



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA TECNOLÓGICA E
AMBIENTAL

TESE DE DOUTORADO

INVESTIGAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE
BIOLÓGICA DA *Bunchosia glandulifera*

Daiane Einhardt Blank

Santo Antônio da Patrulha, RS - Brasil

2018

INVESTIGAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE BIOLÓGICA DA
Bunchosia glandulifera

por

Daiane Einhardt Blank

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química Tecnológica e Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande (RS), como requisito parcial para obtenção do título de DOUTOR EM QUÍMICA.

PPGQTA

Santo Antônio da Patrulha, RS – Brasil

2018

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Escola de Química e Alimentos
Programa de Pós-Graduação em Química
Tecnológica e Ambiental

A Comissão Examinadora abaixo assinada aprova a Tese de Doutorado

INVESTIGAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE BIOLÓGICA DA
Bunchosia glandulifera

elaborada por

Daiane Einhardt Blank

Como requisito parcial para a obtenção do título de
Doutor em Química

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Neusa Fernandes de Moura (Universidade Federal do Rio Grande - RS)
(Orientadora)

Prof.^a Dr.^a Vânia Rodrigues Lima (Universidade Federal do Rio Grande - RS)
(Co-orientadora)

Prof.^a Dr.^a Adriana Flach (Universidade Federal de Roraima - RR)

Prof. Dr. Carlos Roberto Peixoto (Universidade Federal do Rio Grande - RS)

Prof. Dr. Eduardo Miranda Ethur (Universidade do Vale do Taquari - RS)

Santo Antônio da Patrulha, 26 de fevereiro de 2018.

AGRADECIMENTOS

A Prof.^a **Dr.^a Neusa Fernandes de Moura** pela oportunidade, orientação, dedicação, ensinamentos e incentivo.

A Prof.^a **Dr.^a Vania Rodrigues Lima** pela co-orientação.

A Prof.^a **Dr.^a Adriana Flach** pelo acolhimento e presteza nas análises cromatográficas.

A Prof.^a **Dr.^a Jane de Jesus da Silveira Moreira** pela ajuda nas análises cromatográficas.

Ao Prof. **Dr. Gabriel Jorge Sagraera Darelli**, pela contribuição nas análises por RMN.

À **FURG** pela qualidade no ensino e aos **professores do Programa de Pós-Graduação em Química Tecnológica e Ambiental**, os quais contribuíram na minha formação acadêmica.

As colegas do laboratório de pesquisas em produtos naturais (**GPPN**)-**FURG-SAP**, pela ajuda, comprometimento no desenvolvimento do trabalho e pelo convívio durante os congressos e análises.

As colegas do **GIMM** que também fizeram parte desta caminhada.

Aos colegas do Centro Integrado de Análise-**CIA/FURG**.

A secretária do PPGQTA **Rosane** pelo excelente atendimento.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**), pela concessão da bolsa de estudos.

A minha **Família**, pela ajuda e motivação durante essa jornada.

Agradeço à **Deus**, por me guiar, iluminar e me dar tranquilidade para seguir em frente com os meus objetivos e não desanimar com as dificuldades.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS.....	18
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1 <i>Bunchosia glangulifera</i>	19
3.2 Fruta.....	21
3.3 Compostos bioativos	21
3.3.1 Compostos fenólicos.....	22
3.3.2 Carotenoides.....	28
3.3.3 Cafeína.....	30
3.3.4 Vitamina C.....	31
3.4 Atividade antioxidante.....	32
3.5 Nutrientes (minerais) em frutas.....	33
3.6 Composição química e atividades biológicas	33
4 PARTE EXPERIMENTAL	35
4.1 Material vegetal.....	35
4.2 Análise de compostos fenólicos	35
4.2.1 Determinação dos compostos fenólicos totais.....	35
4.2.2 Determinação de flavonoides totais.....	36
4.2.3 Determinação de antocianinas totais.....	36
4.2.4 Identificação de fenólicos.....	37
4.3 Análise de carotenoides.....	37
4.4 Análise de cafeína.....	38
4.5 Análise de vitamina C.....	39
4.6 Análise de ácidos graxos.....	40
4.6.1 Método de extração Bligh-dyer.....	40
4.6.2 Esterificação e transesterificação do óleo extraído	40
4.6.3 Determinação e quantificação do perfil de ácidos graxos	40

4.6.4 Extração e análise direta dos EBC e EBH	41
4.7 Atividade antioxidante.....	42
4.7.1 Atividade antioxidante pelo método DPPH.....	42
4.7.2 Determinação da atividade antioxidante pelo método ABTS.....	43
4.7.3 Avaliação do poder de redução pelo teste FRAP.....	44
4.8 Análises físico-químicas.....	44
4.8.1 Perda por dessecação (umidade).....	44
4.8.2 Proteínas.....	45
4.8.3 Acidez.....	46
4.8.4 Determinação do pH.....	46
4.8.5 Resíduo por incineração.....	46
4.8.6 Lipídios.....	46
4.8.7 Sólidos solúveis totais.....	47
4.8.8 Fibras.....	47
4.8.9 Açúcares redutores.....	47
4.8.10 Açúcares totais.....	48
4.9 Determinação da cor	49
4.10 Determinação de nutrientes minerais.....	49
4.11 Estabilidade de compostos da polpa de <i>Bunchosia glandulifera</i>	50
4.12 Maturação	50
4. 13 Isolamento dos constituintes e determinação da estrutura dos compostos.....	51
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
5.1 Compostos bioativos na polpa e semente da <i>B. glandulifera</i>	52
5.1.1 Compostos bioativos identificados na polpa da <i>B. glandulifera</i> por CLAE.....	55
5.2 Atividade antioxidante.....	59
5.3 Análise cromatográfica dos extratos clorofórmico e hexânico da polpa e semente da <i>Bunchosia glandulifera</i>	61
5.4 Análise cromatográfica dos ácidos graxos da polpa e semente da <i>Bunchosia glandulifera</i>	62
5.5 Análises físico-químicas da <i>B. glandulifera</i>	64
5.6 Determinação de minerais.....	66
5.7 Compostos bioativos e atividade antioxidante e análise físico-química da polpa de <i>B. glandulifera</i> nos estádios de maturação.....	69
5.7.1 Análise de colorimetria	74

5.8 A influência da temperatura e tempo de secagem na composição química e atividade antioxidante da <i>B. glandulifera</i>	75
5.8.1 Cinética de secagem.....	76
5.9 Isolamento de metabolitos secundários da <i>Bunchosia glandulifera</i>	89
5.9.1 Delta – Lactama.....	90
5.9.2 Composto Manitol.....	96
6. CONCLUSÕES.....	99
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árvore pequena da <i>Bunchosia glandulifera</i>	20
Figura 2. Frutos da <i>Bunchosia glandulifera</i>	20
Figura 3. Estrutura do ácido fenólico	23
Figura 4. Estrutura do ácido hidroxicinâmico.....	23
Figura 5. Estrutura básica de flavonoides.....	23
Figura 6. Biossíntese dos flavonoides.....	24
Figura 7. Estrutura da flavona.....	25
Figura 8. Estrutura da antocianina.....	27
Figura 9. Fluxograma dos estágios de biossíntese dos carotenoides.....	30
Figura 10. Cromatograma do extrato A obtido por CLAE.....	55
Figura 11. Cromatograma de ésteres metílicos de ácidos graxos da polpa da <i>B. glandulifera</i>	62
Figura 12. Cromatograma de ésteres metílicos de ácidos graxos da semente da <i>B. glandulifera</i>	62
Figura 13. Fruta em diferentes estádios de maturação.....	69
Figura 14. Curva de secagem para desidratação da polpa de <i>B. glandulifera</i> na temperatura de 45 °C.....	77
Figura 15. Curva de secagem para desidratação da polpa de <i>B. glandulifera</i> na temperatura de 65 °C.....	77
Figura 16. Curva de secagem para desidratação da polpa de <i>B. glandulifera</i> na temperatura de 85 °C.....	78
Figura 17. Variação do Teor de β -caroteno na polpa em função do tempo nas diferentes temperaturas	83
Figura 18. Variação do Teor de licopeno na polpa em função do tempo nas diferentes temperaturas.....	84
Figura 19. Variação do Teor de fenólicos na polpa em função do tempo nas diferentes temperaturas.....	86
Figura 20. Variação da atividade antioxidante na polpa em função do tempo nas diferentes temperaturas.....	88
Figura 21. Espectro de massa da delta-lactama.....	90

Figura 22. Espectro de RMN ^1H da delta-lactama em CDCl_3 a 400 MHz.....	91
Figura 23. Espectro de RMN ^{13}C carbono da delta-lactama em CDCl_3 a 100 MHz.....	91
Figura 24. Espectro de RMN ^{13}C DEPT 135 da delta-lactama em CDCl_3	92
Figura 25. Espectro de RMN COSY ^1H - ^1H da delta-lactama em CDCl_3	94
Figura 26. Espectro de RMN HMBC da delta-lactama em CDCl_3	95
Figura 27. Espectro de RMN HMQC da delta-lactama em CDCl_3	96
Figura 28. Espectro de RMN ^1H do manitol em DMSO-d_6 a 400 MHz.....	97
Figura 29. Espectro de RMN ^{13}C do manitol em DMSO-d_6 a 100 MHz.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coluna cromatográfica do extrato bruto da polpa.....	51
Tabela 2. Compostos bioativos na polpa e semente da <i>B. glandulifera</i>	52
Tabela 3. Compostos identificados na polpa da <i>Bunchosia glandulifera</i> por CLAE.....	56
Tabela 4. Atividade antioxidante da <i>B. glandulifera</i>	59
Tabela 5. Ácidos graxos nos extratos da polpa e semente da <i>B. glandulifera</i>	61
Tabela 6. Composição em ácidos graxos obtida por Bling-Dyer.....	63
Tabela 7. Características físico-químicas da polpa e semente da <i>B.glandulifera</i>	64
Tabela 8. Teor de minerais na polpa e semente da <i>B. glandulifera</i>	67
Tabela 9. Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos.....	68
Tabela 10. Compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa de <i>B. glandulifera</i> nos estádios de maturação.....	70
Tabela 11. Compostos bioativos e atividade antioxidante da semente de <i>B. glandulifera</i> nos estádios de maturação.....	70
Tabela 12. Composição físico-química da polpa de <i>B. glandulifera</i> nos estádios de maturação.....	72
Tabela 13. Composição físico-química da semente de <i>B. glandulifera</i> nos estádios de maturação.....	73
Tabela 14. Parâmetros colorimétricos da polpa de <i>B. glandulifera</i>	74
Tabela 15. Parâmetros colorimétricos da semente <i>B. glandulifera</i>	75
Tabela 16. Parâmetros empíricos e Testes estatísticos para o ajuste do modelo de Page às curvas de secagem.....	79
Tabela 17. Porcentagem de umidade da polpa de <i>B. glandulifera</i>	80
Tabela 18. Teores de β -caroteno da polpa de <i>B. glandulifera</i> , em diferentes tempos de secagem na temperatura de 45 °C, 65 °C e 85 °C.....	81
Tabela 19. Teores de licopeno da polpa de <i>B. glandulifera</i> , em diferentes tempos de secagem na temperatura de 45 °C, 65 °C e 85 °C.....	82
Tabela 20. Teores de compostos fenólicos da polpa de <i>B. glandulifera</i> , em diferentes tempos de secagem na temperatura de 45 °C, 65 °C e 85 °C.....	85
Tabela 21. Atividade antioxidante da polpa de <i>Bunchosia glandulifera</i> , em diferentes tempos de secagem na temperatura de 45 °C, 65 °C e 85 °C.....	87
Tabela 22. Correlação entre atividade antioxidante e os compostos bioativos.....	89

Tabela 23. Deslocamento de RMN ^1H , ^{13}C , COSY, HMBC e HMQC da delta-lactama.....	93
Tabela 24. Deslocamentos de RMN ^1H , ^{13}C do manitol	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

1. a^* , cromaticidade
2. ABTS, método 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin) 6-ácido sulfônico
3. $AlCl_3$, cloreto de alumínio
4. b^* , cromaticidade
5. *B. glandulifera*, *Bunchosia glanduliera*
6. C^* , cromaticidade (saturação da cor)
7. C18, Sílica modificada com hidrocarboneto linear C18, octadecilsilano
8. CCD, cromatografia em camada delgada
9. $CDCl_3$, Clorofórmio deuterado
10. CG-DIC, cromatografia gasosa com detector por ionização de chama
11. CG-EM, cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas
12. CIE, Commission Internationale de L'Eclairage
13. CL, coluna líquida
14. CLAE, cromatografia líquida de alta eficiência
15. COSY, *Correlation Spectroscopy*, deslocamento correlacionado $^1H - ^1H$
16. DAD, detector por Arranjo de Diodos
17. DMSO- d_6 , dimetilsulfóxido deuterado
18. DEPT 135, Distortion-less Enhancement by Polarization Transfer
19. DPPH, 2,2-difenil-1-picril-hidrazila
20. 2-D, duas Dimensões
21. δ , Deslocamentos químicos
22. EBC, extrato bruto clorofórmico
23. EBCP, extrato clorofórmico da polpa (EBCP)
24. EBCS, Extrato clorofórmico da semente
25. EBE, extrato bruto etanólico
26. EBH, extrato bruto hexânico
27. EBHP, extrato hexânico da polpa
28. EBHS, Extrato hexânico da semente
29. FRAP, método de Redução do Ferro
30. h^* , ângulo de cor
31. H_2 , gás hidrogênio

32. HCl, ácido clorídrico
33. H₂SO₄, ácido sulfúrico
34. HMBC, Heteronuclear Multiple Bond Coherence, deslocamento correlacionado ¹H – ¹³C
35. HMQC, *Heteronuclear Multiple Quantum Correlation*, deslocamento correlacionado ¹H – ¹³C
36. IDR, Ingestão diária Recomendada
37. IR, Índice de retenção
38. KOH, hidróxido de potássio
39. kp, constante da taxa de secagem
40. L*, índice de luminosidade
41. MUFAS, Ácidos graxos monoinsaturados
42. NaNO₂, nitrito de sódio
43. NaOH, hidróxido de sódio
44. NaCl, cloreto de sódio
45. NH₄Cl, cloreto de amônia
46. pf, ponto de fusão
47. PIXE, emissão de raio X induzido por partícula
48. PM, Peso Molecular
49. ppm, Parte por milhão
50. PUFAS, ácidos graxos poliinsaturados
51. RMN, ressonância magnética nuclear
52. R², coeficiente de determinação
53. RMN ¹H, Deslocamentos químicos em RMN de Hidrogênio
54. RMN ¹³C, Deslocamentos químicos em RMN de carbono-13
55. RMSE, erro médio quadrático
56. S, Segundos
57. SAF, Ácidos graxos saturados
58. SST, sólidos solúveis totais
59. TMS, tetrametilsilano
60. TR, Tempo de retenção
61. TROLOX, Ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico
62. UV/VIS, ultravioleta visível
63. χ^2 , valores mais baixos do parâmetro de qui-quadrado

RESUMO

Título: INVESTIGAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE BIOLÓGICA DA *Bunchosia glandulifera*

Autor: Daiane Einhardt Blank

Orientador: Prof.^a Dr.^a. Neusa Fernandes de Moura

Bunchosia glandulifera é um fruto conhecido como falso-guaraná, pertencente à família *Malpighiaceae*, espécie exótica, encontrada no município de Santo Antônio da Patrulha, com propriedades estimulantes e nutritivas. O presente estudo visa determinar a composição química e atividade antioxidante da polpa e semente da espécie. Na fruta “in natura” foi observada uma alta concentração de compostos bioativos, entre eles os carotenoides, compostos fenólicos e cafeína, além de vitamina C e minerais. Na polpa foram determinados rutina, vitexina, quercetina, quercetrina, ácido gálico, ácido siríngico e ácido trans-cinâmico. A semente da fruta apresentou alto teor de cafeína, que vem sendo atribuída a função estimulante. Foram isolados por cromatografia em coluna dois compostos pela primeira vez na fruta, no extrato bruto da semente uma delta-lactama e no extrato da polpa o manitol. A análise físico-química revelou maior concentração de açúcares e sólidos totais na polpa e na semente cinza e proteína. Atividade antioxidante da polpa e semente foram avaliados pelo método 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH); método de Redução do Ferro (FRAP) e o método 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin) 6-ácido sulfônico (ABTS) e foi observado que a polpa apresenta a maior atividade antioxidante em todos os métodos utilizados. A *B. glandulifera* também é rica em minerais, segundo a identificação por emissão de raio X induzido por partícula (PIXE), que revelou K, P, Ca e Mg como os minerais mais abundantes. Segundo a análise cromatográfica gasosa foram encontrados na espécie 13 ácidos graxos na polpa e 9 ácidos graxos na semente, o composto majoritário foi o ácido palmítico. A composição química da fruta foi determinada em quatro estágios de maturação, onde foi observado o aumento dos compostos bioativos durante o amadurecimento da *B. glandulifera*. Foi utilizado o modelo matemático de Page para ajustar parâmetros de variação da umidade em relação a tempo e temperatura. O modelo mostrou que a temperatura afeta a cinética de secagem, com curvas que exibem um período de rápido declínio. Altas temperaturas reduzem rapidamente a concentração de compostos bioativos, sendo que nos primeiros 10 minutos a 85 °C perda destes compostos ocorre acima de 40%. O tempo de exposição ao aquecimento influencia a atividade antioxidante, com redução de 40% somente no 100 minutos a 85 °C. Os compostos fenólicos mostraram uma maior correlação com a atividade antioxidante durante a secagem. Este estudo revela que a fruta da *B. glandulifera* é uma excelente fonte de compostos bioativos com potencial antioxidante, de macro e de micro-nutrientes importantes para o consumo humano.

Palavras-chaves: *Bunchosia glandulifera*, fenólicos, carotenoides, antioxidante, minerais, ácidos graxos, cinética de secagem.

ABSTRACT

Title: INVESTIGATION OF CHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF *Bunchosia glandulifera*

Autor: Daiane Einhardt Blank

Orientador: Prof.^a Dr^a. Neusa Fernandes de Moura

Bunchosia glandulifera is a fruit known as false-guarana, belonging to the family *Malpighiaceae*, an exotic species, found in the municipality of Santo Antônio da Patrulha, with stimulating and nutritive properties. The present study aims to determine the chemical composition and antioxidant activity of the pulp and seed of the species. In the fruit "in natura" was observed a high concentration of bioactive compounds, among them carotenoids, phenolic compounds and caffeine, vitamin C and minerals. In the pulp were determined rutin, vitexin, quercetin, gallic acid, sirinic acid and trans-cinnamic acid. The seed of the fruit presented high caffeine content, which has been attributed to the stimulant function. Two compounds were isolated by column chromatography for the first time in the fruit, in the crude extract of the seed a delta-lactam and in the crude extract of the pulp or mannitol. The physicochemical analysis showed higher concentration of sugars and total solids in the pulp and in the seed ashes and protein. Antioxidant activity of pulp and seed were evaluated by the 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazila (DPPH) method; (FRAP) and the 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazolin) 6-sulfonic acid (ABTS) method and it was observed that pulp presents the highest antioxidant activity in all the methods used. *B. glandulifera* is also rich in minerals, according to particle-induced X-ray emission identification (PIXE), which revealed K, P, Ca and Mg as the most abundant minerals. The gas chromatographic analysis 13 fatty acids were found in the pulp and 9 fatty acids in the seed, the major compound was palmitic acid. The chemical composition of the fruit was determined in four stages of maturation, where the increase of the bioactive compounds was observed during the maturation of *B. glandulifera*. The mathematical model of Page was used to adjust parameters of variation of humidity in relation to time and temperature. The model showed that temperature affects drying kinetics, with curves exhibiting a period of rapid decline. High temperatures rapidly reduce the concentration of bioactive compounds, and in the first 10 minutes at 85 °C it was observed loss of these compounds above 40%. The time of exposure to the heating influences the antioxidant activity, with reduction of 40% only in the 100 minutes at 85 °C. The phenolic compounds showed a higher correlation with the antioxidant activity during drying. This study reveals that the fruit of *B. glandulifera* is an excellent source of bioactive compounds with antioxidant potential, macro and micronutrients important for human consumption.

Keywords: *glandulifera bunchosia*, phenolics, carotenoids, antioxidant, minerals, fatty acids, drying kinetics.

1 INTRODUÇÃO

A natureza tem sido fonte de agentes medicinais por milhares de anos e continua sendo uma abundante fonte de novos quimiotipos e fármacos (PIMENTEL *et al.*, 2015). Nos últimos anos, tem aumentado a procura pelos produtos naturais (especialmente os metabólitos secundários das plantas), como alternativa na prevenção ou tratamento de enfermidades (BRASIL, 2016). Aproximadamente 80% da população mundial utilizam as plantas medicinais nas suas práticas de saúde (BANKAR e DOLE, 2015).

As propriedades terapêuticas têm sido relacionadas, à composição química das espécies vegetais, sendo elas compostos fenólicos, carotenoides, entre outras (DEL RÉ e JORGE, 2012). Nesse sentido a natureza pode oferecer o suporte de novas estruturas químicas para elaboração de abordagens combinatórias, tanto química e bioquímica (CRAGG E NEWMAN, 2014).

A diversidade vegetal imensamente rica do Brasil oferece um potencial único e incomparável, com aproximadamente 55 mil espécies catalogadas, sendo que 4 mil espécies vegetais são utilizadas com fins medicinais (ZUCCHI, 2009). Dentre as espécies vegetais destaca-se a *Bunchosia glandulifera* (Jacq) Kunth, pertencente à família *Malpighiaceae*. A espécie *Bunchosia glandulifera* apresenta-se como arbusto, com fruto, uma drupa ovóide ou arredondada que no processo de maturação passa de verde para amarelo, alaranjado, vermelho (LORENZI, 2006; FUENTES *et al.*, 2009; MAMEDE, 2015). A mesma é conhecida como falso-guaraná e caferana, pela população de Santo Antônio da Patrulha (RS), onde há relatos de suas propriedades estimulantes e nutritivas. Seu consumo está associado, pela população local por proporcionar longevidade, vigor e lucidez mental.

Hoje o consumidor busca cada vez mais alimentos saudáveis (TARABELLA e BURCHI, 2012) e as frutas têm sido uma opção por serem fontes naturais de antioxidantes como os compostos fenólicos (JACQUES e ZAMBIAZI, 2011), carotenoides (SAINI *et al.*, 2015) e vitaminas (PHILLIPS *et al.*, 2016). O potencial funcional das frutas também está relacionado a presença de ácidos graxos essenciais, os quais apresentam efeitos em diversos processos fisiológicos na prevenção e tratamento de doenças (ROCKENBACH *et al.*, 2010; IBARGUREN *et al.*, 2014). Além disso, as frutas são importantes fontes de fibras, proteínas, carboidratos, cafeína e minerais essenciais para a dieta humana (NAWIRSKA E KWAŚNIEWSKA, 2005; SCHIMPL *et al.*, 2014; INADA *et al.*, 2015).

A produção de frutas vem crescendo no Brasil ocupando a terceira posição a nível mundial, devido aos fatores climáticos que favorecem o plantio tanto de frutas nativas (OLIVEIRA *et al.*, 2012a; SEAB, 2015) quanto a produção de frutas exóticas (BICAS *et al.*, 2011). Além do consumo de frutas frescas, as frutas desidratadas vem ganhando espaço no mercado (REDDY *et al.*, 2010). Esse aumento do interesse da população pelos produtos naturais como alternativa na prevenção e tratamento de patologias, bem como formulação de novos produtos na indústria de alimentos e farmacêutica, colocam em discussão a composição química e atividades biológicas de *B. glandulifera*. No entanto, existem poucos relatos na literatura sobre esta espécie, evidenciando a necessidade de pesquisas sobre a *B. glandulifera*. Portanto, estudos devem ser realizados a cerca da identificação química desta espécie, além de uma abordagem com relação as potencialidades biológicas.

2 OBJETIVOS

Determinar a composição fitoquímica e nutricional da *Bunchosia glandulifera*.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Obter extratos da polpa e semente da *B. glandulifera*;

Quantificar os fenólicos totais, flavonoides, carotenoides, vitamina C e cafeína;

Identificar os compostos fenólicos presentes na polpa pela técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE);

Identificar a composição química dos extratos clorofórmico e hexânico da polpa e semente por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM);

Realizar as análises físico-químicas da polpa e semente;

Obter óleo fixo da semente e polpa e determinar os ácidos graxos presentes por cromatografia gasosa com detector por ionização de chama (CG-DIC);

Avaliar a atividade antioxidante da polpa e semente pelo método 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH); método de Redução do Ferro (FRAP) e o método 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin) 6-ácido sulfônico (ABTS);

Determinar os minerais presentes na polpa e semente utilizando emissão de raio X induzido por partícula (PIXE);

Avaliar a composição dos bioativos durante os estádios de maturação;

Determinar a estabilidade da polpa de *B. glandulifera* no processo de secagem;

Isolar metabólitos secundários e identificar por ressonância magnética nuclear (RMN).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 *Bunchosia glandulifera*

Bunchosia glandulifera é um arbusto (Figura 1), que apresenta seus frutos com coloração vermelha intensa quando maduros (Figura 2) (LORENZI *et al.*, 2006; GONZÁLEZ GUTIÉRREZ, 2010). *Bunchosia* provém de uma palavra árabe, bunchos que significa café, pela semelhança das suas sementes com as de *Coffea arabica*. Espécies deste gênero as quais os frutos são comestíveis são chamadas Ciruela verde, Ciruela silvestre, Ciruela de la tierra, Ciruela de cansaboca, Ciruela de fraile (JACOBSON, 2011).

A maior parte das espécies de *Bunchosia glandulifera* é nativa do Norte da América do Sul (Venezuela) e Oeste da América do Sul (Colômbia), sendo cultivada no Brasil (Amazônia, Mata Atlântica e Pantanal) (QUATTROCCHI, 2000; MAMEDE, 2015; ANDERSON, 2017). A hierarquia Taxonômica apresenta-se da seguinte maneira: Flora → Angiospermas → *Malpighiaceae* Juss. → *Bunchosia* Rich. ex Juss. → *Bunchosia glandulifera* (Jacq.) Kunth (MAMEDE, 2015). A *Bunchosia* é um gênero botânico pertencente à família *Malpighiaceae*, sendo essa composta por de 75 espécies, sendo muito caracterizada por sua diversidade morfológica e química. As diversas espécies são muito empregadas, além de possuírem diferentes nomenclaturas, sendo as mais conhecidas *Bunchosia acuminata*, *Bunchosia acutifolia*, *Bunchosia angustifolia*, *Bunchosia anômala*, *Bunchosia apiculata*, *Bunchosia argentea*, *Bunchosia armeniaca*, *Bunchosia articulata*, *Bunchosia baitiensis*, *Bunchosia berlinii*, *Bunchosia cauliflora*, *Bunchosia hartwegiana* Benth, *Bunchosia jamaicensis*, *Bunchosia linearifolia*, *Bunchosia mcvaughii*, *Bunchosia nitida*, *Bunchosia praecox*, *Bunchosia tutensis* (CHARLES e ANDERSON, 2010).



Figura 1. Árvore pequena da *B. glandulifera*



Figura 2. Frutos da *B. glandulifera*

3.2 Frutas

O Brasil nestas últimas décadas, no cenário mundial de produção de frutas, ocupa a terceira posição, com sua produção estimada em 41 milhões de toneladas por ano e o setor da fruticultura está entre os que mais geram renda no ramo da agricultura (SEAB, 2015). A demanda por frutas tem aumentado consideravelmente, devido às mudanças econômicas, sociais e comportamentais, e isso se deve ao fato de as frutas trazerem mais benefícios à saúde humana (SHARPS E ROBINSON, 2016). O sistema de produção vem se adequando as novas tecnologias para obtenção de frutas de qualidade (ARAKERI E LAKSHMANA, 2016).

Entre as frutas com maior produção brasileira estão a laranja, banana e abacaxi. Por outro lado, o cultivo e a exportação de pequenas frutas ainda esta em fase de crescimento no país (SEAB, 2015; FACHINELLO *et al.*, 2011).

As pequenas frutas encaixam-se perfeitamente nos cardápios dos consumidores que buscam alimentos diferentes dos tradicionalmente consumidos, com propriedades nutracêuticas (pela presença de compostos bioativos) e mais saudáveis (OBON *et al.*, 2011). O Brasil possui uma grande variedade de frutas, sendo muitas frutas consideradas exóticas com propriedades interessantes para a agroindústria (BICAS *et al.*, 2011; RUFINO *et al.*, 2011).

3.3 Compostos bioativos

Os compostos bioativos são compostos químicos sintetizados pelas plantas a partir de nutrientes, da água e da luz que recebem. Por eles provocarem uma reação e interação biológica com o organismo humano e animal são chamados de compostos bioativos (FERRO E DEGMAR, 2008; YAN *et al.*, 2016). Alguns desses compostos podem ser ou não tóxicos, dependendo da dosagem utilizada (ISMAIL, 2017). Na planta esses compostos bioativos desempenham funções bem específicas, por serem produtos do metabolismo secundário possuem função ligada ao relacionamento da planta com o meio em que vive (PAVARINI *et al.*, 2012).

O metabolismo secundário difere do primário por apresentar produtos finais específicos de determinado grupo de plantas. No metabolismo primário acontece a produção de compostos como a lignina, celulose, proteínas, lipídios, açúcares e outras

substâncias vitais a planta e fornecedoras de energia (MARTIN, 2014). No metabolismo secundário, são produzidos compostos bioativos de baixo peso molecular, que geralmente existem em pequenas concentrações e que se caracterizam pela proteção da planta, situação de estresse, defesa contra predadores naturais, proteção contra radiação (TAIZ E ZEIGER, 2004; DEGENHARDT, 2008).

Os compostos bioativos são restritos a sua distribuição e localização na planta. A produção desses metabólitos ocorre em um determinado tecido, órgão ou célula e em algum estágio de desenvolvimento específico. Além disso, os compostos bioativos podem ser influenciados pela região geográfica, clima, período de coleta, condições de armazenamento e processamento (GOBBO-NETO E LOPES, 2007).

Entre os bioativos presentes nas plantas destacam-se os grupos dos compostos fenólicos, terpenos e alcaloides. Cada um caracterizado por uma rota biossintética específica. Assim como vitaminas que apresentam atividades biológicas e não fazem parte do metabolismo secundário de plantas.

3.3.1 Compostos fenólicos

Estes compostos produzidos pelo metabolismo secundário têm demonstrado efeitos positivos na saúde humana. Sua presença em frutas tem afetado o consumo mundial da mesma, auxiliando na prevenção de doenças (JACQUES E ZAMBIAZI, 2011; RAUDONEA *et al.*, 2017).

Os compostos fenólicos são um dos mais importantes constituintes vegetais, divididos em subclasses, podem ser simples ou complexos e tem característica de possuir pelo menos um anel aromático. Pode ser derivado do ácido benzóico ou do ácido cinâmico, fazendo parte deste grupo flavonoides, ácidos fenólicos entre outros (TAIZ E ZEIGER, 2004; PEREIRA *et al.*, 2009).

Os ácidos fenólicos (Figura 3) são hidroxilados (C6-C1), derivados de ácido benzóico, comuns no estado livre, bem como combinados como ésteres ou glicosídeos como o ácido gálico (PEREIRA *et al.*, 2009). Os ácidos hidroxicinâmicos (Figura 4) (C6-C3), mais comuns que os ácidos hidroxibenzóicos, raramente se encontram na forma livre, mas ocorrem frequentemente sob a forma de ésteres glicosilados (SANDHAR *et al.*, 2011).

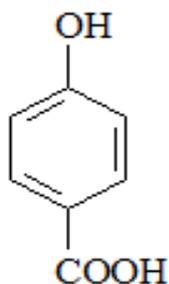


Figura 3. Estrutura do ácido fenólico

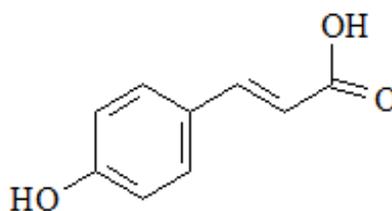


Figura 4. Estrutura do ácido hidroxicinâmico

Os flavonoides constituem uma classe de compostos polifenólicos de ampla distribuição no reino vegetal. Encontrados em plantas principalmente na forma de glicosídeos. Na estrutura química possuem 15 carbonos distribuídos por dois anéis aromáticos (A e B) ligados através de um anel pirano (C) (Figura 5) (PEREIRA *et al.*, 2009; SANDHAR *et al.*, 2011).

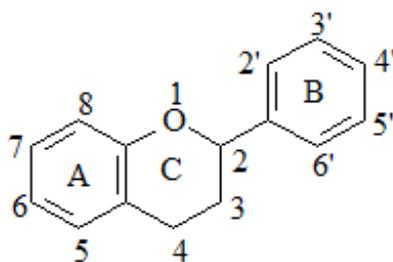


Figura 5. Estrutura básica dos flavonoides

A biossíntese dos flavonoides ocorre por uma série de reações de condensação entre o ácido cinâmico e resíduos malonil, formando a estrutura do tipo C6-C3-C6 (Figura 6) (TAIZ E ZEIGER, 2004; SANDHAR *et al.*, 2011).

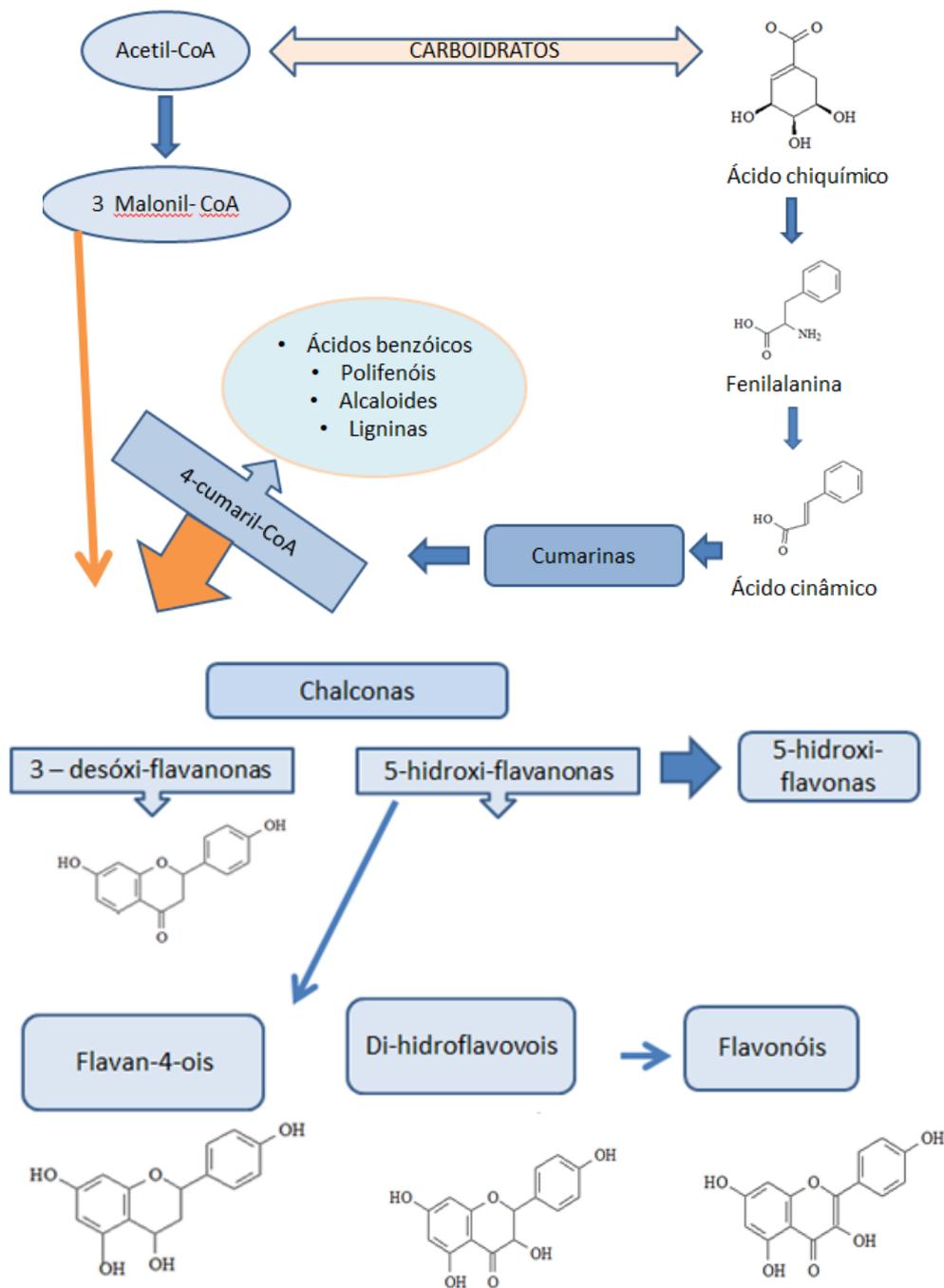


Figura 6. Biossíntese dos flavonoides

Os flavonoides estão divididos em subclasses: flavona, flavonóis, flavanona, isoflavona, antocianidina, flavanonol, chalconas, as quais são formadas a partir das variações no arranjo estrutural e posições dos grupos funcionais (PEREIRA *et al.*, 2009; SISA *et al.*, 2010).

As flavonas (Figura 7) diferem dos flavonóis por não apresentarem hidroxila ligada à posição 3 (PEREIRA *et al.*, 2009). As flavonas mais comuns são luteolina **1** e apigenina **2**.

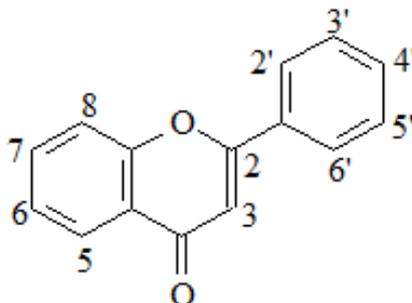
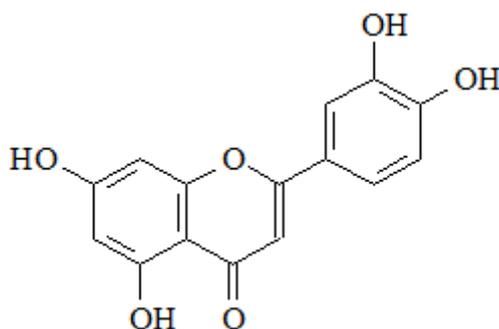
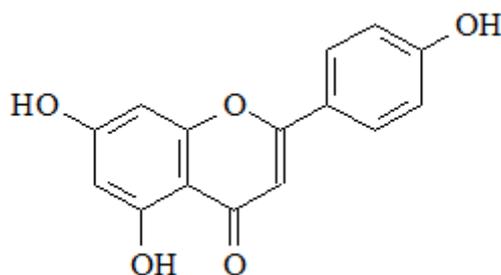


Figura 7. Estrutura básica da flavona



(1)

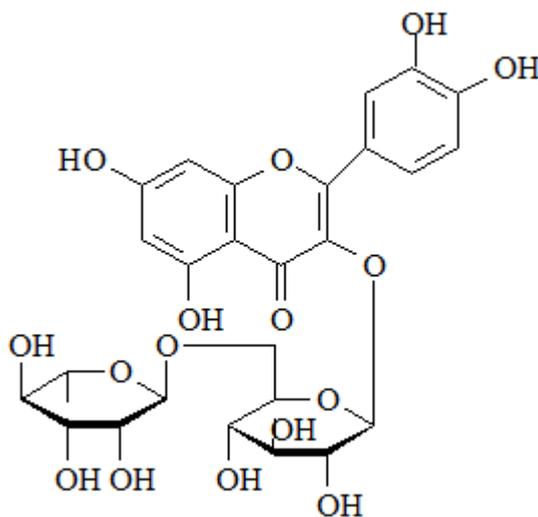


(2)

Os flavonoides tem despertado a atenção dos pesquisadores pelas propriedades farmacológicas, seus benefícios na prevenção e inibição de doenças (SANDHAR *et al.*, 2011). Existem na natureza aproximadamente 9000 diferentes flavonoides já identificados (MARTENS E MITHOFER, 2005). Alguns flavonoides podem ocorrer na forma

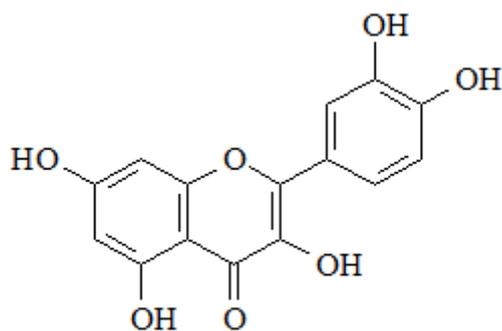
glicosilado ou isentos de glicídios e a estrutura recebendo o nome de aglicoma (SANDHAR *et al.*, 2011).

A rutina **3** (3,3',4',5,7-pentahidroxi flavona-3-rutinosídeo) é um glicosídeo da quercetina **4**, que tem o C₃-OH protegido por uma molécula de carboidrato rutinosídeo e pertence à classe flavona.



(3)

A quercetina **4** (3,3',4',5,7-pentahidroxi flavona) é um flavonol antioxidante amplamente encontrado nos vegetais (SANTOS *et al.*, 2016). A propriedade antioxidante é o reflexo de sua estrutura. A estrutura química da quercetina apresenta uma ligação dupla entre os carbonos 2 e 3, substituintes hidroxilas nos carbonos 3, 5, 7, 3', 4'.e o grupo catecol no anel B. A relação entre a estrutura dos flavonoides e a capacidade antioxidante geralmente está associada com o número e posição de grupos hidroxila no anel B, com a dupla ligação entre os carbonos C2-C3 e com a presença de grupos hidroxila nas posições C3 e C5 (WOLFE; LIU, 2008).



(4)

Na classe dos flavonoides, também podem ser encontrado as antocianinas (Figura 8) (JACQUES E ZAMBIAZI, 2011; SANDHAR *et al.*, 2011). A estrutura química (C6-C3-C6) dois anéis benzênicos unidos por um anel heterocíclico, cuja estrutura fundamental é o cátion flavílico (GLOVER E MARTIN, 2012). Na diversidade de antocianinas existente, o que diferenciam são o número de hidroxilas e substituintes ligados à sua estrutura e a posição dessas ligações (SANDHAR *et al.*, 2011).

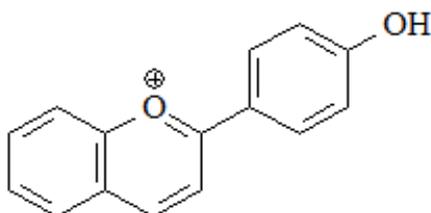
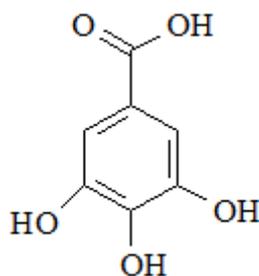


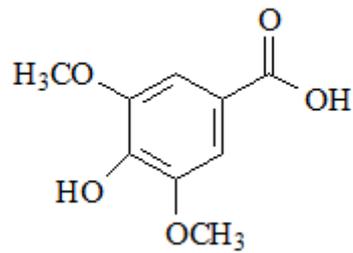
Figura 8. Estrutura básica da Antocianina

Com relação a presença de ácidos fenólicos nos vegetais, o ácido gálico **5** é um dos principais compostos presentes (PEREIRA *et al.*, 2009). Dentre as propriedades biológicas, o ácido gálico **5** vem apresentando atividade antioxidante (ASNAASHARI *et al.*, 2014).



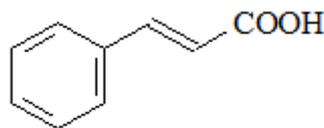
(5)

Outro ácido fenólico encontrado nos vegetais é o ácido siríngico **6** (ácido 4-hidroxi-3,5-dimetoxibenzoico) derivado do ácido benzóico com estrutura comum C6-C1 (GIADA, 2013).



(6)

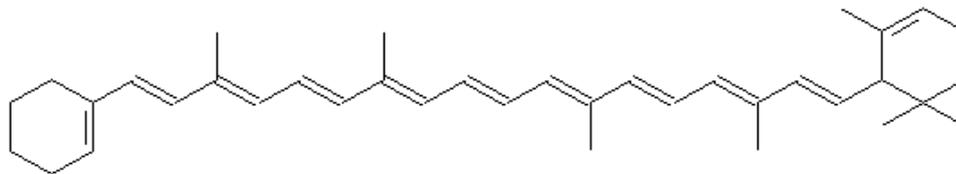
O ácido cinâmico **7** (ácido 3-fenil-2-propenóico) também está presente na maioria dos vegetais e frutas, podendo ser encontrado como ácido trans-cinâmico ((E)-3-fenil-2-propenóico) (PEREIRA *et al.*, 2009).



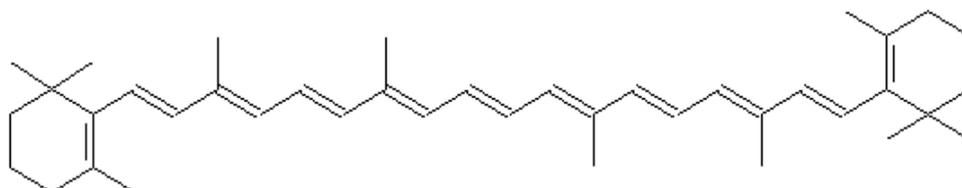
(7)

3.3.2 Carotenoides

Os carotenoides são compostos bioativos, pertencente ao grupo dos terpenos e responsáveis pela coloração de frutas e vegetais, podendo ser amarelo, laranja ou vermelho (NISAR *et al.*, 2015; SCHWEIGGERT *et al.*, 2016). São compostos lipossolúveis encontrados em maior quantidade nas cascas e polpas dos vegetais (ZHANG *et al.*, 2016). A estrutura química geralmente tetraterpenoide de 40 carbonos, constituído de cadeia carbônica conjugada. A propriedade antioxidante é devido a estrutura química que fornece hidrogênio e/ou elétrons aos radicais livres, inibindo sua ação, transformando-se num composto estabilizado (FIEDOR E BURDA, 2014; RIZK *et al.*, 2014). De acordo com a estrutura química eles podem ser α -caroteno **8**, β -caroteno **9**, licopeno **10** e a zeaxantina **11**. O α -caroteno e β -caroteno são precursores de retinol e vitamina A, derivado que também apresenta atividade antioxidante (NISAR *et al.*, 2015).

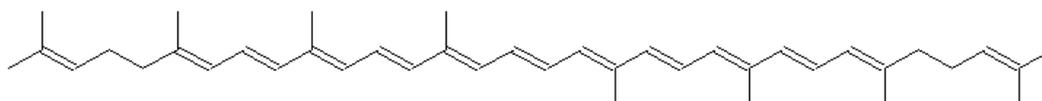


(8)

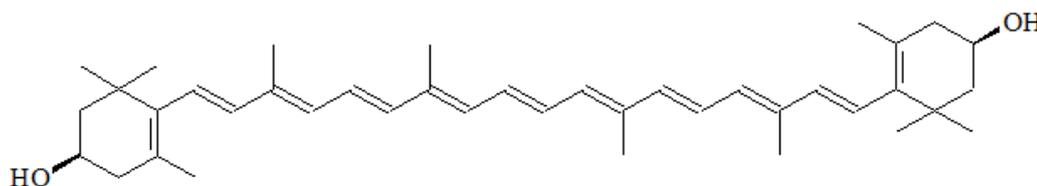


(9)

O licopeno **10** é um carotenoide, com estrutura acíclica, contendo 11 ligações duplas conjugadas e 2 ligações não conjugadas. Pigmento natural lipossolúvel de frutas e legumes, sendo o carotenoide com maior capacidade de sequestrar radicais (VITALE *et al.*, 2010).



(10)



(11)

A biossíntese destes compostos ocorre via ácido mevalônico com formação de isopreno ativo, terpenos de menor cadeia até os carotenoides (Figura 9).

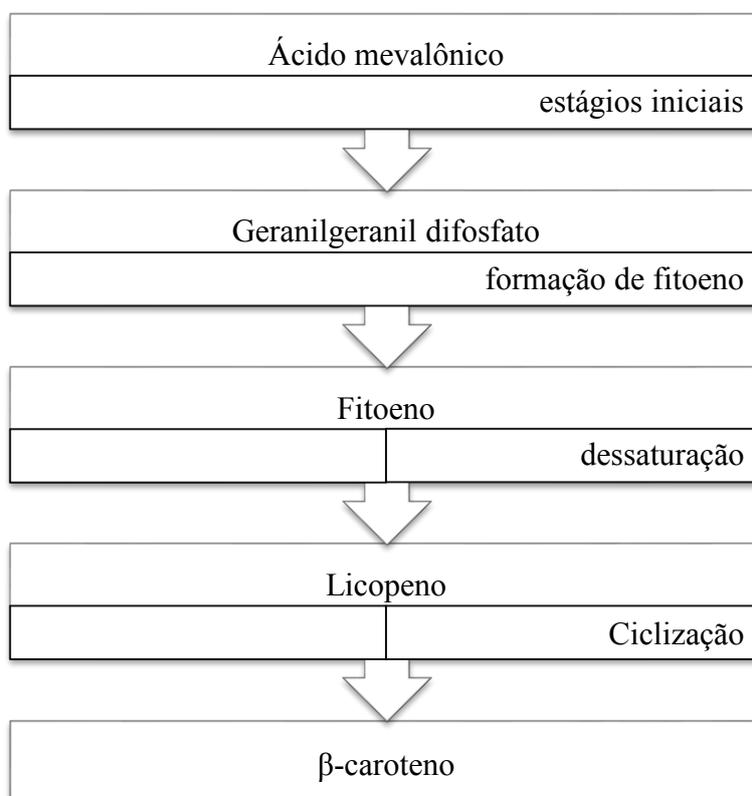


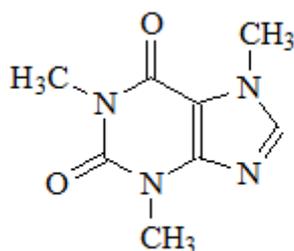
Figura 9. Fluxograma dos estágios de biossíntese dos carotenoides

3.3.3 Cafeína

As metilxantinas são derivadas do nucleotídeo purina e conhecidos como alcalóides purínicos. As metilxantinas mais conhecidas são cafeína, teofilina e teobromina (PATAY *et al.*, 2016), Sendo a cafeína **12** (1,3,7 trimetilxantina) a substância mais encontrada nos vegetais, tais como, semente de café, no chá verde (*Camilla sinensis*), guaraná (*Paullinia cupana*), erva-mate (*Ilex paraguayensis*) (MEINHART *et al.*, 2010; MAZUR, 2012; PATAY *et al.*, 2016). Além da cafeína, tem sido relatada na literatura, a teobromina (3,7 dimetilxantina) e a teofilina (1,3 dimetilxantina) em pequenas quantidades (PATAY *et al.*, 2016).

Essas substâncias são psicoativas e estimulam o sistema nervoso central, contrariando a sensação de fadiga, além de afetar o sono, o estado de alerta, o humor e o desempenho (HO e CHUNG, 2013).

A ação das metilxantinas no sistema nervoso central parece estar relacionada com a interação antagonista de receptores adenosina, atuando na redução da incidência de doenças neurodegenerativas, como o mal de Parkinson e de Alzheimer (FRANCO *et al.*, 2013; CAZARIM e UETA, 2014).

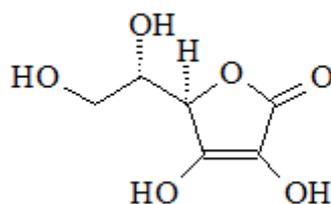


(12)

3.3.4 Vitamina C

O ácido ascórbico (Vitamina C), nomenclatura definida pela IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), é uma vitamina hidrossolúvel amplamente encontrada em frutas (PHILLIPS *et al.*, 2010; CARDOSO *et al.*, 2011). Essa vitamina desempenha importantes funções para a nutrição humana e apresenta atividade antioxidante (OLIVEIRA *et al.*, 2012b; TARRAGO-TRANI *et al.*, 2012).

Nas plantas a vitamina C além do potencial antioxidante, atua no crescimento, divisão celular (DANTAS *et al.*, 2012). Apresenta uma estrutura com seis carbonos e pode ser encontrado naturalmente em frutas na forma isomérica ácido ascórbico **13** (2,3-enediol-l-ácido glicônico-γlactona) (SPINOLA *et al.*, 2013; RUTZ *et al.*, 2014).



(13)

A vitamina C pode ser encontrada na acerola, fruta pertencente a família *Malpighiaceae* (ARAÚJO *et al.*, 2007). O teor desta vitamina nas frutas pode variar significativamente conforme as espécies, condições de plantio, frequência de irrigação, utilização de defensivos agrícolas, estágio de maturação, manuseio pós-colheita e condições de estocagem e processamento, presença de oxigênio, calor e luz (TARRAGO-TRANI *et al.*, 2012; SPINOLA *et al.*, 2013).

A estabilidade do ácido ascórbico aumenta em baixas temperaturas e a sua perda ocorre com facilidade durante o aquecimento dos alimentos (MORAES *et al.*, 2010; CUNHA *et al.*, 2014). Assim, o conteúdo e a estabilidade do ácido ascórbico nas frutas podem ser utilizados como indicativo da qualidade nutricional e do estado de conservação desses alimentos (VALENTE *et al.*, 2011; CUNHA *et al.*, 2014). A recomendação de ingestão diária dessa vitamina é de 45 mg para adultos. (ANVISA, 2005).

3.4 Atividade antioxidante

A busca por compostos bioativos com potencial antioxidante torna-se cada vez mais crescente, devido a suas contribuições na manutenção da saúde humana (RAUDONEA *et al.*, 2017). As frutas têm despertado o interesse de muitos pesquisadores por apresentarem tais compostos com ação antioxidante em suas composições (BRAMORSKI *et al.*, 2011; GORGON *et al.*, 2012). Segundo relatos da literatura, a acerola espécie pertencente a família *Malpighiaceae* tem apresentado atividade antioxidante (SAMPAIO, 2015; RUFINO *et al.*, 2010). Barreto e colaboradores (2009), analisaram polpas de frutos e verificaram que a atividade antioxidante encontrada mostrou alta correlação com teor de compostos fenólicos. Compostos fenólicos presentes nas espécies vegetais têm sido responsáveis pela atividade antioxidante, dentre eles quercetina **4**, quercitrina, rutina **3**, ácido cinâmico **7**, ácido gálico **5** (GIADA, 2013; KIM *et al.*, 2013;

ASNAASHARI *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2016). A vitamina C **11** também tem sido relatada com potencial antioxidante (RUFINO *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2012b).

A potencialidade antioxidante das frutas também pode estar relacionada com o sinergismo de uma ampla variedade de compostos bioativos tais como as vitaminas C, ácidos fenólicos, flavonoides e carotenoides (PÉREZ-JIMÉNEZ *et al.*, 2008).

3.5 Nutrientes (minerais) em frutas

As frutas tem sido uma fonte valiosa de minerais para a dieta humana, promovendo benefícios à saúde na prevenção de doenças (ALZHRANI *et al.*, 2016; ADEOSUN *et al.*, 2016). Os minerais desempenham papéis fundamentais para o bom funcionamento do organismo, como por exemplo, a constituição estrutural de tecidos corporais, como constituintes de moléculas essenciais, participação nos processos imunológicos e na regulação das atividades enzimáticas, entre outras (AGARWAL *et al.*, 2011; PRASAD, 2012). Os nutrientes (minerais) são classificados em dois grupos conhecidos como macrominerais e microminerais (ALMEIDA *et al.*, 2009). Os macrominerais são necessários em quantidade superior a 100 mg/dia, a exemplo do cálcio, fósforo, magnésio, sódio, potássio e enxofre. Já os microminerais são necessários em quantidade menores como o ferro, zinco, cobre, selênio, cromo, iodo e molibdênio (GALLAGER, 2008).

A organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o consumo mínimo de 400 gramas de frutas e hortaliças por dia (BRASIL, 2015). Informações com relação a frequência do consumo de frutas pela população é importante para direcionar estratégias incentivando o consumo das mesmas (JAIME *et al.*, 2009).

3.6 Composição química e atividades biológicas

Com relação a composição química e atividades biológicas de espécies do gênero *Bunchosia*, existem poucos relatos na literatura. Segundo QUEIROZ e colaboradores (2015), na composição química da *Bunchosia armeniaca* tem sido encontrado rutina, afzelina e isoquercitrina. Na composição química de espécies da família *Malpighiaceae*, foi encontrado na casca do caule e na folha da *Byrsonima verbascifolia* fruta conhecida

como murici a presença de ácidos fenólicos e flavonoides (GUILHON-SIMPLICIO, 2011; CECÍLIO *et al.*, 2012). Já na polpa do fruto *Byrsonima verbascifolia* foi relatada a presença de β -caroteno, ácido ascórbico, α -tocoferol (HAMACEK *et al.*, 2014). Na *Byrsonima ligustrifolia*, conhecido como Murici vermelho foram identificados compostos fenólicos, dentre eles, ácido gálico, ácido cafeico, quercetina, ácido p-cumarico (SAMPAIO, 2015).

No estudo com *Bunchosia armeniaca* foi relatado atividade frente ao microorganismo *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* *Pseudomonas aeruginosae* atividade antiinflamatória (QUEIROZ *et al.*, 2015). O potencial antimicrobiano também foi encontrado com outras espécies da família *Malpighiaceae* utilizando a *Byrsonima* (GUILHON-SIMPLICIO, 2011). Na pesquisa com *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) foi relatada antibacteriana frente a *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Pseudomonas aeruginosa* (ALVES *et al.*, 2000). Além disso, espécies da família *Malpighiaceae* apresentam atividade antidiarréica, antiasmática, antiinflamatória, antifúngica e antioxidante (AGRA *et al.*, 2008; MICHELIN *et al.*, 2008; GUILHON-SIMPLICIO, 2011). A capacidade antioxidante de *Byrsonima ligustrifolia*, conhecido como Murici vermelho tem sido relacionada com a composição química, devido a presença de ácidos fenólicos e flavonoides (SAMPAIO, 2015). A *Byrsonima crassifolia* conhecido como murici-da-praia ou murici-do-brejo tem apresentado capacidade antioxidante (ALMEIDA *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2012). Segundo RUFINO e colaboradores (2010), os extratos aquosos da polpa e casca de *Byrsonima dealbata* apresentam pontencialidade antioxidante.

4 PARTE EXPERIMENTAL

4.1 Material vegetal

A obtenção dos frutos foi através de cultivos realizados em pomares na cidade de Santo Antônio da Patrulha. As coletas foram realizadas em fevereiro de 2014, 2015 e 2016, após a coleta foram realizadas as segregações da polpa e sementes, sendo armazenadas no freezer (- 18 °C) para as posteriores extrações e análises. A identificação botânica foi realizada pelo Dr. João André Jarenkow na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, sendo incorporadas no herbário a excicata com número de registro 167276 ICN.

4.2 Análise de compostos fenólicos

Os extratos obtidos para análise de fenólicos foi realizado segundo o método de KIM e colaboradores (2003). Para extração foi pesado 1 g de polpa ou semente e adicionado metanol, etanol e acetona nas proporções de 45%, 45% e 10% respectivamente, em agitação por 20 minutos. Este procedimento foi repetido até a amostra ficar esbranquiçada. Após, o extrato foi evaporado no evaporador rotatório a 40 °C. Em seguida os extratos foram acondicionados em balões volumétricos de 100 mL para posterior análise e codificado como Extrato AP (extrato da polpa) e AS (extrato da semente). As antocianinas não seguiram a mesma metodologia de extração.

4.2.1 Determinação dos compostos fenólicos totais

A determinação do teor de fenólicos totais foi realizada de acordo com o método 9110 da AOAC (1980), o qual utiliza o reagente de Folin-Denis. A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada através de uma curva de calibração de ácido gálico, sendo os valores expressos em mg equivalentes de ácido gálico (GAE)/g de amostra. Para este teste foram preparadas as seguintes soluções: solução de Folin-Denis, solução saturada de carbonato de sódio, solução padrão de ácido gálico e o branco. Foram adicionados 1 mL do extrato AP e AS previamente preparado, com 5 mL de reagente

Folin-Denis e 10 mL de solução saturada de carbonato de sódio. Após 30 minutos no escuro e à temperatura ambiente, as absorbâncias foram lidas no espectrofotômetro a 760 nm previamente zerado com o branco. As análises foram realizadas em triplicata.

4.2.2 Determinação de flavonoides totais

A determinação de flavonoides foi feita de acordo com metodologia descrita por DEWANTO e colaboradores (2002). Para preparação da curva de calibração foi utilizado catecol como padrão nas concentrações: 0,002, 0,004, 0,006, 0,008, 0,01 e 0,02 mg/mL em solução contendo, nitrito de sódio (NaNO_2) 5% (m/V), cloreto de alumínio de (AlCl_3) 10% (m/v) e hidróxido de sódio (NaOH) 1 M padronizado.

A leitura da absorbância foi realizada a 510 nm em espectrofotômetro de UV visível. Para análises das amostras foi transferido 1 mL do extrato AP e AS previamente preparado segundo método de KIM e colaboradores (2003), para um balão 10 mL contendo 4mL de água destilada. No tempo zero foi adicionado 0,3 mL de nitrito de sódio (NaNO_2) 5% (m/V), e após 5 minutos, foi adicionado 0,3 mL de cloreto de alumínio de (AlCl_3) 10% (m/v). No tempo 6 min, foi adicionado 2 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 1 M padronizado e completado com água destilada e a solução agitada com auxílio de ultrassom por 30 minutos. Foi preparado o branco (análise sem a alíquota da amostra) para o controle negativo. Os resultados foram expressos em mg de catecol g^{-1} da fruta com a utilização da equação da reta obtida com a curva padrão de catecol. Os testes foram feitos com três repetições.

4.2.3 Determinação de antocianinas totais

Para quantificação das antocianinas totais foram pesadas 2 g de polpa, em seguida, adicionou-se 10 mL da solução extratora etanol 95 % - HCl 1,5 N na proporção 85:15. As amostras foram homogeneizadas por 5 minutos. Logo após, transferiu-se o conteúdo para um balão volumétrico de 50 mL, aferindo com a própria solução extratora sem filtrar, e depois foram acondicionados em frascos de vidro envolto em papel alumínio, deixando-se descansar, por uma noite em geladeira. Filtrou-se o material para becker de 50 mL sempre envolto com papel alumínio. As leituras foram realizadas no espectrofotômetro a 535 nm e

os resultados expressos em mg/100 g de amostra conforme a metodologia proposta por FULEKI E FRANCIS (1968).

4.2.4 Identificação de fenólicos

O extrato AP foi analisado em cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) na Universidade Federal de Sergipe (UFS) para determinação de compostos fenólicos, utilizando o cromatógrafo líquido Ultimate 3000, termo scientific, equipado com detector UV-VIS DAD (detector por Arranjo de Diodos), software para controle e aquisição de dados Chromeleon, para as separações foram utilizadas a coluna de fase reversa Acclaim® 120, C18 5 mm 120 A (4,6 mm x 250 mm). A coluna foi mantida a 40 °C durante toda a análise e a detecção foi realizada em três comprimentos de onda (280, 300 e 320 nm). O volume de injeção das amostras foi de 10 mL. A fase móvel (A) foi composta de água acidificada com ácido fosfórico 1% e metanol fase (B). A eluição dos compostos fenólicos foi realizada através de gradiente entre as duas fases móveis : 0-15 % B em 2 min, 15-25 % B em 5 min, 25-30 % B em 10 min, 30-35 % B em 15 min, 35-50 % B em 25 min, 50-60 % B em 30 min, 60-80 % B em 35 min, 80-100 % B em 45 min e 100-5 % B em 60 min. Os compostos fenólicos foram identificados comparando seus tempos de retenção com os de padrões puros adquiridos da Sigma-Aldrich $\geq 98\%$ de pureza, as curvas de calibração foram obtidas a partir de injeções em triplicata de soluções-padrão em seis concentrações diferentes e coeficiente de correlação superior a 0,9.

4.3 Análise de carotenoides

A determinação dos teores de carotenoides foi realizada segundo RODRIGUEZ-AMAYA (2004). Foram colocadas 0,5 g de polpa da *Bunchosia glandulifera*, no almofariz de vidro junto com 0,075 g de celite para formação de uma pasta, em seguida foram adicionados 0,5 mL de acetona, após a decantação foi retirado o sobrenadante e realizada a filtração, na parte decantada foi adicionada mais acetona até a mesma ficar esbranquiçada. Os filtrados foram colocados num funil de separação junto com 2,0 mL de éter de petróleo, após foi acrescentado 100 mL de água destilada pelas paredes do balão, evitando a formação de emulsão. Foi observado formação de duas fases, (éter de petróleo + carotenoides) e (água e acetona).

A parte aquosa foi descartada, adicionando água, esse procedimento foi repetido por 4 vezes até remoção da acetona. Em seguida, a fase éter de petróleo + carotenoides foi filtrada, adicionando um pouco de sulfato de sódio anidro para remoção de água.

O filtrado foi transferido para o balão volumétrico de 10 mL âmbar, completando o volume com éter de petróleo. A leitura foi realizada no espectrofotômetro em 450 nm para o β - caroteno e o licopeno em 470 nm.

O resultado obtido foi dado pelo cálculo (1). Onde A= absorvância; volume = volume total do extrato; coeficiente de absorção do β -caroteno em éter de petróleo (2592). Para determinação de licopeno, o coeficiente de absorção do licopeno em éter de petróleo (3450) e absorvância em 470 nm. O resultado foi expresso em ($\mu\text{g/g}$).

$$\text{Teor de carotenoide } (\mu\text{g/g}) = \frac{A \times \text{Volume (mL)} \times 10^4}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \times \text{peso da amostra (g)}} \quad (1)$$

4.4 Análise de cafeína

A determinação de cafeína (trimetilxantina) foi realizada empregando-se a metodologia do ADOLF LUTZ (1985). Primeiramente foram pesados 0,5 g de polpa e semente separadamente e adicionado 4 mL de ácido sulfúrico, logo as amostras foram submetidas ao banho-maria por 15 minutos, agitando ocasionalmente. Adicionando, com cuidado, 50 mL de água quente e aquecendo em banho-maria por mais 15 minutos. Após foi realizada a filtração a quente no funil de separação através de papel de filtro umedecido com água. Foi realizada a lavagem do béquer e do filtro com 3 porções de 10 mL de água quente acidulada com o ácido sulfúrico. Foi colocado o filtrado e as águas de lavagem no funil de separação. Após o filtrado esfriar, foi adicionado 30 mL de clorofórmio, agitando por dois minutos. Foi observado a separação das camadas. Foi decantado a camada do clorofórmio (inferior) através de papel de filtro umedecido com clorofórmio, para um balão de fundo chato de 300 mL.

A extração foi repetida com mais três porções de 30 mL de clorofórmio. Evaporou-se o extrato de clorofórmio obtido, em evaporador rotatório. O resíduo foi dissolvido com água quente, filtrando para um balão volumétrico de 1000 mL. Deixou-se esfriar. Completando o volume com água e homogeneizando. A leitura foi realizada a 274 nm, em espectrofotômetro. Foi determinado a quantidade de cafeína correspondente, usando curva-

padrão previamente estabelecida. Para preparação da curva-padrão, a cafeína foi seca em estufa a 105 °C durante uma hora e resfriada em dessecador. Foi preparado uma solução-estoque de cafeína com 10 mg/100 mL de água. Com auxílio de bureta de 10 mL, foi transferido alíquotas de 2, 3, 5, 7, 8, 10 e 15 mL para balões volumétricos de 100 mL. Completando o volume com água e homogeneizando. A leitura foi realizada a 274 nm, usando um branco de água para calibração do espectrofotômetro. Com os valores obtidos, foi construído a curva-padrão por regressão linear dos valores de absorbância obtidos (eixo y) e das concentrações de cafeína (eixo x) expressa em mg/100 mL. Utilizou-se nos cálculos os valores dos coeficientes linear e angular da reta (absortividade considerando o caminho óptico da cubeta de 1 cm). A = absorbância da amostra; b = coeficiente linear da reta obtida na curva-padrão; a = absortividade (coeficiente angular da reta obtida na curva-padrão); V = volume em mL da diluição do resíduo de cafeína; P = massa da amostra em g. Os resultados foram expressos em mg/100 g de amostra, conforme o cálculo (2).

$$\text{Cafeína (mg/100 g de amostra)} = \frac{(A-b) \times V}{a \times P \times 1000} \quad (2)$$

4.5 Análise de vitamina C

Para a determinação da vitamina C foi utilizada a metodologia descrita pela AOAC (1997). Foram pesadas 2 g de polpa ou semente, homogeneizadas, com 50 mL de solução de ácido oxálico a 2%, em temperatura ambiente, por dois minutos. Em seguida a solução foi filtrada. Após filtragem foi determinada a quantidade de vitamina C, por meio de titulação oxidativa com 2,6 diclorofenolindofenol a 0,01% até a obtenção de coloração rósea. A análise foi realizada em triplicata. Onde: AA = Teor de ácido ascórbico em mg/100g; n' = Volume de 2,6-diclorofenolindofenol sódio em mL gastos na titulação da amostra; n = Volume de 2,6-diclorofenolindofenol sódio em mL gastos na padronização; P = Massa da amostra em grama ou volume de amostra usado na titulação. O resultado foi expresso em mg de ácido ascórbico por 100 g da amostra, pelo cálculo (3):

$$\text{mg de ácido ascórbico/100 g da amostra} = \frac{100 \times n'}{n/5 \times P} \quad (3)$$

4.6 Análise de ácidos graxos

4.6.1 Método de extração

A extração foi realizada pelo método de Bligh-Dyer, 1 g de polpa ou semente foi homogeneizada com 40 mL de metanol e 20 mL clorofórmio formando apenas uma fase. Após mais 20 mL de clorofórmio foi adicionado, a mistura foi filtrada e colocada num funil de separação com solução aquosa de KCl estabelecendo-se assim duas fases. Os lipídios ficaram na fase do clorofórmio, ou seja, na parte inferior.

4.6.2 Esterificação e transesterificação do óleo extraído

Uma alíquota de 50 mg de cada amostra de óleo foi transferida para um balão de 25 mL de duas bocas, o balão foi levado a aquecimento em água à temperatura de 70 °C, sob vigorosa agitação. Foi adaptado o balão em um condensador e transferido 4 mL de hidróxido de potássio (KOH) 0,5 mol/L em metanol anidro para saponificação. O meio reacional permaneceu sob agitação constante por 5 minutos. Foi esfriado o meio e adicionado 5 mL de uma solução contendo 20 g de cloreto de amônia (NH₄Cl) em 100 mL de metanol anidro e 30 mL de ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄) para esterificação. O balão foi submetido novamente ao aquecimento sob agitação por mais 5 minutos. O produto reacional foi transferido para um tubo de ensaio, em seguida foi adicionado 4 mL de solução saturada de cloreto de sódio (NaCl) e 5 mL de éter de petróleo, posteriormente foi agitado vigorosamente com o auxílio de um agitador Vórtex. O tubo permaneceu em repouso até a separação completa das fases, a fase contendo os ésteres metílicos de ácidos graxos.

4.6.3 Determinação e quantificação do perfil de ácidos graxos

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (CG-DIC) na Universidade Federal de Roraima. Para o método de determinação do perfil em ácidos graxos, o cromatógrafo (Schimadzu, modelo 2010) foi equipado com uma coluna capilar Omegawax 250 (30m x 0,25mm x 0,25µm)

conectada em um injetor de modo split/splitless. O gás de arraste utilizado foi o gás hidrogênio (H₂) com velocidade linear de 30 cm/sec. A temperatura da coluna foi programada inicialmente a 50 °C, permanecendo por 2 minutos, em seguida, a temperatura foi elevada a 220 °C numa razão de 4 °C/min, onde permaneceu por mais 35 minutos. A temperatura do injetor foi de 250 °C e do detector de 260 °C. O volume de injeção de 1 µL. A identificação dos picos foi realizada por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (37 FAMES) da Supelco.

4.6.4 Extração e análise direta dos EBC e EBH

Pela técnica de maceração, foram realizadas três extrações, pesando separadamente 250 g de polpa e semente, adicionando 500 mL de diferentes solventes, etanol ou clorofórmio ou hexano. Após 7 dias o solvente foi evaporado no evaporador rotatório, e obtido assim o extrato bruto etanólico (EBE), extrato bruto clorofórmico (EBC) e extrato bruto hexânico (EBH), que foram acondicionados em freezer por 48 horas para posterior liofilização.

Foram realizadas análise dos extratos EBC e EBH da polpa e semente em cromatografia a gás acoplada a espectrometria de massas no cromatógrafo a gás da Shimadzu (modelo GC 2010), acoplado a um detector de massas modelo (GCMS-QP 2110 Plus) operado a 70 eV, em colunas capilares de sílica fundida Rtx-5 com 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura de filme. Como gás de arraste foi utilizado o hélio com fluxo de 1 mL por minuto. As análises foram realizadas nas seguintes condições: temperatura inicial do forno de 60 °C com aumento gradativo de 3 °C por minuto até atingir 310 °C. O volume de injeção de 1 µL. A análise dos espectros de massas, comparação dos espectros de massas com espectros da biblioteca Wiley e cálculo do índice de retenção permitiram identificar a composição química em ácidos graxos dos extratos EBC e EBH na Universidade Federal de Roraima (UFRR).

4.7 Atividade antioxidante

4.7.1 Atividade antioxidante pelo método DPPH

A atividade antioxidante total foi determinada através do método por sequestro de radicais livres com o radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH•), desenvolvido por BRAND-WILLIAMS e colaboradores (1995), com modificações por MENSOR e colaboradores (2001). Em tubos de ensaio, foram colocadas as amostras de extrato da polpa ou semente preparados pelo método de KIM e colaboradores (2003), (o mesmo extrato utilizado na análise dos compostos fenólicos) para reagir durante 30 min, ao abrigo da luz com 1 mL de solução padrão metanólica de DPPH de maneira que a concentração final ficasse em 500 µg/mL e o volume total de 3,5 mL completado com metanol. O branco foi preparado substituindo-se o DPPH por metanol na mistura reacional. O controle negativo foi preparado a partir da adição de 1 mL de DPPH em 2,5 mL de metanol. Todas as análises foram feitas em triplicata. A medida da absorvância foi realizada no comprimento de onda de 517 nm em espectrofotômetro UV-VIS. Os resultados foram expressos em valores de % atividade antioxidante em 500 µg/mL, conforme o cálculo (4).

$$\% \text{ Atividade antioxidante} = 100 - \frac{\text{Absorvância da amostra} - \text{Absorvância do branco}}{\text{Absorvância do controle}} \times 100 \quad (4)$$

4.7.2 Determinação da atividade antioxidante pelo método ABTS

A capacidade antioxidante dos extratos frente ao radical ABTS foi realizada de acordo com SÁNCHEZ-GONZÁLES e colaboradores (2005). A solução ABTS foi preparada em meio aquoso. O cátion ABTS foi produzido reagindo 7 mM da solução estoque ABTS com 2,45 mM de persulfato de potássio. A partir do extrato obtido pelo método de KIM e colaboradores (2003), foram preparados três diluições diferentes e após

foi transferido 30 µL de cada diluição da amostra com 3 mL do radical ABTS·+, homogeneizando e após 6 minutos foi realizada a leitura no espectrofotômetro a 734 nm, utilizando o álcool etílico como branco. Para elaboração da curva-padrão do Trolox, foi transferido 30 µL de cada solução de trolox (100, 500, 1000, 1.500 e 2000 µM) para os tubos de ensaio, misturado com 3 mL da solução radical ABTS.

A partir das absorbâncias obtidas das diferentes diluições dos extratos, foi plotado o gráfico da absorbância no eixo Y e a diluição (mg/L) no eixo X. Em seguida, foi determinada a equação da reta. A partir da equação obtida pela curva padrão, obtém-se o valor de absorbância referente a 1000 µM de Trolox. Esse valor foi utilizado na equação obtida da curva da amostra com o objetivo de determinar qual diluição de amostra (mg/L) corresponde a 1000 µM de Trolox. O resultado foi expresso em µM Trolox/g de extrato, conforme o cálculo (5) (RUFINO *et al.*, 2007).

$$\text{Atividade antioxidante} = \frac{1000}{x/1000} \quad (5)$$

Onde,

AA= atividade antioxidante em µM FeSO₄/g de amostra

X= diluição da amostra (mg/L) equivalente a 1000 µM de FeSO₄.

4.7.3 Avaliação do poder de redução pelo teste FRAP

O poder de redução dos extratos foram avaliados utilizando o reagente frap obtido a partir da combinação de 6,25 mL de uma solução 10mM TPTZ, 62,5 mL de tampão acetato 0.3 mM pH 3,6 e 6,25 mL de FeCl₃.6H₂O. A partir do extrato obtido pelo método de KIM e colaboradores (2003), foram preparadas três diluições diferentes e após foi transferido 90 µL de cada diluição do extrato para tubos de ensaio e acrescentado 270 µL de água destilada e 2,7 mL de reagente frap, a mistura foi homogeneizada e mantida em banho-maria à 37 °C por 30 minutos, após foi realizada a leitura em espectrofotômetro na

região do visível (595 nm), onde o reagente frap foi utilizado como branco. Para elaboração da curva de sulfato ferroso foram preparadas soluções nas concentrações de 500, 1000, 1500 e 2000 μM . A partir da equação obtida pela curva padrão, foi obtido o valor de absorbância referente a 1000 μM de sulfato ferroso. Esse valor foi utilizado na equação obtida da curva da amostra com o objetivo de determinar qual diluição de amostra (mg/L) corresponde a 1000 μM de sulfato ferroso. Os resultados foi expresso em μM FeSO_4/g de extrato, conforme cálculo (6) (RUFINO *et al.*, 2006).

$$\text{Atividade antioxidante} = \frac{1000}{x/1000} \quad (6)$$

Onde, AA= atividade antioxidante em μM FeSO_4/g de amostra
X= diluição da amostra (mg/L) equivalente a 1000 μM de FeSO_4 .

4.8 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas (lipídios, umidade, cinzas, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, proteínas, açúcares redutores e fibras) foram determinadas seguindo os métodos do INSTITUTO ADOLF LUTZ (2008).

4.8.1 Perda por dessecação (umidade)

Foram pesados 1 g da polpa ou da semente em capsula de porcelana, previamente tarada. As amostras foram aquecidas durante 3 horas em estufa a 105 °C. Posteriormente foi resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e pesado, repetindo a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante. Os resultados foram expressos em % de umidade, conforme o cálculo (7). Onde N = n° de gramas de umidade (perda de massa em g) e P = n° de gramas da amostra.

$$\% \text{ de umidade} = \frac{100 \times N}{P} \quad (7)$$

4.8.2 Proteínas

A determinação de nitrogênio, pelo processo de digestão Kjeldahl que consiste de 3 etapas, digestão, destilação e titulação. Primeiramente foram pesados 1 g da polpa ou da semente e transferidos para o tubo de Kjeldahl, em seguida foi adicionado 25 mL de ácido sulfúrico 0,05 M e 6 g da mistura catalítica. Para o preparo da mistura catalítica foram utilizados – Dioxido de titânio anidro, sulfato de cobre anidro e sulfato de potássio anidro, na proporção 0,3: 0,3: 6. Após as amostras foram colocadas para digerir no bloco digestor com a chapa a 450 °C por 3 horas até a solução ficar límpida e transparente (verde claro) e livre de material não digerido (pontos pretos), oxidando o carbono e o hidrogênio. O nitrogênio da proteína foi reduzido e transformado em sulfato de amônia. Posteriormente os tubos contendo as amostras digeridas foram esfriados e colocados no destilador, adicionando nos tubos por meio de uma torneira, 20 mL da solução de hidróxido de sódio a 30%. Aquecendo até ebulição, destilando até obtenção do destilado no erlenmeyer contendo 10 mL ácido bórico 3% e indicador vermelho de metila, obtendo o borato de amônia. Foi titulado o excesso de ácido sulfúrico 0,05 M com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, usando vermelho de metila. Os resultados foram expressos em porcentagem de acordo com cálculo (8) onde, V = diferença entre o nº de mL de ácido sulfúrico 0,05 M e o nº de mL de hidróxido de sódio 0,1 M gastos na titulação; P = nº de g da amostra; f = fator de conversão.

$$\% \text{ de proteína} = \frac{V \times 0,14 \times f}{P} \quad (8)$$

4.8.3 Acidez

Para determinação da acidez foram pesados 1 g da polpa ou da semente diluindo em 50 mL de água. Após foi adicionado 2 a 4 gotas da solução fenolftaleína e titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M, até coloração rosea. Os resultados foram expressos em porcentagem e calculados conforme cálculo (9) onde, V = nº de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M gasto na titulação; f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M; P = nº de g da amostra usado na titulação; c = correção para solução de NaOH 1 M, 10 para solução NaOH 0,1 M e 100 para solução NaOH 0,01 M.

$$\% \text{ de acidez} = \frac{V \times f \times 100}{P \times C} \quad (9)$$

4.8.4 Determinação do pH

O pH foi determinado pesando 1 g da polpa ou da semente diluindo em 100 mL de água, no aparelho previamente calibrado, de acordo com as instruções do manual do fabricante.

4.8.5 Resíduo por incineração

As cinzas- foram pesados 1 g da polpa ou da semente na capsula, previamente aquecida em mufla a 550 °C, resfriada em dessecador ate a temperatura ambiente e pesada. Os resultados foram expressos em porcentagem conforme cálculo (10), onde N = n° de g de cinzas; P = n° de g da amostra.

$$\% \text{ de cinzas} = \frac{100 \times N}{P} \quad (10)$$

4.8.6 Lipídios

Foram pesados 1 g da polpa ou da semente colocadas no cartucho de Soxhlet, acoplado ao extrator ao balão de fundo chato. Foi adicionado hexano em quantidade suficiente para um Soxhlet e meio. Foi adaptado a um refrigerador de bolas, mantendo sob aquecimento em chapa elétrica por 6 horas. Após o balão com o resíduo extraído foi transferido para uma estufa a 105 °C, mantendo por cerca de uma hora. Após foi resfriado em dessecador até a temperatura ambiente, pesado, repetindo as operações de aquecimento por 30 minutos na estufa e resfriamento até peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem conforme cálculo (11), onde, N = n° de gramas de lipídios; P = n° de gramas da amostra.

$$\% \text{ de lipídios} = \frac{100 \times N}{P} \quad (11)$$

4.8.7 Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais na polpa ou na semente foram obtidos em refratômetro digital (ATAGO PR-101) com escala de 0 a 45 °Brix. Os resultados foram expressos em °Brix.

4.8.8 Fibras

Foram pesados 1 g da polpa ou da semente, para realização da extração contínua em aparelho de Soxhlet, usando hexano como solvente. O restante de solvente foi eliminado em estufa. Após o resíduo foi transferido para um frasco Erlenmeyer de 750 mL, com boca esmerilhada. Foi adicionado 100 mL de solução ácida contendo 500 mL de ácido acético glacial, 450 mL de água, 50 mL de ácido nítrico e 20 g de ácido tricloroacético e 0,5 g de agente de filtração, adaptando o frasco Erlenmeyer a um refrigerante de refluxo por 40 minutos a partir do tempo em que a solução ácida foi adicionada, mantendo sob aquecimento. Posteriormente foi realizada a filtração em cadinho de Gooch previamente preparado com areia diatomácea e com auxílio de vácuo. Foi lavado com água fervente até que a água de lavagem não tenha reação ácida. Após foi aquecido em estufa a 105 °C, por 2 horas. E resfriado em dessecador até a temperatura ambiente, após foi pesado, repetindo as operações de aquecimento e resfriamento até peso constante. Após incinerado em mufla a 550 °C, foi resfriado em dessecador até a temperatura ambiente, pesando e repetindo as operações de aquecimento e resfriamento até peso constante. A perda de peso foi igual a quantidade de fibra bruta. Os resultados foram expressos em porcentagem conforme cálculo (12), onde, N = nº de g de fibra; P = nº de g da amostra.

(12)

$$\% \text{ de fibras} = \frac{100 \times N}{P}$$

4.8.9 Açúcares redutores

Foram pesados 1 g da polpa ou da semente no balão volumétrico de 100 mL com o auxílio de água, após foi filtrado e transferido o filtrado para a bureta. Em outro balão de fundo chato de 250 mL, foram adicionados com auxílio de pipetas de 10 mL, cada uma das

soluções de Fehling A e B, adicionando 40 mL de água. Foi aquecido até ebulição. Após foi adicionado, as gotas, a solução da bureta sobre a solução do balão em ebulição, agitando sempre, até que a solução passou de azul a incolor, ficando no fundo do balão um resíduo vermelho de Cu_2O . Para a solução A foi pesada 34,639 g de sulfato de cobre - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, após foi transferido para um balão volumétrico de 1000 mL, completando o volume com água. Para a solução B – foi pesado 173 g de tartarato de sódio e potássio - $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ e dissolvido em 250 mL de água. Adicionando 250 mL de solução de NaOH a 20%, recém-preparada, completando o volume até 1000 mL. Os resultados foram expressos em porcentagem conforme cálculo (13), onde, A = n° de mL da solução de P g da amostra; a = n° de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling; P = massa da amostra em g; V = n° de mL da solução da amostra gasto na titulação.

$$\% \text{ de açúcares redutores} = \frac{100 \times A \times a}{P \times V} \quad (13)$$

4.8.10 Açúcares totais

Foram pesados 1 g da polpa ou da semente e colocados no Erlenmeyer de 500 mL com junta esmerilhada, com o auxílio de água. Foi adicionado 5 mL de ácido clorídrico. A mistura foi submetida a chapa de aquecimento e refrigerador de refluxo, por um período de por 3 horas a contar a partir do início da ebulição, após foi esfriado a solução, neutralizando com hidróxido de sódio a 40%, com auxílio de papel indicador. Após foi transferido para um balão volumétrico de 250 mL, completando o volume com água. Após filtração, o filtrado foi colocado na bureta. No balão de fundo chato de 250 mL, foi adicionado 10 mL, cada uma das soluções de Fehling A e B, com 40 mL de água, aquecendo até ebulição. Logo em seguida, foi adicionado, às gotas, a solução da bureta sobre a solução do balão em ebulição, agitando sempre, até que esta solução passou de azul a incolor (no fundo do balão ficou um resíduo vermelho de Cu_2O). Os resultados foram expressos em porcentagem conforme cálculo (14), onde, A= n° de mL da solução de P g da amostra; a= n° de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling; P= massa da amostra em g; V= n° de mL da solução da amostra gasto na titulação.

$$\% \text{ de açúcares totais} = \frac{100 \times A \times a}{P \times V} \quad (14)$$

4.9 Determinação da cor

A coloração do fruto foi determinada por reflectometria no sistema CIE (Commission Internationale de L'Eclairage) utilizando colorímetro portátil (Spectrophotometer modelo CR 410, Konica Minolta), através do contato superficial do colorímetro com a fruta em diferentes estágios de maturação, a calibração foi realizada em superfície de porcelana branca sob condições de iluminação. As leituras foram expressas em módulos L^* que representa a luminosidade, que varia de 0 a 100, sendo o zero corresponde ao preto total e 100 o branco total, a^* que representa a intensidade da cor vermelha, o eixo de cromaticidade do verde (-) ao vermelho (+) e b^* que representa o eixo de cromaticidade do azul (-) ao amarelo (+). Além desta coordenadas de cores, também foi realizada a leitura dos parâmetros de cor como o valor de croma $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, que representa a pureza da cor, e a medida do ângulo $h^* = \text{tg}^{-1}(b^*/a^*)$, que representa a tonalidade da cor (McGUIRE, 1992; KONICA MINOLTA, 1998).

4.10 Determinação de nutrientes minerais

A determinação dos nutrientes minerais na polpa ou semente foram realizadas pela técnica de Emissão de Raios-X Induzidos por Partículas (PIXE), na Universidade do Rio Grande do Sul. Primeiramente a polpa ou semente foram separadas adequadamente. A polpa foi desidratada em estufa de circulação a uma temperatura média de 100 °C, durante aproximadamente 4 h. O volume de polpa antes da secagem foi medido, bem como o resíduo seco obtido após o processo. Este resíduo foi homogeneizado e prensado em pellets com diâmetro de 13 mm, com o auxílio de uma prensa hidráulica. As sementes foram desidratadas em estufa, em condições semelhantes a da polpa, maceradas e prensadas em pellets com diâmetro de 13 mm. Tanto para semente quanto para a polpa foram feitas 10 amostras e cada uma foi medida de forma independente da outra. Posteriormente as amostras foram colocadas no porta amostra específico para análise com PIXE. A técnica PIXE foi baseada na indução de raios-x característicos pela interação de um feixe de prótons (diâmetro na faixa de 1,5-3 mm) com os átomos do material. A energia de incidência comumente usada está na faixa de 2-3 MeV. Os raios-x emitidos, por serem característicos dos átomos que constituem o material, possibilitam a identificação dos mesmos. A concentração dos elementos é proporcional ao número de contagens de raios-x

detectados. Esta detecção tem sido feita com detectores de radiação eletromagnética. O sistema de PIXE do LII compreende uma câmara de irradiação que opera em vácuo da ordem de 10^{-6} mbar, dois detectores - Si(Li) e HPGe - usados para detecção de elementos dentro da faixa de energia entre 1-16 keV e acima de 6 keV, respectivamente, e sistema de aquisição e quantificação de dados. Associado a isto, possui os equipamentos que serão necessários para preparação das amostras por freeze dried e desidratação (JOHANSSON *et al.*, 1995; SANTOS *et al.*, 2010).

4.11 Estabilidade de compostos da polpa de *Bunchosia glandulifera*

A polpa foi submetida à estufa com circulação de ar durante 400 minutos em diferentes temperaturas (45 °C, 65 °C e 85 °C). Neste período de 400 minutos, em intervalos de 10, 20, 30 e 60 minutos amostras foram retiradas para análises de umidade, carotenóides, fenólicos totais e atividade antioxidante pelo método DPPH.

4.12 Maturação

Para verificar os compostos bioativos em estádios de maturação, as frutas foram coletadas imediatamente após a formação do fruto, verificando o tempo de maturação e o grau de cor da casca. Sendo assim, foram coletados os frutos que apresentaram 100% da casca com coloração verde, frutos com coloração amarelada, frutos com coloração alaranjada e frutos maduros com 100% da casca com coloração vermelha. Após a coleta foram segregadas a polpa e semente para posterior análise. Foram realizadas as análises físico-químicas, atividade antioxidante, determinação de fenólicos totais e flavonoides, teor de vitamina C e cafeína.

4.13 Isolamento dos constituintes e determinação da estrutura dos compostos

Para o isolamento dos compostos bioativos foi cromatografado em CL (coluna líquida) 3g extrato bruto etanólico (EBE) da polpa. Utilizando com adsorvente sílica gel 60 com granulometria entre 70 e 230 mesh (63 – 200 μm) e como fase móvel foram utilizados solventes em ordem crescente de polaridade conforme apresenta a Tabela 1. Foram coletadas 48 frações de 100 mL cada uma, que foram reunidas conforme a similaridade resultante da análise por cromatografia em camada delgada (CCD), de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Coluna cromatográfica do extrato bruto da polpa

Frações	Solventes	Peso (g)
7	Clorofórmio/acetato de etila 5%	0,0473
23	Acetato de etila/metanol 5%	0,0309
38	Acetato de etila/metanol 20%	0,6711
39	Acetato de etila/metanol 20%	0,0395
40	Acetato de etila/metanol 20%	0,3203
46	Acetato de etila/metanol 50%	0,0885

A fração 39 (0,0395 g) apresentou um precipitado amarelo, que por análise em CCD apresentava-se puro. Este composto foi solubilizado em DMSO-d₆ e identificado através de RMN ¹H e ¹³C, COSY, HMQC e HMBC, no espectrômetro Varian (400MHz). Destas frações apenas a 39 foi analisada. O extrato clorofórmico da semente antes mesmo de ser cromatografado formou cristais no balão que mostrou-se puro por análise de CCD. Estes cristais foram solubilizados em CDCl₃ para identificação através de RMN de ¹H e ¹³C, DEPT 135, COSY, HMBC, HMQC no espectrômetro Bruker modelo Ascend 400 MHz que opera a 400,13 MHz para ¹H e 100,62 MHz para ¹³C, em tubos de 5 mm na temperatura de 300 K, 0,5 mL de clorofórmio deuterado (CDCl₃) ou dimetilsulfóxido deuterado (DMSO-d₆) utilizando tetrametilsilano (TMS) a 0,1% como referência interna e os resultados foram comparados com dados existentes na literatura.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Compostos bioativos na polpa e semente da *B. glandulifera*

O interesse pelos compostos bioativos presentes em frutas vem crescendo nos últimos anos devido aos benefícios proporcionados a saúde (YANG *et al.*, 2016; RAUDONEA *et al.*, 2017).

Relatos da literatura mostram a presença de compostos bioativos em espécies da família *Malpighiaceae*, no entanto existem poucos relatos sobre os compostos bioativos do gênero *Bunchosia*. Nesse sentido, o presente estudo apresenta resultados encontrados na análise de fenólicos totais, flavonoides totais, antocianinas totais, β -caroteno, licopeno, vitamina c e cafeína da polpa e semente da *B. glandulifera*. A Tabela 2 apresenta a concentração dos compostos bioativos para polpa e semente da *B. glandulifera*, onde foi observado que a polpa apresenta maior concentração dos compostos do que a semente. Já a semente destaca-se pela alta concentração de cafeína, que confere a propriedade estimulante da fruta, corroborando com a citação da população de Santo Antônio da Patrulha.

Tabela 2. Compostos bioativos na polpa e semente da *B. glandulifera*

Compostos bioativos	Polpa	Semente
Fenólicos totais	2.245,00	312,53
Flavonoides totais	376,85	91,98
Antocianinas totais	15,90	-
β -caroteno	8,10	0,93
Licopeno	16,38	-
Vitamina C	32,95	17,98
Cafeína	206,35	793,97

Resultados expressos em 100 g de fruta.

Resultado em base úmida.

Entre os compostos bioativos, os compostos fenólicos foram os que apresentaram maiores concentrações. Entre os compostos fenólicos, observamos que os flavonoides tiveram destaque, sendo que as antocianinas foram encontradas somente na polpa. Foi observado que o valor encontrado na concentração de fenólicos na polpa da *B. glandulifera* foi superior ao encontrado na acerola, fruta da mesma família, que varia de 835 a 449,63 mg/100 g (VIEIRA *et al.*, 2011). A concentração encontrada para flavonoides totais

também foi superior a acerola que varia de 9,31 a 20,22 mg de quercetina/100 g (LIMA *et al.*, 2000).

A polpa de murici, fruta da mesma família também apresentou valores inferiores ao encontrado no presente estudo, o teor de fenólicos foi de 334,37 mg/100g (SOUZA *et al.*, 2012) e flavonoides no valor de 13,8 mg/100g (RUFINO *et al.*, 2010).

Os compostos fenólicos presentes nas frutas tem apresentado potencialidades biológicas, dentre elas atividade antioxidante pela sua capacidade de sequestrar radical livre e assim tem sido associado aos benefícios proporcionados no combate e prevenção de diversas doenças (RUFINO *et al.*, 2011).

As antocianinas totais foram detectadas somente na polpa da *B. glandulifera*. Este resultado já era esperado, visto que as antocianinas são responsáveis pela coloração vermelha e este composto tem sido encontrado principalmente na polpa (CASTAÑEDA-OVANDO *et al.*, 2009). No estudo de LIMA e colaboradores (2003) foi encontrado na acerola o teor de antocianina entre 3,79 e 59,74 mg/100 g, ou seja, semelhante a concentração encontrada na *B. glandulifera*.

Com relação aos carotenoides, a polpa possui maior concentração de carotenoides, sendo o licopeno majoritário na polpa. Já a semente apresentou somente β -caroteno. Os carotenoides também são responsáveis pela coloração de frutas (SCHWEIGGERT *et al.*, 2016). Além disso, os carotenoides possuem propriedades antioxidantes e atividade pró-vitamina A (VITALE *et al.*, 2010; NISAR *et al.*, 2015). Os resultados encontrados no trabalho demonstram que a *B. glandulifera* apresenta concentração superior de β -caroteno ao encontrado para o murici (1,2 mg/100 g) (SOUZA, 2012), porém inferior ao encontrado na acerola que varia de 23,49 a 37,04 mg/100 mL de β -caroteno mas com relação ao licopeno de 0,00 a 2,70 mg/100 mL a *B. glandulifera* apresenta maior concentração (SILVA *et al.*, 2013). O teor de licopeno na *B. glandulifera* também é superior ao encontrado no tomate (5,34 a 10,6 mg/100 g) (WILBERG e AMAYA, 1993). O licopeno tem sido responsável pela pigmentação do tomate e apresenta potencialidade antioxidante, atua na modulação hormonal, sistema imunológico e outras vias metabólicas (SÁNCHEZ *et al.*, 2012).

Outro composto bioativo encontrado na fruta da *B. glandulifera* foi a cafeína. O resultado obtido indica que a fruta tem um excelente potencial estimulante pela concentração de cafeína encontrada na polpa e na semente. Como foi dito anteriormente, a população consome a semente na forma torrada e aponta que assim ela colabora para a lucidez e estímulo. Muitos trabalhos apontam a cafeína como estimulantes do sistema

nervoso central, além disso, essa substância tem atuado na redução da incidência de doenças neurodegenerativas (FRANCO *et al.*, 2013; HO E CHUNG, 2013; PATAY *et al.*, 2016).

A *B. glandulifera* apresentou concentração de cafeína superior ao encontrado na polpa do guaraná (*Paullinia cupana*) de 22 mg/100 g (ANTUNES, 2011), que é considerada e utilizada pelas propriedades estimulantes. Como a semente apresentou concentração 3,5 vezes maior que a polpa e superior guaraná, a mesma pode ser considerada uma fonte valiosa de cafeína.

Com relação aos resultados do teor de vitamina C, foi observado que a polpa apresenta o dobro de concentração de vitamina C do que a semente. Resultados semelhantes foram encontrados no teor de vitamina C do Murici vermelho (30 mg/100 g) (SAMPAIO, 2015), e em algumas frutas vermelhas como cereja (28 mg/100 g) (SERRANO *et al.*, 2005), framboesa (28 a 32 mg/100 g) (PANTELIDIS *et al.*, 2007) e morango (30.74 mg/100 g) (CARDOSO *et al.*, 2011). A acerola vem sendo considerada uma fonte de vitamina C, e a fruta, como dito anteriormente, pertence a mesma família que a *B. glandulifera*. Comparando as duas frutas, a *B. glandulifera* apresentou concentração de 32,95 mg/100 g, valor inferior aos resultados encontrados com acerola (4023,39 mg/100 g) (CARDOSO *et al.*, 2011).

5.1.1 Compostos Bioativos identificados na polpa da *Bunchosia glandulifera* por CLAE

Como observado anteriormente, a polpa da *B. glandulifera* apresentou alta concentração de compostos fenólicos totais. Estudos mostram que espécies da família *Malpighiaceae* são fontes de flavonoides e ácidos fenólicos (QUEIROZ, 2015; LEFFA *et al.*, 2015). Dentre os compostos fenólicos encontrados na família *Malpighiaceae* destacam-se a rutina e quercetina (HERRERA-RUIZ *et al.*, 2011), ácido gálico e o ácido siríngico (GIADA, 2013). Porém, até o momento a literatura só identificou dois flavonoides presentes no gênero *Bunchosia*, espécie *B. armeniaca*, a rutina e a isoquercitrina (QUEIROZ, 2015). Neste trabalho foram identificados a presença de quatro flavonoides e três ácidos fenólicos presentes na *B. glandulifera*. A (Figura 10) apresenta os sinais referentes aos compostos presentes na polpa da *B. glandulifera*.

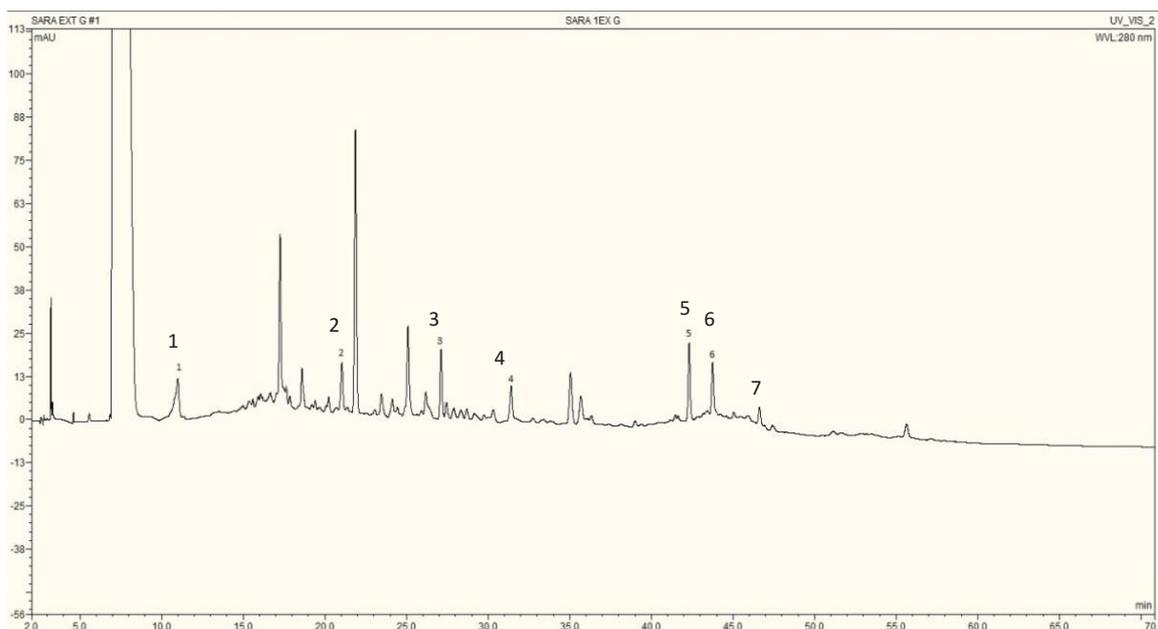


Figura 10. Cromatograma do extrato A obtido por CLAE, onde aparecem os picos 1-Ácido gálico; 2- ácido siríngico; 3-rutina; 4- quercetina; 5-quercetrina; 6-ácido *Trans* cinâmico; 7-vitexina.

Por ordem de eluição foram observados primeiramente os ácidos fenólicos seguido dos flavonoides, rutina, quercetina e quercetrina, seguido do ácido fenólico *trans*-cinâmico e por último a vitexina. Observamos que não foi possível identificar todos os sinais presentes. A Tabela 3 apresenta os compostos identificados por CLAE com suas respectivas concentrações.

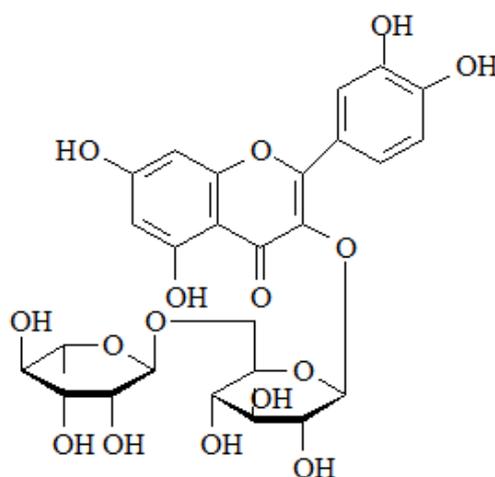
Tabela 3. Compostos identificados na polpa da *Bunchosia glandulifera* por CLAE

Compostos Bioativos	mg/100 g
Quercitina	547
Vitexina	500
Quercetrina	359
Rutina	976
Ácido Siringico	888
Ácido Gálico	49
Ácido <i>Trans</i> -Cinâmico	112

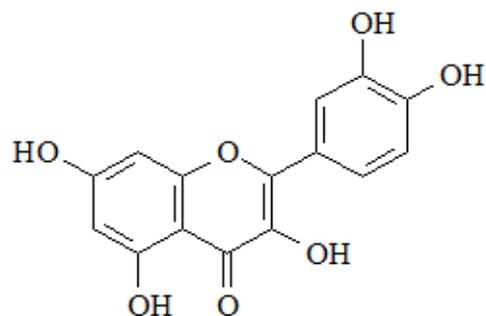
Resultado em base seca.

A rutina **3** foi o compostos encontrado em maior concentração. Em trabalho com a *B. armeniaca* a rutina também foi identificada como composto majoritário (QUEIROZ, 2015). Este flavonóide tem apresentado atividade antioxidante e também foi encontrada no Murici (MARIUTTI *et al.*, 2014).

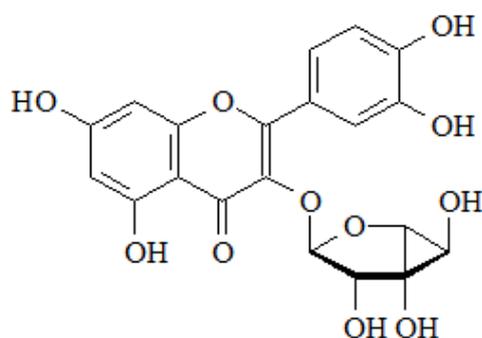
A rutina **3** e quercitrina **14** são flavonoides glicosilados diferenciando apenas pela presença do número de glicose. Já quercitina **4** é a forma não glicosilada destes flavonoides.



(3)

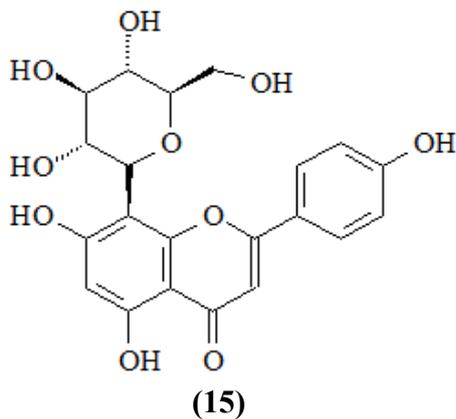


(4)

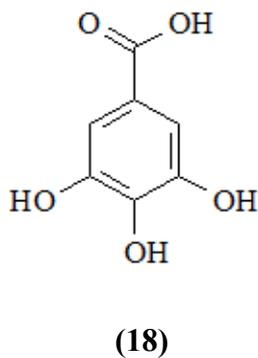
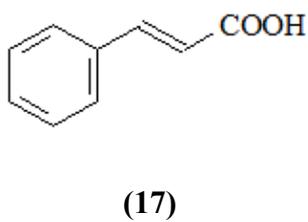
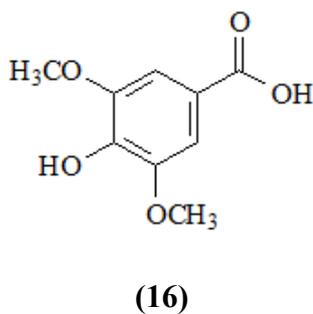


(14)

Estes flavonoides são conhecidos por sua atividade antioxidante (KIM *et al.*, 2013). A quercetina tem sido encontrada em abundância nas frutas (WOJDYŁO. *et al.*, 2007; MARQUES *et al.*, 2016). No estudo com extrato de folhas da *Byrsonima crassifolia*, foi identificada a presença de rutina e quercetina (HERRERA-RUIZ *et al.*, 2011). A quercitrina foi identificada na *Malpighia emarginata* conhecida como acerola (HANAMURA *et al.*, 2005). Os teores de flavonoides em frutas podem ser influenciados por diferentes fatores, tais como condições climáticas, época da colheita, estágio de maturação e processamento da polpa (GOBBO-NETO, 2007; FAWOLE E OPARA, 2013). Outro flavonoide identificado foi a vitexina **15**, flavonoide glicosilado na posição 8 que tem apresentado propriedades antioxidantes (BRAMATI *et al.*, 2003).



Os ácidos fenólicos identificados por CLAE na polpa de *B. glandulifera*, foram o Ácido Siringico **16** em maior concentração, Ácido *Trans*-Cinâmico **17** e o ácido gálico **18**.



Os ácidos hidroxibenzoicos são amplamente encontrados nas plantas, dentre eles tem sido destacado o ácido gálico e o ácido siríngico (GIADA, 2013). No extrato metanólico da *Malpighia emarginata* foi identificado o ácido siríngico e o ácido gálico (MARQUES *et al.*, 2016).

5.2 Atividade antioxidante

A capacidade antioxidante da polpa e da semente foi avaliada por três métodos diferentes, sendo eles FRAP, ABTS e DPPH. Os resultados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Atividade antioxidante da *B. glandulifera*

Método	Polpa	Semente
FRAP	19285,21 $\mu\text{M FeSO}_4$	4620,64 $\mu\text{M FeSO}_4$
ABTS	8928,57 $\mu\text{M Trolox}$	1688,62 $\mu\text{M Trolox}$
DPPH EC ₅₀	0,27g DPPH	0,19 g DPPH

Resultados expressos em 100 g de fruta.
Resultado em base úmida.

De modo geral, foi observado que a polpa apresenta a maior atividade antioxidante em todos os métodos utilizados. Compostos bioativos identificados na *Bunchosia glandulifera* como quercetina, antocianinas, rutina, ácido cinâmico, ácido gálico já foram relatados na literatura com potencial antioxidante (HERRERA-RUIZ *et al.*, 2011; GIADA, 2013; SANTOS *et al.*, 2016). A atuação desses compostos como antioxidantes ocorre por meio do mecanismo de doação de hidrogênio e/ou transferência de elétrons para o radical livre, sendo assim chamados de sequestradores de radicais livres. O número de hidroxilas presentes nos compostos fenólicos, bem como a sua localização, tem influência direta na sua atuação como antioxidante (ÂNGELO; JORGE, 2007).

Os compostos fenólicos, juntamente com os carotenoides, são bioativos presentes nas frutas, tem sido associados a redução do risco de doenças crônicas. Isto se deve ao fato de o estresse oxidativo induzido pelos radicais livres estarem envolvidos nas causas de várias doenças crônicas e serem reduzidos por tais compostos bioativos.

Pesquisas relatam os benefícios dos fitoquímicos encontrados em frutas e legumes, segundo MARATHE e colaboradores (2011), com o objetivo de avaliar atividade

antioxidante de diferentes variedades de legumes, foi observado alta correlação da atividade antioxidante com o teor de compostos fenólicos, nos métodos estudados (DPPH, ABTS e FRAP), os quais contemplaram as diferentes características dos compostos antioxidantes, como o mecanismo de ação antioxidante. No método DPPH tem sido avaliado a transferência dos átomos de hidrogênio pelas espécies antioxidantes para estabilizar os radicais livres, enquanto os ensaios do poder de redução monitoram o potencial de doação de elétrons pelas espécies antioxidantes.

A vitamina C também presente na *B. glandulifera*, tem apresentado relatos com esta atividade (RUFINO *et al.*, 2010). Frutos da família *Malpighiaceae* encontraram valores de atividade antioxidante inferiores do presente estudo, na polpa de *Byrsonima verbascifolia* foi encontrado 1563 μM trolox/100 g e 14842 μM FeSO₄/100 g (MORAIS *et al.*, 2013). Na pesquisa com *Byrsonima crassifolia* conhecido como murici foi encontrado 1573 μM trolox/100g de amostra (ALMEIDA *et al.*, 2011). Já no estudo com a polpa da acerola foi encontrado no extrato acetônico etanólico o valor de 129.814 μM trolox/100 g de amostra e no extrato acetônico metanólico da polpa 144.207 μM trolox/100g de amostra (FREIRE *et al.*, 2013). A atividade antioxidante de outras frutas vermelhas tem sido relatada, no tomate amarelo foi de 260 μM trolox/100g e no tomate vermelho 420 μM trolox/100 g (VASCO E KAMAL-ELDIN, 2008), valores inferiores ao presente estudo, já no morango foi relatado valores superiores ao encontrado na *Bunchosia glandulifera*, no extrato acetônico etanólico da polpa 19.273 μM trolox/100 g de amostra e no extrato acetônico metanólico da polpa 24.267 μM trolox/100 g de amostra (FREIRE *et al.*, 2013).

A atuação dos compostos fenólicos como antioxidantes ocorre por meio do mecanismo de doação de hidrogênio e/ou transferência de elétrons para o radical livre, sendo assim chamados de sequestradores de radicais livres. O número de hidroxilas presentes nos compostos fenólicos, bem como sua localização na estrutura química pode influenciar na atividade antioxidante (BOROSKI *et al.*, 2015).

5.3 Análise cromatográfica dos extratos clorofórmico e hexânico da polpa e semente da *Bunchosia glandulifera*.

A obtenção de análise de perfil cromatográfico da *B. glandulifera*, foi realizada utilizando extrato hexânico e clorofórmico da polpa e semente da espécie. Esta análise foi realizada utilizando CG/EM para identificar os constituintes a partir da análise do espectro de massa, utilizando dados da literatura (MEDEIROS E SIMONEIT, 2007 e biblioteca computacional WILEY 275 e NIST).

Com o uso da CG/EM só foi possível identificar os ácidos graxos, já que os extratos em questão apresentaram grande concentração destes compostos. Como ambos os extratos apresentam uma quantidade de 27 compostos, não foi possível identificar todos os picos observados.

A Tabela 5 apresenta os ácidos graxos presentes no Extrato clorofórmico da Polpa (EBCP), Extrato hexânico da polpa (EBHP), Extrato clorofórmico da semente (EBCS), Extrato hexânico da semente (EBHS) da *B. glandulifera* com suas respectivas porcentagens, tempo de retenção, índice de retenção.

Tabela 5. Ácidos graxos nos extratos da polpa e semente da *B. glandulifera*

Ácido Graxo	Nomenclatura	EBCP*	EBHP*	EBCS*	EBHS*	IR**	TR***
C18:1n-9	Ácido oléico	30,82	48,82	10,19	16,76	2218	51,07
C16:0	Ácido palmítico	23,58	32,81	28,42	48,58	2052	46,05
C18:2n-6	Ácido linoléico	3,63	-	5,50	4,74	2214	50,88
C18:1-9t	Ácido eláidico	-	-	-	10,73	2219	51,20

*(%)Extrato clorofórmico da Polpa (EBCP), (%) Extrato hexânico da polpa (EBHP), (%)Extrato clorofórmico da semente (EBCS), (%)Extrato hexânico da semente (EBHS); ** Índice de retenção (IR); *** Tempo de retenção (TR)

No extrato clorofórmico e hexânico da semente da *B. glandulifera*, assim como nos extratos da polpa foram encontrados o ácido palmítico. Além disso, no extrato hexânico da semente foram identificados o ácido linoleico (4,74%), ácido oléico (16,76%), ácido eláidico (10,73%) (NIST, 2017). Os ácidos oléico, linoléico e palmítico estão

presentes na polpa do Murici espécie da família *Malpighiaceae* (REZENDE, 2003; RIOS-MORGAN *et al.*, 2004; SIGUEMOTO, 2013).

5.4 Análise cromatográfica dos ácidos graxos da polpa e semente da *Bunchosia glandulifera*.

O perfil dos ácidos graxos da polpa e semente da *B. glandulifera* foi obtido através da extração pelo método Bling-Dyer. A análise foi realizada utilizando padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos. As (Figuras 11 e 12) referem-se ao cromatograma dos ácidos graxos metilados da polpa e semente da *B. glandulifera*.

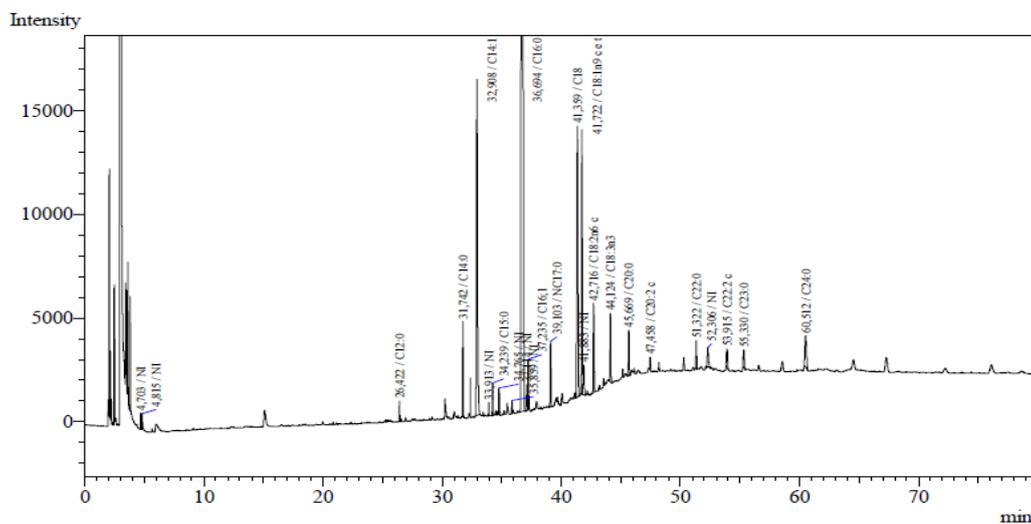


Figura 11. Cromatograma de ésteres metílicos de ácidos graxos da polpa da *B. glandulifera*.

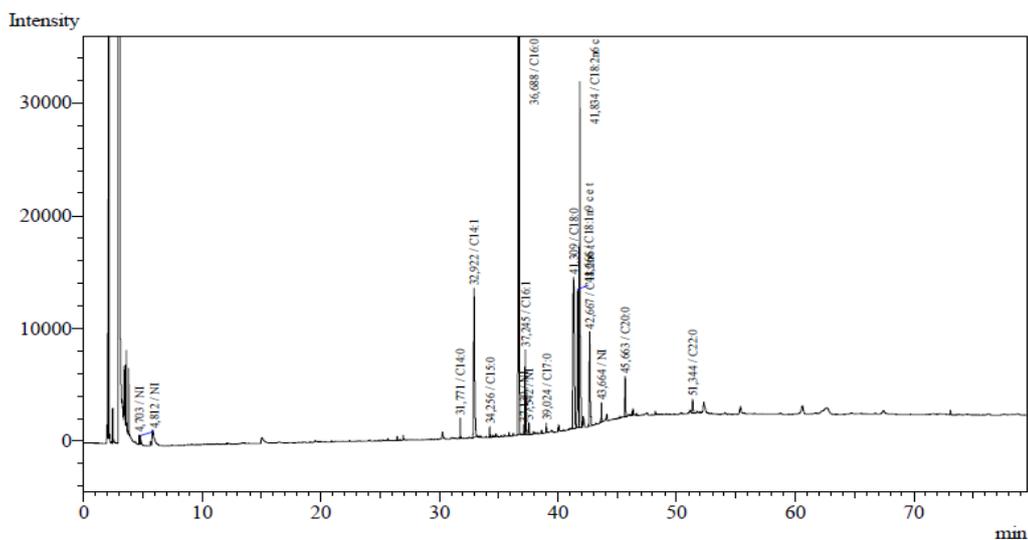


Figura 12. Cromatograma de ésteres metílicos de ácidos graxos da semente da *B. glandulifera*.

Foi observado na análise cromatográfica a presença de 13 ácidos graxos na polpa no total de 95,24% e 9 ácidos graxos na semente no total de 97,09%, conforme apresenta a Tabela 6.

Tabela 6. Composição em ácidos graxos da polpa e semente da *B. glandulifera* obtida pelo método de extração Bling-Dyer

Ácido graxo	Nomenclatura	Polpa (%)	Semente (%)
C12:0	Láurico	0,25	-
C14:0	Mirístico	1,23	0,67
C14:1	<i>Trans</i> – Ácido miristelaídico	7,89	9,22
C16:0	Palmítico	67,26	38,57
C16:1	Palmitoléico	0,75	3,35
C18:0	Esteárico	7,40	13,28
C18:1 n-9	Oléico	4,55	6,20
C18:2 n-6	Linoléico	1,79	23,23
C18:3 n-3	Linolênico	1,14	-
C20:0	Araquidônico	0,72	1,80
C22:0	Behênico	0,61	0,77
C22:2	Ácido beênico	0,51	-
C24:0	Ácido lignocérico	1,14	-
SAF	Ácidos graxos saturados	78,61	55,09
MUFAS	Ácidos graxos monoinsaturados	13,19	18,77
PUFAS	Ácidos graxos poli-insaturados	3,44	23,23
TOTAL		95,24	97,09

O ácido palmítico foi identificado como o ácido graxo majoritário na polpa (67,26%) e semente (38,57%) da espécie, sendo a polpa em maior concentração. Este ácido também foi encontrado nos extratos da polpa e semente conforme mostra na Tabela 5. Entre os ácidos graxos da dieta, o palmítico é o mais abundante. O ácido palmítico, ácido hexadecanóico, ácido saturado com 16 átomos de carbono (MARZZOCO, 2013). Com relação a presença de ácido palmítico em outras frutas da família *Malpighiaceae*, foi encontrado na semente de acerola (21,8%) (AGUIAR, 2010), valor inferior ao ácido palmítico detectado tanto na polpa quanto na semente da *B. glandulifera*. No estudo com a polpa de murici foi relatado a presença dos ácidos palmítico, esteárico, oléico e linoléico, com cerca de 65% de ácidos graxos monoinsaturados (SIGUEMOTO, 2013). Outro estudo com Murici descreveu a presença de palmítico (11,3%), esteárico (5,3%), oleico (34,3%) (RIOS-MORGAN *et al.*, 2004).

A polpa da *Bunchosia glandulifera* apresentou mais quantidade de ácidos graxos saturados e pouca concentração de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAS). Já a semente apresentou uma maior concentração destes ácidos poli-insaturados, sendo eles o ácido esteárico (13,28%) e o ácido linoléico (ômega-6) em (23,23%). Na polpa de *B. glandulifera* a concentração de ácido linoléico foi muito baixa. Na polpa de murici o ácido linoleico foi encontrado em (46,4%) (RIOS-MORGAN *et al.*, 2004). Os ácidos graxos poliinsaturados (PUFAS), linoléico (ômega-6) e alfa-linolênico (ômega-3) são ácidos graxos essenciais, necessários para manter sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos. Também participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular (MARTIN *et al.*, 2006). Na polpa e semente da *B. glandulifera* também foi identificado a presença de ácido oleico (ômega-9) mas em concentrações baixas, segundo dados da literatura o ácido oleico tem sido o mais frequentemente encontrado na natureza, o consumo também atua na diminuição dos níveis de LDL-colesterol (REBOLLO *et al.*, 1998; TURATTI *et al.*, 2002).

5.5 Análises físico-químicas da *B. glandulifera*

A avaliação das características físico-química de uma fruta são essenciais para o uso desta nos processos de formulação de produtos alimentícios. Apesar de ser um estudo simples, no contexto analítico, esta é a primeira vez que são descritas suas características físico-química. Na Tabela 7 estão apresentados os valores encontrados nas análises da polpa e semente da *B. glandulifera*.

Tabela 7. Características físico-químicas da polpa e semente da *B.glandulifera*

Parâmetro	Polpa	Semente
Umidade %	73,00	55,00
Cinzas %	1,30	2,90
Lípidios %	0,13	0,30
Proteínas %	2,45	7,00
pH	5,09	8,12
Acidez titulável	4,16	2,40
Açúcares redutores %	3,57	----
Açúcares totais %	6,25	1,66
Sólidos solúveis °Brix	11,72	4,52
Fibras %	0,43	1,94

Na análise da umidade foi observado que a polpa de *B. glandulifera* apresentou maior teor de umidade que a semente. O teor de umidade determina a porcentagem de água presente na polpa do fruto relacionando com sua estabilidade, qualidade e composição (CHITARRA E CHITARRA, 2005), ou seja, quanto maior a umidade, maior a probabilidade de reações e ações microbiológicas no fruto. Porém frutos com alta concentração de umidade são ótimos hidratantes. O resultado encontrado está próximo a faixa da maioria dos produtos vegetais (74 a 94%) (ALAIS E LINDEN, 1990), porém abaixo do encontrado para frutas como o murici (80,6%) e acerola (97,5%) e morango (89,14%) (SILVA *et al.*, 2008; CAMARGO *et al.*, 2010; CANUTO *et al.*, 2010).

Com relação aos resultados da análise do percentual de lipídios foi encontrado maior concentração na semente no teor de 0,30%. Este resultado já é esperado, pois a maioria das frutas tem seu reservatório de ácidos graxos na semente. A *B. glandulifera* não se classifica como uma espécie com alto teor de ácidos graxos, porém estes resultados são semelhantes aos encontrados para a maioria das frutas e da família *Malpighiaceae*, como a polpa da acerola com 0,2% e na polpa da murici com 0,6% de lipídios (CANUTO *et al.*, 2010).

Com relação aos valores encontrados no teor de cinzas observamos também maior concentração na semente. Resultado comum para as frutas, como também observado para a acerola (2,17%) (BORTOLOTTI, 2012). O teor de cinzas pode ser considerado como uma medida geral de qualidade nos alimentos, uma vez que teores de cinzas retratam também maiores teores de nutrientes presentes nos frutos.

Na análise de proteína também observamos maior concentração na semente de *Bunchosia glandulifera*, no teor de 7,0%. Na polpa da *Bunchosia glandulifera*, o teor encontrado foi de 2,45%, valor de proteína superior ao encontrado na acerola 1,27% (SOARES *et al.*, 2001). A *B. glandulifera* apresentou uma concentração de fibras inferior ao encontrado no murici no valor de 2,2% (MONTEIRO, 2015).

Como observamos em relação ao teor de sólidos solúveis, a polpa apresentou 2,6 vezes mais açúcares do que a semente. A doçura é normalmente medida em termos de sólidos solúveis totais (SST) em °Brix, pois o teor de sólidos solúveis totais apresenta correlação com teores açúcares e ácidos orgânicos, característica de interesse para produtos comercializados *in natura*, pois o mercado consumidor prefere frutos doces (SILVA *et al.*, 2002). Comparando com a acerola que apresentou teor de sólidos solúveis 7,83 °Brix, (BORTOLOTTI, 2012) a polpa da *B. glandulifera* é muito mais doce.

Porém, a acidez titulável da *B. glandulifera* foi relativamente alta. A relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável fornece um indicativo do sabor da fruta, pois relaciona a quantidade de açúcares e ácidos presentes (OWUSU *et al.*, 2012). Elevado teor de açúcares e, relativamente, elevado teor de ácidos são requeridos para o melhor ‘sabor’, resultado este observado para a *B. glandulifera* (6,25%).

O pH obtido para o fruto corrobora com esta característica, pois valor de pH foi encontrado na polpa foi de 5,0 e na semente pH igual a 8,12, confirmando assim que a *B. glandulifera* não tem característica ácida. No estudo com a acerola foi encontrado pH de 3,23 o que caracteriza a fruta como muito ácida, (pH inferior a 4,0) (RIBEIRO E SERAVALLI, 2007). Segundo BITTENCOURT (2006), o pH não muito ácido tem sido desejável para o consumo *in natura*, já a indústria prefere o pH mais baixo devido a inibição do crescimento de microorganismos (MACEDO E ALVARENGA, 2005).

Com relação aos açúcares redutores, estes foram encontrados somente na polpa. Os açúcares redutores são monossacarídeos que apresentam uma função aldeídica ou cetônica livre, tornando-os capazes de reduzir cátions como cobre e prata em soluções alcalinas. Este é o caso da glicose e da frutose, açúcares redutores comumente encontrados em frutos, juntamente com a sacarose (não redutor) (DEMIATE *et al.*, 2002; CHITARRA E CHITARRA, 2005). O percentual de açúcares redutores encontrado na polpa de *B. glandulifera* foi de 3,57%, valor semelhante foi relatado por no estudo de PIMENTEL e colaboradores (2001) onde detectaram em polpa de acerolas 3,57% de açúcares redutores.

5.6 Determinação de minerais

Outro aspecto funcional importante na *B. glandulifera* são os minerais. A *B. glandulifera* tem sido fonte valiosa de potássio, fósforo, magnésio e cálcio. Na Tabela 8 são apresentados os resultados dos minerais encontrados no presente estudo. Foi observado no resultado do PIXE que a *B. glandulifera* apresenta uma maior concentração de potássio na semente, sendo observado também na polpa. O potássio tem sido o mineral mais abundante nas frutas e vegetais (MARLES, 2017). Com relação ao consumo da fruta, 200 g de polpa da *B. glandulifera* fornece 65,5% da Ingestão diária Recomendada (IDR) (4700 mg/d) para este nutriente, e 200 g da semente fornece 86,6%, sendo uma fruta rica em potássio. O valor encontrado na *B. glandulifera* foi superior ao encontrado na banana

(TACO, 2011). Na Tabela 9 estão apresentados a (IDR) de minerais para adultos segundo a ANVISA, 2016.

Tabela 8. Teor de minerais na polpa e semente da *B. glandulifera*

Mineral	Polpa	Semente
Na	5,37±1,00 ^b	8,69±2,10 ^a
Mg	74,40±6,90 ^a	152,41±31,00 ^b
Al	16,66±5,90 ^a	12,30±3,60 ^b
Si	31,62±13,20 ^a	9,71±2,30 ^b
P	161,37±14,80 ^a	364,81±73,20 ^b
S	86,94±9,80 ^a	181,96±35,00 ^b
Cl	32,79±2,10 ^a	37,19±7,80 ^a
K	1538,89±117,50 ^a	2022,63±378,90 ^b
Ca	132,70±11,50 ^a	207,96±40,00 ^b
Ti	0,41±0,01 ^a	0,37±0,02 ^a
Cr	0,32±0,02 ^a	0,25±0,08 ^a
Mn	1,03±0,20 ^a	3,93±0,80 ^b
Fe	7,96±4,50 ^a	5,72±2,60 ^a
Ni	0,55±0,47 ^a	0,19±0,07 ^b
Cu	0,58±0,18 ^a	0,55±0,15 ^a
Zn	2,29±0,20 ^a	4,01±0,80 ^b
Rb	2,82±0,90 ^a	3,56±0,80 ^b
Sr	1,70±0,70	1,39±0,20

^{a, b} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0.05$). Valores expressos em mg/100 g de fruta (média ± desvio padrão).

Na Tabela 8 foi observado que o S, P, Ca e Mg também são majoritários na polpa e semente da *B. glandulifera*. A acerola pertencente a família *Malpighiaceae*, também tem sido fonte de ferro, cálcio, fósforo e sódio (FOLEGATTI; MATSUURA, 2003). No estudo com a polpa de acerola os valores encontrados foram inferiores, fósforo 9,0 mg/100 g, potássio 165 mg/100 g, magnésio 13 mg/100 g (TACO, 2011). O magnésio desempenha funções no organismo humano atuando como cofator em mais de 300 reações metabólicas (ELIN, 2010; VOLPE, 2013). O consumo de 200 g de polpa da *B. glandulifera* fornece 57% da IDR (260 mg/d), enquanto o consumo da mesma quantidade de semente fornece mais que 100% da IDR para este nutriente.

O Fe e Al foram encontrados na polpa e semente, o consumo da fruta fornece mais de 100% da IDR quando consumir 200 g da fruta. A *B. glandulifera* apresentou valores superiores de ferro, cálcio e magnésio ao encontrado no estudo com acerola, onde foi relatado 12 mg/100 g de Cálcio, 0,20 mg/100 g de Ferro e 18 mg/100 g de Magnésio (FREITAS *et al.*, 2006) outro relato da literatura encontrou a quantidade de cálcio em 13

mg/100 g e ferro 0,20 mg/100 g. Outros nutrientes importantes determinados na polpa e sementes de *B. glandulifera* foram o Si, Zn e Mn. O valor encontrado para o zinco no presente estudo foi superior ao relatado na acerola 0,10 mg/100 g (TACO, 2011). O Manganês encontrado na *B. glandulifera* com concentrações que fornecem mais de 100% da IDR quando consumir 200 g da fruta. A quantidade encontrada no presente estudo foi superior a acerola com 0,07 mg/100 g de manganês (TACO, 2011). O sódio e potássio foram encontrados na polpa em concentração superior a quantidade na acerola sódio 1,0 mg/100 g (TACO, 2011). Os teores de minerais em frutos são influenciados pelo solo, condições climáticas e cultivares (NOUR *et al.*, 2011).

Tabela 9. Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos

Mineral	IDR mg/d
Potássio	4700
Ferro	14
Magnésio	260
Zinco	7
Fósforo	700
Manganês	2
Cálcio	1000

ANVISA, 2016.

5.7 Compostos bioativos e atividade antioxidante e análise físico-química da polpa de *Bunchosia glandulifera* nos estádios de maturação.

A *B. glandulifera* tem sua fruta madura na coloração vermelha, porém antes até a fruta ter esta coloração, existem três estádios anteriores, verde, amarela-laranja, laranja-vermelho, conforme a Figura 13. Como este trabalho é inédito com relação a composição desta fruta, foi de interesse verificar o comportamento químico durante a sua maturação. Foi observado no período de 2 a 3 dias seus diferentes estádios de maturação, na classificação dos frutos quanto aos estádios de maturação conforme a metodologia.



Figura 13. Frutos em diferentes estádios de maturação

Foi analisado durante a maturação da fruta o comportamento dos compostos bioativos, atividade antioxidante e análise físico-química. As Tabelas 10 e 11 apresentam compostos bioativos e atividade antioxidante para a polpa e semente da *B. glandulifera* nos quatro estádios de maturação.

Tabela 10. Compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa de *Bunchosia glandulifera* nos estádios de maturação

Parâmetro	Verde	Amarela	Laranja	Vermelho
		-laranja	-vermelho	
Fenólicos totais	698,82 ^{a,b}	728,53 ^{a,b}	804,68 ^{a,b}	1692,35 ^c
mg/100g	± 3,81	± 2,87	± 4,11	± 33,17
Flavonoides	206,95 ^a	260,22 ^a	329,01 ^{b,d}	406,69 ^{c,d}
mg/100g	± 18,28	± 13,20	± 24,14	± 16,25
Cafeína	117,65 ^a	189,22 ^b	206,80 ^b	375,81 ^c
mg/100g	± 9,33	± 13,14	± 15,05	± 38,79
Vitamina C	24,09 ^a	25,92 ^a	29,41 ^b	31,25 ^b
mg/100g	± 1,07	± 1,52	± 0,23	± 0,40
β-caroteno	0,69 ^a	1,39 ^b	5,07 ^c	6,75 ^d
mg/100g	± 0,03	± 0,02	± 0,09	± 0,17
Licopeno	0,25 ^a	0,75 ^b	6,74 ^c	10,29 ^d
mg/100g	± 0,01	± 0,02	± 0,17	± 0,09
(%) Atividade	8,02 ^a	8,18 ^a	8,57 ^a	13,24 ^b
antioxidante	± 0,36	± 0,05	± 0,59	± 0,66

(%) Atividade antioxidante de 500 µg/mL do extrato da polpa frente ao radical DPPH

^{a,b,c,d,e} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras (p<0.05). Resultados em base úmida.

Tabela 11. Compostos bioativos e atividade antioxidante da semente de *Bunchosia glandulifera* nos estádios de maturação

Parâmetro	Verde	Amarela	Laranja	Vermelho
		-laranja	-vermelho	
Fenólicos totais	224,97 ^{a,b}	268,73 ^{a,b,c,e}	280,32 ^{b,c,d,e}	333,93 ^{d,e}
mg/100g	± 12,51	± 17,15	± 24,26	± 13,72
Flavonoides	63,46 ^{a,b}	73,24 ^{a,b,c,e}	85,65 ^{b,c,d,e}	98,34 ^{c,d,e}
mg/100g	± 5,06	± 4,89	± 8,37	± 6,28
Cafeína	298,23 ^{a,b}	342,81 ^{a,b}	413,47 ^b	820,73 ^c
mg/100g	± 9,89	± 17,89	± 23,83	± 12,90
Vitamina C	13,15 ^a	14,56 ^a	17,73 ^b	17,98 ^b
mg/100g	± 0,13	± 0,09	± 0,08	± 0,11
β-caroteno	0,59 ^a	0,69 ^{b,c}	0,77 ^{b,c,d}	0,93 ^{c,d}
mg/100g	± 0,01	± 0,04	± 0,06	± 0,01
(%) Atividade	5,99 ^a	6,23 ^a	6,57 ^a	7,65 ^b
antioxidante	± 0,50	± 0,22	± 0,37	± 0,64

(%) Atividade antioxidante de 500 µg/mL do extrato da polpa frente ao radical DPPH

^{a,b,c,d,e} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras (p<0.05). Resultados em base úmida.

Os compostos bioativos e a atividade antioxidante aumentaram conforme o amadurecimento do fruto. Segundo GOMÉZ (2005), no processo de amadurecimento acontecem transformações no fruto que satisfazem os consumidores. O amadurecimento da *B. glandulifera*, um fruto climatérico foi de dois a três dias, mudando de tonalidade com a maturação, passando do verde ao amarelo, laranja, vermelho devido, sobretudo, à degradação da clorofila e à síntese de carotenoides. O que observamos na análise dos carotenoides, aumento na concentração de β -caroteno e licopeno conforme o fruto foi amadurecendo, observou-se que a partir da tonalidade Laranja –vermelho o licopeno apresentou-se em maior concentração na polpa. LIMA e colaboradores (2005), analisando o teor de β -caroteno na acerola em três estágios de amadurecimento relataram o teor de 1,0 a 3,52 $\mu\text{g/g}$ na verde, 1,40 a 5,89 $\mu\text{g/g}$ na verde-amarela, 16,90 a 40,6 $\mu\text{g/g}$ na madura, mostrando que a síntese de carotenoides continua até o final do amadurecimento, concordando com resultados do presente estudo.

A semente por sua vez apresentou baixa concentração de carotenoides nos estádios de maturação, apresentando concentrações baixas de β -caroteno e nenhum teor de licopeno. O aumento no teor de vitamina C observado durante o processo de amadurecimento da *B. glandulifera* é similar aos dados obtidos para murici vermelho, onde relatam que a biossíntese de vitamina C aumenta com o desenvolvimento do fruto (SAMPAIO, 2015). Além disso, os resultados do presente estudo também podem ser comparados com outros frutos, como uvas e morango, em que os níveis de vitamina C aumentaram durante o desenvolvimento desses frutos (CRUZ-RUS *et al.*, 2010).

Os resultados mostraram um aumento nos valores de fenólicos totais na polpa e na semente da *B. glandulifera* no estágio do fruto maduro, no entanto a polpa apresenta maior teor de compostos bioativos que a semente.

A mudança de cor de verde a amarelo, além de estar relacionada a síntese de carotenoides pode estar atribuída à presença de flavonoides (FENNEMA, 2010). Flavonoides foram avaliados na polpa e semente de *B. glandulifera* nos diferentes estádios de maturação, apresentando um aumento ao longo do processo de amadurecimento conforme observado na Tabela 10 e 11.

A cafeína foi outro composto bioativo que aumentou com o amadurecimento da *B. glandulifera*. Os resultados obtidos demonstram que o fruto vermelho tem uma maior concentração de cafeína encontrada tanto na polpa como na semente. No entanto a semente apresenta maior concentração de cafeína, a mesma tem sido usada pela população após ser torrada e moída devido as suas propriedades estimulantes.

A *B. glandulifera* no estágio maduro foi destacada por apresentar teores significativos de compostos bioativos como carotenoides, fenólicos totais, flavonoides e ácido ascórbico que fazem deste fruto uma fonte promissora de compostos antioxidantes cujo cultivo deveria ser estimulado. As Tabelas 12 e 13 estão apresentados os comportamentos físico-químico da *B. glandulifera* nos diferentes estádios de maturação.

Tabela 12. Composição físico-química da polpa de *B. glandulifera* nos estádios de maturação

Parâmetro	Verde	Amarela -laranja	Laranja- vermelho	Vermelho
Umidade	72,94 ^a ± 0,85	72,91 ^a ± 0,10	72,72 ^a ± 0,34	72,69 ^a ± 0,71
pH	7,6 ^a ± 0,11	6,53 ^b ± 0,12	5,78 ^c ± 0,11	5,36 ^c ± 0,18
Acidez Titulável	2,98 ^a ± 0,543	3,39 ^b ± 0,11	3,61 ^b ± 0,25	3,88 ^b ± 0,29
Fibras	1,39 ^a ± 0,01	1,37 ^a ± 0,04	0,98 ^b ± 0,03	0,64 ^c ± 0,01
Proteínas	2,69 ^a ± 0,15	2,65 ^a ± 0,17	2,58 ^a ± 0,12	2,53 ^b ± 0,21
Sólidos Solúveis	8,98 ^a ± 0,03	9,64 ^b ± 0,05	11,09 ^c ± 0,09	12,59 ^d ± 0,11
Açúcares Totais	4,8 ^a ± 0,22	5,2 ^a ± 0,03	5,95 ^b ± 0,06	6,94 ^c ± 0,07
Açúcares Redutores	2,5 ^a ± 0,07	2,86 ^a ± 0,03	3,12 ^{ab} ± 0,4	3,85 ^b ± 0,043
Lipídios	0,11 ^a ± 0,072	0,14 ^a ± 0,13	0,19 ^a ± 0,29	0,24 ^a ± 0,08
Cinzas	1,2 ^a ± 0,05	1,3 ^a ± 0,054	1,6 ^a ± 0,062	1,8 ^a ± 0,19

^{a,b,c,d} diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras (p<0.05).

Tabela 13. Composição físico-química da semente de *B. glandulifera* nos estádios de maturação

Parâmetro	Verde	Amarela	Laranja	Vermelho
		-laranja	-vermelho	
Umidade	56,78 ^a ± 0,429	56,69 ^a ± 0,459	56,04 ^a ± 0,162	55,64 ^a ± 0,459
pH	9,09 ^a ± 0,04	8,54 ^b ± 0,05	8,35 ^b ± 0,04	8,24 ^{bc} ± 0,03
Acidez Titulável	1,76 ^a ± 0,24	2,09 ^b ± 0,28	2,16 ^b ± 0,22	2,26 ^b ± 0,18
Fibras	2,69 ^a ± 0,12	2,14 ^b ± 0,19	2,06 ^b ± 0,20	1,98 ^b ± 0,20
Proteínas	7,69 ^a ± 0,22	7,5 ^a ± 0,27	7,29 ^b ± 0,21	6,87 ^c ± 0,18
Sólidos Solúveis	2,08 ^a ± 0,02	3,27 ^b ± 0,03	3,81 ^b ± 0,02	4,74 ^c ± 0,04
Açúcares Totais	1,08 ^a ± 0,20	1,66 ^{ab} ± 0,05	1,97 ^b ± 0,08	2,06 ^b ± 0,02
Lipídios	0,27 ^a ± 0,04	0,31 ^a ± 0,04	0,38 ^a ± 0,05	0,47 ^a ± 0,04
Cinzas	2,02 ^a ± 0,10	2,08 ^a ± 0,12	2,39 ^{ab} ± 0,09	2,7 ^b ± 0,01

^{a,b,c} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras (p<0.05).

Foi observado que diminuição no teor de umidade na polpa e na semente durante o desenvolvimento da *B. glandulifera* não tem diferença significativa. Decréscimo também foi observado no valor de pH ao longo da maturação na polpa e semente e aumento nos valores da acidez titulável da polpa e semente. À medida que os frutos climatérios se aproximam da maturidade, há um característico aumento da taxa respiratória, da síntese dos hormônios e precursores do etileno, degradação da parede celular e síntese dos açúcares a partir das reservas (FAWOLE E OPARA, 2013).

Os teores de proteínas e fibras diminuíram ao longo da maturação da *B. glandulifera*. Essa diminuição no teor de fibras pode estar relacionada a degradação dos componentes da parede celular, ou seja, despolimerização de pectinas, celulose e hemicelulose (KERBAUY, 2012). Houve um acréscimo no conteúdo de açúcares redutores e totais na polpa, com o prosseguimento do desenvolvimento da *B. glandulifera*. Resultado semelhante foi encontrado nos diferentes estágios de maturação de acerolas (VENDRAMINI E TRUGO, 2000).

Com relação aos sólidos solúveis, o acúmulo de substâncias durante o processo de amadurecimento dos frutos de *Byrsonima ligustrifolia* é evidenciado com o aumento do teor de sólidos solúveis, medidos em °Brix, assim como os encontrados na *B. glandulifera*. Esta determinação apresentou correlação positiva altamente significativa com o conteúdo de açúcares, podendo, então, representar uma medida indireta do teor de açúcares nesses frutos. Estudos sobre qualidade de diferentes frutos frequentemente encontram boa correlação entre aceitação por parte do consumidor e os parâmetros de °Brix e acidez. Isso porque esses parâmetros normalmente representam indicadores de maturação e a aceitação de frutos é altamente dependente do nível de maturação dos mesmos (JAYASENA E CAMERON, 2008).

O teor de lipídios e cinzas aumentaram ao longo da maturação na polpa e semente analisada. As cinzas em alimentos referem-se ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica. É importante observar que a composição das cinzas corresponde à quantidade de substâncias minerais presentes nos alimentos. O teor de cinzas é considerado como medida geral de qualidade e freqüentemente é utilizado como critério na identificação dos alimentos (CHAVES *et al.*, 2004).

5.7.1 Análise de colorimetria

As características cromáticas da *B. glandulifera* ao longo de sua maturação estão apresentadas nas Tabelas 14 e 15. Diferenças foram observadas em L*, cromaticidade e ângulo entre os estádios de maturação.

Tabela 14. Parâmetros colorimétricos da **polpa** de *Bunchosia glandulifera*

Parâmetro	Verde	Amarela-laranja	Laranja – vermelho	Vermelho
a*	-13,15	16,55	33,86	40,66
b*	36,23	23,61	24,85	19,90
L*	42,94	36,47	37,25	31,74
C*	38,54	28,83	42,00	45,52
h*	70,05	54,97	36,27	26,07

cromaticidade a*, cromaticidade b*, índice de luminosidade L*, cromaticidade C* (saturação da cor), ângulo de cor h*.

Tabela 15. Parâmetros colorimétricos da semente *Bunchosia glandulifera*

Parâmetro	Verde	Amarela-laranja	Laranja – vermelho	Vermelho
a*	-15,27	-13,68	-15,59	-5,80
b*	38,25	32,03	35,42	27,64
L*	54,09	41,79	48,34	55,07
C*	41,18	34,82	38,69	28,24
h*	68,23	66,87	66,24	78,14

cromaticidade a*, cromaticidade b*, índice de luminosidade L*, cromaticidade C* (saturação da cor), ângulo de cor h*.

No último estágio de maturação, a polpa de *B. glandulifera* apresentou os menores valores de L*, croma (B*) e Ângulo. A perda da luminosidade é verificada pela redução do valor de L*, pois este representa o parâmetro fotométrico proporcional à luz refletida pelo objeto. Valor de a* negativo indica tonalidade verde e, positivo, tonalidade vermelha. O valor de “a*” aumentou ao longo do desenvolvimento da *B. glandulifera*. Resultados semelhantes foram observados por VENDRAMINI E TRUGO (2000), analisando a cor “a*” da acerola em três estágios de maturação. A degradação da clorofila presente nos cloroplastos da célula vegetal e a biossíntese de antocianinas ao longo do processo de amadurecimento do fruto levaram ao aumento do valor do parâmetro a* (GONÇALVES *et al.*, 2007). Os valores de “b*” foram maiores nos frutos verdes reduzindo ao longo do seu desenvolvimento, mostrando a leve presença da tonalidade amarela.

5.8 A influência da temperatura e tempo de secagem na composição química e atividade antioxidante da *Bunchosia glandulifera*

A fruta seca é uma saída para conservação e transporte de um alimento. Hoje é muito comum encontrar frutas desidratadas. Porém este processo altera a composição dos compostos bioativos. Neste trabalho buscou-se secar a polpa da *B. glandulifera* foram secas em estufa de circulação de ar sob a temperatura de 45 °C, 65 °C e 85 °C e verificar a influência da temperatura sobre a polpa.

O ar quente que entra em contato com a amostra faz com que ocorra uma transferência de calor do ar para a amostra. Além disso, a diferença de pressão parcial de vapor de água existente entre o ar e a superfície da amostra determina uma transferência de vapor para o ar, sendo que uma parte do calor que chega a amostra é utilizada para vaporizar a água e a outra para elevar a temperatura da amostra (MONTEIRO *et al.*, 2010). Esse aumento de temperatura de secagem da polpa de *B. glandulifera* em estufa de circulação de ar e tempo de exposição ao calor mostrou-se influente na degradação dos compostos bioativos e atividade antioxidante. Estudos anteriores já tinham confirmado que a polpa de frutas são suscetíveis à degradação pela ação do calor, de microrganismos, de enzimas, de oxigênio e da luz durante o processamento e o período de estocagem (CORRÊA, 1999; HOFFMANN *et al.*, 1997).

Estudos vêm sendo realizados com a finalidade de diminuir a variação indesejada e otimização da qualidade do alimento, visto que a degradação dos compostos bioativos tem sido um dos fatores importantes a ser considerado no processamento de alimentos (PATRAS *et al.*, 2010).

5.8.1 Cinética de secagem

A verificação da influência da temperatura e tempo de secagem na composição química e atividade antioxidante da *B. glandulifera* foram realizadas em triplicata, até que a umidade de equilíbrio da amostra foi alcançada. As influências da temperatura sobre a cinética de secagem estão apresentadas nas (Figuras 14, 15 e 16), RU (Razão entre Umidade) está representada como função do tempo. Na temperatura elevada foi observado que aumentou a taxa de transferência de massa, portanto, um decréscimo no tempo de secagem. Por outro lado, uma tendência exponencial foi observada nas curvas de secagem, que foram validados usando o modelo matemático de PAGE (1994) para simular a secagem da polpa da *B. glandulifera*. As curvas de secagem exibiram um período de queda de velocidade.

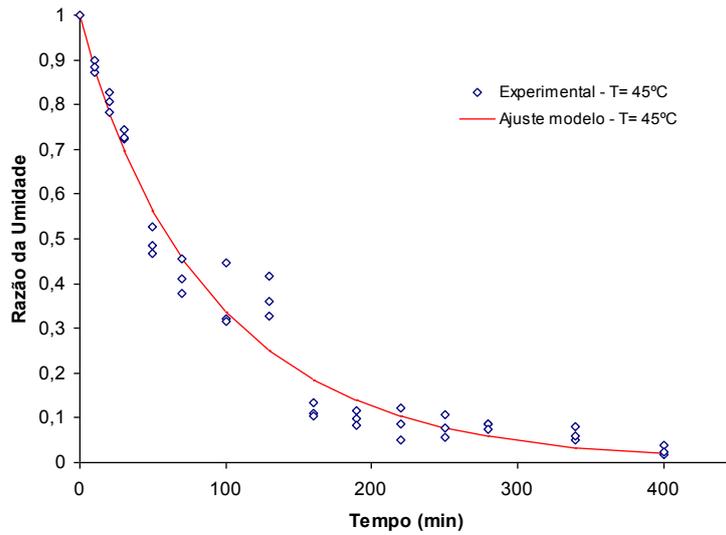


Figura 14. Curva de secagem para desidratação da polpa de *B. glandulifera* na temperatura de 45 °C

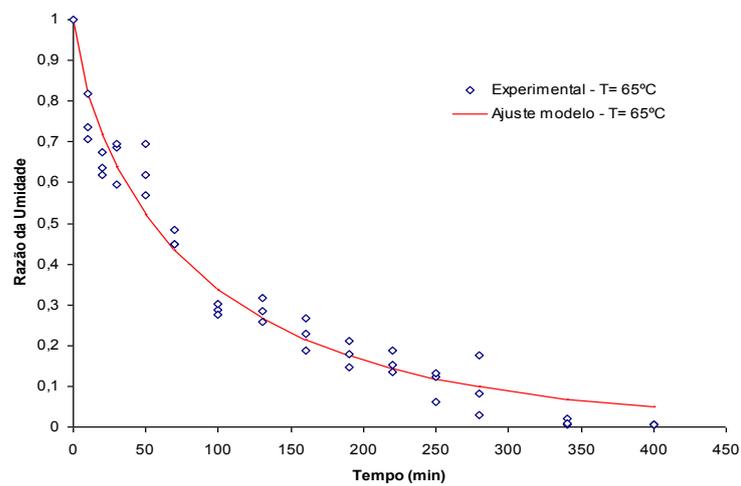


Figura 15. Curva de secagem para desidratação da polpa de *B. glandulifera* na temperatura de 65 °C

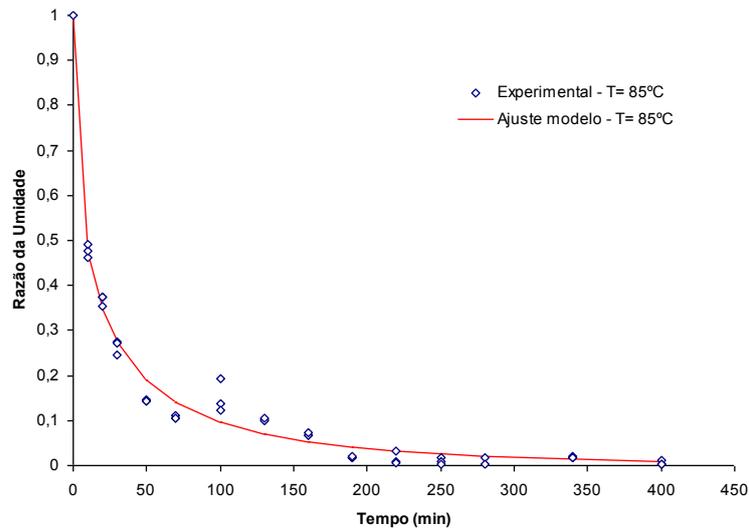


Figura 16. Curva de secagem para desidratação da polpa de *B. glandulifera* na temperatura de 85 °C

Foi observado nas curvas de secagem uma tendência exponencial, razão de umidade pelo tempo, onde nas curvas de 45 e 65 °C teve uma estabilidade uma taxa constante ao final da secagem, ou seja, esta chegou a um ponto em que se manteve uniforme ao longo do tempo. Podemos ver que a maior secagem ocorreu neste período, quando a taxa de secagem é constante. Também foi verificado que as maiores taxas de secagem foram obtidas a 85 °C, ou seja, ocorreu uma queda na umidade, sendo a temperatura, um fator influente na taxa de secagem. No entanto, na temperatura de 85 °C ocorreu maior degradação de compostos bioativos, conforme mostra na Tabela 18, 19 e 20. Comparando as três curvas de secagem foi observado que a melhor temperatura de secagem foi a de 65 °C. Já na temperatura de 45 °C a diminuição de umidade ocorreu no maior tempo de exposição.

A Tabela 16 mostra os valores dos parâmetros k_p (constante da taxa de secagem) e n (número de observações) da cinética a partir do modelo de Page. Os valores estimados para n variaram entre 0,49 e 0,92 foi verificado a sua dependência com a temperatura. Por outro lado, SENADEERA e colaboradores (2003) concluíram que n era quase constante com a temperatura do ar, quando analisaram as curvas de secagem para o feijão, batata e ervilha. AZZOUZ e colaboradores (2002) concluíram que n era função da velocidade do ar e umidade inicial, enquanto que k_p foi função da temperatura do ar e do teor inicial de umidade de uvas.

Tabela 16. Parâmetros empíricos e Testes estatísticos para o ajuste do modelo de Page às curvas de secagem.

Condições experimentais	Parâmetros ajustados		Testes Estatísticos		
	Kp	N	R ²	χ ²	RMSE
T = 45 °C	0,0156	0,9215	0,9695	0,00296	0,05315
T = 65 °C	0.0465	0,7364	0,9552	0,00338	0,05681
T = 85 °C	0,2411	0,4925	0,9794	0,00080	0,02767

Na Tabela 16 foi observado que quanto maior valores do coeficiente de determinação (R²) e valores mais baixos do parâmetro de qui-quadrado (χ²) e do erro médio quadrático (RMSE), melhor a qualidade do ajuste obtido, pelo *software* Statistica v.8.0, método de ajuste quase-Newton, utilizando a Equação de Page. Para representar os resultados experimentais, diferentes critérios estatísticos são apresentados na literatura (PANGAVHANE *et al.*, 1999; GOYAL *et al.*, 2007).

Com a utilização do modelo matemático para ajuste da secagem, capaz de prever a variação da umidade com o tempo, ou seja, parâmetros de processos para possíveis aplicações, tem a possibilidade de prever o tempo e a temperatura ideal para utilização da fruta.

Na Tabela 17 observamos os resultados da porcentagem de umidade da *B. glandulifera*. Segundo relatos da literatura, a secagem vem sendo utilizada com a finalidade de retirar o conteúdo de água de determinada amostra, principalmente frutas e vegetais, diminuindo o crescimento microbiano e as reações químicas indesejáveis, assim aumentando a vida de prateleira do alimento (PARK *et al.*, 2006; RUIZ-LÓPEZ *et al.*, 2008; FERREIRA, 2010).

A verificação da influência da temperatura de secagem e o tempo de exposição foi realizado até que a umidade de equilíbrio foi alcançada.

Tabela 17. Porcentagem de umidade da polpa de *Bunchosia glandulifera* na temperatura de 45 °C, 65 °C e 85 °C, em diferentes tempos.

Tempo (min.)	45 °C	65 °C	85 °C
	% umidade	% umidade	% umidade
0	72,69	72,69	72,69
10,00	59,43 ^{aA} ± 0,02	57,83 ^{aA} ± 0,01	52,79 ^{bA} ± 0,01
20,00	57,87 ^{aAB} ± 0,00	53,00 ^{bB} ± 0,02	50,57 ^{bA} ± 0,29
30,00	55,95 ^{aB} ± 0,00	50,88 ^{bB} ± 0,01	46,24 ^{cB} ± 0,70
50,00	45,52 ^{aC} ± 0,03	34,91 ^{bC} ± 0,011	34,60 ^{bC} ± 1,02
70,00	44,89 ^{aC} ± 0,01	32,20 ^{bC} ± 0,07	24,40 ^{cD} ± 0,80
100,00	39,23 ^{aD} ± 0,034	28,87 ^{bD} ± 0,01	19,36 ^{cE} ± 0,01
130,00	35,65 ^{aE} ± 0,02	20,82 ^{bE} ± 0,04	11,47 ^{cF} ± 0,30
160,00	27,93 ^{aF} ± 0,03	19,69 ^{bEF} ± 0,08	8,76 ^{cG} ± 0,12
190,00	24,83 ^{aG} ± 0,01	17,78 ^{bF} ± 0,06	9,04 ^{cG} ± 0,08
220,00	21,05 ^{aH} ± 0,02	17,12 ^{bF} ± 0,04	7,32 ^{cG} ± 0,37
250,00	20,54 ^{aH} ± 0,01	12,15 ^{bG} ± 0,03	4,78 ^{cH} ± 0,23
280,00	20,57 ^{aH} ± 0,01	10,00 ^{bGH} ± 0,40	4,36 ^{cH} ± 0,10
340,00	15,82 ^{aI} ± 0,02	9,51 ^{bH} ± 0,02	4,60 ^{cH} ± 0,02
400,00	14,19 ^{aI} ± 0,03	9,40 ^{bH} ± 0,03	2,47 ^{cI} ± 0,01

(a,b,c) diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras (p<0.05). (letra maiúscula) diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras (p<0.05).

Nas Tabelas 18 e 19 são apresentados os resultados de β -caroteno e licopeno da polpa de *B. glandulifera*, em diferentes tempos e temperaturas de secagem, mostrando que as maiores reduções foram observadas nas temperaturas mais elevadas e no maior tempo de exposição, confirmando a hipótese de que temperaturas elevadas causam oxidação de carotenoides, promovendo sua degradação, e diminuindo sua presença nos alimentos. Esse resultado também foi observado nas (Figuras 17 e 18).

Tabela 18. Teores de β -caroteno da polpa de *Bunchosia glandulifera*, em diferentes tempos de secagem na temperatura de 45 °C, 65 °C e 85 °C

Tempo (min.)	45 °C	65 °C	85 °C
	β -caroteno (mg/100 g)	β -caroteno (mg/100 g)	β -caroteno (mg/100 g)
0	74,23	74,23	74,23
	± 3,87	± 3,87	± 3,87
10	55,84 ^{aA}	44,36 ^{bA}	39,66 ^{cA}
	± 2,49	± 2,81	± 0,76
20	50,87 ^{aB}	37,79 ^{bB}	37,96 ^{bA}
	± 5,05	± 3,04	± 0,31
30	37,39 ^{aC}	34,6 ^{bC}	32,97 ^{bB}
	± 3,05	± 0,37	± 0,24
50	33,29 ^{aD}	26,43 ^{bD}	28,35 ^{bC}
	± 1,87	± 2,03	± 0,39
70	29,20 ^{aE}	25,51 ^{bD}	24,14 ^{bD}
	± 3,08	± 0,72	± 8,74
100	28,95 ^{aE}	24,63 ^{bD}	20,39 ^{cE}
	± 3,89	± 0,29	± 0,26
130	27,25 ^{aE}	22,09 ^{bF}	18,36 ^{cEF}
	± 1,05	± 0,14	± 0,24
160	23,24 ^{aF}	21,06 ^{bF}	19,48 ^{bE}
	± 1,58	± 0,10	± 0,19
190	23,40 ^{aF}	22,45 ^{aF}	17,85 ^{bF}
	± 0,89	± 0,50	± 0,12
220	26,66 ^{aG}	22,2 ^{bF}	17,79 ^{cF}
	± 2,02	± 0,14	± 5,93
250	25,18 ^{aG}	20,81 ^{bFG}	17,54 ^{cF}
	± 1,46	± 0,42	± 0,26
280	25,00 ^{aG}	19,12 ^{bFG}	15,76 ^{cFG}
	± 2,27	± 0,16	± 0,03
340	20,21 ^{aH}	18,5 ^{aG}	14,75 ^{cG}
	± 0,31	± 0,18	± 0,05
400	21,90 ^{aH}	17,85 ^{bG}	14,84 ^{cG}
	± 0,18	± 0,25	± 0,06

(a,b,c) diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0.05$).

(letra maiúscula) diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0.05$).

Na Tabela 18, podemos observar que no tempo de 10 min. ocorreu perda de compostos bioativos em ambas temperaturas, já no tempo de 100 min. não teve muita diferença de concentração de β -caroteno nas três temperaturas de secagem, com o aumento do tempo de exposição podemos verificar uma tendência a estabilidade da secagem, a mesma perda de β -caroteno nos tempos entre 190 min. e 280 min. a 85 °C. A maior perda

foi no tempo de 340 e 400 min. a 85 °C. A temperatura de secagem de 65 °C foi a melhor quando comparada a temperatura de 45 e 85 °C, mostrando que em menos tempo de exposição tem-se resultados semelhantes a temperatura de 45 °C. Podemos relatar observações semelhantes nos resultados do licopeno.

Tabela 19. Teores de licopeno da polpa de *Bunchosia glandulifera*, em diferentes tempos de secagem na temperatura de 45 °C, 65 °C e 85 °C

Tempo (min.)	45 °C	65 °C	85 °C
	Licopeno (mg/100 g)	Licopeno (mg/100 g)	Licopeno (mg/100 g)
0	84,65 ± 3,59	84,65 ± 3,59	84,65 ± 3,59
10	57,38 ^{aA} ± 4,98	48,96 ^{bA} ± 3,00	44,61 ^{cA} ± 0,91
20	51,32 ^{aB} ± 7,59	42,28 ^{bB} ± 3,39	42,26 ^{bA} ± 0,25
30	42,68 ^{aC} ± 2,39	41,48 ^{aB} ± 0,48	37,47 ^{bB} ± 0,28
50	34,41 ^{aD} ± 0,76	33,49 ^{abC} ± 0,03	31,26 ^{abC} ± 0,35
70	32,38 ^{aDE} ± 1,40	30,06 ^{aD} ± 0,87	26,11 ^{bD} ± 0,37
100	31,69 ^{aDEF} ± 1,46	28,04 ^{bD} ± 0,34	24,14 ^{cD} ± 0,33
130	30,49 ^{aDEF} ± 1,28	26,3 ^{bDF} ± 0,17	23,83 ^{cDEF} ± 0,23
160	29,88 ^{aDEF} ± 1,57	25,6 ^{bF} ± 0,04	23,39 ^{cDEF} ± 0,47
190	26,46 ^{aG} ± 1,65	24,23 ^{abF} ± 0,49	22,34 ^{abDEF} ± 0,15
220	27,21 ^{aG} ± 0,16	24,36 ^{bF} ± 0,19	22,13 ^{bDEF} ± 0,28
250	25,42 ^{aG} ± 1,14	23,26 ^{abF} ± 0,50	21,76 ^{abF} ± 0,33
280	27,64 ^{aG} ± 1,01	24,8 ^{bF} ± 0,21	21,67 ^{cF} ± 0,04
340	23,80 ^{aH} ± 0,25	23,4 ^{aF} ± 0,19	17,82 ^{bG} ± 0,05
400	22,31 ^{aH} ± 0,19	21,84 ^{aFG} ± 0,25	16,81 ^{bG} ± 0,07

(a,b,c) diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras (p<0.05).

(letra maiúscula) diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras (p<0.05).

Os resultados da análise de carotenoides das Tabelas 18 e 19 são semelhantes ao encontrado em outros estudos que analisaram a influência da temperatura na degradação de carotenoides, confirmando que a elevação da temperatura aumenta a velocidade de degradação, reduzindo o teor total de carotenoides presentes na amostra por NONIER e colaboradores (2004). DEMIRAY e colaboradores (2012), também analisaram diminuições do conteúdo de licopeno durante a secagem do tomate com temperaturas entre 60 e 100 °C. GAMA E SYLOS (2007), observaram na temperatura de 95 a 105 °C durante 10 s, uma redução dos teores de β -caroteno na laranja. Outro estudo observou uma diminuição de 3,9 % no teor de licopeno após secagem com ar aquecido a 95 °C por até 10 h e relataram que a retenção de licopeno em tomate pode apresentar ligeira diminuição durante os processos de desidratação convencional a ar, por reações de degradação térmica e oxidação (SHI *et al.*, 1999). Essa decomposição dos carotenoides presente nas frutas pode estar relacionada com a reação enzimática oxidativa e auto-oxidação (UENOJO *et al.*, 2007). Estudos correlacionam a degradação de carotenoides com a disponibilidade de vitamina A, devido a vitamina A (retinol) ser a metade da molécula de β -caroteno (RODRIGUEZ-AMAYA E KIMURA, 2004).

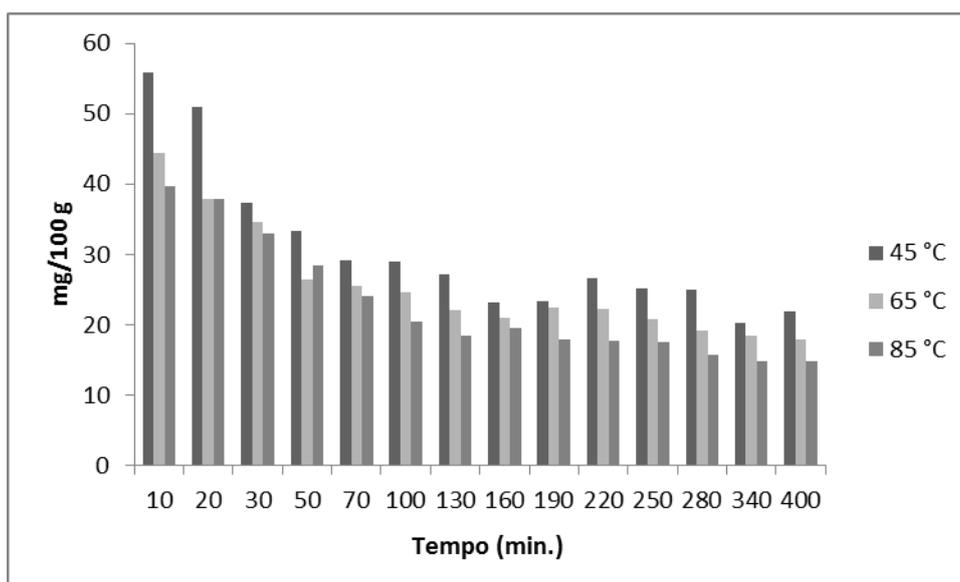


Figura 17. Variação do Teor de β -caroteno na polpa em função do tempo nas diferentes temperaturas

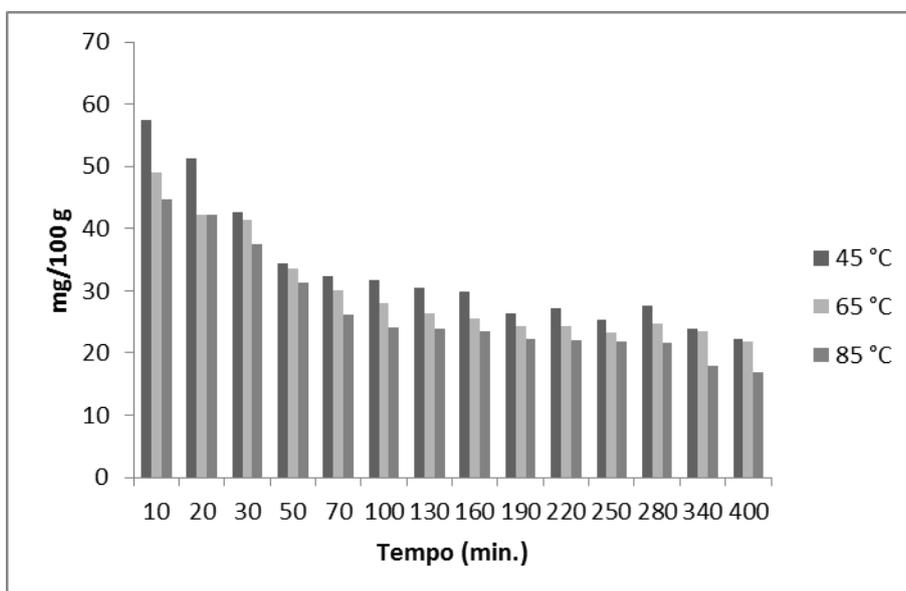


Figura 18. Variação do Teor de licopeno na polpa em função do tempo nas diferentes temperaturas

Os teores de compostos fenólicos totais estão apresentados na Tabela 20, sendo observadas diferenças na concentração de compostos fenólicos entre 45 °C, 65 °C e 85 °C conforme o tempo de exposição. Podemos observar pouca diferença de perdas compostos fenólicos nas temperaturas de 45 e 65 °C a partir dos 160 min., já a 85 °C ocorreu maior degradação dos compostos fenólicos, mas já é esperado, pois sabe-se que o processo térmico diminui a concentração de compostos bioativos.

Tabela 20. Teores de compostos fenólicos da polpa de *Bunchosia glandulifera*, em diferentes tempos de secagem na temperatura de 45 °C, 65 °C e 85 °C

Tempo (min.)	45 °C Fenólicos (mg/100 g)	65 °C Fenólicos (mg/100 g)	85 °C Fenólicos (mg/100 g)
0	6061,91 ± 245,32	6061,91 ± 245,32	6061,91 ± 245,32
10	4187,10 ^{aA} ± 436,15	3913,78 ^{aA} ± 65,22	3335,48 ^{bA} ± 22,45
20	3724,84 ^{aB} ± 236,12	3222,13 ^{bB} ± 53,74	3105,80 ^{bAB} ± 0,00
30	3082,97 ^{aC} ± 524,54	3067,97 ^{aB} ± 38,76	2729,46 ^{bAB} ± 15,82
50	2613,36 ^{aD} ± 437,48	2991,81 ^{bB} ± 115,25	2213,87 ^{cC} ± 0,00
70	2499,47 ^{aD} ± 135,26	2060,74 ^{bC} ± 33,52	1639,31 ^{cD} ± 0,00
100	2387,32 ^{aDE} ± 401,22	1714,80 ^{bC} ± 38,42	1445,88 ^{cDE} ± 8,92
130	2309,30 ^{aDE} ± 8,66	1400,43 ^{bD} ± 59,31	1395,10 ^{bDEF} ± 8,61
160	1499,62 ^{aF} ± 79,71	1344,60 ^{aD} ± 27,06	1358,39 ^{aDEF} ± 8,38
190	1231,55 ^{aF} ± 131,25	1288,19 ^{aDEF} ± 9,79	1254,72 ^{aEF} ± 28,67
220	1249,71 ^{aF} ± 47,57	1230,49 ^{aDEF} ± 9,61	1060,98 ^{aFG} ± 22,05
250	1224,23 ^{aF} ± 51,24	1177,54 ^{abDEF} ± 24,33	956,82 ^{abGH} ± 21,97
280	1238,61 ^{aF} ± 9,19	1120,37 ^{aDEF} ± 9,12	898,94 ^{bGH} ± 8,30
340	1191,33 ^{aFG} ± 104,64	1064,85 ^{aEF} ± 0,00	880,08 ^{bGH} ± 0,00
400	1143,11 ^{aFG} ± 8,59	1058,58 ^{aEF} ± 14,93	866,09 ^{bGH} ± 0,50

(a,b,c) diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0.05$).

(letra maiúscula) diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0.05$).

Os teores de compostos fenólicos diminuíram com o aumento da temperatura bem como o aumento do tempo que as amostras ficaram na estufa de circulação de ar. Segundo relatos da literatura o processamento térmico de frutas e vegetais reduz o conteúdo de seus compostos bioativos e atividade antioxidante (ARANCIBIA-AVILA *et al.*, 2008). A

diminuição de composto fenólico foi observada no estudo com frutas vermelhas submetidas a temperatura de 100 °C (HAGER *et al.*, 2008). Os resultados da influência da temperatura no teor de fenólicos também foi observado na (Figura 19).

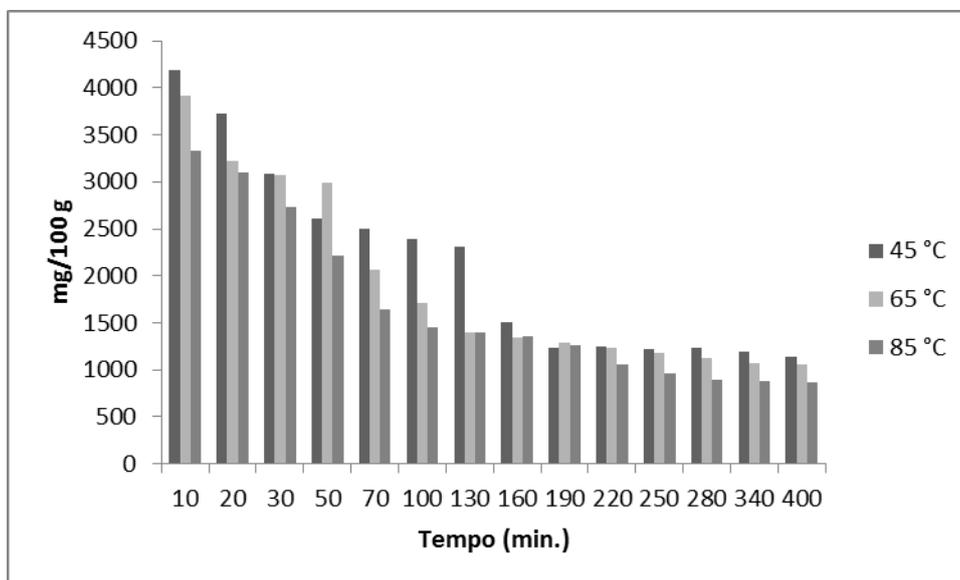


Figura 19. Variação do Teor de fenólicos na polpa em função do tempo nas diferentes temperaturas

Os resultados da atividade antioxidante da polpa de *B. glandulifera*, em diferentes tempos de secagem na temperatura de 45 °C, 65 °C e 85 °C estão apresentados na Tabela 21 e na Figura 20. Podemos observar no tempo de 10 min. uma diferença de atividade antioxidante nas três temperaturas, já em 160 min. a diferença foi pouca em ambas temperaturas. Em 190, 340 e 400 min. a perda de atividade foi maior em 85 °C ocorrendo uma diminuição na atividade antioxidante. Evidenciando novamente a melhor temperatura de secagem em 65 °C.

Tabela 21. Atividade antioxidante da polpa de *Bunchosia glandulifera*, em diferentes tempos de secagem na temperatura de 45 °C, 65 °C e 85 °C

Tempo (min.)	45 °C AA (%)	65 °C AA (%)	85 °C AA (%)
0	48,50 ± 0,76	48,50 ± 0,76	48,50 ± 0,76
10	46,33 ^{aA} ± 0,13	41,1 ^{bA} ± 0,00	39,59 ^{bA} ± 0,23
20	41,74 ^{aB} ± 0,13	40,41 ^{bA} ± 0,10	38,44 ^{bA} ± 0,13
30	40,83 ^{aBC} ± 0,13	33,33 ^{bB} ± 1,89	31,58 ^{bB} ± 0,23
50	41,06 ^{aB} ± 0,13	32,42 ^{bBC} ± 1,04	30,43 ^{bB} ± 0,34
70	38,53 ^{aCD} ± 0,13	29,91 ^{bCD} ± 0,35	29,75 ^{bBC} ± 0,13
100	37,61 ^{aCD} ± 0,12	28,54 ^{bD} ± 0,39	27,69 ^{bC} ± 0,13
130	36,93 ^{aCD} ± 0,23	26,48 ^{bDE} ± 0,57	25,86 ^{bC} ± 0,23
160	25,96 ^{aE} ± 0,09	26,71 ^{aDE} ± 0,34	25,4 ^{aC} ± 0,23
190	25,48 ^{aE} ± 0,09	26,48 ^{aDE} ± 1,37	22,43 ^{bD} ± 0,225
220	25,00 ^{aE} ± 4,64	26,26 ^{aDE} ± 0,99	18,76 ^{bD} ± 0,22
250	21,02 ^{aF} ± 8,50	24,66 ^{bEF} ± 0,13	15,33 ^{cE} ± 0,23
280	19,9 ^{aF} ± 0,84	24,66 ^{bEF} ± 0,45	13,50 ^{cE} ± 0,35
340	19,11 ^{aF} ± 0,40	18,72 ^{aG} ± 0,47	11,67 ^{bF} ± 0,23
400	19,27 ^{aF} ± 1,06	18,72 ^{aG} ± 0,23	10,07 ^{bF} ± 0,23

(a,b,c) diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras (p<0.05).

(letra maiúscula) diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras (p<0.05).

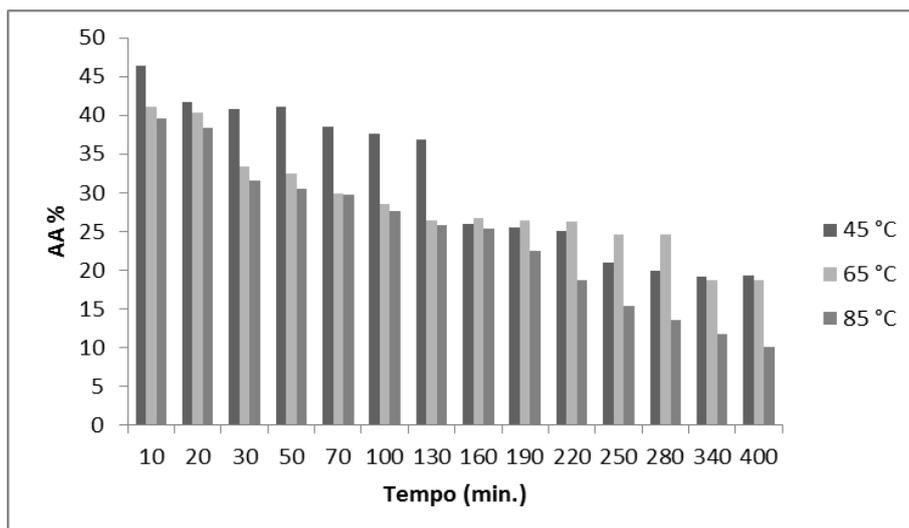


Figura 20. Variação da atividade antioxidante na polpa em função do tempo nas diferentes temperaturas

A atividade antioxidante pelo método do DPPH diminuiu conforme o tempo de exposição, sendo que as maiores reduções foram observadas na medida em que houve aumento da temperatura. Segundo relatos da literatura, os compostos bioativos tem uma grande importância nutricional em frutas vermelhas, em especial devido à alta capacidade antioxidante (SOUZA, 2013). O processamento térmico de frutas reduz o teor de seus compostos bioativos e atividade antioxidante (BUSHRA *et al.*, 2008; CISSE *et al.*, 2009; FERRACANE *et al.*, 2008; JIMENEZ-MONTRAL *et al.*, 2009). Os resultados do presente estudo são semelhantes a outras pesquisas, onde propriedades antioxidantes de frutas dependeram da intensidade do tratamento térmico (SCALZO *et al.*, 2004; LUGASI *et al.*, 2011).

No estudo com café, foi relatado que a torrefação pode levar à perda de polifenóis, devido à degradação térmica progressiva (LÓPEZ-GALILEA, 2006). A maior redução de atividade antioxidante do presente estudo foi na temperatura de 85 °C. Estudos observaram redução no aquecimento a temperaturas de 100 °C (PIASEK *et al.*, 2011).

Com relação ao coeficiente de correlação (r) entre atividade antioxidante frente ao radical DPPH e os compostos bioativos nas diferentes temperaturas de secagem, podemos observar na Tabela 22 as correlações positivas entre a atividade antioxidante e os compostos bioativos nas três temperaturas de secagem. Na temperatura de 45 °C o coeficiente de correlação do β -caroteno com atividade antioxidante teve $r = 0,7992$, do licopeno $r = 0,8273$ e dos compostos fenólicos $r = 0,9385$. O maior coeficiente de correlação foi de 0,9385 mostrando uma correlação forte ($0,8 < r < 1$) de acordo com os

conceitos da correlação de Pearson. Já o $r = 0,7992$ mostra uma correlação moderada entre a interação do β -caroteno com atividade antioxidante, confirmando a hipótese que a alta temperatura influencia na degradação de compostos lipofílicos como os carotenoides.

Tabela 22. Correlação entre atividade antioxidante e os compostos bioativos.

Compostos bioativos	Coeficiente de correlação (r)*	Coeficiente de correlação (r)*	Coeficiente de correlação (r)*
	DPPH	DPPH	DPPH
	45 °C	65 °C	85 °C
β-caroteno	0,7992	0,8282	0,8563
Licopeno	0,8273	0,8441	0,8439
Compostos fenólicos	0,9385	0,8800	0,8733

*Correlação de Pearson

Os resultados da correlação sugere que os fenólicos seriam os principais responsáveis pela atividade antioxidante. No entanto, é importante considerar que atividade antioxidante pode estar relacionada com o sinergismo desses compostos bioativos.

5.9 Isolamento de metabolitos secundários da *Bunchosia glandulifera*.

Os espectros de RMN ^1H , ^{13}C , COSY, DEPT, HMQC e HMBC do isolado do extrato bruto clorofórmico da semente, delta-lactama **18** foi obtido em clorofórmio deuterado (CDCl_3) e do isolado do extrato bruto da polpa, manitol **19** em Dimetilsulfóxido deuterado (DMSO-d_6) nos tubos de 5 mm, utilizando tetrametilsilano (TMS) como referência interna. A delta-lactama e o manitol foram isolados pela primeira vez da *Bunchosia glandulifera*.

5.9.1 Delta-Lactama (19)

Do extrato bruto clorofórmico da semente foi obtido um precipitado branco. Este precipitado foi lavado várias vezes com hexano. Após foi submetido a CCD (eluente metanol), revelado com metanol/HCl, onde foi observado sua pureza. O precipitado apresentou PF=114°C. O composto também apresentou peso molecular de 97,12 g/mol, obtido em CG/EM (Figura 21).

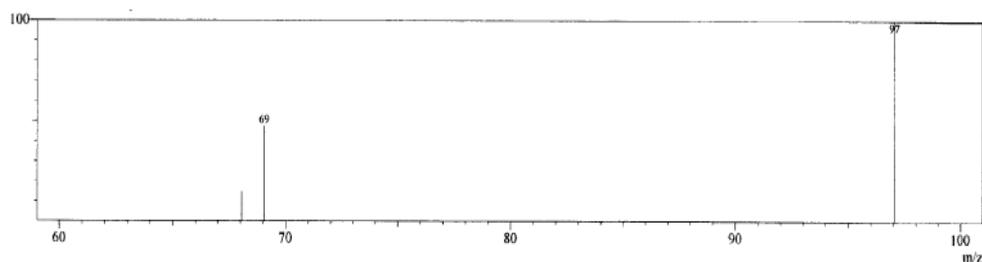


Figura 21. Espectro de massa da delta-lactama

A análise de RMN de ^1H (Figura 22) foi observado os sinais característicos do composto, revelou a presença de quatro picos de hidrogênio, referentes a sete hidrogênios pela integração. Observamos em campo mais alto, um pico de 7,2 ppm referente ao um hidrogênio ligado a NH. Em 5,76 ppm observamos dois hidrogênio presentes em carbono com duplas ligações (CH=CH). Na região de 3,98 ppm dois hidrogênios na forma de tripleto deslocado pela presença de um heteroátomo (CH-N). E em campos mais baixos outros dois hidrogênios 2,91 ppm na forma de quarteto referente a carbonos metilênicos (CH_2).

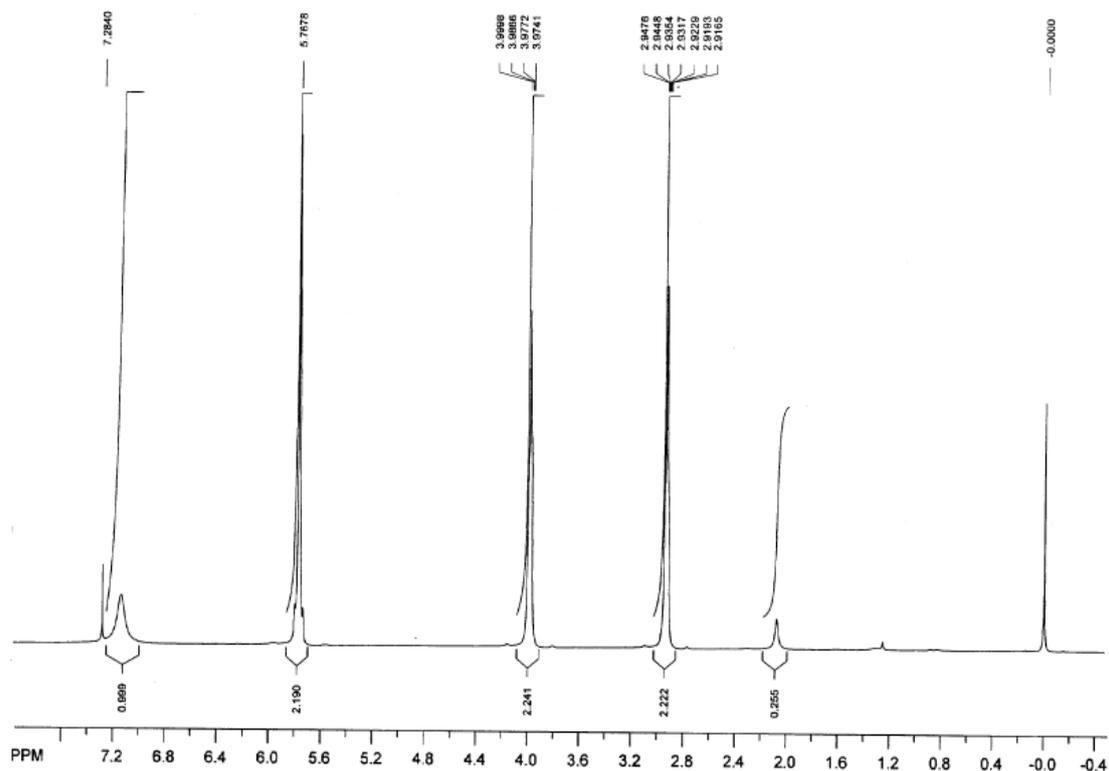


Figura 22. Espectro de RMN ^1H da delta-lactama em CDCl_3 a 400MHz

No espectro de ^{13}C (Figura 23), demonstrando os picos característicos do metabólito confirmando a presença de cinco carbonos. Um é o carbono desidrogenado, pertencente a carbonila em 170 ppm. O outro dois carbonos em 120,7 e 121,9 ppm pertencentes a duplas ligações e em 31,1 e 43,6 ppm aparecem dois picos de carbonos metilênicos.

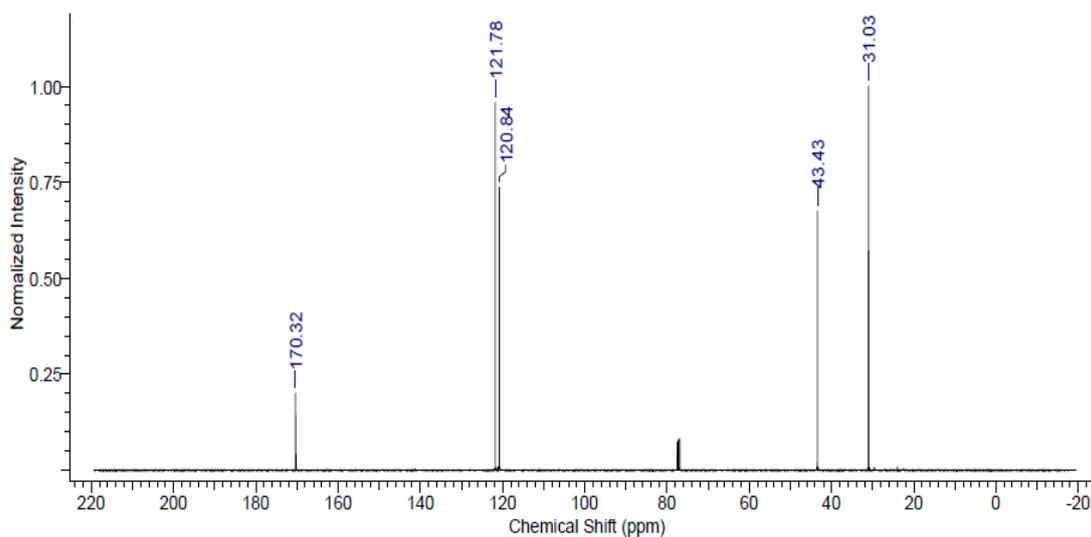


Figura 23. Espectro de RMN ^{13}C carbono da delta-lactama em CDCl_3 a 100MHz

No DEPT 135 (Figura 24) foi observado dois carbonos metilênicos em 31,1 e 43,6 ppm. Dois carbonos da ligação C=C, que aparecem em 120,7 e 121,9 ppm. Além disso, o carbono 170 ppm desapareceu, confirmando a presença de uma carbonila.

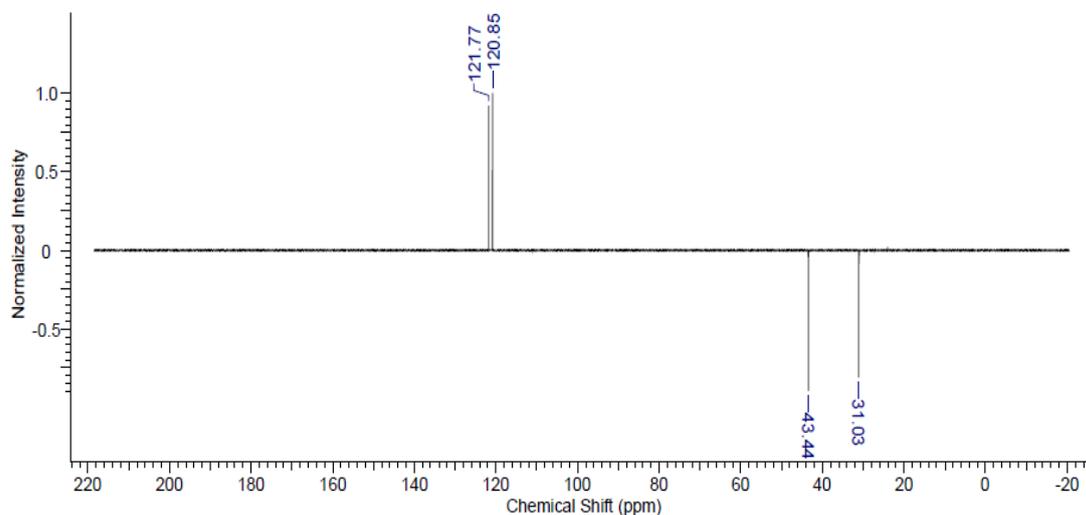
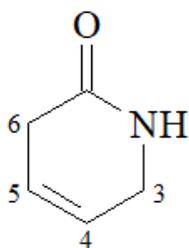


Figura 24. Espectro de RMN ^{13}C DEPT 135 da delta-lactama em CDCl_3 .

A partir destes dados, foi proposto que o composto presente no extrato bruto clorofórmico da semente é uma lactama **19**.



(19)

Os dados obtidos em RMN de ^1H e ^{13}C foram semelhantes aos encontrados na literatura (Tabela 23) para uma lactama de seis membros (BARON *et al.*, 2011). Segundo dados da literatura a δ -lactama foi isolada dos extratos brutos do fungo *Paecilomyces lilacinus* (TELES, 2012). Também foi isolada do extrato aquoso das folhas de *Clausena lansium* (CHU E ZHANG, 2014). Estudo recente isolou a γ -lactam–isochromanone da planta *Lycopodiella cernua* (HUANG *et al.*, 2017).

Com relação a atividade biológica, a lactama tem apresentado diversas atividades farmacológicas, dentre elas, atividades antibacteriana, anti-inflamatória (LIMBERGER,

2006). Existe um grande interesse da indústria farmacêutica pelas lactamas, diversos fármacos contem α , β , γ , δ -lactamas em sua estrutura química atuando em diversos tratamentos de doenças como câncer, AIDS, malária, tuberculose, antibacteriano e antiinflamatório (JANECKI *et al.*, 2013).

Tabela 23. Deslocamento de RMN ^1H , ^{13}C , COSY, HMBC e HMQC da delta-lactama

H	$^1\text{H}^*$	Literatura ^1H	$^{13}\text{C}^*$	Literatura ^{13}C	COSY **	HMQC**	HMBC **
1	-	-	170,0	169,22	-	-	-
2	7,2	7,26	-	-	-	-	-
3	3,98	3,98	43,6	43,68	H-4	C-3	C-1, C-4, C-5, C-6
4	5,76	5,77	120,7	120,32	H-3, H-5	C-4	C-1, C-3, C-6
5	5,76	5,77	121,9	121,99	H-4, H-6	C-5	C-1, C-3, C-6
6	2,91	2,92	31,1	31,02	H-5	C-6	C-1, C-3, C-5, C-6

* Deslocamento químico (ppm)

** Acoplamento

A análise de 2D-RMN, de COSY (*Correlation Spectroscopy*), HMBC (*Heteronuclear Multiple Bond Coherence*) e HMQC (*Heteronuclear Multiple Quantum Correlation*), foi importante para o completo assinalamento dos hidrogênios e de seus respectivos carbonos. O espectro homonuclear bidimensional COSY ^1H - ^1H (Figura 25) mostrando as proximidades dos núcleos, confirmam a estrutura apresentando as posições de hidrogênios atribuídos no espectro anterior. Os pontos que não estão na diagonal são chamados picos cruzados. Estes indicam pares de Hidrogênios que estão acoplados.

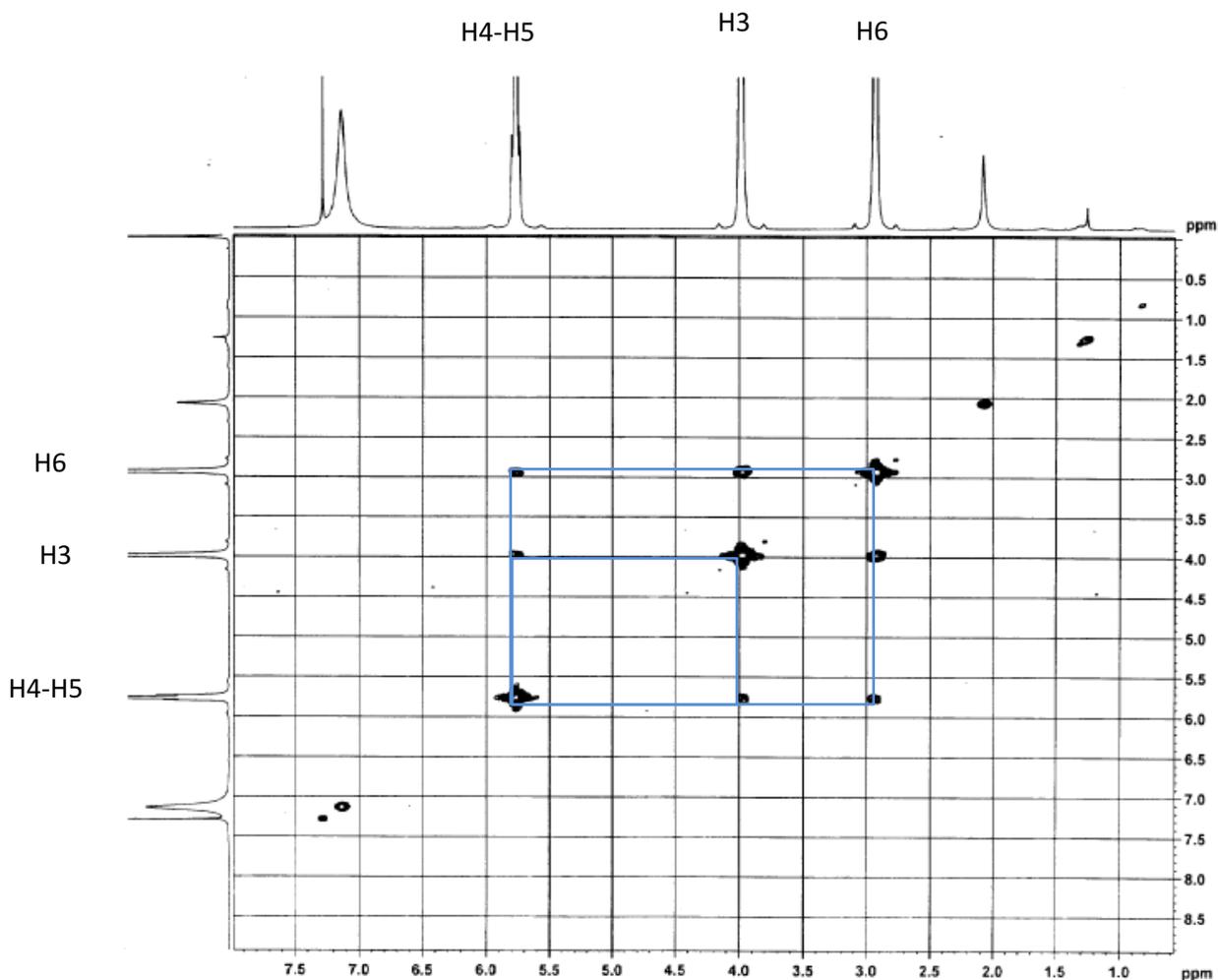


Figura 25. Espectro de RMN COSY ^1H - ^1H da delta-lactama em CDCl_3 .

No espectro de RMN bidimensional heteronuclear HMBC (longa distância com detecção de hidrogênio) (Figura 26) permite estabelecer a correlação entre os acoplamentos de carbono e hidrogênio próximos com acoplamentos de duas a quatro ligações. A análise do espectro mostrou correlações entre o sinal do H-3 com o C-1, C-4 ou C-5 e C-6. As correlações observadas estão na Tabela 25.

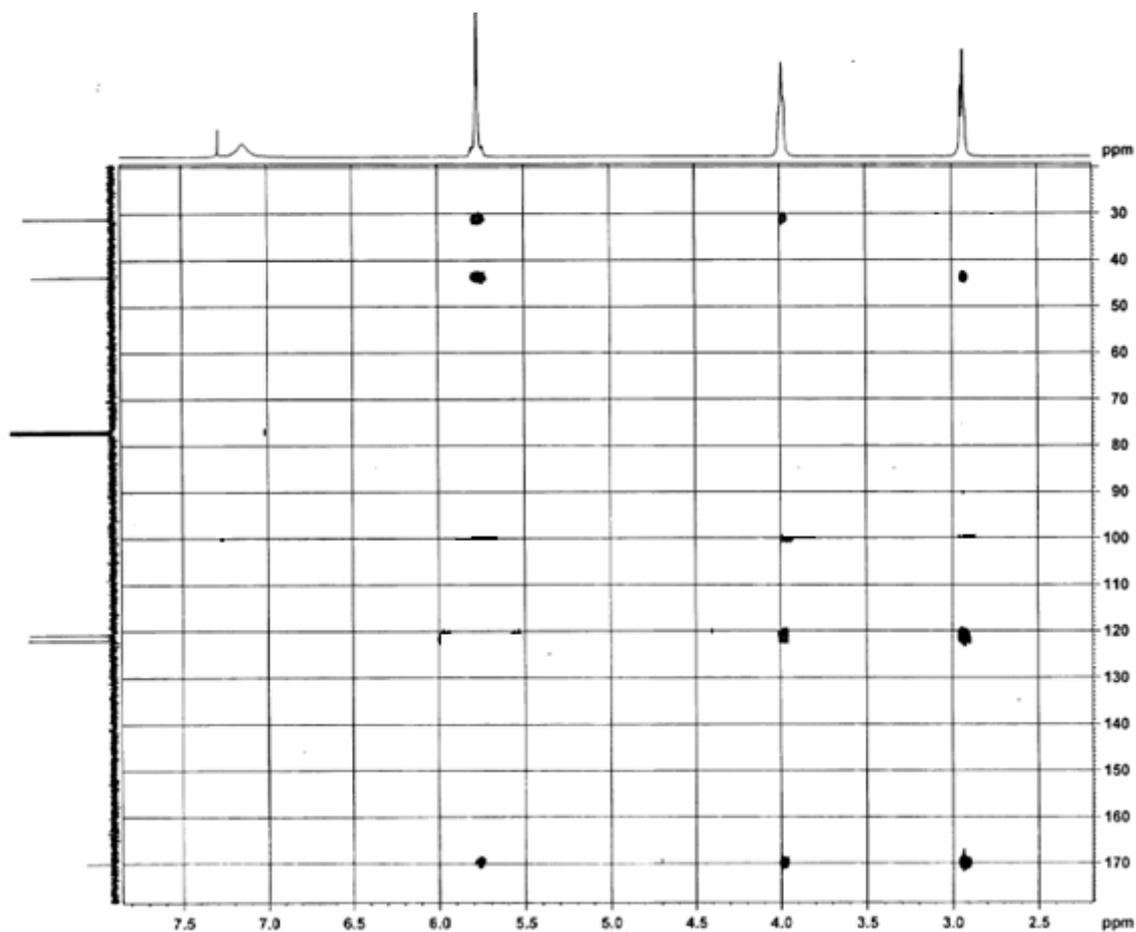


Figura 26. Espectro de RMN HMBC da delta-lactama em CDCl₃.

O espectro bidimensional HMQC foi observado que cada carbono está ligado ao seu hidrogênio correspondente, ou seja, os acoplamentos entre H e C da mesma ligação química (Figura 27). No HMQC foram eliminados acoplamentos de longa distância (isto é, mais de 2 ligações) entre o H e o C e ao mesmo tempo preservou o acoplamento entre os átomos ligados, que correlacionam em um experimento 2D, o que possibilitou a confirmação do carbono desidrogenado, devido a falta de correlação do carbono da região 170 ppm com átomos de hidrogênios.

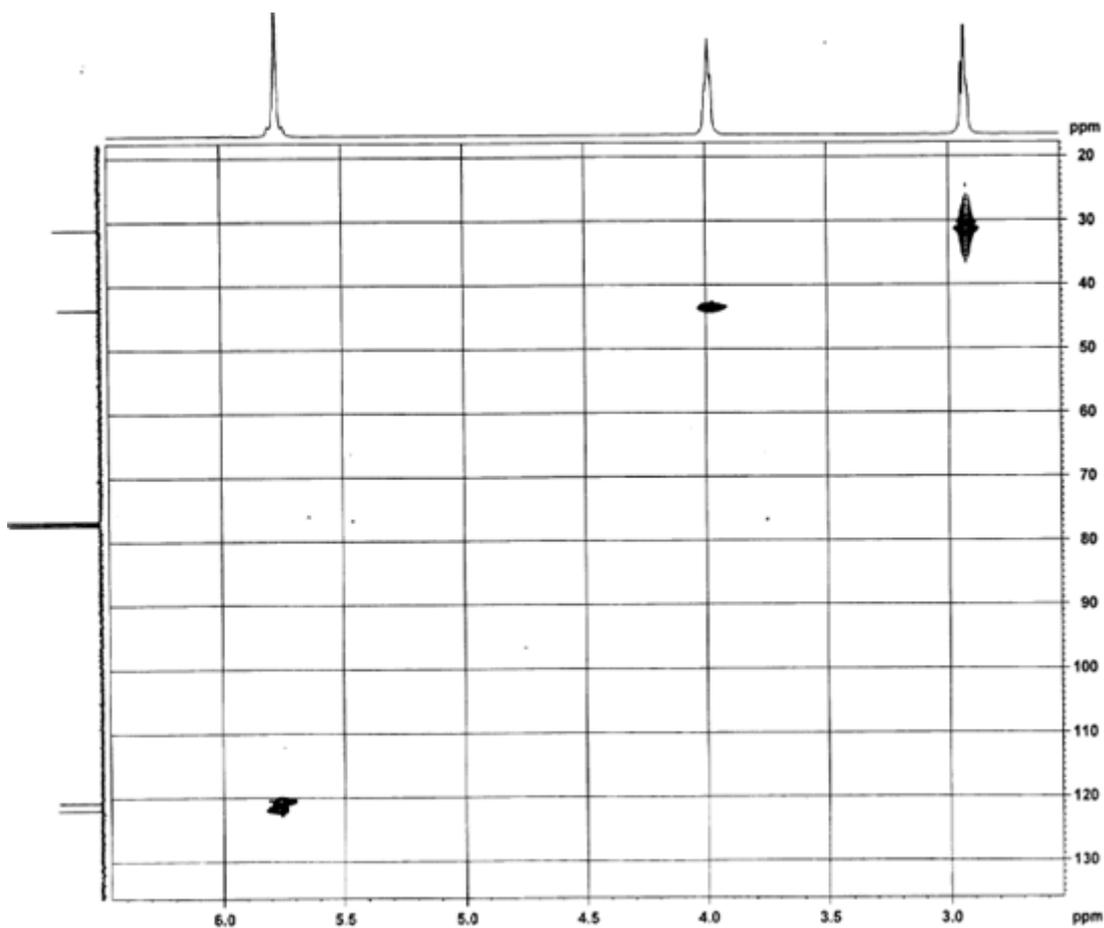
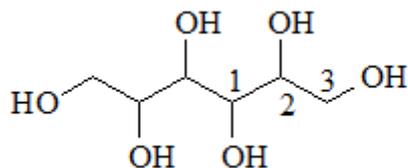


Figura 27. Espectro de RMN HMQC da delta-lactama em CDCl_3 .

5.9.2 Composto Manitol

Do extrato bruto da polpa preparado com etanol foi observado na fração acetato e metanol 20% a formação do precipitado amarelo. Este precipitado foi lavado com hexano por várias vezes e após realizar a CCD com eluentes de diferentes polaridades, revelado com metanol/HCl foi observado a presença de composto puro. O precipitado apresentou $\text{PF}=166\text{ }^\circ\text{C}$. Este quando submetido a análise de RMN foi elucidada a estrutura do **Manitol** ($\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$), poliálcool de seis carbonos **20** (TASKOVA *et al.*, 2011).



(20)

Na literatura tem sido relatado que o manitol é um tipo de açúcar, encontrado na maioria das frutas, sendo utilizado na indústria alimentícia como adoçante alternativo e na indústria farmacêutica, suas propriedades são benéficas a saúde, dentre elas antioxidante (WISSELINK *et al.*, 2002; SAHA e NAKAMURA, 2003; HELANTO *et al.*, 2005). O manitol já foi identificado em 20 espécies vegetais (SUBRAMANIAN, 1971), sendo isolado da espécie *Bauhinia thonningii* (FERREIRA *et al.*, 1963) e da *Alibertia sessilis* (FÚRIO, 2006). Dados da literatura relatam a ação diurética osmótica (HENGEL, 1997), sendo muito utilizada na medicina para reduzir a pressão intracraniana no tratamento de pacientes com traumatismo craniano, tumor cerebral e acidente vascular cerebral (MISRA, 2005).

A análise de RMN de ^1H (Figura 28) revelou hidrogênios deslocados pela presença de oxigênio. Pela ampliação desta região foi possível observar a multiplicidade de hidrogênio na forma de tripelo e multipletos. Estes sinais são característicos de (δH 3,40-3,7). Essa possibilidade foi confirmada com análise dos sinais do espectro de $\text{C}13$, que indicaram a possibilidade de carbonos ligados a oxigênio. A ligação do hidrogênio com oxigênio foi observada na região de 4,47- 4,20 ppm. Os dados obtidos em RMN de H e C foram semelhantes aos encontrados na literatura Tabela 24 para um manitol (OYAMA, 2015).

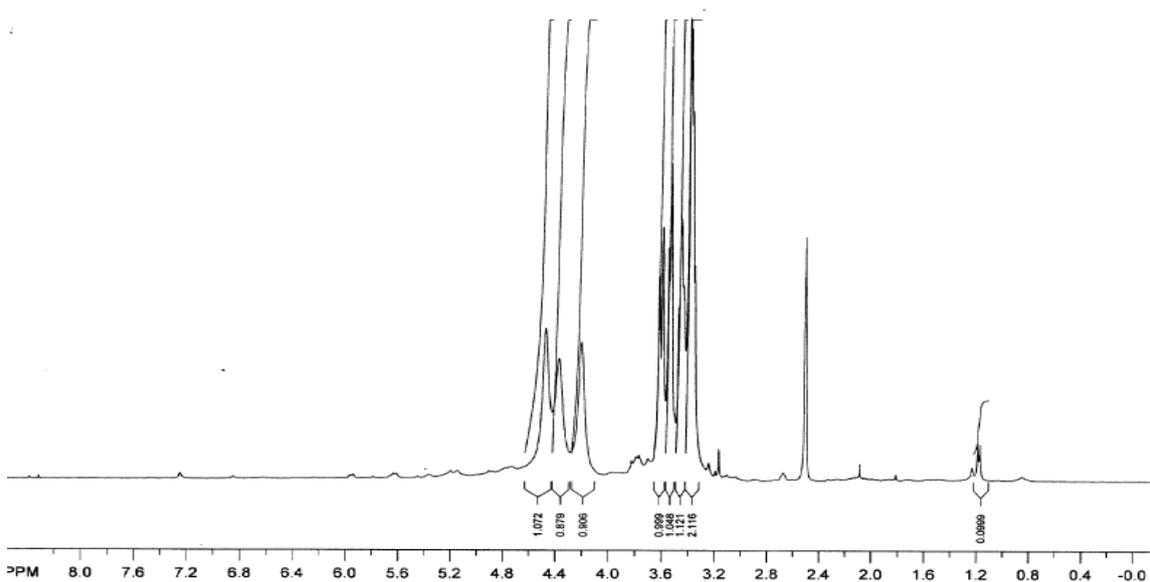


Figura 28. Espectro de RMN ^1H do manitol em DMSO-d_6 a 400MHz

A (Figura 29), mostra o espectro de ^{13}C , demonstrando os três picos, simétricos, da estrutura do manitol que tem no total seis carbonos.

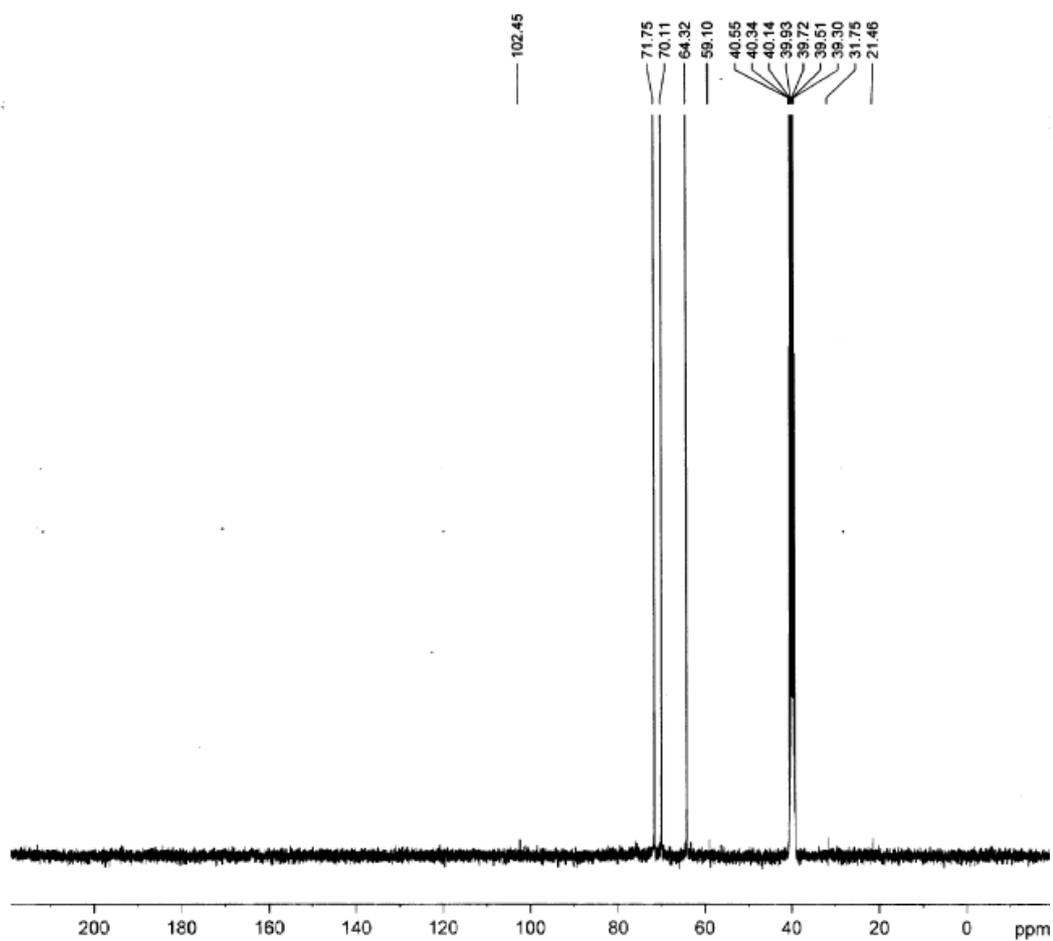


Figura 29. Espectro de RMN ^{13}C do manitol em DMSO-d_6 a 100MHz

Os dados obtidos nos deslocamentos químicos e multiplicidade dos sinais observados nos espectros de RMN de ^1H e de ^{13}C , comparados com dados encontrados na literatura conduzem à proposta de uma estrutura com um número de carbono maior que três que seja simétrica (RAVEN, 2001).

Tabela 24. Deslocamentos de RMN ^1H , ^{13}C do manitol

Hidrogênio	^1H *	Literatura	^{13}C *	Literatura
1	3,45	3,40	71,7	70,09
2	3,55	3,58	70,1	69,3
3 ^a	3,62	3,65	64,3	63,3
3 ^b	3,39	3,40	64,3	63,3
OH	4,47	3,70	-	-

* Deslocamento químico (ppm)

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos até o momento são inéditos para esta fruta, pois não há relatos químicos sobre a espécie. Até o momento foi possível observar que a espécie:

- Contêm altos teores de compostos fenólicos, carotenoides, vitamina C, cafeína, ácidos graxos e nutrientes essenciais. Entre os compostos fenólicos, foi observado que os flavonoides destacaram-se, sendo que as antocianinas foram encontradas somente na polpa. Com relação a vitamina C, a polpa apresenta o dobro de concentração de vitamina C do que a semente. A polpa também possui maior concentração de carotenoides, sendo o licopeno majoritário na polpa. Já a semente apresentou somente β -caroteno. Com relação a cafeína, a semente apresentou maior concentração de cafeína que a polpa.
- Os compostos bioativos identificados na polpa da *B. glandulifera* por CLAE, foram Ácido gálico; ácido siríngico; rutina; quercetina; quercetrina; ác. *Trans* cinâmico. Com relação a capacidade antioxidante, a polpa apresenta a maior atividade antioxidante que a semente em todos os métodos utilizados.
- Na análise cromatográfica do extrato hexânico e clorofórmico da polpa e semente da espécie, foram encontrados os ácidos palmítico e oleico.
- Na análise cromatográfica dos ácidos graxos da polpa e semente da *B. glandulifera* obtida pelo método Bling-Dyer, foi observado a presença de 13 ácidos graxos na polpa no total de 95.24% e 9 ácidos graxos na semente no total de 97.09%, sendo que a polpa apresentou maior quantidade de ácidos graxos saturados. Já a semente apresentou uma maior concentração destes ácidos poli-insaturados.
- Na análise físico-química da *B. glandulifera*, foi observado alto teor de proteína na semente e na polpa alto teor de açúcar.
- A *B. glandulifera* tem sido fonte valiosa de nutrientes essenciais, potássio, fósforo, magnésio, silício, cálcio, zinco e ferro.
- Na análise dos estádios de maturação foi observado que os compostos bioativos e a atividade antioxidante aumentaram conforme o amadurecimento da fruta.
- O aumento de temperatura de secagem da polpa de *B.glandulifera* em estufa de circulação de ar e tempo de exposição ao calor influenciou na degradação dos compostos bioativos e atividade antioxidante.
- Até o momento foi possível isolar a delta-lactama, isolada do extrato bruto clorofórmico da semente e o manitol isolado do extrato bruto da polpa, obtidos pela primeira vez da *B. glandulifera*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEOSUN, A.M.; ONI, S.O.; IGHODARO, O.M.; DUROSINLORUN, O.H.; OYEDELE, O.M. Phytochemical, minerals and free radical scavenging profiles of Phoenix dactylifera L. seed extract. **Journal of Taibah University Medical Sciences** v.11, n.1, p.1-6, 2016.
- AGARWAL, A., KHANNA, P., BAIDYA, D.K., ARORA, M.K. Trace elements in critical illness. **Journal of Endocrinology and Metabolism**, v.1, p.57–63, 2011.
- AGRA, M.D. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Revista Brasileira De Farmacognosia**, v.18, n.3, p.472-508, 2008.
- AGUIAR, T.M.; RODRIGUES, F.S.; SANTOS, E.R.; SABAA-SRUR, A.U.O. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v.35, n.2, p.91-102, 2010.
- ALAIS, C.; LINDEN, G. **Manual de bioquímica de los alimentos**. Barcelona: Masson, 1990. 218p.
- ALMEIDA, M.M.B.; SOUSA, P.H.M.; FONSECA, M.L.; MAGALHÃES, C.E.C.; LOPES, M.F.G.; LEMOS, T.L.G. Avaliação de macro e microminerais em frutas tropicais cultivadas no nordeste brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.3, p.581-586, 2009.
- ALMEIDA, M.M.B.; SOUZA, P.H.M.; ARRIAGA, A.M.C.; PRADO, G.M.P.; MAGALHÃES, C.E.C.; MAIS, G.A.M. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v.44, p.2155–2159, 2011.
- ALVES, T.M.A. Biological screening of Brazilian medicinal plants. **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.95, n.3, p.367-73, 2000.
- ALZHRANI, H.R.; KUMAKLI, H.; AMPIAH, E.; MEHARI, T.; THORNTON, A.J.; BABYAK, C.M.; FAKAYODE, S.O. Determination of macro, essential trace elements, toxic heavy metal concentrations, crude oil extracts and ash composition from Saudi Arabian fruits and vegetables having medicinal values. **Arabian Journal of Chemistry**, 2016.
- ANDERSON, W.R. Herbarium - University of Michigan - *Malpighiaceae* website. 2017. Disponível em: <<http://herbarium.lsa.umich.edu/herb/malpigh/>>. Acessado em: 16 de fevereiro de 2017.
- ANGELO, P. M., JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.
- ANTUNES, P.B. **Análise comparativa das frações polpa, casca, semente e pós comercial do guaraná (*Paullinia cupana*): caracterização química e atividade antioxidante in vitro**. 2011. Dissertação (Mestrado em nutrição) Universidade de São Paulo – USP, 2011.
- ANVISA. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada de proteína, vitaminas e minerais. Disponível em: www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIxNQ%2C%2C. Acessado em: 19 de agosto de 2016.

AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY –AOCS. **Official methods and recommended practices of the american oil chemists society**, 5. ed., Champaign, 1998.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of the AOAC international**, 12.ed., Washington, DC, 1980. 61p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC**, Washington, v. 2, 1997. 16-17 p.

ARAKERI, M.P.; LAKSHMANA Computer Vision Based Fruit Grading System for Quality Evaluation of Tomato in Agriculture industry **Procedia Computer Science**, v.79, p.426 – 433, 2016.

ARANCIBIA-AVILA, P.; TOLEDO, F.; PARK, Y.S.; JUNG, S.T.; KANG, S.G.; HEIO, B.G.; LEE, S.H.; SAJEWICZ, M.; KOWALSKA, T.; GORINTEIN, S. Antioxidant properties of durian fruit as influenced by ripening. **Food Science and Technology**, London v.41, p.2118-2125, 2008.

ARAÚJO, P.G.L. DE.; FIGUEIREDO, R.W.D.E.; ALVES, R.E.; MAIA, G.A.; PAIVA, J.R. DE β -caroteno, ácido ascórbico e antocianinas totais em polpa de frutos de aceroleira conservada por congelamento durante 12 meses. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p.104-107, 2007.

ASNAASHARI, M.; FARHOOSH, R.; SHARIF, A. Antioxidant activity of gallic acid and methyl gallate in triacylglycerols of Kilka fish oil and its oil-in-water emulsion. **Food Chemistry**, Oxford, v.159, n.15, p.439-444, 2014.

AZZOUZ, S.; GUIZANI, A.; JOMAA, W.; BELGHITH, A. Moisture diffusivity and drying kinetic equation of convective drying of grapes. **Journal of Food Engineering**, v.55, n.4, p.323-330, 2002.

BANKAR, A.M.; DOLE, M.N. Formulation and evaluation of herbal antimicrobial gel containing musa acuminata leaves extract. **Journal Of Pharmacognosy And Phytochemistry**, Kondhwa, v.5, p.1-3, 2015.

BARON, A.; VERDIÉ, P.; MARTINEZ, J.; LAMATY, F. A Practical Linker for the Microwave-Assisted Preparation of Cyclic Pseudopeptides via RCM Cyclative Cleavage. **Journal of Organic Chemistry**, v.76, n.3, p.766–772, 2011.

BARRETO, G.P.M.; BENASSI, M.T.; MERCADANTE, A.Z. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. **Journal of Brazilian Chemical Society**, v.20, n.10, p.1856-1861, 2009.

BICAS, J.L.; MOLINA, G.; DIONÍSIO, A.P.; BARROS, F.F.C.; WAGNER, R.; MARÓSTICA, M.R.; PASTORE, G.M. Volatile constituents of exotic fruits from Brazil **Food Research International**, v.44, p.1843–1855, 2011.

BITTENCOURT, K.M.V.A. **O consumidor responde sobre a aparência e o sabor de diferentes cultivares de morango**. APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pólo Regional do Leste Paulista-UPD, Monte Alegre do Sul, 2006.

BOROSKI, M.; VISENTAINER, J.V.; COTTICA, S.M.; MORAIS, D.R. **Antioxidantes: princípios e métodos analíticos**. 1º ed., Curitiba, 2015.

BORTOLOTTI, C. T. **Estudo experimental da fluidodinâmica de uma mistura de resíduo de acerola e soja em leite de jorro**. Dissertação de mestrado. UFU, Uberlândia, 2012.

BRAMATI, L.; AQUILANO, F.; PIETTA, P. Unfermented rooibos tea: quantitative characterization of flavonoids by HPLC-UV and determination of the total antioxidant activity **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.3, p.7472-4, 2003.

BRAMORSKI, A.; CHEREM, A.R.; MEZADRI, T.; MELO, S.S.; DESCHAMPS, F.C.; GONZAGA, L.V.; ROCKENBACH, I.I.; FETT, R. Chemical composition and antioxidant activity of *Gaylussacia brasiliensis* (camarinha) grown in Brazil. **Food Research International**, v.44, p.2134-2138, 2011.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm Wiss Technology**, v.28, p.25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da saúde. Uso de plantas medicinais e fitoterápicos sobe 161%. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2016/06/uso-de-plantas-medicinais-e-fitoterapicos-sobe-161>>. Acessado em 13 de março de 2017a.

BRASL. Ministério da Saúde lança livro para estimular o consumo de alimentos saudáveis, 2015. Disponível em: <<http://bvsmms.saude.gov.br/ultimas-noticias/294-ministerio-da-saude-lanca-livro-para-estimular-o-consumo-de-alimentos-audaveis>>. Acessado em 17 de março de 2017b.

BUSHRA, S.; FAROOQ, A.; SHAHID, I. Effect of different cooking methods on the antioxidant activity of some vegetables from Pakistan. **International Journal of Food Science and Technology**, v.43, p.560-567, 2008.

CAMARGO, L.K.P.; RESENDE, J.T.V. DE; GALVÃO, A.G.; CAMARGO, C.K.; BAIER, J.E. Desempenho produtivo e massa média de frutos de morangueiro obtidos de diferentes sistemas de cultivo. **Ambiência**, v.6, p.281-288, 2010.

CANUTO, G.A.B.; XAVIER, A.A.O.; NEVES, L.C.; BENASSI, M.T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.1196-1205, 2010.

CARDOSO, P.C.; TOMAZINI, A.P.B.; STRINGHETA, P.C.; RIBEIRO, S.M.R; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Vitamin C and carotenoids in organic and conventional fruits grown in Brazil. **Food Chemistry**, v.126, p.411-416, 2011.

CASTANEDA-OVANDO, A. Chemical studies of anthocyanins: A review possible biological role of some anthocyanins in food. **Food Chemistry**, v.113, n.4, p.859-871, 2009.

CAZARIM, M. S.; UETA, J. Café: uma bebida rica em substâncias com efeitos clínicos importantes, em especial a cafeína. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 35, n.3, p.363-370, 2014.

CECÍLIO, A.B.; DE FARIA, D.B.; OLIVEIRA, P.DE C.; CALDAS, S.; DE OLIVEIRA, D.A.; SOBRAL, M.E.; DUARTE, M.G.; MOREIRA, C.P.; SILVA, C.G.; DE ALMEIDA, V.L. Screening of Brazilian medicinal plants for antiviral activity against rotavirus. **Journal of Ethnopharmacology**, v.141, p.975-981, 2012.

CHARLES, D.C.; ANDERSON, W.R. A complete generic phylogeny of *Malpighiaceae* inferred from nucleotide sequence data and morphology. **American Journal of Botany**, v.97, n.12, p.2031-2048, 2010.

CHAVES, M.C.V.; GOUVEIA, J.P.G.; ALMEIDA, F.A.C.; LEITE, J. C.A.; SILVA, F.L.H. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de biologia e ciências da terra**, v.4, n, 2, 2004.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e Hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª ed. Ver. Ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHU, S.; ZHANG, J. Recent advances in the study of (-) clausenamide: chemistry, biological activities and mechanism of action. **Acta Pharmaceutica Sinica B**, v.4, n.6, p.417–423, 2014.

CISSE, M.; VAILLANT, F.; ACOSTA, O.; DHUIQUE-MAYER, C.; DORNIER, M. Thermal degradation kinetics of anthocyanins from blood orange, blackberry, and roselle using the arrhenius, eyring, and ball models. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, p.6285-6291, 2009.

CORRÊA NETO, R.S.; FARIA, J.A.F. Fatores que influem na qualidade do suco de laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.1, p.153-160, 1999.

CRAGG, G.M.; NEWMAN, D.J. Natural products: a continuing source of novel drug leads. **Biochim Biophys Acta**, v.1830, n.6, p.3670–3695, 2014.

CRUZ-RUS, E.; BOTELLA, M.A; GOMEZ-JIMENEZ, M.C. Analysis of genes involved in L-ascorbic acid biosynthesis during growth and ripening of grape berries. **Journal of plant physiology**, v.167, n.9, p.739-748, 2010.

CUNHA, K.D.; SILVA, P.R.; FARIA, A.L.; COSTA, S.F.; TEODORO A.J.; KOBLITZ, M.G.B. Ascorbic acid stability in fresh fruit juice under different forms of storage. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.17, n.2, 2014.

DANTAS, J. I. A. Biossíntese de vitaminas em frutos e hortaliças. **ACSA –Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.4, 2012, 22-37p.

DEGENHARDT, J. **Ecological roles of vegetative terpene volatiles**. In: Andreas, J., Schaller (Eds.), *Induced Plant Resistance to Herbivory*. Stuttgart, Germany. p.433-442, 2008.

DEL RÉ, P.V.; JORGE, N. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicação na saúde. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14 n.2, 2012.

DEMIATE, I.M.; WOSIACKI, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. Determinação de açúcares redutores e totais em alimentos. Comparação entre método colorimétrico e titulométrico. **Ciências exatas e da terra, ciências agrárias e engenharia**, v.8, n.1, p.65-78, 2002.

DEMIRAY, E.; TULEK, Y.; YILMAZ, Y. Degradation kinetics of lycopene, β -carotene and ascorbic acid in tomatoes during hot air Drying. **LWT-Food Science and Technology**, 2012.

DEWANTO, V.; WU, X.; ADOM, K.K.; LIU, R.H. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. . **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.10, p.3010-4, 2002.

ELIN, R. J. Assessment of magnesium status for diagnosis and therapy. **Magnesium Research**, v.23, n.4, p.194-8, 2010.

FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMITZ, J.D.; BETEMPS, D.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p.109-120, 2011.

FENNEMA, O.R. **Food Chemistry**. 4ed. New York: Marcel Dekkan, 2010.

- FERRACANE, R.; PELLEGRINI, N.; VISCONTI, A.; GRAZIANI, G.; CHIAVARO, E.; MIGLIO, C. Effects of different cooking methods on antioxidant profile, antioxidant capacity, and physical characteristics of artichoke. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.8601-8608, 2008.
- FERREIRA, M.; PRISTA, L.N.; ALVES, A.C. Chemical study of bark of *Bauhinia thonningii*. **Garcia de Orta**, v.11, n.1, p.97-105, 1963.
- FERREIRA, M.F.P.; PENA, R.S. Estudo da secagem da casca do maracujá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.1, p.15-28, 2010.
- FERRO, DEGMAR, **Fitoterapia**- Conceitos clínicos, Atheneu - Rio de Janeiro, 2008.
- FIEDOR, J.; BURDA, K. Potential Role of Carotenoids as Antioxidants in Human Health and Disease. **Nutrients**, v.6, p.466-488, 2014.
- FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. Produtos, In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A.K.; OLIVEIRA, J.R.P. **A cultura da aceroleira**. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.164-184, 2003.
- FUENTES, V.R.; VELÁZQUEZ, J.B.; RIVERO, D. *Bunchosia glandulifera* HBK, (*Malpighiaceae*): un nuevo frutal referido para Cuba **Revista CitriFrut**, v.26, n.1, 2009.
- FULEKI, T.; Francis, F.J. **Journal of Food Science**, v.33, p.78-83, 1968.
- FÚRIO, A. C. Estudo químico da porção subterrânea da *Alibertia sessilis*. Tese (Doutorado em Química) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2006.
- FRANCO, R.; OÑATIBIA-ASTIBIA, A.; MARTÍNEZ-PINILLA, E. Health benefits of methylxanthines in cacao and chocolate. **Nutrients**, v.5, n.10, p.4159-73, 2013.
- FREIRE, J.M.; ABREU, C.M.P.; ROCHA, D.A.; CORRÊA, A.D.; MARQUES, N.R. Quantification of phenolic compounds and ascorbic acid in fruits and frozen pulp of acerola, cashew, strawberry and guava. **Ciência Rural**, v.43, n.12, 2013.
- FREITAS, C.A.S.; MAIA, G.A.; COSTA, J.M.C.; FIGUEIREDO, R.W.; SOUSA, P.H.M. Acerola: production, composition, nutritional aspects and products. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.4, p.395-400, 2006.
- GALLAGER, M.L. The nutrients and their metabolism. In: Mahan LK, Escott-Stump S. Krause's Food nutrition therapy Saint Louis: Saunders, 2008.
- GAMA, J.J.T.; SYLOS, C.M. Effect of thermal pasteurization and concentration on carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice. **Food Chemistry**, v.100, n.4, p.1686-1690, 2007.
- GIADA, M.L.R. Food phenolic compounds: main classes, sources and their antioxidante power. In: Morales-Gonzalez, J.A. Oxidative stress and chronic degenerative diseases – a role for antioxidants. Rijeka: In Tech, p.87-112, 2013.
- GLOVER, B.J.; MARTIN, C. Anthocyanins. **Current Biology**, v. 22, n.5, p.147–150, 2012.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

GOMEZ, A.S. **Influência das condições de conservação sobre a qualidade pos colheita de diferentes cultivares de maçã**. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos) Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

GONÇALVES, B. Effect of ripeness and postharvest storage on the evolution of colour and anthocyanins in cherries (*Prunus avium* L.). **Food Chemistry**, v.103, p.976-984, 2007.

GORDON, A.; CRUZ, A.P.G.; CABRAL, L.M.C.; FREITAS, S.C.; TAXI, C.M.A.D.; DONANGELO, C.M.; MATTIETTO, M.F.; MATTA, V.M.; MARX, F. Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of Açaí fruits (*Euterpe oleraceae* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v.133, p.256-263, 2012.

GOYAL, R.K., KINGSLY, A.R.P., MANIKANTHAN, M.R. and ILYAS, S.M. Mathematical modeling of thin layer drying kinetics of plum in a tunnel dryer. **Journal of Food Engineering**, 79, 176–180, 2007.

GUILHON-SIMPLICIO, F.; E PEREIRA, M.D. Chemical and pharmacological aspects of *Byrsonima* (*Malpighiaceae*). **Química Nova**, v.34, n.6, p.1032-1041, 2011.

GONZÁLEZ GUTIÉRREZ P.A. A revision of Cuban *Bunchosia* (*Malpighiaceae*), with description of a new subspecies from Hispaniola. – *Willdenowia* **BGBM Berlin-Dahlem**, v.40: p.55–61, 2010.

HAGER, T., HOWARD, L., PRIOR, R. Processing and Storage Effects on Monomeric Anthocyanins, Percent Polymeric Color, and Antioxidant Capacity of Processed Blackberry Products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**.v.56, p.689-695, 2008.

HAMACEK, F.R. MARTINO, H.S.D.; SANTANA, H.M. Murici, fruit from the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: physical and physicochemical characteristics, and occurrence and concentration of carotenoids and vitamins. **Fruits**, v.69, n.6, p.459-72, 2014.

HANAMURA, T.; HAGIWARA, T.; KAWAGISHI, H. Structural and Functional Characterization of Polyphenols Isolated from Acerola (*Malpighia emarginata* DC.) Fruit, **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v.69, p.280-286, 2005.

HELANTO, M.; AARNIKUNNAS, J.; WEYMARN, N.; AIRAKSINEN, U.; PALVA, A.; LEISOLA, M. Improved mannitol production by a random mutant of *Leuconostoc pseudomesenteroides*. **Journal Biotechnology**, v.116, n.3, p.283-94, 2005.

HENGEL, P.; NIKKEN, J. J.; JONG, G. M.; HESP, W. L. E. M.; BOMMEL, E. F. H. Mannitol-induced acute renal failure. **The Netherlands Journal of Medicine**, v.50, n.1, p.21-24, 1997.

HERRERA-RUIZ, M.; ZAMILPA, A.; GONZÁLEZ-CORTAZAR, M.; REYES-CHILPA, R.; LEÓN, E.; GARCÍA, M.P; TORTORIELLO, J.; HUERTA-REYES, M. Antidepressant effect and pharmacological evaluation of standardized extract of flavonoids from *Byrsonima crassifolia*. **Phytomedicine**, v.18, p.1255– 1261, 2011.

HO, SHUK C.; CHUNG, JOANNE W. Y. The effects of caffeine abstinence on sleep: A pilot study. **Applied Nursing Research**, v.26 p.80–84, 2013.

HOFFMANN, F. L., GARCIA-CRUZ, C.H, PAGNOCCA, F.C, VINTURIM, T.M, MANSOR, A.P. Microorganismos contaminantes de polpas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, p.32-7, 1997.

HUANG, P.; LI, C.; SAROTTI, A.M.; TURKSON, J.; CAO, S. Sphaerialactonam, a γ -lactam–isochromanone from the Hawaiian endophytic fungus *Paraphaeosphaeria* sp. **Tetrahedron Letters**, v.58, n.13, p.1330–1333, 2017.

IAL -INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed., 2008.

IBARGUREN, M.; LÓPEZ, D.J.; ESCRIBÁ, P.V. The effect of natural and synthetic fatty acids on membrane structure, microdomain organization, cellular functions and human health. **Biochimica et Biophysica Acta**, p.1518–1528, 2014.

INADA, K.O.P.; OLIVEIRA, A.A.; REVORÊDO, T.B.; MARTINS, A.B.N.; LACERDA, E.C.Q.; FREIRE, A.S.; BRAZ, B.F.; SANTELLI, R.E.; TORRES, A.G.; PERRONE, D.; MONTEIRO, M.C. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. **Journal of Functional Foods**, v.17, p.422–433, 2015.

ISMAIL, H.F.; HASHIM, Z.; SOON, W.T.; RAHMAN, N.S.; AIN NABIHAH ZAINUDIN, A.N.; MAJID, F.A.A. Comparative study of herbal plants on the phenolic and flavonoid content, antioxidant activities and toxicity on cells and zebrafish embryo. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**, p.1-14, 2017.

JACOBSON, A.L. Plant of the Month: May 2011. Peanut-butter Fruit or Plant Bunchosia. Malpighiaceae; Barbados Cherry Family. Disponível em: < <http://www.arthurleej.com/p-o-m-May11.html>> Acessado em 02 de dezembro de 2016.

JACQUES, A.C.; ZAMBIAZI, R.C. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus* spp). **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.1, p.245-260, 2011.

JAIME, P.C.; FIGUEIREDO, I.C.R.; MOURA, E.C.; MALTA, D.C. Fatores associados ao consumo de frutas e hortaliças no Brasil, **Revista de Saúde pública**, v.43, p.57-64, 2009.

JANECKI, T. Natural Lactones and lactams: synthesis, occurrence and biological activity. **Wiley-Vch Verlag Gmbh e Co.kaA**, 2013.

JAYASENA, V.; CAMERON, I. Brix/acid ratio as a predictor of consumer acceptability of crimson seedless table grapes. **Journal of Food quality**, v.31, p.736-750, 2008.

JIMENEZ-MONTRAL, A. M.; GARCIA-DIZ, L.; MARTINEZ-TOME, M.; MARISCAL, M.; MURZIA, M. A. Influence of cooking methods on antioxidant activity of vegetables. **Journal of Food Science**, v.74, p.97-103, 2009.

JOHANSSON, S.A.E., CAMPBELL, J.L. & MALMQVIST, K.G. (1995). Particle-Induced X-ray Emission Spectrometry (PIXE). John Wiley: New York.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2012. 431 p.

KIM, B.; CHOI, J.S.; YI, E.H.; LEE, J.; WON, C.; YE, S.; KIM, M. Relative Antioxidant Activities of Quercetin and Its Structurally Related Substances and Their Effects on NF- κ B/CRE/AP-1 Signaling in Murine Macrophages. **Molecules and Cells**, v.35, n.31, p.410-420, 2013.

KIM, D. O.; JEONG, S. W.; LEE, C. Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. **Food Chemistry**, v.81, p.321-326, 2003.

KONICA MINOLTA, Konica Minolta Sensing, Inc. Precise color communication. Color control from perception to instrumentation. Daisennishimachi, Sakai. Osaka, Japan. p.59, 1998.

LEFFA, D.D.; SILVA, J.; PETRONILHO, F.;C.; BIÉLLA, M.S.; LOPES, A.; BINATTI, A.R.; DAUMANN, F.; SCHUCK, P.F.; ANDRADE, V.M. Acerola (*Malpighia emarginata* DC.) juice intake protects against oxidative damage in mice fed by cafeteria diet. **Food Research International**, v.77, n.3, p.649–656, 2015.

LIMA, V.L.G.; MELO, E.A.; LIMA, L.S.; NASCIMENTO, P.P. Flavonóides em seleções de acerola (*Malpighia sp.* L.). 1-Teor de antocianinas e flavonóis totais. **Revista Ciência Rural**, v. 30, n.6, p.1063-1064, 2000.

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; MACIEL, M.I.S.; PRAZERES, F.G.; MUSSER, R.S.; LIMA, D.E.S.Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. **Food Chemistry**, v. 90, n.4, p.495-896, 2005.

LIMA, V.L.A.G; MÉLO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, D.E.S. Evaluation of total anthocyanins in frozen acerola pulp from fruits of 12 different acerola trees (*Malpighia emarginata* D.C.) **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.1, 2003.

LIMBERGER, J. Carbonilação catalítica de alilaminoálcoois: síntese de hidróxi-gama-lactamas e oxazolidinas bicíclicas, UFRGS, 2006.

LÓPEZ-GALILEA, I.; ANDUEZA, S.; DI LEONARDO, I.; PEÑA, M. P.; CID, C. Influence of torrefacto roast on antioxidant and pro-oxidant activity of coffee. **Food Chemistry**, v. 94, n.1, p.75-80, 2006.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTONI, S. *Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

LUGASI, A.; HOVARI, J.; KADAR, G.; DENES, F. Phenolics in raspberry, blackberry and currant cultivars grown in Hungary. **Acta Alimentaria**, v.40, p.52-64, 2011.

MACEDO, L.S.; ALVARENGA, M.A.R. Efeitos de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade do tomate em ambiente protegido. **Ciência e agrotecnologia**, v.29, n.2, p.296-304, 2005.

MAMEDE, M.C.H. 2015. **Bunchosia in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB23491>>. BFG. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, v.66, n.4, p.1085-1113. 2015. Acesso em: 15 Fev. 2017.

MARATHE, S.; RAJALAKSHMI V.; JAMDAR S.; SHARMA, A. Comparative study on antioxidant activity of different varieties of commonly consumed legumes in India. **Food and Chemical Toxicology**, v.49, n.9, p.2005-2011, 2011.

MARIUTTI, L.R.B. The amazonian fruit *Brysonima crassifolia* effectively scavenges reactive oxygen and nitrogen species and protects human erythrocytes against oxidative damage. **Food research international**, v.64, p.618-625, 2014.

- MARLES, R.J. Mineral nutrient composition of vegetables, fruits and grains: The context of reports of apparent historical declines. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.56, p. 93–103, 2017.
- MARQUES, T.R.; CAETANO, A.A.; SIMÃO, A.A.; CASTRO, F.C.; RAMOS, V.O.; CORRÊA, A.D. Metanolic extract of *Malpighia emarginata* bagasse: phenolic compounds and inhibitory potential on digestive enzymes. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.26, p.191–196, 2016.
- MARTENS, S.; MITHOFER, A. Flavones and flavone synthases. **Phytochemistry**, v.66, p.2399–2407, 2005.
- MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V. DE, RUIZ M.R.; VISENTAINER, J.E.L., MATSHUSHITA, M. SOUZA, N.E. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega 6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de nutrição**, v.19, n.6, p.761-760, 2006.
- MARTIN, S.A. Disorders of primary metabolites in response to drought may increase the synthesis of natural products for medicinal purposes: South American herbs — a case study. **Recent patents on biotechnology**, v.8, p.36–46, 2014.
- MARZZOCO, A. E TORRES, B. B. *Bioquímica Básica*. 3. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. 385p.
- MAZUR, L. **Aplicação de metodologia NIR para determinação de metilxantinas presentes na erva-mate (*Ilex paraguariensis*)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, 2012.
- MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **Hort Science**, v.27, n.12, p.1254-1555, 1992.
- MEDEIROS, P. M.; SIMONEIT, B.R.T. Analysis of sugars in environmental samples by gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of Chromatography**, v.1141.p. 271–278, 2007.
- MEINHART, A. D.; BIZZOTTO, C. S.; BALLUS, C. A.; PRADO, M. A.; BRUNS, R. E.; TEIXEIRA FILHO, J.; GODOY, H. T. Optimisation of a CE method for caffeine analysis in decaffeinated coffee. **Food Chemistry**, v.120, n.4, p.1155-1161, 2010.
- MENSOR, L.L.; MENEZES, F.S.; LEITÃO, G.G.; REIS, A.S.; SANTOS, T.C.; COUBE, C.S.; LEITÃO, S.G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**. v.15, p.127-130, 2001.
- MICHELIN, D.C., et al., *Antimicrobial activity of *Byrsonima* species (Malpighiaceae)*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, p. 690-695, 2008.
- MISRA, U. K.; KALITA, J.; RANJAN, P.; MANDAL, S. K. Mannitol in intracerebral hemorrhage: a randomized controlled study. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 234, n. 1-2, p. 41-45, 2005.
- MONTEIRO, D.C.B.; SOUSA, W.C.; PIRES, C.R.F.; AZEVEDO, L.A.; BORGES, J.S. **CAracterização Físico-química do fruto e da geleia de Murici (*Brysonima crassifolia*)** Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p.3356, 2015.
- MONTEIRO, L. B.; MENDONÇA, M. R.; ANDRADE, A. T.; CAMARGO, T.; SOUSA, K. M.; OI, R.; MORAES, M. S.; LIA, L. R. B.; MORAES JUNIOR, D. Curva de secagem do mesocarpo do maracujá amarelo. **Revista Ceciliana**, v.2, n.1, p.42-44, 2010.

MORAES, F.A.; COTA, A.M.; CAMPOS, F.M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Perdas de vitamina C em hortaliças durante o armazenamento, preparo e distribuição em restaurantes. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.15, p.51-62, 2010.

MORAIS, M.L.; SILVA, A.C.R.; ARAÚJO, C.R.R; ESTEVES, E.A.; DESSIMONI-PINTO, N.A.V. Determinação do potencial antioxidante *in vitro* de frutos do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 355-360, 2013.

NAWIRSKA, A.; KWAŚNIEWSKA, M. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. **Food Chemistry**, v. 91, n.2, p.221–225, 2005.

NISAR, N.; LI, L.; LU, S.; KHIN, N.C.; POGSON, B.J. Carotenoid Metabolism in Plants. **Molecular Plant**, v. 8, p.68–82, 2015.

NIST-NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. Standard Reference Materials- Acido linoleico-TMS Mass spectrum. Disponível em: <<http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C56259075&Mask=200#Mass-Spec>>. Acesso em 17 de fevereiro de 2017.

NONIER, M.F.; GAULEJAC, N.V.D.; VIVAS, N.; VITRY, C. Characterization of carotenoids and their degradation products in oak wood. Incidence on the flavour of wood. **Comptes Rendus Chimie**, v.7, n.6, p.689-698, 2004.

NOUR, V.; TRANDAFIR, I.; IONICA, M. E. Ascorbic acid, anthocyanins, organic acids and mineral content of some black and red currant cultivars. **Fruits**, v. 66, n.5, p. 353-362, 2011.

OBON, J. M.; DIAZ-GARCIA, M. C.; CASTELLAR, M. R. Red fruit juice quality and authenticity control by HPLC. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.6, p.760–771, 2011.

OLIVEIRA, V.B.; YAMADA, L.T.; FAGG, C.W.; BRANDÃO, M.G.L. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**, 48, 170–179, 2012a.

OLIVEIRA, R. G.; GODOY, H. T.; PRADO, M. A. Quantificação dos isômeros ácido L-ascórbico e ácido D-iso-ascórbico em geleias de frutas por cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 1020-1024, 2012b.

OYAMA, M.N. **Estudo químico da raiz de *alibertia concolor* (cham.) k.schum. (rubiaceae) associado à análise conformacional de seus iridoides**. Dissertação (Mestrado em Química) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2015.

OWUSU, J.; MA, H.; WANG, Z.; AMISSAH, A. Effect of drying methods on physicochemical properties of pretreated tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) slices. **Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition**, n.7, p. 106–111, 2012.

PAGE, G.E. **Factors influencing the maximum of air drying shelled corn in thin layer**. Master Thesis, Purdue University, Indiana, 1949.

PANGAVHANE, D.R., SAWHNEY, R.L. and SARSAVADIA, P.N. Effect of various dipping pre-treatment on drying kinetics of Thompson seedless grapes. **Journal of Food Engineering**, 39, 211–216, 1999.

PANTELIDIS, G.E. VASILAKAKIS, M.; MANGANARIS, G.A.; DIAMANTIDIS, Gr. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. **Food Chemistry**, v.102, p.777–783, 2007.

PARK, K. J.; MORENO, M. K.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra Bartlett. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.3, p.288- 292, 2006.

PATAY, E.B.; BENCSIK, T.; PAPP, N. Phytochemical overview and medicinal importance of Coffea species from the past until now. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v.9, n.12, p.1127–1135, 2016.

PATRAS, A.; BRUTON, N. P.; O'DONNELL, C.; TIWARI, B.K. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, n.1, p.3-11, 2010.

PAVARINI, D.P.; PAVARINI, S.P.; NIEHUES, M.; LOPES, N.P.. Exogenous influences on plant secondary metabolite levels. **Animal Feed Science and Technology**, v.176, p.5– 16, 2012.

PEREIRA, D.M.; VALENTÃO, P.; PEREIRA, J.A. ANDRADE, P.B. Phenolics: From Chemistry to Biology. **Molecules**, v.14, p.2202-2211, 2009.

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

PHILLIPS, K.M.; COUNCIL-TROCHE, M.; MCGINTY, R.V.; RASOR, A. Stability of vitamin C in fruit and vegetable homogenates stored at different temperatures **Journal of Food Composition and Analysis**, v.45, p.147–162, 2016.

PHILLIPS, K. M.; TARRAGO-TRANI, M. T.; GEBHARDT, S. E.; EXLER, J.; PATTERSON, K. Y.; HAYTOWITZ, D. B.; PEHRSSON, P. R.; HOLDEN, J. M. Stability of Vitamin C in Frozen Raw Fruit and Vegetable Homogenates. **Journal of Food Composition and Analysis**, London, v.23, p.253-259, 2010.

PIASEK, A.; KUSZNIEREWICZ, B.; GRZYBOWSKA, I.; MALINOWKA-PANCZYK, E.; PIEKARSKA, A.; AZQUETA, A. The influence of sterilization with EnbioJet microwave flow pasteurizer on composition and bioactivity of aronia and blue-berried honeysuckle juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.24, p.880-888, 2011.

PIMENTEL, M.L.; MAIA, G.A.; OLIVEIRA, G.S.F. Influência do processamento sobre a vitamina C do suco da acerola (*Malpighia glabra* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.1, p.143-146, 2001.

PIMENTEL, V.; VIEIRA, V.; MITIDIARI, T.; FRANÇA, F.; PIERONI, J.P. Biodiversidade brasileira como fonte da inovação farmacêutica: uma nova esperança? **Revista do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)**, v.43, p. 41-89, 2015.

PRASAD, A.S. Discovery of human zinc deficiency: 50 years later. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v.26, p.66–69, 2012.

QUATTROCCHI, U. CRC World Dictionary of Plant Names: Common Names, Scientific Names, Eponyms, Synonyms, and Etymology. 3. p. 1601. Disponível: <http://www.growables.org/information/TropicalFruit/peanutbuttertree.htm>. Acessado em 16 de fevereiro de 2016.

QUEIROZ, G.S.; HELLER, M.; ARRUDA-SILVA, F.; NASCIMENTO, M.V.P.S.; MICKE, G.A.; DALMARCO, E.M.; PIZZOLATTI, M.G.; BRIGHENTE, I.M.C. Antibacterial and Anti-

Inflammatory activities of *Bunchosia armeniaca* (Cav.) DC.(*Malpighiaceae*). **Records of Natural Products**, v 9, n.3, p.419-431, 2015.

QUEIROZ, G.S. **Flavonoides de *Bunchosia armeniaca* e derivados de 2-arilideno-1-tetralona: obtenção e atividades biológicas**. Dissertação (mestrado em química) Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

RAHMAN, M.M ; MONIRUZZAMAN, M.; AHMAD, M.R.; SARKER,B.C.; ALAM,M.K. Maturity stages affect the postharvest quality and shelf-life of fruits of strawberry genotypes growing in subtropical regions. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v.15, n.1, p.28–37, 2016.

RAUDONEA, L.;RAUDONISA, R.; LIAUDANSKASA, M.; JANULIS,V. VISKELIS, P. Phenolic antioxidant profiles in the whole fruit, flesh and peel of apple cultivars grown in Lithuania. **Scientia Horticulturae**, v.216, p.186–192, 2017.

RAVEN, J. A.; BEARDALL, J.; CHUDEK, J. A.; SCRIMGEOUR, C. M.; CLAYTON, M. N.; McINROY, S. G. Altritol synthesis by *Notheia anômala*. **Phytochemistry**, v.58, n.3, p.389-394, 2001.

REBOLLO, A. J. G.; BOTEJARA, E. M.; CANSADO, A. O.; MORALES, P. J.; BELLIDO, M. M.; SÁNCHEZ, A. F.; ARIAS, P. M.; ALVAREZ, J. E. C. Effects of consumption of meat product rich in monounsaturated fatty acids (the ham from the Iberian pig) on plasma lipids. **Nutrition Research**, v.18, n.4, p.743-750, 1998.

REDDY, C.V.K.; SREERAMULU, D.; RAGHUNATH, M. Antioxidant activity of fresh and dry fruits commonly consumed in India. **Food Research International**, v. 43, n.1, p.285–288, 2010.

REZENDE, C. M.; FRAGA, S. R. G. Chemical and Aroma Determination of the Pulp and Seeds of Murici (*Byrsonima crassifolia* L.). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.14, p.425-428, 2003.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2007. 184 p.

RIBEIRO, A. B. Antioxidant capacity, total phenolics content, fatty acids and correlation by principal component analysis of exotic and native fruits from Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 24, n. 5, p. 797-804, 2013.

RIOS-MORGAN, A.; CORRAL-AGUAYO, R.D.; RAMIREZ-PADILLA, G.K.; CAMACHO-HERNANDEZ, I. L.; DELGADO-VARGAS, F. Fatty acid composition and physicochemical analysis of nance (*Byrsonima crassifolia*). **In: IFT anual meeting**. Las vegas, NV, 2004.

RIZK E.M.; ALAA, T.; AMANY, E; EL-BIALY, R. Characterization of carotenoids (lyco-red) extracted from tomato peels and its uses as natural colorants and antioxidants of ice cream. **Annals of Agricultural Science**, v.59, n.1, p.53–61, 2014.

ROCKENBACH, I. I.; RODRIGUES, E.; GONZAGA, L. V.; FETT, R. Composição de ácidos graxos de óleo de semente de uva (*Vitis vinifera* L. e *Vitis labrusca* L.). **Brazilian Journal Food Technology**, p.23-26, 2010.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. **HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis**. HarvestPlus Technical Monograph: Washington, DC and Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT), 58p. 2004.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; JIMÉNEZ, J. P.; CALIXTO, F. S. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, n.4, p.996 - 1002, 2010.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S. de., MORAIS, S. M. de., SAMPAIO, C. de G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D. **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução de ferro**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; FERNANDES, F.A.N.; BRITO, E.S. Free Radical Scavenging Behavior of Ten Exotic Tropical Fruits Extracts. **Food Research International**, v.44, p.2072–2075, 2011,

RUIZ-LÓPEZ, I. I.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, C. E.; COBOS-VIVALDO, R.; HERMAN-LARA, E. Mathematical modeling and simulation of batch drying of foods. **Journal of Food Engineering**, v. 89, p. 310-318, 2008.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; MAIER, J. C. Digestão, Absorção e Metabolismo das Vitaminas, In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**, 1 ed., 2014, cap.10, p.143 - 166.

SAHA, B.C.; NAKAMURA, L.K. Production of mannitol and lactic acid by fermentation with lactobacillus intermedius NRRL B-3693, **Biotechnology and Bioengineering**, v.82, p.864-871, 2003.

SAINI, R. K.; NILE, S. H.; PARK, S. W. Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities, **Food Research International**, v.76, n.3, p.735–750, 2015.

SAMPAIO, C. R. P. **Caracterização físico-química, capacidade antioxidante e compostos bioativos de frutos de murici vermelho (*Byrsonima ligustrifolia* A. Juss) em cinco estádios de maturação**. 2015. 104f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SANCHEZ-GONZALEZ, I.; JIMENEZ-ESCRIG, A.; SAURA-CALIXTO, F. In vitro antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (italian, espresso and filter). **Food Chemistry**, v.90, p.133, 2005.

SÁNCHEZ, N.F.S.; BOLANC, R.V.; GÓMEZ, M.S.; HERRERA, A.P.; CORONADO, R.S. Effect of rotating tray drying on antioxidant components, color and rehydration ratio of tomato saladette slices. **Food Science and Technology**, v.46, p.298–304, 2012.

SANDHAR, H.; KUMAR, B.; PRASHER, S.; TIWARI, P.; SALHAN, M.; SHARMA, P.A. Review of phytochemistry and pharmacology of flavonoids. **Internationale Pharmaceutica Scientia**, v.1, p.25–41., 2011.

SANTOS, C.E.I. DOS, SILVA, L.R.M., BOUFLEUR, L.A., DEBASTIANI, R., STEFENON, C.A., AMARAL, L., YONEAMA, M.L. & DIAS, J.F. Elemental characterisation of Cabernet Sauvignon wines using Particle-Induced X-ray Emission (PIXE). **Food Chemistry**, v.121, p.244-250, 2010.

SANTOS, M.A.I.; SIMÃO, A.A.; MARQUES, T.R.; SACKZ, A.A.; CORRÊA, A.D. Effect of different extraction methods on the antioxidant activity and phenolic compounds profile of cassava leaf. **Brazilian Journal Food Technology**, v.19, 2016.

SCALZO, R.; IANNOCCARI, T.; SUMMA, C.; MORELLI, R.; RAPISARDA, P. Effect of thermal treatments on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. **Food Chemistry**, v.85, p. 41–47, 2004.

SCHIMPL, F.C.; KIYOTA, E.; MAYER, J.L.S.; GONÇALVES, J.F.C.; SILVA, J.F.; MAZZAFERA, P. Molecular and biochemical characterization of caffeine synthase and purine alkaloid concentration in guarana fruit. **Phytochemistry**, v.105, p.25–36, 2014.

SCHWEIGGERT, R.F.; VARGAS, E.; CONRAD, J.; HEMPEL, J.; GRAS, C.C.; ZIEGLER, J.U.; MAYER, A.; JIMÉNEZ, V.; ESQUIVEL, P.; CARLE, R. Carotenoids, carotenoid esters, and anthocyanins of yellow-, orange-, and red-peeled cashew apples (*Anacardium occidentale* L.). **Food Chemistry**, v. 200, n.1, p. 274–282, 2016.

SCORDINO, M.; SABATINO, L.; TRAULO, P.; GARGANO, M.; PANTO, V.; GAGLIANO, G. HPLC–PDA/ESI–MS/MS detection of polymethoxylated flavones in highly degraded citrus juice: a quality control case study. **European Food Research and Technology**, p.275–280, 2011.

SEAB-Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento Fruticultura – **Análise da conjuntura agropecuária**. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura>. Acessado em 01 de junho de 2015.

SENADEERA, W.; BHANDARI, B. R.; YOUNG, G.; WIJESINGHE, B. Influence of shapes of selected vegetable materials on drying kinetics during fluidized bed drying. **Journal of Food Engineering**, v.58, n.3, p.277-283, 2003.

SERRANO, M. Chemical constituents and antioxidante activity of sweet cherry at different ripening stages. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 53, p.2741-2745, 2005.

SHARPS, M.; ROBINSON, E. Encouraging children to eat more fruit and vegetables: Health vs. descriptive social norm-based messages Appetite, v.100, p.18-25, 2016.

SHI, J.; LE, M.; KAKUDA, Y.; LIPTAY, A.; NIEKAMP, F. Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. **Food Research International**, v.32, n.1, p.15-21, 1999.

SIGUEMOTO, E. S. **Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (*Byrsonima crassifolia*) e da moringa (*Moringa oleifera*)**. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SILVA, M.L.S.; MENEZES, C.C.; PORTELA, J.V.F.; ALENCAR, P.E.B.S.; CARNEIRO, T.B. Teor de carotenoides em polpas de acerola congeladas. **Revista Verde**, v.8, n.1, p.170–173, 2013.

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

SILVA, P.S.L.; SÁ, W.R.; MARIGUELE, K.H.; BARBOSA, A.P.R.; OLIVEIRA, O.F. Distribuição do teor de sólidos solúveis totais em frutos de algumas espécies de clima temperado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.15, n.1/2, p.19-23, 2002.

SISA, M.; BONNET, S.L.; FERREIRA, D.; WESTHUIZEN, J.H.D.V. Photochemistry of Flavonoids. **Molecules**, v.15, p.5196-5245; 2010.

SOARES, E.C.; OLIVEIRA, G.S.F.; MAIA, G.A.M. et al.Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo “foam-mat”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.2, p.164-170, 2001.

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

SOUZA, V. R. **Compostos bioativos e o processamento de pequenas frutas vermelhas cultivadas em clima subtropical**. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Lavras, 2013.

SPINOLA, V.; BERTA, B.; CÂMARA, J. S.; CASTILHO, P. C. Effect of Time and Temperature on Vitamin C Stability in Horticultural Extracts. UHPLC-PDA vs. Iodometric Titration as Analytical Methods. **LWT - Food Science and Technology**, v.50, n.2, p.489-495, 2013.

SUBRAMANIAN, S.S.; NAIR, AA.G.R. Distribution of mannitol and flavonols in some rubiaceous plants, **Phytochemistry**, v.10, n.9, p.2125, 1971.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4.ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

TAIZ, L. & ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. SANTARÉM, E. R. et al., 3º ed., Porto Alegre: Artemed, 2004. 719p.

TARABELLA, A.; BURCHI, B. The role of nutrition and health claims in consumers' perception. Creating educational paths to resolve information asymmetries caused by promotion and marketing activities regarding foodstuffs. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v.46, p.2173-2177, 2012.

TARRAGO-TRANI, M. T.; PHILLIPS, K. M.; COTTY, M. Matrix-Specific Method Validation for Quantitative Analysis of Vitamin C in Diverse Foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.26, n.1-2, p.12-25, 2012.

TASKOVA, R.M.; KOKUBUN, T.; RYAN, K.G.; GARNOCK-JONES, P.J.; JENSEN, S.R. Iridoid and phenylethanoid glucosides from veronica lavaudiana. **Journal Of Natural Products**, v.74, p.1477-1483, 2011.

TELES, A. P. C. Estudo químico e avaliação das atividades antimicrobiana e anticolinesterásica de extratos brutos acetato de etila e metabólitos secundários do fungo *Paecilomyces lilacinus*. Dissertação- Universidade Federal de Ouro Preto, 2012.

TURATTI, J. M.; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, I. **Lipídios: aspectos funcionais e novas tendências**. Campinas: ITAL, 2002. 78 p.

UENOJO, M.; MAROSTICA, J.M.R.; PASTORE, G.M. Carotenoides: Propriedades, Aplicações e Biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v.30, n.3, p.616-622, 2007.

VALENTE, A.; ALBUQUERQUE, T. G.; SANCHES-SILVA, A.; COSTA, H. S. Ascorbic acid content in exotic fruits: a contribution to produce quality data for food composition databases. **Food Research International**, v.44, n.7, p.2237-2242, 2011.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 39, p. 44-84, 2008.

VENDRAMINI, A.L.; TRUGO, L.C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia glabra* L.) at three stages of maturity. **Food Chemistry**, v.71, n.2, p.195-198, 2000.

- VERONEZI, C.M.; JORGE, N. Carotenoides em abóbora. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA)**, Curitiba, v.29, n.1, 2011.
- VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.888-897, 2011.
- VITALE, A. A.; BERNATENE, E. A.; POMILIO, A. B. Carotenoides em quimioprevenção: Licopeno. **Acta bioquím. clín. Latinoam**, La Plata, v.44, n.2, p.195-238, 2010.
- VOLPE, S. L. Magnesium in disease prevention and overall health. **Advances in Nutrition**, Bethesda, v.4, n.3, p.378S–383S, 2013.
- WILBERG, V.C.; AMAYA, D.R. Quantificação de caroteno e licopeno em tomates e em alguns dos seus produtos por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.13, n.2, p.132-141, 1993.
- WISSELINK, H.W.; WEUSTHUIS, R.A.; EGGINK, G.; HUGENHOLTZ, J.; GROBBEN, G.J.; Mannitol production by acid bacteria: a review. **International Dairy Journal**, v.12, p.151-161, 2002.
- WOJDYŁO, A.; OSZMIAN´SKI, J.; CZEMERYŚ, R. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. **Food Chemistry**, v.105, p.940–949, 2007.
- WOLFE, K.; KANG, X.; HE, X.; DONG, M.; ZHANG, Q.; LIU, R. H. Cellular antioxidant activity of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 8418–8426, 2008.
- YANG, L.; YANG, C.; LI, C.; ZHAO, Q.; LIU, L.; FANG, X.; CHEN, X. Recent advances in biosynthesis of bioactive compounds in traditional Chinese medicinal plants. **Science Bulletin**, v.61, n.1, p.3–17, 2016.
- ZHANG, L.; ZHANG, Z.; ZHENG, T.; WEI, W.; ZHU, Y.; GAO, Y.; YANG, X.; LIN, S. Characterization of Carotenoid Accumulation and Carotenogenic Gene Expression During Fruit Development in Yellow and White Loquat Fruit. **Horticultural Plant Journal**, v.2, n.1, p.9–15, 2016.
- ZUCCHI, M. I. **Diversidade genética em espécies medicinais**. 2009. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2009_4/DiversidadeGenetica/index.htm. Acesso em: 25 de abril de 2016.