <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/AEB/AEB2011.pdf> >. Acesso em: abr. 2016.

Illupapalayam, VV.; Smith, SC.; Gamlath, S (2014). Consumer acceptability and antioxidant potential of probiotic-yogurt with spices. **LWT - Food Sci. Technol.**, 55, 255-262.

Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2008

Kanko, C.; Sawaliho, B. E.; Kone, S.; Koukoua, G.; N'Guessan, T. (2004). Étude des propriétés physico-chimiques des huiles essentielles de *Lippia multiflora*, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon giganteus*. **Comptes. Rendus Chimie**, 7, 1039-1042.

Kristensen, D.; Skibsted, LH (1999). Comparison of three methods based on electron spin resonance spectrometry for evaluation of oxidative stability of processed. **J. Agr. Food Chem.**, Washington, 47 (8), 3099-104.

Mensor, LL.; Menezes, FS.; Leitão, GG.; Reis, AS.; Santos, TC.; Coube, CS.; Leitão, SG (2001). Screening of brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytother. Res.**, 15, n. 2, 127-130.

Michele, J. **Molecular Spectroscopy**. New Jersey: Oelthaus Gakk, 1999.

Miguel, D.P.; Rossi, E. A.; Valdez, GF (2004). Sensory and chemical aspects of frozen soy yogurt fermented with *Enterococcus faecium* and *Lactobacillus jugurti*. **Alim. Nutr.**, Araraquara, 15, 197-201.

Miranda, VC. (2012). **Efeito de condições de secagem, sombreamento, horário de colheita e procedência das plantas sobre o teor de óleo essencial de capim-santo (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi – TO.

Morais, SM.; Catunda-Jr, EA.; Silva, ARA.; Martins-Neto, JS (2006). Atividade antioxidante de óleos essenciais de espécies de *Croton* do Nordeste do Brasil. **Quim. Nova.**, 29, 907-910.

Nunes, JS., Sousa, EP., Castro, DS., Silva, LMM., Moreira, IS. (2014). Avaliação do perfil físico e reológico de bebida de soja sabor iogurte com polpa de morango. **Rev. Verde**, 9 (1), 229-233.

Oliveira, KAM., Ribeiro, LS., Oliveira, GV., Pereira, JMATK., Mendonça, RCS., Assumpção, CF. (2008). Desenvolvimento de formulação de iogurte de Araticum e estudo da aceitação sensorial. **Alim. Nutr.**, Araraquara, 19 (3), 277-281.

Osawa, CC., Felício, PE., Gonçalves, LAG (2005). Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Quím. Nova**, 28 (4), 655-663.

Papadimitriou, CG., Mastrogiannaki, AV., Silva, AV., Gomes, AM., Malcata, FX., Alichanidis, E. (2007). Identification of peptides in traditional and probiotic sheep milk yoghurt with angiotensin I-converting enzyme (ACE)-inhibitory activity. **Food Chem.**, 105, 647-656.

Pradyuman, K.; Mishra, HN (2004). Storage stability of mango soy fortified yoghurt powder in two different packaging materials: HDPP and ALP. **J. Food Eng.**, 65, 569-576.

Preci, D.; Cichoski, AJ.; Valduga, AT.; Oliveira, D.; Valduga, E.; Treichel, H.; Toniazzo, G.; Cansian, RL (2011). Desenvolvimento de iogurte light com extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) e adição de probióticos. **Alim. Nutr.**, Araraquara, 22 (1), 27-38.

Prins, CL.; Freitas, SP.; Campostrini, E.; Gravina, GA.; Reis, FO (2008). Efeito do confinamento do sistema radicular sobre capim-limão (*Cymbopogon citratus*). **Rev. Ciênc. Agrônômica**, 39, n.3, 416-421, jul-set.

Ramos, EM.; Gomide, LAM. (2007). **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 599p.

Rodriguez-Amaya, D (1999). **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, D. C. International Life Sciences Institute Press, 1999.

Roesler, R.; Malta, LG.; Carrasco, LC.; Holanda, RB.; Sousa, CAS.; Pastore, GM (2007). Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, 27(1): 53-60, jan.-mar.

Rocha, DA.; Abreu, CMP.; Corrêa, AA.; Santos, CD.; Fonseca, EWN. (2008). Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Rev. Bras. Fruticultura**, 30(4), 1124-1128.

RÖSCH, P.; POPP, J.; KIEFFER, W. (1999). Raman and surface enhanced Raman spectroscopic investigation on Lamiaceae plants. **J. Mol. Struct.**, **480**, 121-4.

Rosmini, MR.; Perlo, F.; Pérez-Alvarez, JA.; Pagán-Moreno, MJ.; Gago-Gago, A.; López-Santoveña, F.; Aranda-Catalá, V (1996). TBA Test by an Extractive Method Applied to 'Pat'. **Meat. Sci.**, 42 (1), 103-110.

Sacchetti, G. et al (2005). Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Food Chem.**, 91, 621-632.

Santos-Fandila A, Camino-Sánchez FJ & Zafra-Gómez A (2014). Degradation Markers in Nutritional Products a Review. **Austin. J. Anal. Pharm. Chem.**, 1(1), 1005.

Schamberger, GP. & Labuza, TP. (2007). Effect of green tea flavonoids on Maillard browning in UHT milk. **LWT-Food Sci. Technol.**, 40,1410-1417.

Scott, WJ. (1957). Water relation of food spoilage microorganisms. **Adv. Food Res.**, 7, 83-127.

Serra, M.; Trujillo, AJ.; Pereda,; Guamis, B.; Ferragut, V (2008). Quantification of lipolysis and lipid oxidation during cold storage of yogurts produced from milk treated by ultra-high pressure homogenization. **J. Food Eng.**, 89, 99-104.

Silva, LL.; Cardoso, LM.; Pinheiro-Sant'ana, HM. (2015). Influência do branqueamento, pasteurização e congelamento nas características físico-químicas e carotenoides de polpa de araticum. **Boletim CEPPA**, 33(1), 49-59.

Souza TJT, Apel MA, Bordignon S, Matzenbacher NI, Zuanazzi JAS, Henriques AT (2007). Composição química e atividade antioxidante do óleo volátil de *Eupatorium polystachyum* DC. **Rev. Bras. Farmacogn.**, 17, 368-372.

Strehle, KR.; Rösch, P.; Berg, D.; Schulz, H.; Popp, J. (2006). Quality Control of Commercially Available Essential Oils by Means of Raman Spectroscopy. **J. Agric. Food Chemistry**, 54, 7020-7026.

Tarladgis, BG., Watts, BM; Younathan, M T & Dugan, L. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, 7, 44-48.

Teixeira, E., Meinert, EM., Barbeta, PA. (1987). Análise sensorial de alimentos. Florianópolis: (Ed.) da UFSC, 180 p.

Toledo, NMV de. Aproveitamento de subprodutos da industrialização do maracujá para elaboração de iogurte. [dissertação]. Piracicaba: Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo; 2013.

Torres, EAFS.; Okani, ET (1997). Teste de TBA: ranço em alimentos. **Rev. Nac. Carne**, 243, 68-76.

Vedamuthu, ER. (1982). Fermented milks. In A. H. Rose (Ed.) *Economic microbiology: Fermented foods* (pp.199-225). London: Academic Press.

Villela, P.; Batista, AG.; Dessimoni-Pinto, NAV (2013). Nutritional composition of *Annona crassiflora* pulp and acceptability of bakery products prepared with its flour. **Food Sci. Technol**, Campinas, 33 (3), 417-423.

Yildiz, O., & Eyduran, S P. (2009). Functional components of berry fruits and their usage in food technologies. **Afr. J. Agric. Res**, 4, 422- 426.

Yuksel, Z., Avci, E., & Erdem, YK. (2010). Characterization of binding interactions between green teaflavanoids and milk proteins. **Food Chem.**, 121, 450-456.

APÊNDICE A - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE – DPPH EM IOGURTE (Behrad et al., 2009 com modificações)

Pesar 10 g de iogurte e adicionar 10 mL de água destilada (1:1)



Centrifugar a 6000 rpm por 40 min.



Filtrar o extrato em papel filtro



Em tubos de ensaio com rosca, adicionar 3mL de DPPH a 60 μ M e 250 μ L do extrato



Agitar os tubos no “vortex”



Deixar os tubos em repouso em ambiente escuro por 20min.



Fazer leitura da absorbância a 517nm.

***Um controle deve ser feito com 250 μ L de água destilada e 3mL de DPPH**

- ✚ Preparo da solução de DPPH: Pesar 0,0059148g de DPPH e diluir em 250 mL de etanol. (A solução não pode ter contato com a luz).
- ✚ Cálculo da porcentagem de inibição do radical DPPH

$$\% \text{ de inibição} = \frac{\text{Absorb. controle} - \text{Absorb. amostra}}{\text{Absor. Controle}} \times 100$$

APÊNDICE B - DETERMINAÇÃO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA (TBARS) – Método extrativo de TBA
citado por Rosmini et al. (1996) com modificações.

- Pesar, 0,04g da amostra diretamente em tubos Falcon de 50 mL, cobertos com papel alumínio;
- Incorporar 5 mL de água destilada;
- Acrescentar 5 mL de solução de extração (=solução de TCA a 10%); OBS: usar luva e máscara
- Agitar os tubos por 2 a 3 minutos em um agitador mecânico (vortex);
- Acrescentar em cada tubo, 2,5mL de solução de TBA a 0,02M;
- Agitar, novamente, em vortex por 1 a 2 minutos;
- Centrifugar cada tubo por 5 minutos, a 3000 rpm;
- Filtrar em papel filtro quantitativo;
- Colocar os tubos em banho-maria por 35 minutos a 100°C;
- Resfriar em água de torneira (2-3 minutos);
- Fazer a leitura de absorbância a 532 nm;

OBS: O BRANCO será: água destilada (2,0 mL), TCA (2,0 mL) e TBA (1,0 mL).

PREPARO DAS SOLUÇÕES:

Solução de TCA - 10% de ácido tricloroacético em água destilada. O TCA tem que ser armazenado em vidro âmbar e/ou cobrir o vidro com papel alumínio.

- Solução TBA: 0,02M de ácido tiobarbitúrico. Pode ser armazenado na geladeira por até 7 dias.

Para 72 amostras: 500 mL de TCA 10% (50g de TCA p 500 mL de água) e 250 mL de TBA 0,002M (0,72075g de TBA para 25 mL de água).

ANEXO A – NORMAS PARA SUBMISSÃO À REVISTA PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

Diretrizes para Autores

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras - publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas 2 e linhas numeradas.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.
- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.
- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.
- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.
- O artigo científico deve ter, no máximo, páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.
- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.
- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso apresentar somente o nome binário.
- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.
- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção “e”, “y” ou “and”, no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.
- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor. 27

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.
- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.
- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.
- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.
- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que componham o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus ou no Índice de Assuntos da base SciELO.

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com 8 letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.
- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.
- Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com “Ao, Aos, À ou Às” (pessoas ou instituições).
- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- A palavra Referências deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.

- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. Anais.Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162. 29

- Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). O agronegócio da mamona no Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção).

- Teses 13

HAMADA, E. Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações 22

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados. - A autocitação deve ser evitada. - Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Redação das citações dentro de parênteses

- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.

- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

Redação das citações fora de parênteses

- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.

- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.

- Devem ser auto-explicativas.

- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé

ANEXO B – Normas da Food Research International – Elsevier

Artigo estrutura

Subdivisões - seções numeradas

Divida o seu artigo em seções bem definidas e numeradas. Subseções devem ser numeradas 1,1 (então 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (o resumo não está incluída na numeração de seção). Use esta numeração também para cruzamento de dados interno: não basta referir-se ao "texto". Qualquer subseção pode ser dado um título breve. Cada título deve aparecer em sua própria linha separada.

Referência de estilo do texto:

As citações no texto devem seguir o estilo de referência utilizado pela Associação Americana de Psicologia. Está previsto o Manual de Publicação da American Psychological Association, sexta edição, ISBN 978-1-4338-0561-5, cujas cópias podem ser encomendadas a partir <http://books.apa.org/books.cfm?id=4200067> ou APA Ordem Dept., POB 2710, Hyattsville, MD 20784, EUA ou APA, 3 Henrietta Street, Londres, WC3E 8LU, Reino Unido. Lista: as referências devem ser organizadas em ordem alfabética primeiro e depois ainda ordenados cronologicamente, se necessário. Mais de uma referência do mesmo autor (es), no mesmo ano, devem ser identificados pelas letras 'a', 'b', 'c', etc., colocado após o ano de publicação. Exemplos: A referência a uma publicação revista : Van der Geer, J., Hanraads, JAJ, & Lupton, RA (2010). A arte de escrever um artigo científico. *Jornal de Comunicações Científicas*, 163, 51-59. A referência a um livro: Strunk, W., Jr., & White, EB (2000). *Os elementos de estilo* (. 4 ed) . New York: Longman, (Capítulo 4). Referência a um capítulo em um livro editado: Mettam, GR, e Adams, LB

(2009). Como preparar uma versão eletrônica do seu artigo. Em BS Jones, Smith & RZ (Eds.), *Introdução à era eletrônica* (pp. 281-304). New York: E-Publishing Inc.