



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

LUIZ ALEXANDRE GUIZILINI

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE GABIROBA E APLICAÇÃO  
DA POLPA COMO INGREDIENTE EM SORVETE.**

---

Londrina  
2010

LUIZ ALEXANDRE GUIZILINI

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE GABIROBA E APLICAÇÃO  
DA POLPA COMO INGREDIENTE EM SORVETE.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência de Alimentos, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lúcia H. S. Miglioranza

Londrina  
2010

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

G969a Guizilini, Luiz Alexandre.

Atividade antioxidante de gabioba e aplicação da polpa como ingrediente em sorvete / Luiz Alexandre Guizilini. – Londrina, 2010.  
88 f. : il.

Orientador: Lúcia Helena da Silva Miglioranza.

Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2010.

Inclui bibliografia.

1. Guabioba – Antioxidantes – Teses. 2. Frutas – Indústria – Teses. 3. Polpa de frutas – Teses. 4. Sorvetes – Indústria – Teses. 5. Alimentos congelados – Teses. I. Miglioranza, Lúcia Helena da Silva. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. III. Título.

CDU 664.8

LUIZ ALEXANDRE GUIZILINI

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE GABIROBA E APLICAÇÃO DA  
POLPA COMO INGREDIENTE EM SORVETE.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência de Alimentos, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profª. Dra. Lúcia H. da Silva Miglioranza  
UEL – Londrina – PR

---

Profª. Dra. Renata Dinnies Santos  
UEPG – Ponta Grossa- PR

---

Profª. Dra. Adriana Lourenço Soares Russo  
UEL – Londrina – PR

---

Profª. Dra. Rúbia Casagrande  
UEL – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Luiz Henrique Ilkiu Vidal  
UEL – Londrina – PR

Londrina, 03 de outubro de 2010.

## **DEDICATÓRIA**

Deus pela vida, força e missão  
que a mim confiou.

## AGRADECIMENTOS

A toda minha família, em especial a minha mãe, meu pai (*in memoriam*), meu irmão, minha avó pelo incentivo e base educacional que me proporcionaram e que sem o apoio deles, este trabalho não seria possível.

À minha orientadora Profa. Dra. Lúcia Helena da Silva Miglioranza pela contribuição e incentivo na minha formação científica e pela oportunidade de desenvolver pesquisa.

Ao professor Dr. Raúl Jorge Hernan Castro-Gómez e sua equipe de laboratório pelo auxílio nas análises microbiológicas.

À Profa Dra. Elza Youssef e Profa. Dra. Elza Ida pelo auxílio, disponibilidade de reagentes, materiais e equipamentos para realização deste projeto.

Aos técnicos Marli e Nelson pela paciência e disponibilidade nas muitas vezes que precisei.

À estagiária Mayara Cristina de Oliveira Galvão pelo auxílio nos experimentos e disponibilidade em ajudar quando precisei.

Aos amigos de turma Rafael M. S. Coronato, Beatriz C. Bolanho e de laboratório Michele Rosset, Gisele A. Nobre, Alisson R. Canto, Cristiane Canan, Luciane Y. Yoshiara, pelo apoio nos experimentos e pela amizade e companheirismo durante todo o período.

Aos meus amigos Andrei Panhan Manconi e Fernando Marquesini pelo apoio e por me ouvirem e auxiliarem quando muito precisei.

À Universidade Estadual de Londrina, em especial aos professores e funcionários do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para realização e finalização deste trabalho.

De tudo ficaram três coisas:  
A certeza de que estamos sempre começando...  
A certeza de que é preciso continuar...  
A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...

Portanto devemos:  
Fazer da interrupção... um caminho novo  
Do medo... uma escada  
Do sonho... uma ponte  
Da procura...um encontro.  
**(Fernando Sabino)**

GUIZILINI, Luiz A.; MIGLIORANZA, Lúcia H. S. **Atividade antioxidante de gabioba e aplicação da polpa como ingrediente em sorvete**. 2010. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, 2010.

## RESUMO

A proposta deste trabalho foi verificar as propriedades antioxidantes de frutos de gabioba, com potencial de utilização como ingrediente em produto lácteo. A gabioba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) pertence à família *Myrtaceae* e é encontrada no centro-oeste, sudeste e sul do Brasil. Avaliou-se a atividade antioxidante da polpa de gabioba (P1) e do fruto integral (P2), empregando a polpa de gabioba como ingrediente em sorvete de leite. Para investigar a atividade antioxidante de P1 e P2, determinou-se a concentração de compostos reativos ao reagente de Folin e Ciocalteu (Método 1), e a atividade antioxidante total pelos Métodos de Redução do Ferro (FRAP), pelos Métodos de Captura do Radical Livre (ABTS•+ e DPPH) (Métodos 2, 3 e 4). Foram determinados também o teor de ácido ascórbico e a quantidade de carotenóides totais. O sorvete foi analisado quanto à atividade antioxidante, teor de ácido ascórbico, qualidade microbiológica e aceitação sensorial. Os resultados de atividade antioxidante obtidos para P1 foram de  $1280 \pm 25$  mg de ácido gálico (AG) /100 g de polpa (Método 1);  $96,8 \pm 1,6$ ;  $58,4 \pm 1,2$ ; e  $55,5 \pm 1,0$   $\mu\text{mol}$  trolox equivalente (TE) /g de polpa dos métodos 2, 3 e 4, respectivamente. Os resultados obtidos para P2 foram de  $1417 \pm 23$  mg de AG /100g (Método 1);  $105,0 \pm 1,5$ ;  $64,9 \pm 2,4$ ; e  $59,4 \pm 0,6$   $\mu\text{mol}$  TE /g nos Métodos 2, 3 e 4, respectivamente. A quantidade de ácido ascórbico e de carotenóides totais encontrados em P1 foi de  $760,1 \pm 1,9$  mg/100g e  $54 \pm 0,3$  mg de  $\beta$ -caroteno equivalente /100g, respectivamente, e em P2 foi de  $726,0 \pm 0,8$  mg/100g de fruto integral, e de  $61 \pm 0,4$  mg de  $\beta$ -caroteno equivalente /100g de fruto integral, respectivamente. O produto foi aprovado quanto aos requisitos microbiológicos considerando os padrões legais vigentes. A atividade antioxidante no sorvete (Método 2) e o teor de ácido ascórbico encontrados foram de  $11,3 \pm 0,1$   $\mu\text{mol}$  TE /g de sorvete e  $146,1 \pm 1,1$  mg/100g, respectivamente, indicando manutenção proporcional da atividade antioxidante durante o processo. Na avaliação sensorial 88,1% dos provadores inferiram valores entre 5 e 7 na escala hedônica. A média ponderada foi de 5,51 correspondendo a gostei ligeiramente e gostei muito, indicando uma boa aceitação do produto.

**Palavras-chave:** (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg). Polifenóis. DPPH. ABTS. FRAP. Carotenóides. Ácido ascórbico.

GUIZILINI, Luiz A.; MIGLIORANZA, Lúcia H. S. **Gabiroba antioxidant activity and its pulp application as ingredient in ice cream.** 2010. 91 f. Dissertation (Master's Degree in Food Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

## ABSTRACT

The aim of this study was to verify the antioxidant properties of gabiroba fruits, with potential use as an ingredient in dairy products. The gabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) belongs to the Myrtaceae family and it is found in west-central, southeastern and southern Brazil. It was evaluated the antioxidant activity of gabiroba pulp (P1) and the whole fruit (P2), applying gabiroba pulp as an ingredient in ice cream milk. To investigate the antioxidant activity of P1 and P2, it was determined the concentration of reactive compounds by the Folin & Ciocalteu (Method 1). The methods of iron reduction (FRAP), and the methods of free radical capture (DPPH and ABTS +) (Methods 2, 3 and 4) were also applied for total antioxidant activity. It was investigated the ascorbic acid content and the amount of carotenoids. The ice cream was analyzed for antioxidant activity, ascorbic acid content, microbiological quality and sensory acceptance. The results of P1 antioxidant activity were  $1280 \pm 25$  mg gallic acid (GA) / 100g of pulp (Method 1) and  $96.8 \pm 1.6$ ,  $58.4 \pm 1.2$  and  $55.5 \pm 1.0$   $\mu\text{mol}$  trolox equivalent (TE)/g by methods 2, 3 and 4, respectively. The P2 antioxidant activity were  $1417 \pm 23$  mg of GA/100g (Method 1), and  $105.0 \pm 1.5$ ,  $64.9 \pm 2.4$ , and  $59.4 \pm 0.6$   $\mu\text{mol}$  TE/g by methods 2, 3 and 4, respectively. It was found  $760.1 \pm 1.9$  mg/100 g of ascorbic acid and  $54 \pm 0,3$  mg of  $\beta$ -carotene equivalent/100g of carotenoids in the pulp samples, and  $726,0 \pm 0.8$  mg/100 g ascorbic acid and  $61 \pm 0,4$  mg of  $\beta$ -carotene equivalent/100g of whole fruit. The product was approved on the microbiological requirements considering the Brazilian standards. The antioxidant activity of ice cream was  $11.3 \pm 0.1$   $\mu\text{mol}$  TE/g using the Method 2. The final product also had  $146.1 \pm 1.1$  mg/100g of ascorbic acid, indicating that the antioxidant activity was kept during the ice cream process. In the sensory evaluation 84 panelists attributed average of 5.51, in a hedonic scale (0-7) indicating good acceptance of the product.

**Keywords:** (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg). Polyphenols. DPPH. ABTS. FRAP. Carotenoids. Ascorbic acid.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 –</b>	Redução tetravalente do oxigênio molecular (O <sub>2</sub> ) na mitocôndria até a formação de água (H <sub>2</sub> O). Várias espécies reativas de O <sub>2</sub> são formadas no processo.....	20
<b>Figura 2 –</b>	Estrutura química de alguns carotenóides encontrados em plantas e animais. ....	28
<b>Figura 3 –</b>	Estrutura química da família dos flavonóides. ....	31
<b>Figura 4 –</b>	Estrutura química das antocianinas. ....	32
<b>Figura 5 –</b>	Estrutura química do ácido L-ascórbico. ....	33
<b>Figura 6 –</b>	Fluxograma de procedimentos experimentais na investigação de atividade antioxidante total de polpa (P1) e fruto integral (P2). ....	45
<b>Figura 7 –</b>	Frutos de gabirobeira colhidos para o experimento. ....	46
<b>Figura 8 –</b>	Gabirobeira com frutos maduros. ....	46
<b>Figura 9 –</b>	Fluxograma do processamento e análises do sorvete de gabiroba. ....	58
<b>Figura 10 –</b>	Impresso para análise sensorial entregue aos provadores. ....	63
<b>Figura 11 –</b>	Comparação de espectros obtidos de amostras de gabiroba (polpa e fruto integral), padrão de b-caroteno e extrato de cenoura. ....	69
<b>Figura 12 –</b>	Porcentagem de aceitação do sorvete de gabiroba. ....	73
<b>Figura 13 –</b>	Curva padrão para determinação de substâncias reativas ao reagente de Folin – Ciocalteu. ....	87
<b>Figura 14 –</b>	Curva padrão para determinação da atividade antioxidante total pelo método de redução do ferro (FRAP). ....	88
<b>Figura 15 –</b>	Curva padrão para determinação da atividade antioxidante total pela captura do radical livre DPPH. ....	89
<b>Figura 16 –</b>	Curva padrão para determinação da atividade antioxidante total pela captura do radical livre ABTS. ....	90
<b>Figura 17 –</b>	Curva padrão de b-caroteno para determinação carotenóides totais. ....	91

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> –	Composição centesimal dos componentes dos óleos voláteis dos frutos <i>in natura</i> e integral de <i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg. ....	39
<b>Tabela 2</b> –	Concentração de ingredientes do sorvete de leite com polpa de gabioba. ....	60
<b>Tabela 3</b> –	Análises microbiológicas e quantidades máximas permitidas para sorvetes ou gelados comestíveis. ....	61
<b>Tabela 4</b> –	Atividade antioxidante de diferentes espécies de frutas. ....	64
<b>Tabela 5</b> –	Teor de ácido ascórbico em diferentes polpas de frutas. ....	67
<b>Tabela 6</b> –	Cor da polpa de gabioba antes e após a pasteurização. ....	70
<b>Tabela 7</b> –	Resultados das análises microbiológicas do sorvete com polpa de gabioba. . ....	71
<b>Tabela 8</b> –	Atividade antioxidante e teor de ácido ascórbico no sorvete de gabioba. ....	72

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>A</b>	Gramas ou mililitros da amostra utilizada.
<b>ABTS</b>	2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6- ácido sulfônico), sal diamônio
<b>ABTS•+</b>	Radical livre 2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6- ácido sulfônico), sal diamônio
<b>ANVISA</b>	Agência Nacional Vigilância Sanitária
<b>BHA</b>	Butil-hidroxianisol
<b>BHT</b>	Butil-hidroxitolueno
<b>CCAH</b>	Comité Científico para Alimentação Humana da Comunidade Européia
<b>CIELAB</b>	Lab é um sistema subtrativo de cor proposto pela Commision Internationale L'Eclairage - CIE
<b>DNA</b>	Ácido desoxirribonucléico
<b>DPPH</b>	Radical livre 2,2-difenil-1-picrihidrazil
<b>EDTA</b>	Ácido etilenodiamino treta-acético
<b>ERMO</b>	Espécies reativas do metabolismo do oxigênio
<b>F</b>	Fator da solução de Tillmans
<b>FAO/WHO</b>	Food and Agriculture Organization of the United Nation/ World Health Organization - Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas / Organização Mundial da Saúde
<b>FC</b>	Reagente de Folin-Ciocalteau
<b>FRAP</b>	“ <i>Ferric Reducing Antioxidant Power</i> ” Potencial antioxidante em redução de ferro
<b>GRAS</b>	Geralmente reconhecido como seguro
<b>HPLC</b>	High-performance liquid chromatography ou Cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)
<b>IDR</b>	Ingestão diária recomendada
<b>IK HP-5</b>	Índice de Kóvats para coluna HP-5.
<b>JECFA</b>	Joint Fao/Who Expert Committee on Food Additives - Conjunto de Peritos em Aditivos Alimentares

<b>NMP</b>	Número mais provável
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>P.A.</b>	Para análise
<b>P1</b>	Polpa de gabioba
<b>P2</b>	Fruto integral de gabioba
<b>RDC</b>	Resolução da Diretoria Colegiada Reag. Folin
<b>Ciocalteau</b>	Reagente de Folin Ciocalteau
<b>Reg. Regional</b>	
<b>RLO</b>	Radicais livres de oxigênio
<b>RNS</b>	Espécies reativas de nitrogênio
<b>ROS</b>	Espécies reativas de oxigênio
<b>rpm</b>	Rotações por minuto
<b><i>Staphylococcus</i></b>	
<b>coag. +</b>	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva
<b>TBHQ</b>	Terc-butil hidroquinona
<b>TPTZ</b>	2,4,6-Tris 2-piridil-s-triazina
<b>UEL</b>	Universidade Estadual de Londrina
<b>V</b>	Volume em mL da solução de Tillmans gasto na titulação.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	15
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b>	17
2.1	OBJETIVO GERAL	17
2.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	18
3.1	RADICAIS LIVRES	18
3.2	MECANISMO DE OXIDAÇÃO LIPÍDICA	20
3.3	ALGUNS EFEITOS BIOLÓGICOS DOS RADICAIS LIVRES	21
3.4	ANTIOXIDANTES	22
3.4.1	Antioxidantes Sintéticos	22
3.4.1.1	Mecanismos de ação dos antioxidantes	23
3.4.1.1.1	<i>Antioxidantes primários</i>	23
3.4.1.1.2	<i>Antioxidantes secundários ou sinérgicos</i>	24
3.4.2	Antioxidantes Naturais	25
3.4.2.1	Carotenóides	25
3.4.2.2	Compostos fenólicos	28
3.4.2.3	Taninos	29
3.4.2.4	Flavonóides	30
3.4.2.5	Antocianinas	31
3.4.2.6	Ácido ascórbico	32
3.5	FRUTAS E PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES	34
3.5.1	Família Botânica <i>Myrtaceae</i>	35
3.5.1.1	A gabirolba	36
3.6	ÓLEOS ESSENCIAIS	40
3.6.1	Atividade Antioxidante dos Óleos Essenciais	40
3.7	SORVETE	41
3.7.1	Classificação	41
3.7.2	Constituintes da Formulação	42
3.7.3	Processamento Tecnológico	43
3.7.3.1	Mistura dos ingredientes	43

3.7.3.2	Homogeneização .....	43
3.7.3.3	Maturação .....	43
3.7.3.4	Congelamento da mistura .....	44
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>45</b>
4.1	PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL PARA ANÁLISES DO FRUTO INTEGRAL E POLPA DE GABIROBA .....	45
4.2	MATÉRIA PRIMA .....	46
4.2.1	Polpa de Gabiroba (P1) .....	47
4.2.2	Fruto Integral (P2) .....	47
4.3	Avaliação da Atividade Antioxidante de Polpa de Gabiroba (P1), e do Fruto Integral (P2) .....	48
4.3.1	Produção dos Extratos de Gabiroba .....	48
4.3.1.1	Procedimento para a obtenção dos extratos .....	48
4.3.2	Determinação de Atividade Antioxidante .....	49
4.3.2.1	Determinação de compostos reativos ao Folin – Ciocalteau .....	49
4.3.2.2	Determinação da atividade antioxidante total pelo método de redução do ferro (FRAP) .....	50
4.3.2.3	Determinação da atividade antioxidante total pela captura do radical livre DPPH .....	51
4.3.2.4	Determinação da atividade antioxidante total pela captura do radical livre ABTS• + .....	52
4.3.3	Análise Estatística .....	53
4.3.4	Atividade Antioxidante de Outras Frutas .....	54
4.4	Determinação da Concentração de Ácido Ascórbico e Carotenóides Totais da Polpa e do Fruto Integral.....	54
4.4.1	Ácido Ascórbico.....	54
4.4.1.1	Análise estatística .....	56
4.4.1.2	Concentração de ácido ascórbico em outras frutas .....	56
4.4.2	Carotenóides Totais .....	56
4.4.2.1	Concentração de carotenóides totais em cenoura .....	57
4.5	PRODUÇÃO DE SORVETE DE LEITE COM POLPA DE GABIROBA .....	57
4.5.1	Planejamento Experimental para Produção de Sorvete .....	57
4.5.1.1	Obtenção de polpa de gabiroba para aplicação como ingrediente	

em sorvete .....	58
4.5.1.1.1 <i>Pasteurização da polpa gabioba</i> .....	58
4.5.1.2 Formulação do sorvete .....	59
4.5.1.3 Produção do sorvete .....	60
4.5.1.4 Análises microbiológicas .....	61
4.5.1.5 Análise sensorial .....	62
<b>5 RESULTADOS E DISCUSÃO</b> .....	<b>64</b>
5.1 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE POLPA DE GABIROBA E DO FRUTO INTEGRAL .....	64
5.2 CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO NA POLPA DE GABIROBA E NO FRUTO INTEGRAL .....	67
5.3 Concentração de Carotenóides Totais na Polpa de Gabiroba e no Fruto Integral e Avaliação de Cor .....	68
5.3.1 Avaliação de Cor da Polpa de Gabiroba Pasteurizada .....	70
5.4 Avaliação Microbiológica, Química e Sensorial do Sorvete de Leite com Polpa de Gabiroba .....	70
5.4.1 Análises Microbiológicas .....	70
5.4.2 Análises Químicas .....	71
5.4.2.1 Análise de sólidos totais do sorvete .....	71
5.4.2.2 Atividade antioxidante e ácido ascórbico no sorvete .....	71
5.4.3 Análise Sensorial do Sorvete de Gabiroba .....	73
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>74</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>77</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>86</b>
ANEXO A .....	87
ANEXO B .....	88
ANEXO C .....	89
ANEXO D .....	90
ANEXO E .....	91

## 1 INTRODUÇÃO

Compostos antioxidantes de origem natural podem contribuir para o desenvolvimento de novos medicamentos ou produtos nutracêuticos que auxiliem na prevenção de doenças, bem como na fisiologia de envelhecimento, e em medicina terapêutica.

Os vegetais em geral, são fontes destes compostos. As frutas em especial, por suas características sensoriais e propriedades nutricionais, são fortes candidatas por apresentarem grande interesse industrial em função dos aspectos relacionados à saúde humana.

Com o aumento na expectativa de vida, observado ao redor do mundo, a comunidade científica necessita vencer novos desafios, com o desenvolvimento de tecnologias que resultem em maior disponibilidade de produtos alimentícios com propriedades específicas para um segmento crescente da população.

Acrescentar compostos bioativos a um produto que agrade ao paladar e tenha um apelo natural e, ao mesmo tempo, possa trazer benefícios à saúde, é um dos aspectos que o homem contemporâneo vem incluindo em sua alimentação cotidiana.

Poucos trabalhos têm sido desenvolvidos com gabioba, principalmente envolvendo compostos com atividade antioxidante. No entanto, estudos preliminares dessa matéria prima demonstraram importante concentração de substâncias com propriedades bioativas e conseqüentemente grande potencial de utilização em alimentos.

O Brasil, sendo país tropical, tem uma enorme diversidade de frutos comestíveis, e ainda pouco ou quase não explorados. São nativos de determinadas regiões brasileiras e vem perdendo campo para culturas ou cultivos em grande escala, cuja demanda vem aumentando.

Também o desmatamento de áreas de preservação vem contribuindo para desaparecimento de determinados nichos, perdendo sua importância regional e até mesmo caindo no esquecimento da população. A recuperação e preservação de plantas, o incentivo às pesquisas para utilização

destas na alimentação humana ou mesmo na produção de medicamentos, é de grande interesse.

Há uma grande diversidade de alimentos que se pode utilizar polpa de fruta como ingrediente, tais como sucos, geléias, doces, além de produtos lácteos.

Dentre os laticínios, o sorvete é um produto muito apreciado pela população mundial. Já existe produção de sorvetes com polpa de frutas exóticas e nativas de nosso país em escala comercial. Porém, esse nicho de mercado é pouco explorado, por não existirem cultivares destas frutas para produção em maior escala. Normalmente estes são colhidos em áreas onde ocorrem naturalmente.

Produzir sorvete com polpa de fruta, pode aumentar a gama de opções ao consumidor, trazendo sabores diferenciados para pessoas que tem interesse em produtos com sabor original da fruta que até mesmo trazem lembranças de infância. Sendo nutritivo e unindo fonte de carboidratos e proteínas, o sorvete de leite com polpa de fruta é uma opção de sobremesa para crianças e adultos.

O sorvete de gabioba já é comercializado na região de Londrina, na forma de picolé. É produzido com uma outra espécie, típica do cerrado, que é mais abundante. Nosso interesse com este trabalho foi produzir sorvete com maior teor de sólidos de leite, de maneira a se enquadrar nos pré-requisitos estabelecidos pela ANVISA para ser considerado “sorvete de leite”.

## 2 OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as propriedades antioxidantes de gabioba, visando aplicação de sua polpa como ingrediente em sorvete.

#### 2.1.1 Objetivos Específicos

- Produzir polpa de gabioba para aplicação como ingrediente em sorvete.
- Avaliar a atividade antioxidante da polpa de gabioba (P1) e do fruto integral (P2).
- Determinar a concentração de compostos reativos ao Folin & Ciocalteau.
- Determinar a atividade antioxidante total de gabioba pelos métodos de redução do ferro (FRAP), e pelos métodos de captura do radical livre (DPPH e ABTS<sup>•+</sup>).
- Determinar a concentração de ácido ascórbico e carotenóides totais da polpa e do fruto integral.
- Produzir sorvete de leite com polpa de gabioba.
- Determinar as concentrações de ácido ascórbico e atividade antioxidante do sorvete de gabioba, pelo método de captura do radical livre (ABTS<sup>•+</sup>).
- Avaliar microbiológica e sensorialmente o sorvete de gabioba.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 RADICAIS LIVRES

Nas últimas décadas foram realizadas inúmeras pesquisas para esclarecer o papel dos radicais livres principalmente em processos fisiopatológicos como envelhecimento, câncer, aterosclerose, inflamação, etc.

De maneira simples, o termo radical livre refere-se ao átomo ou molécula altamente reativa, que contém número ímpar de elétrons em sua última camada eletrônica. É este não-emparelhamento de elétrons da última camada que confere alta reatividade a esses átomos ou moléculas (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

Eles podem ser formados quando uma ligação covalente é quebrada e um elétron permanece em cada átomo, em processo chamado fissão homolítica, sendo que a energia necessária para dissociar a ligação covalente pode ser fornecida pelo calor, ou por radiação eletromagnética (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999).

O elétron livre que caracteriza o radical livre pode estar centrado em um átomo de H, O, N, C, S ou átomos de metais de transição. Na natureza existem duas importantes substâncias que podem gerar radicais livres, o oxigênio no estado fundamental ( $O_2$ ) e o óxido nítrico (NO), que ocorre como poluente atmosférico, mas que também é sintetizado em diversas células (HÖEHR; ROVER; VELLASCO, 2001).

Pelo fato da molécula de oxigênio ser um bi-radical (possuir dois elétrons livres nos orbitais p antiligantes), o oxigênio reage preferencialmente com moléculas de configuração eletrônica semelhante. Como a maioria das biomoléculas não é biradical, possuindo um grande número de ligações covalentes, o oxigênio fica impedido (por restrição de "spin") de reagir com as mesmas, evitando assim que alvos celulares importantes sejam lesados (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999). No entanto, o oxigênio pode dar origem a diversas espécies reativas, seja por absorção de energia ou por transferência de elétrons. Na forma de oxigênio singlete, a

restrição de “spin” desaparece, conferindo-lhe um maior poder oxidante (HÖEHR; ROVER; VELLASCO, 2001).

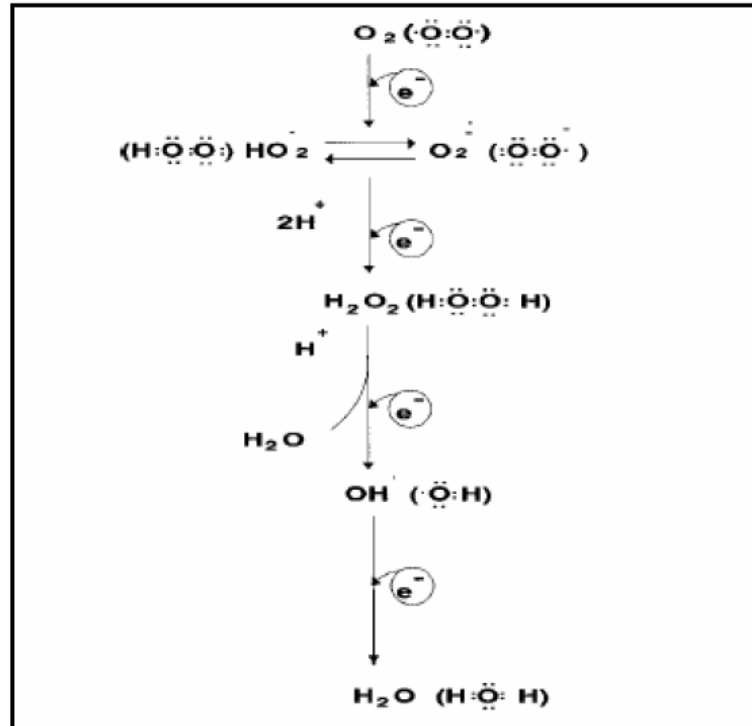
A geração de espécies reativas de oxigênio (ROS) é uma consequência da via aeróbica sendo inevitável. As ROS e as espécies reativas de nitrogênio (RNS) representam uma fonte constante de agressões ao nosso material genético e podem ser reforçadas parcialmente ou reduzidas por influências nutricionais, hormonais e ambientais.

A superprodução de ROS e RNS, tanto endógena quanto exógena, é prejudicial para a vida dos organismos e é denominada “estresse oxidativo”. É comum para muitos tipos de células cancerígenas e é incomum em células normais, podendo estar relacionada com o estímulo oncogênico. As ROS são conhecidas não só por atacar o DNA, como também por atacar componentes celulares, tais como proteínas e lipídios (VALKO et al., 2006).

Segundo Ferreira e Matsubara, (1997), as reações de redução implicam em ganho de elétrons, e as de oxidação, em perda. Portanto, quando no metabolismo normal ocorrer uma redução do oxigênio molecular ( $O_2$ ), este ganhará um elétron, formando o radical superóxido ( $O_2^{\cdot -}$ ), considerado instável por possuir número ímpar de elétrons, ou seja, 13 na última camada L.

Compreendendo as etapas da formação de radical superóxido, pode-se verificar que os radicais livres são formados em uma seqüência de reações de óxido-redução, isto é, ou cede o elétron desemparelhado, oxidando-se, ou recebe outro, reduzindo-se. Portanto, os radicais livres são resultantes dessas reações de óxido-redução. Na verdade, radical livre pode não ser o termo ideal para designar os agentes reativos, pois alguns deles não apresentam elétrons desemparelhados em sua última camada. Como em sua maioria são derivados do metabolismo do oxigênio, pode-se utilizar o termo “espécies reativas do metabolismo do oxigênio” (ERMO) para referir-se a eles (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

As ERMO são encontradas em todos os sistemas biológicos. Em condições fisiológicas do metabolismo celular aeróbio, o  $O_2$  sofre redução tetravalente, com aceitação de quatro elétrons, resultando na formação de  $H_2O$  (Figura 1).



**Figura 1** – Redução tetraivalente do oxigênio molecular (O<sub>2</sub>) na mitocôndria até a formação de água (H<sub>2</sub>O). Várias espécies reativas de O<sub>2</sub> são formadas no processo (FERREIRA; MATSUBARA, apud COHEN, 1989).

Durante esse processo são formados os intermediários reativos como os radicais superóxidos do (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), hidroperoxila (HO<sub>2</sub><sup>·</sup>) e hidroxila (OH), além do peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Normalmente, a redução completa do O<sub>2</sub> ocorre na mitocôndria, e as ERMO são estabilizadas com a entrada dos quatro elétrons disponíveis no meio (COHEN, 1989).

### 3.2 MECANISMO DE OXIDAÇÃO LIPÍDICA

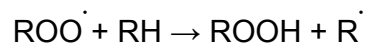
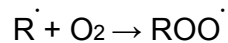
Em sistemas alimentares, a reação oxidativa espontânea pode resultar na degradação de lipídios. A teoria da hidro-peroxidação ou da oxidação de lipídios insaturados é universalmente aceita.

O passo inicial para auto-oxidação de um ácido graxo insaturado é a formação de um radical livre, promovido por irradiação, presença de complexos

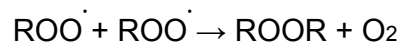
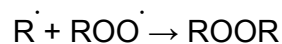
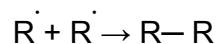
metálicos, enzimas ou espécies reativas de oxigênio. No caso de ácido graxo monoinsaturado e/ou poliinsaturado não-conjugado como no leite, a reação se inicia pela remoção de um hidrogênio adjacente à dupla ligação. O radical livre resultante reage com um oxigênio no estado fundamental formando um radical livre peróxido. Este, por sua vez, reage com outra molécula insaturada de ácido graxo, continuando a reação em cadeia e gerando hidroperóxidos. A seqüência envolvendo a iniciação, propagação e terminação do mecanismo de auto-oxidação de lipídios é representada pelas equações a seguir (O'CONNOR; O'BRIEN, 1995):

INICIAÇÃO:  $RH \rightarrow R\cdot$  (RH => ÁCIDO GRAXO INSATURADO)

PROPAGAÇÃO:



TERMINAÇÃO:



Em geral o processo de reação em cadeia com formação de radicais livre tem uma energia de ativação muito baixa (O'CONNOR; O'BRIEN, 1995).

Por isso, somente as reações de terminação levam à interrupção dos passos de propagação da reação em cadeia. É interessante notar que radicais reagem com outros radicais, tão rapidamente quanto reagem com o oxigênio. Posteriormente a energia liberada é dissipada na forma de calor (JADHAV et al., 1996).

### 3.3 Alguns Efeitos Biológicos dos Radicais Livres

Inúmeros estudos têm demonstrado a ação prejudicial das espécies reativas de oxigênio à fisiologia das células, e a relação com muitas doenças. Eles são capazes de reagir e modificar as estruturas moleculares de lipídios, carboidratos, proteínas e do DNA. Os pulmões, que entram em contato com o

oxigênio por duas vias diferentes, perfusão e ventilação, tornam-se alvos freqüentes dos radicais livres de oxigênio (RLO) e muitas doenças pulmonares parecem ser influenciadas por essas moléculas. Há evidências da influência dos RLO nos danos dos tecidos nas seguintes condições: tabagismo crônico, doença pulmonar obstrutiva crônica, asma, apnéia obstrutiva do sono e síndrome do desconforto respiratório agudo, entre outras (ANDRADE JUNIOR et al., 2005).

### 3.4 ANTIOXIDANTES

#### 3.4.1 Antioxidantes Sintéticos

A degradação de lipídios em produtos alimentares durante o tratamento, manipulação e armazenamento pode levar a oxidação dos ácidos graxos insaturados, sendo catalisada pelo calor, luz, radiações ionizantes, vestígios de metais, metalo-proteínas e também por enzimas lipoxigenases. Oxidação lipídica é a principal causa do desenvolvimento de sabor desagradável, rançoso, bem como uma série de outras reações que reduzem a vida útil e o valor nutritivo dos produtos alimentares (MADHAVI; DESHPANDE; SALUNKHE, 1996).

Os antioxidantes retardam o aparecimento da oxidação lipídica em produtos alimentares, tornando-se indispensável devido às suas propriedades de prolongar a vida útil de uma série de produtos sem qualquer dano sensorial ou nutricional. O uso de antioxidantes remonta à década de 1940. A goma guaiaco foi o primeiro antioxidante aprovado para a estabilização de gorduras animais, especialmente banha (MADHAVI; DESHPANDE; SALUNKHE, 1996).

Os antioxidantes sintéticos mais utilizados são principalmente os fenólicos, como por exemplo, butil-hidroxianisol (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT), terc-butil hidroquinona (TBHQ), e também o galato. Em geral, os antioxidantes são eficazes em níveis de 0,01% ou menos. Em níveis mais elevados, a maioria deles se comporta como pró-oxidante (MADHAVI; DESHPANDE; SALUNKHE, 1996).

Devido à preocupação com a segurança dos compostos sintéticos, muitos trabalhos estão sendo realizados para a identificação e avaliação das

propriedades de novos compostos que ocorrem naturalmente, para substituir os antioxidantes sintéticos (MADHAVI; KULKARNI; SHINGHAL, 1996).

Nos últimos anos, com a utilização de técnicas avançadas de síntese química, foram desenvolvidos novos antioxidantes sintéticos como o trolox-C, um derivado de  $\alpha$ -tocoferol, e o anoxômero, um composto polimérico (MADHAVI; DESHPANDE; SALUNKHE, 1996).

A aprovação de um antioxidante para uso alimentar exige extenso estudo toxicológico, incluindo estudos mutagênicos, cancerígenos, e de efeitos teratogênicos. Apesar de uma série de compostos, sintéticos e naturais, terem propriedades antioxidantes, apenas alguns têm status de "geralmente reconhecido como seguro" (GRAS) ou por organismos internacionais como a FAO/WHO, por meio do Comitê Misto de Peritos em Aditivos para Alimentos (JECFA) ou Comitê Científico para Alimentação Humana (CCAH) da Comunidade Européia. A toxicologia de compostos antioxidantes tornou-se uma área polêmica, especialmente após recentes estudos de longa duração indicarem que BHA e BHT poderiam produzir tumores em animais com doses elevadas (MADHAVI; KULKARNI; SHINGHAL, 1996).

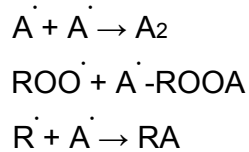
#### 3.4.1.1 Mecanismos de ação dos antioxidantes

##### 3.4.1.1.1 Antioxidantes primários

Os antioxidantes primários (tais como os ésteres do ácido gálico, BHA e BHT) interrompem a reação em cadeia doando hidrogênio ao radical, de acordo com o mecanismo:



O radical  $\text{A}^\cdot$  tem uma reatividade muito menor do que o radical  $\text{ROO}^\cdot$ , que teria sido formado na ausência do antioxidante. O radical  $\text{A}^\cdot$  pode ser estabilizado através de recombinações que podem se processar de 2 modos:



Isto significa que, durante a sua ação contra o processo de autoxidação, os antioxidantes são convertidos em dímeros e outros produtos. Funcionam, portanto, como um receptor de radical livre e podem interromper o processo de autoxidação em seus estágios iniciais (ANTUNES, 1988).

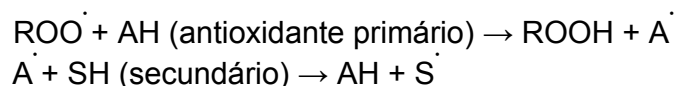
#### 3.4.1.1.2 Antioxidantes secundários

Antioxidantes secundários são compostos que retardam a velocidade da reação de autooxidação lipídica por vários mecanismos.

Uma série de compostos ácidos (ácido cítrico, ácido fosfórico, ácido ascórbico e EDTA), podem inibir a oxidação lípica evitando que a reação inicie catalisada por metais. Estes compostos podem formar complexos com metais presentes nos produtos agindo como sequestrantes (COPPEN, 1994). Outros estabilizam oxigênio singlete por ressonância, como o  $\beta$ -caroteno (JADHAV et al., 1996).

Os absorvedores de oxigênio, como o ácido ascórbico, o ascorbil palmitato, sulfitos e eritorbatos, reagem com o oxigênio livre, removendo-o de sistemas fechados. O ácido ascórbico também atua como secundário com antioxidantes primários, especialmente os tocoferóis, regenerando sua atividade (GORDON, 2001; RAMALHO; JORGE, 2006).

A ação de regeneração pode ser demonstrada pelo mecanismo:



Assim, o antioxidante primário é regenerado pelo secundário formando o radical  $\dot{S}$ , menos reativo do que  $\dot{A}$  (ANTUNES, 1988).

### 3.4.2 Antioxidantes Naturais

Uma grande variedade de antioxidantes é encontrada em alimentos. Alguns deles, como a ácido ascórbico e  $\alpha$ -tocoferol são reconhecidos por desempenhar um papel essencial na defesa antioxidante sobre os danos oxidativos *in vivo* (BENIDICH, 1988). Carotenóides parecem ser um antioxidante cotidiano agindo no corpo humano. Estudos epidemiológicos sugerem fortemente que o consumo de alimentos ricos em carotenóides, é inversamente relacionado com a incidência de câncer e outras doenças degenerativas (YOSHIKASU; NAITO; KONDO, 1997).

Os efeitos biológicos dos antioxidantes naturais ou dietéticos têm gerado grande interesse nos últimos anos. Oxidação lipídica é inibida de forma eficiente pela ação sinérgica de várias enzimas endógenas como superóxido dismutase e glutathione peroxidase e vários outros compostos tais como selênio, ácido ascórbico, tocoferóis,  $\beta$ -caroteno e flavonóides. Muitos estudos estão em curso para determinar se esses antioxidantes dietéticos podem ser utilizados na prevenção de muitas doenças, incluindo doenças cardiovasculares, artrite e até mesmo no processo de envelhecimento, bem como na medicina terapêutica. A década de 1990 poderia ser considerada a década em que surgiram algumas provas sólidas relativas a propriedades antioxidantes na prevenção das doenças cardiovasculares e câncer (MADHAVI; SALUNKHE, 1996).

#### 3.4.2.1 Carotenóides

Os carotenóides são utilizados principalmente como corantes naturais e também por suas propriedades antioxidantes. Estão presentes em uma ampla variedade de ingredientes alimentares. Entre esses se encontram o beta-caroteno, o alfa-caroteno, a luteína, a zeaxantina, o licopeno, a beta-criptoxantina, a fucoxantina, a astaxantina, a crocetina, a capsantina e o fitoeno, carotenóides muito promissores (GOMES, 2007).

Muitos deles são eficazes na reação com o oxigênio singlete, impedindo assim a formação de hidroperóxidos em presença de oxigênio atômico. Também foi proposto que os carotenóides podem agir como antioxidantes primários em baixas pressões de oxigênio e em condições onde oxigênio singlete não é formado (MADHAVI; KULKARNI; SHINGHAL, 1996).

A capacidade de reação com oxigênio singlete está relacionada com o número de duplas ligações na molécula. Carotenóides com 9, 10, ou 11 duplas ligações conjugadas, têm melhor capacidade de reação, do que aqueles com oito ou menos duplas ligações conjugadas, por gerar compostos mais estáveis pelo efeito de ressonância (RAJALAKSHMI; NARASIMHAN, 1996).

Os carotenóides têm demonstrado forte associação e em alguns casos, eficácia na proteção contra a carcinogênese. Contudo, essas associações estão vinculadas aos alimentos como veículo de ingestão, essencialmente, frutas, legumes e verduras. A partir da evidência científica, baseada em estudos epidemiológicos e em ensaios experimentais recentes, a atuação dos fitoquímicos pode estar relacionada à maior proteção contra o câncer. Uma alimentação abundante em hortaliças e frutas, fonte de carotenóides (Figura 2), representa a possibilidade de proteção contra o desenvolvimento do câncer, sendo que a ingestão suplementar ou forma purificada deste talvez não reproduza essa proteção (GOMES, 2007).

Alguns efeitos benéficos sobre o sistema imune são atribuídos aos carotenóides, porém seu papel é ser precursor de vitaminas lipossolúveis, como a vitamina A, ou retinol. Esta vitamina é essencial para o crescimento e diferenciação das células, sendo que a deficiência de vitamina A na infância pode causar cegueira (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999).

Danos a células de ratos são produzidos por  $H_2O_2$  e radicais hidroxila, que quando reagem com cromatina ligada ao íon  $Fe^{2+}$  causam a morte da célula (MELLO FILHO; HOFFMANN; MENEGHINI, 1984).

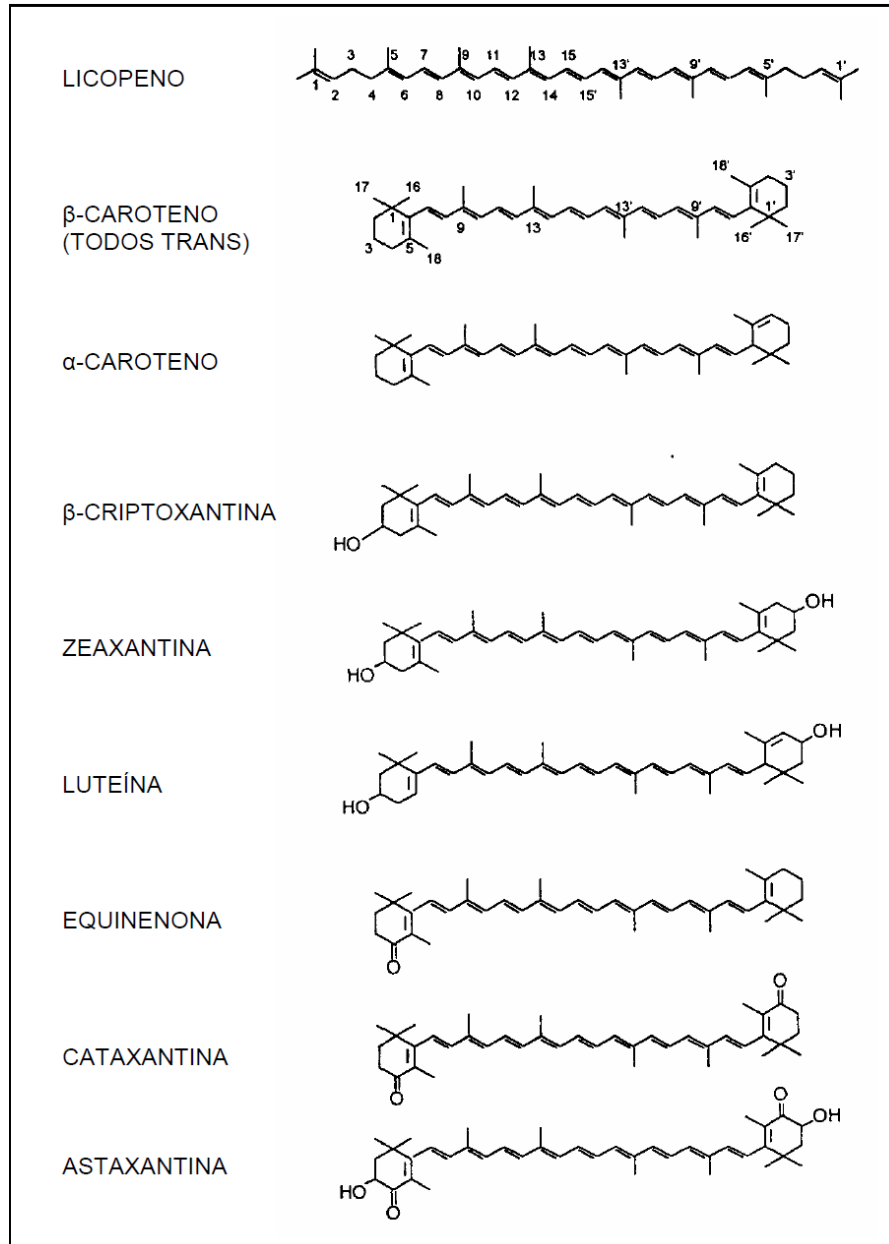
Segundo Vannucchi et al., (1998), a presença de radicais livres está ligada diretamente a condições inflamatórias, lesões degenerativas e aterosclerose.

Elevações da quantidade de peróxido de hidrogênio exalado têm sido descritas em diversos quadros de doenças pulmonares, tais como a síndrome do desconforto respiratório agudo, doença pulmonar obstrutiva crônica e asma. O

consumo de cigarros aumenta o estresse oxidativo, com produção elevada de espécies reativas do oxigênio, contribuindo para o desenvolvimento de doenças relacionadas ao tabagismo (GUATURA et al., 2000).

Radicais livres de oxigênio podem ser reconhecidos como uma importante classe de substâncias cancerígenas que estimulam o desenvolvimento de tumores em múltiplas fases. Estratégias de prevenção do efeito cancerígeno dos radicais livres de oxigênio devem ter em conta a complexidade química de radicais livres *in vivo* e o desenvolvimento do câncer. O efeito do estresse oxidativo em uma determinada fase da carcinogênese depende da composição e da intensidade dos radicais livres de oxigênio envolvidos (DREHER; JUNOD, 1996).

O processo de peroxidação lipídica pode causar modificações em alguns aminoácidos como triptofano, cisteína, histidina e tirosina, responsáveis pela formação de algumas proteínas, gerando doenças mutagênicas. Um exemplo é o resíduo de triptofano quando atacado por espécies radicalares, perde o grupamento aromático e conseqüentemente não participa mais no processo bioquímico normal (HÖEHR; ROVER; VELLASCO, 2001).



**Figura 2** – Estrutura química de alguns carotenóides encontrados em plantas e animais (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999).

#### 3.4.2.2 Compostos fenólicos

Fenóis são compostos que tem em sua estrutura química uma hidroxila ligada a um anel benzênico. As plantas contêm uma enorme gama de fenóis, incluindo os tocoferóis e tocotrienóis. Muitos fenóis exercem uma poderosa atividade antioxidante *in vitro*, inibindo a peroxidação lipídica.

A capacidade antioxidante dos compostos fenólicos está diretamente ligada à sua estrutura química, as quais podem estabilizar radicais livres. A ação da molécula como agente redutor pode ser determinada pela velocidade de inativação do radical livre, reatividade com outros antioxidantes e potencial de quelação de metais. As propriedades biológicas destes estão relacionadas com a atividade antioxidante que cada fenol exerce sobre determinado meio (MAMEDE; PASTORE, 2004).

Nas plantas, alguns fenóis servem como precursores de importantes biossínteses. Por exemplo, o ácido cafeico, que é um precursor da lignina, enquanto que outros compostos fenólicos podem ser produzidos por absorção de radiação ultravioleta (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999).

Os compostos fenólicos podem ser divididos em três grupos. O primeiro grupo é composto por derivados das estruturas químicas C6-C1 específicas dos ácidos hidróxi-benzóico, gálico e elágico. No segundo grupo encontram-se os derivados das estruturas químicas C6-C3 específicas dos ácidos cafeico e p-cumárico-hidroxicinamato. O terceiro grupo caracteriza-se por compostos derivados das estruturas químicas C6-C2-C6 específicas do trans-resveratrol, cis-resveratrol e trans-resveratrol-glicosídeo (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

#### 3.4.2.3 Taninos

No caso dos taninos, os mesmos são classificados em dois grupos principais, cujas estruturas são muito diferentes entre si, embora todos tenham molécula poli-hidroxifenólica ou seus derivados. Os pertencentes ao primeiro grupo são denominados taninos hidrolisáveis, que incluem os galitaninos e os elagitaninos, polímeros derivados dos ácidos gálico e elágico. Este grupo de taninos é comumente utilizado para a curtição de couros (BOBBIO; BOBBIO, 1989; ELBE; SCHWARTZ, 1996).

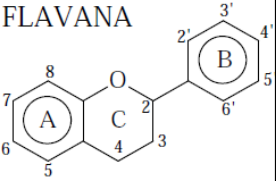
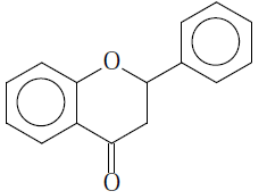
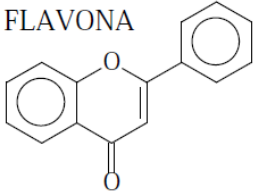
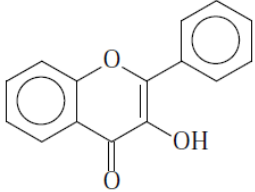
O outro grupo de taninos é denominado tanino condensado e é encontrado em maior quantidade em alimentos. Apresenta uma estrutura semelhante aos flavonóides, com coloração variando do vermelho ao marrom. A presença de pequenas quantidades de taninos em frutos confere-lhes características

sensoriais desejáveis, ditas como “o corpo da fruta”. No entanto, quantidades maiores conferem aos frutos e outros alimentos características adstringentes. A sensação de adstringência é devida à propriedade que os taninos apresentam de precipitar proteínas. Quando em contato com as proteínas da saliva, formam um complexo insolúvel que popularmente se caracteriza pela sensação “amarrando a língua” (BOBBIO; BOBBIO, 1989).

#### 3.4.2.4 Flavonóides

O grupo dos flavonóides (Figura 3) é também conhecido como polifenólicos e geralmente ocorre em plantas na forma de glicosídeos, sendo uma das substâncias responsáveis pelo perfil sensorial de frutas, atribuindo-lhes o corpo característico (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

A distribuição dos flavonóides nos vegetais depende de diversos fatores, bem como da variação das espécies. Os flavonóides são formados da combinação de derivados sintetizados da fenilalanina (via metabólica do ácido chiquímico) e ácido acético. Os padrões de distribuição dependem do grau de acesso à luminosidade, especialmente aos raios ultravioleta do tipo B, pois a formação dos flavonóides é acelerada pela luz (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004; ELBE; SCHWARTZ, 1996).

ESTRUTURA GENÉRICA	FLAVONÓIDE	HIDROXILAÇÃO PADRÃO								
		2'	3'	4'	5'	3	5	6	7	8
FLAVANA 	CATEQUINA		•	•		•	•		•	
	MECIADONOL		•	•		M	•		•	
FLAVANONA 	TAXIFOLINA		•	•		•	•		•	
	NARINGENINA			•			•		•	
	NARINGINA			•			•		RG	
FLAVONA 	LUTEONINA		•	•			•		•	
	APIGENINA			•			•		•	
FLAVONONA 	QUERCETINA		•	•		•	•		•	
	MIRICETINA		•	•	•	•	•		•	
	GOSSIPETINA		•	•		•	•		•	•
	FISSETINA		•	•		•			•	
	CIRSILIOL		•	•		H	•		M	
	MORINA	•		•		•	•		•	
	KAEMPFEROL			•		•	•		•	
	GALANGINA					•	•		•	
	BAICALEINA					H	•	•	•	
	RUTINA		•	•		RU	•		•	
	QUERCETRINA		•	•		RH	•		•	
	GOSSIPINA		•	•		•			•	GL

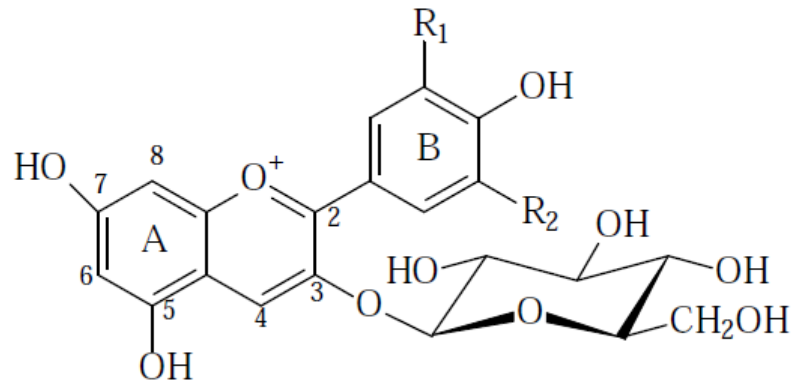
• = HIROXILA; H = HIDROGÊNIO; RU = RUTINOSE; H = RAMNOSE; GL = GLICOSÍDEO; M = METOXI; RG = RAMNO- GLUCOSÍDEO

**Figura 3** – Estrutura química da família dos flavonóides (HALLIWELL;GUTTERIDGE, 1999).

#### 3.4.2.5 Antocianinas

As antocianinas (Figura 4) são flavonóides que se encontram largamente distribuídos na natureza e são responsáveis pela maioria das cores azul, violeta e todas as tonalidades de vermelho que aparecem em flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas. Nas videiras, elas acumulam-se nas folhas

durante a senescência e são responsáveis pela coloração das cascas das uvas tintas, sendo encontradas também na polpa de algumas variedades de uva (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999; MADHAVI; KULKARNI; SHINGHAL, 1996; MALACRIDA; MOTTA, 2006).

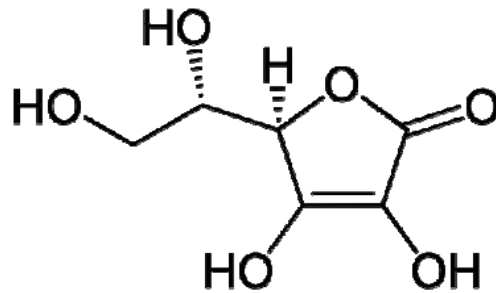


<b>Aglicona</b> (Estrutura do anel B)		<b>Substituição glicosídica</b> (substituição nas posições 3 e 5)	<b>Acilação</b> (esterificação das hidroxilas do açúcar)
R1 = R2 => H	Pelargonidina	D-glicose	Ácidos cinâmicos
R1 => OH, R2 => H	Cianidina	D-galactose	p-cumárico
R1 = R2 => OH	Delfinidina	D-xilose	Ferúlico
R1 => OCH <sub>3</sub> , R2 => H	Peonidina	L-ramnose	Caféico
R1 => OCH <sub>3</sub> , R2 => OH	Petunidina	L-arabinose	
R1 = R2 => OCH <sub>3</sub>	Malvidina	Rutinose	Ácidos alifáticos
		Soforose	Acético
		Sambubiose	Malônico
		Gentiobiose	Succínico

**Figura 4** – Estrutura química das antocianinas (FRANCIS, 1989; JAKMAN; SMITH, 1996).

#### 3.4.2.6 Ácido ascórbico

O ácido ascórbico (Figura 5) é um sólido cristalino hidrossolúvel de cor branca.



**Figura 5** – Estrutura química do ácido L-ascórbico.

A molécula do ácido ascórbico sofre oxidação antes de outras moléculas, impedindo e protegendo-as da oxidação, agindo como antioxidante. Presente em frutas e legumes, pode ser degradada por um período prolongado sob altas temperaturas. Também sofre oxidação irreversível, perdendo a sua atividade biológica, em alimentos frescos guardados por longos períodos.

Não há evidências que comprovem o efeito do ácido ascórbico sobre a prevenção de ocorrência de resfriado comum, apesar de existirem vários estudos à cerca desse objeto. No entanto, essa vitamina tem demonstrado diminuir consistentemente a duração e a gravidade dos sintomas. Esses benefícios podem ser promovidos pela propriedade antioxidante do ácido ascórbico. Em uma infecção, os leucócitos fagocitários são ativados e produzem compostos oxidantes que são liberados da célula. A reação com o ácido ascórbico inibe o efeito da liberação desses compostos, reduzindo os processos inflamatórios nas vias respiratórias e na antioxidantes, tais como o ácido ascórbico, o tocoferol e os carotenóides, podem retardar ou prevenir o aparecimento de câncer. Assim, uma dieta rica em frutas e hortaliças, contendo essas substâncias em quantidades próximas às recomendadas nutricionalmente, contribui para a defesa antioxidante do organismo, inibindo danos oxidativos em macromoléculas (SILVA; NAVES, 2001).

O leite em pó fortificado com ferro e ácido ascórbico mostrou-se excelente veículo na prevenção e controle da anemia carencial ferropriva, com muitas vantagens sobre as outras formas de intervenção (TORRES et al., 1995).

### 3.5 FRUTAS E PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES

As frutas são fontes de antioxidantes naturais de diversos grupos, como já mencionado anteriormente.

Alguns estudos relatam a atividade antioxidante das diferentes frutas do cerrado brasileiro. Alguns extratos possuem excelente capacidade antioxidante. O extrato etanólico e aquoso da casca de pequi, extrato etanólico da semente de cagaita, extrato etanólico da semente e casca de araticum e extrato etanólico da casca de banha de galinha são exemplo destas propriedades (ROESLER et al., 2007).

A variedade de mamão Formosa é fonte de ácido L-ascórbico,  $\beta$ -caroteno e licopeno (SOUZA et al., 2008).

As polpas de frutas tropicais, comercializadas no sul do Brasil na forma congelada, contêm elevados teores de polifenóis totais e apreciáveis propriedades antioxidantes, destacando-se entre elas as polpas congeladas de acerola e manga. Entre as frutas in natura, o baguaçu se destaca como potente antioxidante, com considerável teor de antocianinas e também apresentando maior atividade antioxidante que o jambolão. Em ordem decrescente de capacidade antioxidante, encontra-se: acerola> manga> morango> uva>açaí> goiaba> amora> graviola> maracujá> cupuaçu>abacaxi (KUSKOSKI et al., 2005).

Alguns resultados de estudos realizados com a variedade de maçã Fuji Kiku, mostram maior quantidade de antocianinas totais e de ácido ascórbico em sua composição, em comparação a outras variedades (SILVEIRA et al., 2007).

Avaliou-se também a atividade antioxidante dos extratos etéreo, alcoólico e aquoso obtidos da polpa e das sementes da romã (*Punica granatum*, L.). Foram encontrados compostos fenólicos com atividade antioxidante. Através da avaliação cinética pelo teste de cooxidação com  $\beta$ -caroteno e ácido linoléico, pôde-se verificar que a alta porcentagem da atividade antioxidante dos extratos aquosos é devida à capacidade de inibir a oxidação na fase inicial e mais avançada do processo oxidativo, agindo por mecanismos primário e secundário. Os extratos aquosos tanto da polpa quanto das sementes apresentaram as maiores porcentagens de inibição da oxidação: 87,31% e 93,08%, respectivamente. Todos os extratos (etéreo, alcoólico e aquoso) apresentaram elevada capacidade em

prolongar o período de indução da oxidação, sendo, ainda, significativamente ( $p < 0,05$ ) maiores que os resultados obtidos com o antioxidante sintético butil-hidroxianisol (BHA) (JARDINI; MANCINI FILHO, 2007).

O bagaço de uvas sicilianas foi avaliado quanto à sua capacidade sequestrante dos radicais DPPH e ABTS em amostras de cinco cultivares de uva vermelha (Nero d'Avola, Nerello Mascalese, Nerello Cappuccio, Frappato e Cabernet Sauvignon). Todos os extratos apresentaram atividade antioxidante significativa, com algumas diferenças entre os dois métodos empregados. A amostra de *Nerello Mascalese* foi a mais ativa em ambos os testes (RUBERTO et al., 2007).

### 3.5.1 Família Botânica Myrtaceae

A Família botânica Myrtaceae, possui 102 gêneros e 3.024 espécies conhecidas, distribuídas e cultivadas principalmente em países de clima tropical e subtropical. Apresentam plantas de porte variável, desde grandes árvores até arbustos e trepadeiras (MANICA et al., 2001).

Mesmo com a ocorrência de um maior número de espécies em clima tropical e subtropical, algumas das espécies da família Myrtaceae são cultivadas também como fonte de renda para o consumo doméstico ou caseiro, em regiões de clima temperado. A finalidade do cultivo é para consumo in natura ou em produtos industrializados, onde são empregados em culinária e para fins medicinais, como especiarias na produção de goma, resina, óleo, como também na forma de plantas ornamentais e para a produção de madeira (MANICA et al., 2001).

Sendo cultivadas sob condições de alto estresse oxidativo, expostas à intensa luz solar e calor, produzem compostos fenólicos que inibem a peroxidação lipídica e danos em tecidos vegetais, além da proteção dos mamíferos, quando comem seus frutos (REYNERTSON et al., 2008).

Estudando-se a pimenta da Jamaica (Pimenta dióica), pertencente à família Myrtaceae, o 3-(4-hidroxi-3-metoxifenil) propano-1,2-diol foi caracterizado, assim como a atividade antioxidante foi comprovada pela inibição da autoxidação do ácido linoléico (KIKUZAKI et al., 1999).

Os estudos farmacológicos efetuados em *Psidium guajava* (goiaba) indicam um grande potencial desta planta no tratamento de: diarreia, gastroenterite, rota vírus enterite, feridas, acne, placa dentária, malária, alergias, diabetes, distúrbios cardiovasculares, doenças musculares degenerativas, doenças inflamatórias, incluindo reumatismo, dores menstruais, doenças hepáticas, câncer, etc. Não é surpreendente que a goiaba também exiba grande atividade antioxidante, podendo ser atribuída aos compostos fenólicos presentes (GUTIÉRREZ; MITCHELL; SOLIS, 2008).

O camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) é uma fruta silvestre de ocorrência nas margens de rios e lagos da Amazônia. Esta fruta tem notável potencial nutricional, pelo seu alto conteúdo em ácido ascórbico e antocianinas. O armazenamento do néctar em temperatura ambiente tem efeito negativo sobre a concentração de ácido ascórbico e pigmentos do tipo antocianinas. No entanto, quando armazenado sob refrigeração, o ácido ascórbico e as antocianinas apresentam boa estabilidade (MAEDA et al., 2007).

Foram identificados e caracterizados compostos antioxidantes em dois vinhos de fruta da família das Myrtaceae, (jambolão) *Syzygium cumini* e “Makiang”, fruta encontrada na Tailândia (*Cleistocalyx nervosum* variedade paniala). Alguns compostos ativos foram identificados. A maior fonte de antioxidantes foi encontrada em jambolão, constituída de uma complexa mistura de taninos hidrolisáveis e ácidos. Também foi encontrado traços de uma antocianina, a malvidina-3-o-p-cumaroil glicosídeo. No vinho de *C. nervosum*, foram identificados os compostos ativos como taninos hidrolisáveis e seus derivados (ácido cafeoilquinico, gálico ácido, elágico ácido e metoximetilgalato) (NUENGCHAMNONG, INGKANINAN, 2008).

#### 3.5.1.1 A gabioba

Os frutos de *Campomanesia xantocarpa* O. Berg, popularmente conhecidos como “gabioba” ou “gabioba-do-mato”, apresentam formato redondo, de coloração amarela à alaranjada, conferindo à árvore um belo aspecto. Exalam aroma cítrico, agradável ao olfato (DURIGAN et al., 2004).

Bastante apreciada pela fauna, e para a produção de sucos e licores, é muito indicada para praças e jardins, pela grande beleza do conjunto e para atração da fauna. Floresce entre setembro e novembro e seus frutos amadurecem entre novembro e dezembro. A floração é branca e medianamente vistosa. Colhem-se os frutos quando começa a queda espontânea, ou se juntam do chão (LORENZI, 2000).

Os frutos da *Campomanesia adamantium* (gabirola típica do cerrado brasileiro) são suculentos, ácidos e levemente adocicados. Apresentam potencial para serem utilizados “*in natura*”, na indústria de alimentos e como flavorizantes na indústria de bebidas, devido aos seus atributos de qualidade como, elevada acidez, ácido ascórbico, minerais, fibras alimentares e hidrocarbonetos monoterpênicos ( $\beta$ -pineno, limoneno e  $\beta$ -(z) ocimeno), presentes em maior quantidade no óleo volátil dos frutos, que lhes conferem o aroma cítrico (VALLILO et al., 2006).

Segundo Vallilo et al., (2006) a gabirola (*Capomanesia adamantium*) contém 0,06% (v/p) de óleo essencial. Já no trabalho de Vallilo, e colaboradores, (2008) a gabirola (*Capomanesia xanthocarpa*) contém 0,2% (v/p) de óleo essencial. A identificação dos componentes do óleo (Tabela 1) foi baseada na comparação entre os índices de retenção e o espectro de massas, por comparação com espectros de massas registrados em banco de dados como NIST 62 e NIST 12 (National Institute of Standards and Technology), onde são registrados mais de 65.000 compostos.

A utilização dos frutos de *Capomanesia xanthocarpa* mostra-se promissor como complemento nutricional na dieta de vertebrados, devido ao seu teor de lipídios, carboidratos totais, fibra alimentar, ácido ascórbico (17,8 mg/100g de fruta), e de minerais essenciais (VALLILO et al., 2008).

Os resultados indicam que o conteúdo de óleo volátil e os teores de hidrocarbonetos terpênicos e sesquiterpênicos, bem como os dos minerais, são dependentes de cada espécie botânica estudada e da sua procedência (VALLILO et al., 2008).

Castilho e colaboradores em 2008 analisaram a gabirola (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) e observaram que os frutos da gabirola quando recolhidos do chão, apresentaram maiores teores de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante quando comparados aos frutos que foram coletados

diretamente das plantas. Nesse estudo, o conteúdo de carotenóides totais não diferiu significativamente entre as frutas recolhidas do chão ou coletadas da planta. Foi constatada uma forte correlação entre o teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante em gabiobas. Concluíram ainda que o ponto de maturação esteja diretamente relacionado ao conteúdo de compostos fenólicos totais.

**Tabela 1** – Composição centesimal dos componentes dos óleos voláteis dos frutos *in natura* e integral de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg.

Composto	IK HP-5*	Floresta estadual de Assis (Bioma-Mata Atlântica) <i>C. xanthocarpa</i> (%)
2-pentanona	786	2,4
<b>α-pineno</b>	<b>930</b>	<b>15,0</b>
2,4(10)tujadieno	941	0,2
Camfeno	945	0,3
Verbeneno	965	0,1
<b>β-pineno</b>	<b>972</b>	<b>10,5</b>
β-mirceno	985	0,2
δ-careno	1003	1,1
<b>o-cimeno</b>	<b>1017</b>	<b>10,8</b>
<b>β-felandreno</b>	<b>1020</b>	<b>6,5</b>
<b>Limoneno</b>	<b>1023</b>	<b>5,1</b>
γ-terpineno	1049	0,8
p-cimene	1072	0,3
α-terpinoleno	1079	1,5
1,2 dimetil-4-etil-benzeno	1083	0,8
α-fenchol	1118	0,4
α-camfolenal	1126	0,8
p-cis-ment-2en-1-ol	1130	0,7
Trans-sabinol	1135	2,8
Iso-pinocarveol	1148	2,9
Camfenilol	1150	0,2
Pinocarvona	1160	3,5
N.I.	1162	0,4
2-isopropil-furano	1165	1,1
N.I.	1167	0,7
Criptona	1168	0,7
Terpin-4-ol	1170	2,3
Mirtenal	1179	3,2
α-terpineol	1183	2,1
<b>β-fenchol</b>	<b>1195</b>	<b>5,5</b>
Mirtenol	1203	3,4
Verbenona	1205	0,6
2-metil-5-(1-metiletil-1,3 Ciclohexadieno	1208	0,2
Trans-piperidol	1215	0,5
Trans-carveol	1225	0,7
p-trans-menta-2,8-dien-1-ol	1236	2,5
Cis-carveol	1240	0,4
Carvona	1242	1,0
Carvotanacetona	1245	0,1
Felandral	1260	0,9
p-cimeno	1285	0,2
Acetato de bornila	1289	0,3
Timol	1290	0,3
Carvacrol	1299	0,8
Acetato de exo-2-hidroxicineol	1320	0,2
Acetato de α-Terpinila	1330	0,2
β-cariofileno	1413	0,2
α-humuleno	1449	0,4
β-ionona	1480	0,3
γ-cadineno	1515	0,2
1,2,3,6-tetrametil-biciclo	1520	0,2
N.I.	1523	0,4
Óxido de cariofileno	1572	0,3
β-elemenone	1575	0,1
β-oplopenone	1595	0,1
N.I.	1598	0,5
N.I.	1629	0,2
Camferenona	1635	1,1
Cariofila-4(12), 8(13)-dien-5-β-ol	1641	0,6
β-copaen-4-α-ol	1654	0,1
Cariofila-3,8(13)-dien-5-β-ol	1863	0,1
1,2-benzenodicarboxilato de bis (2 metilpropilato)	1870	0,1
<b>Total identificado</b>		<b>100</b>

Índice de Kóvats para coluna HP-5.

**Fonte:** (VALLILO et al., 2008)

### 3.6 ÓLEOS ESSENCIAIS

#### 3.6.1 Atividade Antioxidante dos Óleos Essenciais

Um estudo avaliou a atividade antioxidante do óleo essencial e do extrato bruto das partes aéreas (caule e folhas frescas) de *Mirabilis jalapa* L., conhecida popularmente como maravilha. O extrato bruto, bem como o óleo essencial apresentaram atividade antioxidante (WALKER et al., 2007).

Avaliar a atividade antioxidante de óleos essenciais produzidos por *B. uncinella* e *B. dracunculifolia* foi o objetivo de Ferronato e colaboradores, (2006). Metodologia utilizada consistiu na avaliação por meio de reações de oxidação pelo sistema  $\beta$ -caroteno / ácido linoléico. Os resultados mostraram que os dois óleos avaliados podem inibir a formação de espécies reativas de oxigênio em até 65,66% para *B. dracunculifolia* e 52,18% para *B. uncinella* quando na presença de 50  $\mu$ L de ambos os óleos.

O óleo volátil das folhas e inflorescências de *E. polystachyum* DC. foi analisado e identificados 34 componentes. No óleo das folhas foi caracterizada uma grande quantidade de monoterpenos (66,4%), enquanto que no óleo das inflorescências observaram-se quantidades equivalentes de mono e sesquiterpenos (51,8 e 47,7%). Os mesmos compostos são majoritários em ambas as amostras (folhas e inflorescências, respectivamente):  $\beta$ -pineno (14,7 e 9,8%),  $\beta$ -mirceno (15,3 e 10,8%) e limoneno (22,8 e 20,5%) entre os monoterpenos e  $\beta$ -cariofileno (10,4 e 15,4%), germacreno D (7,2 e 9,4%) e biciclogermacreno (12,0 e 19,2%) entre os sesquiterpenos. Os óleos apresentaram atividade antioxidante pelo ensaio de captura de radicais DPPH (SOUZA et al., 2007).

A alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.) é uma planta conhecida por seus aspectos medicinais e pelo uso na culinária. A atividade antioxidante do extrato bruto e do óleo essencial das folhas de alfavaca foi comprovada através do método do tiocianato férrico. A porcentagem de inibição da oxidação lipídica foi de 96,89% para o extrato bruto e de 92,44% para o óleo essencial, ambos na concentração de 0,02%. A substância isolada foi o eugenol, que apresentou 86,56% de atividade

antioxidante sendo ele o principal componente (53,90%) do óleo essencial (PEREIRA; MAIA, 2007).

*Pistacia lentiscus* L. (família botânica *Anacardiaceae*) e *Myrtus communis* L. (família botânica *Myrtaceae*), são duas plantas aromáticas silvestres que crescem em Zakynthos, uma ilha grega. *Pistacia lentiscus* L. contém principalmente monoterpenos que alcançam maior concentração na floração, durante o qual a atividade antioxidante foi maior e o teor de compostos fenólicos é mais elevado. A fração de monoterpenos de *Myrtus communis* L. também aumenta ligeiramente durante a floração. Os resultados deste estudo mostram que tanto *P. lentiscus* L. e *M. communis* L. são promissoras fontes de antioxidantes naturais (CHRYSSAVGI et al., 2008).

### 3.7 SORVETE

#### 3.7.1 Classificação

Segundo a Secretaria de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde ANVISA (BRASIL, 1999), na Portaria n ° 379, de 26 de abril de 1999, definem:

-Gelados Comestíveis: são produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias. Uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo.

-Sorvetes: São os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias primas alimentares, nos quais os teores de gordura e ou proteína são total ou parcialmente de origem não láctea, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares.

-Sorvetes de creme: São os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou gorduras comestíveis, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares.

-Sorvetes de leite: São os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares.

-Sherbets: São os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias primas alimentares e que contém apenas uma pequena proporção de gorduras e proteínas as quais podem ser total ou parcialmente de origem não láctea.

-Gelados de frutas ou Sorbets: são produtos elaborados basicamente com polpas, sucos ou pedaços de frutas e açúcares.

Os Gelados Comestíveis e os Preparados para Gelados Comestíveis elaborados com produtos de laticínios ou ovos devem passar, obrigatoriamente, por tratamento térmico nas condições mínimas descritas abaixo.

Processo contínuo: 80 °C por 25 segundos; ou processo "batch": 70 °C por 30 minutos; ou ainda condições equivalentes (de tempo/temperatura) em poder de destruição de microrganismos patogênicos (BRASIL, 1999).

A obrigatoriedade do tratamento térmico não se aplica aos outros ingredientes e aditivos utilizados no preparo de gelados comestíveis, desde que o produto final atenda aos padrões microbiológicos previstos pela Resolução Normativa -RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

### 3.7.2 Constituintes da Formulação

A importância da água e do ar como constituinte do sorvete pode ser facilmente entendida. Ambos desempenham um importante papel no sistema físico-químico do sorvete. A fase contínua corresponde a uma emulsão parcialmente congelada com os cristais de gelo e glóbulos de gordura solidificados sendo dispersos na fase aquosa não congelada. Os constituintes estruturais são separados por várias interfaces entre as células de ar e a fase aquosa estabilizados por um fino filme de material não congelado; enquanto que a interface gordura/água é recoberta por uma camada de emulsificante, e os glóbulos solidificados podem se localizar na fase não congelada ao redor das células de ar (SILVA; 1980).

### 3.7.3 Processamento Tecnológico

#### 3.7.3.1 Mistura dos ingredientes

Todos os ingredientes líquidos (creme, leite, xaropes etc.) são colocados no tanque de mistura e se inicia a agitação e aquecimento. Os ingredientes em pó (açúcar, estabilizantes, leite em pó, etc.) são misturados entre si e adicionados aos líquidos, sob agitação a 45 – 50 °C, evitando a formação de grumos (SILVA; 1980).

#### 3.7.3.2 Homogeneização

A homogeneização tem por fim a redução do diâmetro dos glóbulos de gordura, a obtenção de uma emulsão estável, uma melhor solubilização e hidratação dos sólidos, além de aumentar a eficiência da pasteurização e diminuir o tempo de maturação das misturas.

O produto final tem corpo mais firme, textura mais macia, melhor palatabilidade e digestibilidade (SILVA; 1980).

#### 3.7.3.3 Maturação

Trata-se de uma prática amplamente utilizada desde o início da indústria de sorvetes. A maturação pode ser realizada deixando a mistura em repouso à temperatura de 4 °C durante 60 minutos, para que ocorra a solidificação das gorduras, o aumento da viscosidade devido à hidratação das proteínas do leite e absorção de água livre pelo estabilizante (SANTANA; MATSUURA; CARDOSO, 2003).

O tempo requerido varia em função do estabilizante utilizado e da composição da mistura. Um intervalo de tempo entre 3 e 4 horas em média, são suficientes, porém, quando é utilizada gelatina, o tempo se prolonga de 8 até 24 horas se a mistura contiver elevado teor de gordura (SILVA; 1980).

#### 3.7.3.4 Congelamento da mistura

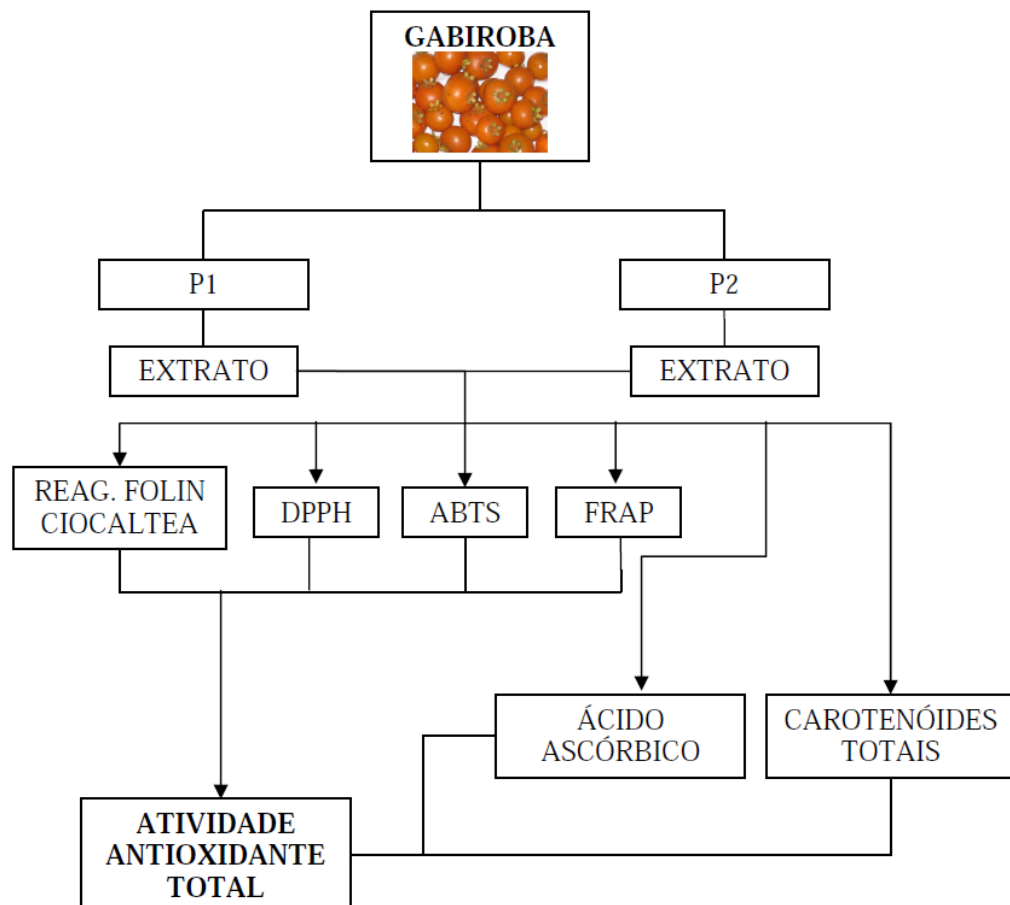
O congelamento da mistura tem uma função primordial na produção do sorvete e na sua qualidade. Durante este processo, ocorre o congelamento da água livre da mistura e ao mesmo tempo ocorre a incorporação do ar em quantidades variáveis de acordo com o “*overrun*” desejado.

Uma rápida agitação reduz a viscosidade e provoca a incorporação de ar. Quando o ponto de congelamento é alcançado, passa a ocorrer a formação de cristais, os quais são de água pura. Após o processo o sorvete pode ser envazado e armazenado a temperatura abaixo de -10 °C (SILVA; 1980).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL PARA ANÁLISES DO FRUTO INTEGRAL E POLPA DE GABIROBA

O planejamento experimental representado no fluxograma (Figura 6) contém as principais etapas para determinação da atividade antioxidante total.



**Figura 6** – Fluxograma de procedimentos experimentais na investigação de atividade antioxidante total de polpa (P1) e fruto integral (P2).

## 4.2 MATÉRIA PRIMA

Os frutos de gabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg.) foram colhidos (na região urbana de Cambé e Londrina em fundos de vales ou próximo deles), (Figuras 7 e 8) entre os meses de setembro e novembro sendo armazenados “in natura” sob congelamento ( $-15 \pm 5$  °C).



**Figura 7** – Frutos de gabirobeira colhidos para o experimento.



**Figura 8** – Gabirobeira com frutos maduros.

Após o descongelamento dos frutos por imersão em água destilada a temperatura ambiente, estes foram secos ligeiramente com papel toalha.

Os frutos secos foram submetidos a processos diferentes (descrito nos itens 4.2.1 e 4.2.2) para a avaliação de atividade antioxidante, sendo que em um processo, foi obtida a polpa de gabioba (P1) e em outro, o fruto foi triturado integralmente (P2).

Para a produção do sorvete foi utilizada a polpa de gabioba (P1) como ingrediente, após sua pasteurização (descrito no item 4.5.1.1.1).

#### 4.2.1 Polpa de Gabioba (P1)

A polpa foi retirada do fruto, por peneiramento utilizando malha granulométrica de 200  $\mu\text{m}$  de modo que, sementes e cascas não fossem esmagadas ou trituradas energeticamente.

Esta foi congelada ( $-15 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) em tubos cônicos graduados (15 mL) de polipropileno, estéreis com tampa de rosca, protegido da luz, facilitando a utilização para análises.

#### 4.2.2 Fruto Integral (P2)

Os frutos de gabioba foram triturados integralmente utilizando liquidificador. O material resultante foi congelado ( $-15 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) em tubos cônicos graduados (15 mL) de polipropileno, estéreis com tampa de rosca, protegido da luz.

### 4.3 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE POLPA DE GABIROBA (P1), E DO FRUTO INTEGRAL (P2)

#### 4.3.1 Produção dos Extratos de Gabiroba

Os extratos de gabiroba foram obtidos por tratamento de P1 e P2 (não pasteurizados) com solventes de diferentes polaridades, a partir do solvente de maior polaridade, modificando o procedimento de Falkenberg, Santos e Simões, (1999).

##### 4.3.1.1 Procedimento para a obtenção dos extratos

Pesou-se 1g de (P1) ou (P2) utilizando tubo de ensaio de fundo arredondado com capacidade de 50 mL, adicionando-se aproximadamente 35 mL de solução etanol / água 50% (v/v), em balança analítica (Mettler Toledo, modelo AL204). O tubo, envolvido em papel alumínio, foi fixado por meio de garras e suporte a um agitador magnético, de modo a conseguir agitação da mistura diretamente no tubo, ao abrigo de luz.

Desta forma procedeu-se a agitação com barra magnética a 750 rpm, sob temperatura ambiente, por 15 minutos (Agitador Magnético Corning PC-420D). Em seguida a mistura foi colocada em centrifuga refrigerada a 8000 rpm (Força centrífuga = 7690g) por 5 minutos a 4 °C (Hitachi Himac, modelo CR21, velocidade máx. 21000 rpm; Rotor N°46 e r=107 mm).

O sobrenadante foi armazenado em balão volumétrico de 100 mL protegido da luz e o precipitado foi lavado com 32,0 mL de acetona. A mistura da acetona e do precipitado foi igualmente agitada por meio de barra magnética, a 750 rpm por 10 minutos.

O conteúdo do tubo foi adicionado integralmente ao mesmo balão de 100 mL já citado, sendo o resíduo lavado com solução etanol / água 50% (v/v), completando-se o volume final do balão com esta solução.

Agitou-se o conteúdo do balão a 750 rpm por 5 min. Em seguida uma alíquota desta mistura (aproximadamente 35 mL) foi centrifugada em centrífuga refrigerada a 8000 rpm por 5 minutos a 4 °C.

O extrato (sobrenadante), de concentração de 1 g polpa /100 mL de solução água/ etanol/ acetona (34:34:32%), foi armazenado em geladeira por no máximo 2 horas, ao abrigo da luz, e foram realizados os testes de atividade antioxidante.

#### 4.3.2 Determinação de Atividade Antioxidante

Os dois tratamentos (P1), (P2), foram submetidos a análises em quatro repetições, utilizando as seguintes metodologias:

##### 4.3.2.1 Determinação de compostos reativos ao Folin – Ciocalteau

A determinação de compostos reativos ao Folin Ciocalteau (FC) (Folin & Ciocalteau's Phenol Reagent 2,0 N (Sigma F-9252)) seguiu metodologia descrita por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós, (1999) com adaptações.

**Solução FC 0,16 N** -Preparada a partir do Reagente de Folin Ciocalteau 2 N adicionando 8,0 mL em balão volumétrico de 100 mL e completando volume deste com água destilada.

Com a utilização de micropipeta, foram adicionados 2,0 mL de solução FC 0,16 N, e 5,0 mL de água destilada em tubo de ensaio. Foi então colocado 1,0 mL de extrato de gabioba, sendo agitado por aproximadamente 5 segundos (Agitador de tubo Lab Dancer 1KA). Após 10 minutos, adicionou-se 2,0 mL de solução de carbonato de sódio 5%, sendo então homogeneizado e levado ao banho-maria a 37 °C por 40 minutos, protegido da luz.

Após esse procedimento, o conteúdo do tubo foi resfriado em banho de gelo até a temperatura ambiente (22-26 °C), homogeneizado novamente. A medida espectrofotométrica foi realizada em comprimento de onda 725 nm utilizando água destilada como branco (Espectrofotômetro LIBRA 522 -BIOCHROM).

Para construção da curva padrão, (Anexo I) apenas se substituiu a amostra por solução padrão de ácido gálico (3,4,5 hidroxibenzoico -Sigma G7384), nas concentrações de 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 100 mg/L. O resultado do teste foi expresso em mg de ácido gálico equivalente por 100 g de amostra (P1 ou P2).

#### 4.3.2.2 Determinação da atividade antioxidante total pelo método de redução do ferro (FRAP)

A avaliação da capacidade apresentada pelo extrato de gabioba em reduzir o íon ferro III ( $\text{Fe}^{3+}$ ) para ferro II ( $\text{Fe}^{2+}$ ), foi testada empregando-se o método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) segundo Rufino e colaboradores (2006b).

**Solução de TPTZ 10 mmol/L** – Dissolveu-se 3,12 g de 2,4,6-Tris 2-piridil-s-triazina (TPTZ) 99% (Acrós Organics AC168070050) em aproximadamente, 5 mL de HCl 40 mmol/L e completado o volume para 1 L em um balão volumétrico com HCl 40 mmol/L, homogeneizado e transferir para um frasco de vidro âmbar devidamente etiquetado. Este foi armazenado sob refrigeração durante um mês, no máximo.

**Solução de Cloreto Férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) 20 mmol/L** – Foram dissolvidos 5,4 g de cloreto férrico em água destilada e completado o volume para 1 L em um balão volumétrico. Esta solução foi transferida para um frasco de vidro âmbar, devidamente etiquetado, e armazenado sob refrigeração por até um mês.

**Tampão Acetato 0,3 M, pH 3,6** – Dissolveu-se 3,1 g de acetato de sódio em 16 mL de ácido acético glacial e completado o volume para 1 L em um

balão volumétrico com água destilada. O conteúdo foi homogeneizado e transferido para um frasco de vidro âmbar devidamente etiquetado, sendo armazenado sob refrigeração por tempo indeterminado.

**Solução do Reagente FRAP** -O reagente FRAP foi obtido a partir da combinação de 25 mL de tampão acetato 0,3 mol/L; 2,5 mL de uma solução de TPTZ 10 mmol/L e 2,5 mL de uma solução aquosa de cloreto férrico 20 mmol/L, sendo usado imediatamente após sua preparação.

Em tubo de ensaio com 4900 µL de solução do reagente FRAP, adicionou-se 100 µL de extrato de gabioba. Em agitador de tubos homogeneizou-se essa solução que foi levada ao banho-maria a 37 °C por 40 minutos, protegida da luz (Banho Maria, modelo MA 127/BO Marconi).

Após esse procedimento, o tubo foi resfriado em banho de gelo até a atingir a temperatura de 22-26 °C, homogeneizando-se novamente e realizou-se a medida espectrofotométrica em comprimento de onda 595 nm utilizando-se como branco, a mistura de 4900 µL do reagente FRAP e 100 µL da solução de água/ etanol/ acetona (34:34:32%).

Para a curva padrão (Anexo II) utilizou-se Trolox (+/-) 6-Hydroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-ácido carboxílico >98% HPLC (Fluka Sigma – Aldrich cat. 56510-5G), substituindo o extrato de gabioba por solução padrão de trolox em concentrações previamente estabelecidas de (0, 150, 300, 450, 600, 750, 900, 1000 µmol/L). O resultado final de atividade antioxidante foi expresso em µmol de trolox equivalente por grama de amostra.

#### 4.3.2.3 Determinação da atividade antioxidante total pela captura do radical livre DPPH

O DPPH em solução é um radical livre obtido diretamente por dissolução em etanol tendo cor azul-violeta. A perda de coloração indica atividade sequestrante de compostos antioxidantes presentes em extratos. A avaliação da capacidade do extrato de gabioba de capturar o radical livre DPPH (2,2-difenil-1-

picrihidrazil) (Sigma D9132) foi realizada segundo Rufino et al., (2006a). Foram realizadas algumas modificações e ajustes nos procedimentos para adaptações às condições do experimento.

**Solução DPPH 600 $\mu\text{mol/L}$**  - Foram dissolvidos 24 mg de DPPH em etanol absoluto, usando-se balão volumétrico de 100 mL e sendo armazenado em vidro âmbar sob refrigeração por no máximo um mês.

**Solução DPPH 60  $\mu\text{mol/L}$**  – Diluiu-se 10 mL da solução DPPH 600  $\mu\text{mol/L}$  em etanol absoluto usando erlenmeyer de 125 mL envolvido em papel alumínio, completando-se volume até que a absorvância da solução fosse de  $0,700 \pm 0,02$  a 517 nm (aproximadamente 100 mL).

Em tubo de ensaio adicionou-se 4900  $\mu\text{L}$  da solução DPPH 60  $\mu\text{mol/L}$ , utilizando micropipeta e adicionando-se 100  $\mu\text{L}$  de extrato de gabioba. A solução foi homogeneizada e após 30 minutos ao abrigo da luz, realizou-se a leitura em 517 nm utilizando etanol como branco.

Para a curva padrão (ANEXO III) utilizou-se Trolox, substituindo o extrato de gabioba por solução padrão de trolox em concentrações previamente estabelecidas (0, 150, 300, 450, 600, 750, 900, 1000  $\mu\text{mol/L}$ ). O resultado final de atividade antioxidante foi expresso em  $\mu\text{mol}$  de equivalente de trolox por grama de amostra.

#### 4.3.2.4 Determinação da atividade antioxidante total pela captura do radical livre ABTS $\bullet$ +

Determinou-se a capacidade do extrato de gabioba capturar o radical livre (ABTS $\bullet$ +), formado através de reação química com ABTS, 2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico), sal diamônio ~98% (Sigma A1888-5G) e persulfato de potássio, conforme Rufino et al., (2007), com pequenas modificações.

Solução do radical ABTS – Em tubo com tampa foram pesados 0,1175 g de ABTS e 0,0202 g de persulfato de potássio (P.A. min. 99%, Acrós Organics), adicionando-se 30 mL de água destilada. Esta solução foi homogeneizada com o tubo ao abrigo de luz por pelo menos 16 horas a temperatura ambiente, e armazenado por no máximo 30 dias sob refrigeração.

**Solução de trabalho ABTS** – Uma alíquota de 1mL da solução do radical ABTS foi pipetada em erlenmeyer de 125 mL, protegido contra luz e diluído com etanol absoluto até que a absorvância da solução atingisse  $0,700 \pm 0,02$  a 734 nm.

Em tubo de ensaio adicionou-se 4900  $\mu$ L da solução de trabalho ABTS (recém preparada) utilizando-se pipetador automático. Adicionou-se 100  $\mu$ L de extrato de gabiroba, agitou-se e após 10 minutos ao abrigo da luz, realizou-se a leitura em 734 nm utilizando etanol como branco.

Para a curva padrão (ANEXO IV) utilizou-se Trolox, substituindo o extrato de gabiroba por solução padrão de trolox em concentrações previamente estabelecidas (0, 150, 300, 450, 600, 750, 900, 1000  $\mu$ mol/L). O resultado final de atividade antioxidante foi expresso em  $\mu$ mol de trolox equivalente por grama de amostra (TEAC: *trolox equivalent antioxidant capacity*).

#### 4.3.3 Análise Estatística

Todas as análises para determinação de atividade antioxidante de gabiroba foram realizadas em quatro repetições, sendo aplicado o teste t de Student, nível de 1% de significância ( $p < 0,01$ ), para comparação das médias obtidas dos dois tratamentos: P1 e P2.

#### 4.3.4 Atividade Antioxidante de Outras Frutas

Para comparação com resultados obtidos de gabioba, foram realizadas análises de atividade antioxidante da polpa de uvaia (*Eugenia pyriformi*), acerola (*Malpighia glabra Linn*), suco de laranja Pêra, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, e limão, *Citrus aurantifolia* variedade Taiti, utilizando exatamente a mesma metodologia (captura do radical ABTS) aplicada à gabioba, descrita neste trabalho. O processo de extração de compostos antioxidantes das polpas foi realizado de modo idêntico a P1 e P2, com exceção dos sucos, que foram apenas filtrados em tecido de organza e testados sem a necessidade de se produzir o extrato.

#### 4.4 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO E CAROTENÓIDES TOTAIS DA POLPA E DO FRUTO INTEGRAL

##### 4.4.1 Ácido Ascórbico

A quantidade de ácido ascórbico em P1 e P2 foi medida em três repetições, conforme IAL, (2008a).

Este método é usado para amostras com baixo teor de ácido ascórbico, em sucos de frutas. Baseia-se na redução do corante sal sódico de 2,6-diclorofenol indofenol, por uma solução ácida de ácido ascórbico.

**Solução ácida** – Foram dissolvidos 15 g de ácido metafosfórico em 40 mL de ácido acético. Adicionou-se 450 mL de água, sob agitação e a solução foi filtrada.

**Solução-padrão de ácido ascórbico** – Pesou-se 100 mg de ácido ascórbico, previamente dessecado, sendo dissolvido em 100 mL de solução ácida em balão volumétrico.

**Solução de Tillmans** – Dissolveu-se 42 mg de bicarbonato de sódio em 50 mL de água. Adicionou-se 50 mg de 2,6-diclorofenol indofenol. O volume foi completado com água até 200 mL, em balão volumétrico.

**Padronização da solução de Tillmans** – Em erlenmeyer de 250 mL, foram pipetados 2mL da solução de ácido ascórbico e 2 mL da solução ácida acrescida de 25 mL de água. Esta solução foi titulada com solução de Tillmans até a coloração ligeiramente rosada e estável.

O branco foi feito substituindo-se a solução de ácido ascórbico por solução ácida descontando no cálculo do fator. O cálculo do fator (F) da solução de Tillmans foi realizado conforme equação 1:

$$F = \frac{\text{mg de ácido ascórbico utilizados na titulação}}{\text{mL de solução de Tillmans gastos}} \quad (1)$$

**Titulação da amostra** -Em erlenmeyer de 250 mL, foi pipetado 2,0 mL da solução diluída de amostra e 2,0 mL da solução ácida acrescido de 25 mL de água.

Esta solução foi titulada com solução de Tillmans até obter uma coloração ligeiramente rosada.

O calculo do teor de ácido ascórbico foi obtido conforme equação 2:

$$\frac{V \cdot F \cdot 100}{A} = \text{mg de ácido ascórbico} / 100\text{g} \quad (2)$$

Onde:

V = volume em mL da solução de Tillmans gasto na titulação.

F = fator da solução de Tillmans.

A = g ou mL da amostra utilizada.

#### 4.4.1.1 Análise estatística

As determinações de concentração de ácido ascórbico nos dois tratamentos: P1 e P2 foram obtidas por análises em três repetições, sendo aplicado o teste t de Student, nível de 1% de significância, para a comparação das médias.

#### 4.4.1.2 Concentração de ácido ascórbico em outras frutas

Para determinação da concentração de ácido ascórbico em polpa de uvaia (*Eugeni pyriformi*), acerola (*Malpighia glabra Linn*), suco de laranja Pêra, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, e limão, *Citrus aurantifolia* variedade Taiti, empregou-se a mesma metodologia descrita no item 4.4.1, aplicada à gabioba.

#### 4.4.2 Carotenóides Totais

Foram realizados testes para estimar a concentração de carotenóides totais em equivalente de  $\beta$ -caroteno conforme a metodologia descrita por IAL, (2008b) com modificações empregadas em experimentos de Zeraik e Yariwake, (2008); Vizzotto e Pereira, (2008).

Pesou-se 1,0 g de P1 ou P2 em tubo de ensaio de fundo arredondado com capacidade de 50 mL, adicionando-se aproximadamente 35 mL de água. O tubo foi fixado por meio de garras e suporte a um agitador magnético de modo a conseguir agitação da mistura no tubo, sendo protegido da luz.

O conteúdo do tubo foi homogeneizado a 750 rpm à temperatura ambiente por 5 minutos. A mistura foi centrifugada a 18000 rpm (Força centrífuga = 38900g) por 5 minutos a 4 °C.

O sobrenadante resultante foi descartado e o precipitado foi lavado com 15,0 mL acetona. Adicionou-se 0,5 g terra diatomácea (Celite) com agitação a 750 rpm por 10 minutos à temperatura ambiente.

O conteúdo do tubo foi filtrado utilizando funil de buchner e quitasato, e o resíduo lavado com aproximadamente 70 mL de *n*-hexano sendo que a solução resultante foi transferida para um funil de separação. A esta, adicionou-se 70 mL de solução aquosa de cloreto de sódio 10%, agitado e deixado em repouso por 15 minutos, protegido da luz. A fase aquosa foi descartada e adicionado 70 mL de água destilada e agitando-se da mesma forma, colocado em repouso em lugar escuro, até que as duas fases estivessem nitidamente separadas. Descartou-se a fase aquosa e transferiu-se a fase orgânica para um balão de 100 mL onde completou-se o volume com *n*-hexano. Procedeu-se então a leitura de absorvância da solução em espectrofotômetro em 450 nm.

Para a curva padrão (ANEXO V) utilizou-se  $\beta$ -caroteno (Tipo I UV 95% Sigma C9750 – 25G) e *n*-hexano, pesando-se 21,0 mg deste em balão de 100 mL. A partir da solução de 200 mg/L foram obtidas soluções com concentrações previamente estabelecidas de (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 100 mg/L) realizando-se a leitura destas em 450 nm. O resultado da concentração de carotenóides totais foi expresso em mg de  $\beta$ -caroteno equivalente /100 g de amostra.

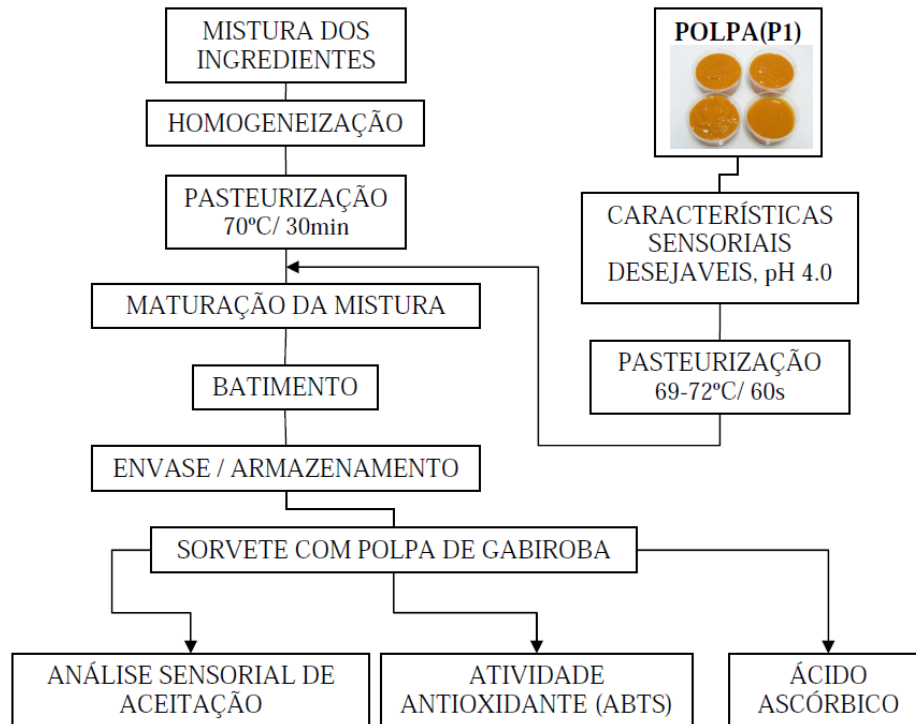
#### 4.4.2.1 Concentração de carotenóides totais em cenoura

Para a determinação de carotenóides totais em cenoura (*Daucus carota* L.) utilizou-se a mesma metodologia descrita no item 4.4.2, aplicada à gabioba.

### 4.5 PRODUÇÃO DE SORVETE DE LEITE COM POLPA DE GABIROBA

#### 4.5.1 Planejamento Experimental para Produção de Sorvete

O processamento dos ingredientes foi realizado conforme Santana, Matsuura e Cardoso, (2003), (Figura 9).



**Figura 9** – Fluxograma do processamento e análises do sorvete de gabioba.

#### 4.5.1.1 Obtenção de polpa de gabioba para aplicação como ingrediente em sorvete

A obtenção da polpa de gabioba como ingrediente para sorvete, foi realizada de modo idêntico ao descrito no item 4.2.1, porém o armazenamento foi feito em potes de poliestireno descartáveis esterilizados com tampa, de capacidade para 250 mL, sendo esta congelada ( $-15 \pm 5$  °C), para posterior pasteurização.

##### 4.5.1.1.1 Pasteurização da polpa gabioba

Foi preparado sorvete de leite com a adição de polpa de gabioba pasteurizada. Foi utilizada a polpa de gabioba (P1), pois a casca e semente aumentam muito a adstringência e a sensação de ardência do produto.

O processo de pasteurização da polpa foi realizado conforme Amaro, Bonilha e Monteiro, (2002) e também baseado nos experimentos de Pelais, Rogez e Pena, (2008).

Em um recipiente de aço inoxidável com capacidade de 500mL foi colocada a polpa de gabioba ainda congelada e esta foi descongelada em banho de água quente (70 -80 °C) sendo homogeneizado rapidamente com espátula de silicone até o total descongelamento a temperatura de 20 – 25 °C. O recipiente de aço inoxidável foi colocado em banho-maria a 85 °C sendo homogeneizado rapidamente com espátula de silicone até a temperatura de 69 – 72 °C que foi monitorada utilizando termômetro digital e mantida a esta temperatura por um período de tempo de 60 a 80 segundos, e logo em seguida resfriado em banho de gelo a 20 °C. O tempo para a polpa atingir a temperatura de pasteurização foi de 150 -180 segundos, assim como para o resfriamento.

Foram produzidos três lotes de polpa de 200 g cada (Balança Analítica Marconi Modelo AL 500C), sendo armazenados sob congelamento (-15 ±5 °C), em potes de poliestireno descartáveis com tampa esterilizados, de capacidade para 250 mL.

A polpa (P1) foi submetida ao colorímetro (BYK Gardner Cat N°6800 Serie N° 199968) pelo sistema CIELAB, (iluminante D65) antes e depois da pasteurização, para verificar a ocorrência de mudança de coloração, sendo realizado o teste t de Student com nível de significância de 1% na comparação dos resultados.

#### 4.5.1.2 Formulação do sorvete

O sorvete foi formulado (Tabela 2) segundo a Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999 da ANVISA, (BRASIL, 1999). O critério de classificação de sorvete de leite com polpa de fruta, precisa ter concentração mínima de 2,5% de gordura e 2,5% proteína do leite, além de 3% de frutas ou polpa. O teor de sólidos deve ser 26% no mínimo.

O teor de sólidos totais foi obtido utilizando estufa à vácuo (Quimis Q819V2), a 70 °C por 6 horas, conforme metodologia descrita por IAL, (2008c) em duas repetições para cada lote de sorvete.

**Tabela 2** – Concentração de ingredientes do sorvete de leite com polpa de gabioba.

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade</b>
• Leite em pó integral	140 g
• Sacarose	100 g
• Frutose	20 g
• Estabilizante	8 g
• Emulsificante	2 g
• Polpa de gabioba pasteurizada	200 g
• Água q.s.p.	1000 mL

Na fabricação foi empregada a quantidade de estabilizante recomendada pelo fabricante (Super liga neutra – Selecta®) o qual é uma mistura de duas substâncias químicas com propriedades estabilizantes (Goma guar e Carboximetilcelulose) assim como, Emulsificante (Emustab – Selecta®) que é uma mistura de monoglicerídeos de ácidos graxos, monoestearato de sorbitana, e monoestearato polioxietileno de sorbitana com propriedades emulsificante. Estes estão em um “blend” de produtos, ou seja, uma mistura de tipos diferentes de estabilizantes e emulsificantes, melhorando assim as propriedades do produto final.

#### 4.5.1.3 Produção do sorvete

Foram produzidos três lotes de sorvete conforme o seguinte procedimento:

-Em um béquer com capacidade de 1000 mL foram adicionados todos os ingredientes (Tabela 2), exceto o emulsificante e a polpa. Foi adicionado 500 mL de água e homogeneizado com espátula de silicone.

-Após este procedimento o béquer com a mistura de ingredientes foi levado a um agitador magnético com aquecimento, sendo o conteúdo homogeneizado até atingir a temperatura de 70 °C. Posteriormente foi levado ao banho-maria onde permaneceu por 30 minutos nesta temperatura. Esse processo de

pasteurização foi realizado conforme Portaria n° 379 (7.1), de 26 de abril de 1999 da ANVISA, (BRASIL, 1999) da pelo processo "batch", onde se emprega o binômio tempo/ temperatura de 70 °C por 30 minutos.

-A polpa pasteurizada congelada (processo descrito em 4.1.1.1.1), foi então homogeneizada, ainda quente, com os ingredientes. Essa mistura foi resfriada a 30 °C, sendo completado o volume até a marca de 1000 mL com água potável. Em seguida, o conteúdo do béquer foi batido em liquidificador por 2 minutos. Acondicionou-se então a mistura batida em pote de polipropileno com capacidade de 2 L, com tampa, previamente tratado com etanol 70%, e levou-se ao congelador (-10 °C) por um período de 12 a 16 horas.

-Após o período de congelamento a mistura congelada foi cortada em pedaços de aproximadamente 2 cm<sup>3</sup> e submetida a bateadeira planetária por 4 minutos juntamente com o emulsificante. O sorvete foi então colocado em pote de polipropileno com capacidade de 2 L, com tampa, e congelado a -18 °C.

#### 4.5.1.4 Análises microbiológicas

Foram realizadas análises microbiológicas, conforme o recomendado pela Resolução Normativa -RDC n° 12, de 2 de janeiro de 2001, (BRASIL, 2001), (Tabela 3) para comprovar a inocuidade do produto para consumo.

**Tabela 3** – Análises microbiológicas e quantidades máximas permitidas para sorvetes ou gelados comestíveis.

<b>Análise</b>	<b>Máximo permitido</b>
<i>Salmonellas</i>	Ausência em 25 g
Coliformes a 45°C (NMP)	5.10 /g
<i>Staphylococcus coag.</i> + (NMP)	5.10 <sup>2</sup> /g

A metodologia utilizada foi descrita por Siqueira (1995), exceto para investigação de *Salmonella* que utilizou-se o Kit “Reveal for *Salmonella* complete sytem®”. Além das análises sugeridas pela legislação, também foi realizada contagem de bolores e leveduras segundo Amaro; Bonilha e Monteiro, (2002), devido à utilização de polpa de fruta.

#### 4.5.1.5 Análise sensorial

Foi realizado teste de aceitação do sorvete com polpa de gabioba utilizando o seguinte procedimento:

-Uma porção de sorvete (30 -35 g) foi colocada em potes de poliestireno descartáveis com capacidade para 100 mL, com tampa, utilizando colher de aço inoxidável apropriada para sorvete, e armazenados sob congelamento.

A prova foi realizada no laboratório de análise sensorial do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – UEL, sendo selecionados aleatoriamente 84 provadores voluntários não treinados.

A amostra de sorvete foi oferecida aos provedores em cabines individuais, juntamente com um termo de consentimento livre e esclarecido e o impresso para avaliação, com escala hedônica de sete pontos (Figura 10), assim como uma pá para sorvete e um copo com água.

<b>TESTE DE ACEITAÇÃO</b>	
Nome: _____	Data: ____/____/____
Avalie a amostra de sorvete de leite produzido com polpa de gabioba, usando a escala abaixo para descrever o quanto gostou ou desgostou do produto.	
<b>1 - DESGOSTEI MUITÍSSIMO</b>	
<b>2 - DESGOSTEI MUITO</b>	
<b>3 - DESGOSTEI LIGEIRAMENTE</b>	
<b>4 - INDEFERENTE</b>	
<b>5 - GOSTEI LIGEIRAMENTE</b>	
<b>6 - GOSTEI MUITO</b>	
<b>7 - GOSTEI MUITÍSSIMO</b>	
NOTA: _____	
Comentários: _____	
_____	
_____	

**Figura 10** – Impresso para análise sensorial entregue aos provadores.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Atividade Antioxidante de Polpa de Gabiroba e do Fruto Integral

Os resultados de atividade antioxidante da gabiroba encontrados nesse estudo foram comparados com resultados obtidos em outros estudos realizados por diversos autores (Tabela 4).

**Tabela 4** – Atividade antioxidante de diferentes espécies de frutas.

Frutas	FOLIN CIOC. *	DPPH**	ABTS**	FRAP**
<b>Gabiroba (P1)<sup>1</sup></b>	<b>1280 ± 25<sup>a</sup></b>	<b>55,5 ± 1,0<sup>a</sup></b>	<b>58,4 ± 1,2<sup>a</sup></b>	<b>96,8 ± 1,6<sup>a</sup></b>
<b>Gabiroba (P2)<sup>1</sup></b>	<b>1417 ± 23<sup>b</sup></b>	<b>59,4 ± 0,6<sup>b</sup></b>	<b>64,9 ± 2,4<sup>b</sup></b>	<b>105,0 ± 1,5<sup>b</sup></b>
Polpa de Acerola <sup>1*</sup>	-----	-----	75,9 ± 2,0	-----
Polpa de Uvaia <sup>1*</sup>	-----	-----	29,4 ± 1,0	-----
Suco de Laranja Pêra <sup>1*</sup>	-----	-----	1,9 ± 0,1	-----
Suco de Limão Taiti <sup>1*</sup>	-----	-----	2,1 ± 0,1	-----
Goiaba Pera <sup>2</sup>	298 ± 190	25,7 ± 14,5	95,5 ± 39,6	63,1 ± 28,7
Goiaba Reg. Vermelha <sup>2</sup>	508 ± 47	26,1 ± 6,1	107,3 ± 24,0	77,0 ± 11,0
Goiaba Reg. Branca <sup>2</sup>	496 ± 99	32,5 ± 6,2	100,1 ± 10,4	66,2 ± 10,7
Goiaba Manzana <sup>2</sup>	258 ± 55	10,8 ± 0,9	13,6 ± 0,7	20,8 ± 4,1
Polpa de Amora <sup>3</sup>	118,9 ± 2,1	4,3 ± 0,2	7,1 ± 0,2	-----
Polpa de Uva <sup>3</sup>	117,1 ± 0,6	7,0 ± 0,3	9,2 ± 0,2	-----
Polpa de Açai <sup>3</sup>	136,8 ± 0,4	6,9 ± 0,2	9,4 ± 0,2	-----
Polpa de Goiaba <sup>3</sup>	83,0 ± 1,3	5,9 ± 0,4	8,2 ± 0,4	-----
Polpa de Morango <sup>3</sup>	132,1 ± 3,8	9,2 ± 0,01	12,0 ± 0,3	-----
Polpa de Acerola <sup>3</sup>	580,1 ± 4,6	53,2 ± 5,3	67,6 ± 0,4	-----
Polpa de Abacaxi <sup>3</sup>	21,7 ± 4,5	0,5 ± 0,01	3,4 ± 0,3	-----
Polpa de Manga <sup>3</sup>	544,9 ± 7,3	12,9 ± 0,2	13,2 ± 0,3	-----
Polpa de Graviola <sup>3</sup>	84,3 ± 5,8	2,88 ± 0,2	4,8 ± 0,3	-----
Polpa de Maracujá <sup>3</sup>	20,0 ± 2,6	0,9 ± 0,2	2,7 ± 0,1	-----
Polpa de Cambuci <sup>4</sup>	246 ± 3	9,0 ± 0,2	-----	-----
Jaracatiá <sup>4</sup>	151 ± 2	4,4 ± 0,3	-----	-----
Araçá <sup>4</sup>	129 ± 9	4,1 ± 0,2	-----	-----
Polpa de cagaita <sup>4</sup>	150 ± 11	13,3 ± 0,4	-----	-----
Coquinho <sup>4</sup>	256 ± 9	6,4 ± 0,6	-----	-----
Camu-camu <sup>4</sup>	1797 ± 37	141 ± 2	-----	-----

<sup>1</sup> Resultados obtidos neste trabalho.; <sup>a</sup> e <sup>b</sup> =Diferença significativa pelo teste t de Student (p<0,01); <sup>1\*</sup> Resultados obtidos neste trabalho para comparação com <sup>1</sup>; \*\* = µmoles de trolox equivalente /g de polpa; \* = mg.de ácido gálico /100 g de polpa; <sup>2</sup> (BARQUERA, D. R.; CUENCA, C. E. N., 2009); <sup>3</sup> (KUSKOSKI et al., 2005 e 2006); <sup>4</sup> (GENOVESE et al., 2008).

Em todas as metodologias testadas houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre P1 e P2 quanto à atividade antioxidante. O fruto integral apresentou uma maior atividade antioxidante em relação a polpa, o que significa que casca e sementes da gabioba contribuem para o aumento dessa atividade. Este aumento foi de 9,85% para compostos reativos ao Folin Ciocalteau, 7,74% para FRAP, 10,77% para ABTS e de 7,42% para DPPH. Esses valores indicam uma redução importante, mas não diminuem a importância da capacidade antioxidante da polpa, uma vez que, comparando-se a resultados obtidos por outras frutas, com exceção de camu-camu, acerola e goiaba, a polpa de gabioba supera todas as demais.

A maior concentração de antioxidantes no fruto integral pode ser explicada pela presença de compostos fenólicos ou mesmo componentes constituintes do óleo essencial, assim como uma maior concentração de carotenóides. Em analogia ao jambolão, também da família das *Myrtaceas*, observou-se um maior teor de compostos fenólicos totais, carotenóides totais e atividade antioxidante superior nas sementes de jambolão, em comparação ao fruto (VIZZOTTO; PEREIRA, 2008).

A partir dos estudos de Ramos, Cardoso e Yamamoto, (2007), concluiu-se que os extratos hexânicos de *Campomenesia adamantium* são promissores na busca de substâncias com atividade antioxidante, sendo que grande parte dessas substâncias insolúveis em água, estão na casca e sementes.

O cambuci, jaracatiá, araçá, polpa de cagaita e de coquinho, apresentaram um teor de compostos fenólicos totais de  $246 \pm 3$ ,  $151 \pm 2$ ,  $129 \pm 9$ ,  $150 \pm 11$ ,  $256 \pm 9$  mg/100 g respectivamente (GENOVESE et al., 2008). Em comparação com a gabioba esses valores são inferiores, uma vez que na polpa, foram encontrados  $1280 \pm 25$  mg/100 g. Apenas camu-camu, apresentou maior concentração, ou seja,  $1797 \pm 37$  mg de fenólicos totais /100 g.

Outras frutas que apresentam concentração de fenólicos mais próximos à gabioba são as polpas de acerola e de manga (KUSKOSKI et al., 2005 e 2006).

Segundo estudos recentes (EVERETTE et al., 2010) o resultado do ensaio utilizando reagente de Folin-Ciocalteau não deve ser tomado como uma medida exclusiva para compostos fenólicos totais, mas sim, como medida de capacidade antioxidante total, por apresentar resultados positivos para muitos outros compostos não fenólicos, entre eles o ácido ascórbico. Por esse motivo, neste

trabalho, procurou-se designar esses resultados apenas como compostos reativos ao Folin-Ciocalteu.

O camu-camu e a cagaita foram os que mais se aproximaram dos resultados da gabioba com relação à capacidade antioxidante pelo método de captura do radical DPPH. Os valores encontrados em gabioba foram de  $55,5 \pm 1,0$   $\mu\text{mol}$  de equivalente de trolox /g de polpa, enquanto que  $141 \pm 2$  foram encontrados em camu-camu e  $13,3 \pm 0,4$   $\mu\text{mol}$  de trolox equivalente /g foi encontrado em polpa de cagaita.

Segundo os estudos de Barquera e Cuenca, (2009), (Tabela 4) utilizando o método de FRAP, valores de atividade antioxidante que mais se aproximam da gabioba foram encontrados em diferentes variedades de goiabas, com exceção da variedade Manzana.

Porém, é importante salientar, que os resultados de outros trabalhos podem apresentar variações devidas a diferentes processos de extração ou modificações nas metodologias utilizadas.

Considerando essa possibilidade, foram realizadas análises de atividade antioxidante de uvaia, acerola, suco de laranja Pêra, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, e limão, *Citrus aurantifolia* variedade Taiti, utilizando exatamente à mesma metodologia aplicada à gabioba descrita neste trabalho.

A metodologia utilizada foi o de captura do radical ABTS por ser mais sensível a substâncias lipofílicas e hidrofílicas. A determinação da capacidade antioxidante por esse método é comumente aplicada para estudo de antioxidantes solúveis em água ou lipossolúveis, em alimentos (RE et al.,1999). Também, segundo os estudos de Arnao; Cano; Acosta, (2001), o método ABTS pode ser utilizado para extrato lipofílicos e hidrofílicos, abrangendo uma maior quantidade de diferentes substâncias antioxidantes.

O resultado que mais se assemelha ao encontrado em polpa de gabioba (P1) é o da polpa de acerola, indicando uma grande capacidade antioxidante da gabioba, principalmente quando se considera os valores encontrados em sucos de laranja e limão. Comparado a estes, a gabioba apresentou atividade antioxidante cerca de 30 vezes maior.

## 5.2 CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO NA POLPA DE GABIROBA E NO FRUTO INTEGRAL

Aplicando-se o teste t de Student para P1 e P2, obteve-se diferença significativa na concentração de ácido ascórbico ( $p < 0,01$ ). A concentração de ácido ascórbico na polpa de gabirola foi de  $760,1 \pm 1,9$  mg/100 g e no fruto integral, foi de  $726,0 \pm 0,8$  mg/100 g. A maior quantidade de ácido ascórbico em P1 indica que essa substância está mais concentrada na polpa e não em casca ou semente.

Vallilo e colaboradores (2008) encontraram 17,8 mg/100 g de ácido ascórbico em *Campomaneisia xanthocarpa*, valor muito diferente do encontrado no presente trabalho. Uma possível explicação para essa diferença está no reagente de Tillmans. Segundo Zamudio, (2007), a presença de compostos que também reagem com Tillmans, pode superestimar a quantificação de ácido ascórbico. Porém há outros trabalhos que relatam o contrário (OLIVEIRA; GODOY; PRADO, 2010). No entanto, tal metodologia ainda é indicada por ser rápida, prática e de baixo custo em relação à utilização de método cromatográficos.

É também relevante que fatores tais como clima, local, tipo de solo e luminosidade, possam interferir na concentração de ácido ascórbico. Zamudio em 2007 observou essa interferência em uma variedade de camu-camu estudada. Estas variações podem ter ocorrido na presente investigação, considerando-se que a gabirola estudada por Vallilo e colaboradores em 2008, foi coletada em região de floresta.

Além da gabirola, foi determinada a concentração de ácido ascórbico em acerola, suco de laranja Pêra e suco de limão Taiti, uvaia (Tabela 5).

**Tabela 5** – Teor de ácido ascórbico em diferentes polpas de frutas.

Frutas	Ácido ascórbico
Polpa de acerola	$1304,0 \pm 3,0^*$
Polpa de gabirola (P1)	$760,1 \pm 1,9^*$
Polpa de Uvaia	$86,6 \pm 2,9^*$
Suco de laranja Pêra	$35,6 \pm 3,9^{**}$
Suco de limão Taiti	$23,6 \pm 2,8^{**}$

\* = mg de ácido ascórbico /100g de polpa \*\* = mg de ácido ascórbico/100mL de suco

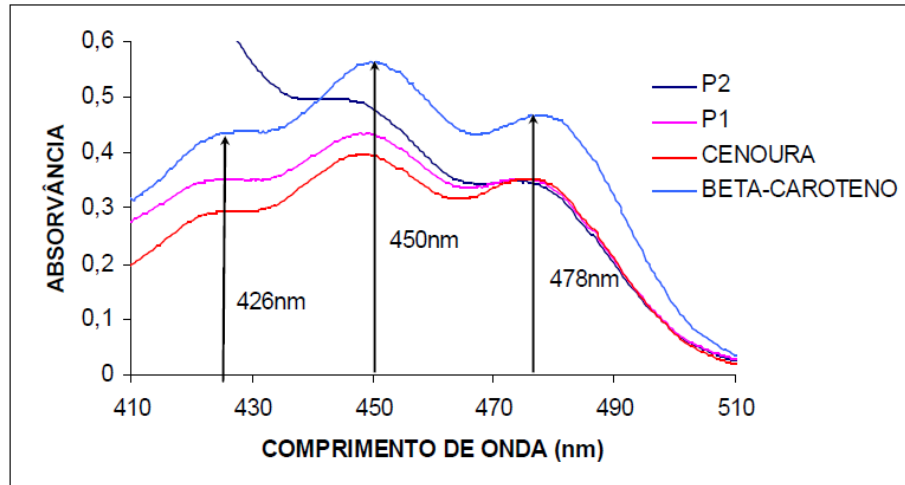
Observa-se que a gabioba possui cerca de metade da concentração de ácido ascórbico da acerola, porém apresenta concentração 9 vezes maior que a uvaia e 21 vezes maior que o suco de laranja. Este resultado demonstra que a polpa de gabioba pode ser uma fonte de ácido ascórbico quando comparada a frutas comercialmente mais comuns.

### 5.3 CONCENTRAÇÃO DE CAROTENÓIDES TOTAIS NA POLPA DE GABIROBA E NO FRUTO INTEGRAL E AVALIAÇÃO DE COR

A avaliação de carotenóides totais de P1 foi de  $54 \pm 0,3$  mg de  $\beta$ -caroteno equivalente /100 g polpa e de P2 foi de  $61 \pm 0,4$  mg de  $\beta$ -caroteno equivalente /100g.

Em 100 g de matéria prima, Lima e colaboradores (2002) encontraram 10,4 mg de  $\beta$ -caroteno em pitanga vermelha e 11,1 mg de  $\beta$ -caroteno em pitanga roxa, ambas maduras. Nesse mesmo estudo, encontraram 75,0 mg de  $\beta$ -caroteno/100 g na película de pitanga roxa, o que leva a constatar semelhanças com o resultado encontrado na presente investigação com gabioba, uma vez que a análise do fruto integral teve maior concentração de carotenóides quando comparada à polpa isoladamente. Com a presença de sementes e casca, a coloração alaranjada foi mais intensa que na polpa pura, reforçando a existência de maior concentração de carotenóides no fruto integral.

Amostras de extrato hexânico de P1 e P2 foram submetidas à varredura na região do espectro visível (Espectrofotômetro LIBRA UV-Visível CTITRA 20). Esses resultados foram graficamente sobrepostos aos resultados obtidos com solução padrão de  $\beta$ -caroteno e extrato de cenoura (Figura 11).



**Figura 11** – Comparação de espectros obtidos de amostras de gabioba (polpa efruto integral), padrão de b-caroteno e extrato de cenoura.

Segundo Britton (1996), é bem característico da maioria dos carotenóides apresentarem espectro de absorção com três bandas de absorção máxima. Conforme observado (Figura 11) as bandas de  $\beta$ -caroteno apresentam grande semelhança com as bandas das amostras.

No entanto, não se trata de avaliação espectrofotométrica de substâncias puras: há interferentes que absorvem luz na mesma região, prejudicando a visualização dos picos. O extrato de cenoura foi então avaliado quimicamente, e obteve-se um resultado de  $24,00 \pm 0,3$  mg de  $\beta$ -caroteno equivalente /100 g cenoura. Resultado semelhante,  $21,22 \pm 2,36$  mg /100 g, foi encontrado por Schwengber e colaboradores em 2009. O resultado da avaliação da gabioba, comparado com a cenoura, foi pouco mais de 2 vezes em carotenóides totais, indicando que esta é uma excelente fonte.

Provavelmente as amostras testadas não contenham somente  $\beta$ -caroteno, pois a(s) banda(s) de outros carotenóides, em menor concentração, poderiam estar mascaradas. A identificação, separação e quantificação dos carotenóides presentes nos extratos, compõem estudos posteriores.

### 5.3.1 Avaliação de Cor da Polpa de Gabiroba Pasteurizada

A cor da polpa de gabiroba (P1) foi medida pelo sistema CIELAB antes e depois da pasteurização e constatou-se uma diminuição nos eixos L\* a\* b\* (Tabela 6).

**Tabela 6** – Cor da polpa de gabiroba antes e após a pasteurização.

Parâmetros de cor (CIELAB)	Polpa Não Pasteurizada	Polpa Pasteurizada	Diferença (%)
L*	28,89 ± 0,10 <sup>a</sup>	28,39 ± 0,07 <sup>b</sup>	-1,72
a*	7,71 ± 0,07 <sup>a</sup>	6,39 ± 0,09 <sup>b</sup>	-17,10
b*	9,53 ± 0,07 <sup>a</sup>	8,46 ± 0,11 <sup>b</sup>	-11,21

<sup>a</sup> e <sup>b</sup> =Diferença significativa entre os parâmetros L, a, b pelo teste t de Student (p<0,01)

Esse resultado indica que ocorreu escurecimento e uma tendência da polpa pasteurizada em adquirir tonalidade menos vermelha e amarela, quando comparada à polpa não pasteurizada. É possível que um tempo maior de aquecimento torne sua coloração de tonalidade marrom, como consequência da degradação de carotenóides e outros compostos presentes, ou ainda pela caramelização de açúcares. Porém mesmo havendo diferença significativa de cor entre a polpa pasteurizada e a não pasteurizada (p<0,01), não ocorreu prejuízos perceptíveis quanto à aparência do sorvete.

## 5.4 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA, QUÍMICA E SENSORIAL DO SORVETE DE LEITE COM POLPA DE GABIROBA

### 5.4.1 Análises Microbiológicas

O produto foi considerado aceitável de acordo com os padrões legais vigentes quanto à qualidade microbiológica (Resolução normativa -RDC nº 12,

de 2 de janeiro de 2001), ( BRASIL,2001) e portanto adequado para o consumo (Tabela 7)

**Tabela 7** – Resultados das análises microbiológicas do sorvete com polpa de gabioba.

<b>Análise</b>	<b>Lote 1</b>	<b>Lote 2</b>	<b>Lote 3</b>
<i>Salmonella</i> ssp. em 25 g	ausência	ausência	ausência
Coliformes a 35°C (NMP/g)	negativo	negativo	negativo
Coliformes a 45°C (NMP/g)	negativo	negativo	negativo
Bolores e leveduras (UFC/g)	$9,0 \times 10^1$	$<3,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$
<i>Staphylococcus</i> coag. + (NMP/g)	negativo	negativo	negativo

#### 5.4.2 Análises Químicas

##### 5.4.2.1 Análise de sólidos totais do sorvete

O teor de polpa de gabioba aplicado à formulação foi de 20% p/p de mistura de sorvete. O teor de gordura de leite foi calculado em 3,66% p/p, e o teor de proteína foi 3,50% p/p de sorvete. O teor de sólidos totais obtidos para o sorvete foi em média  $27,90\% \pm 0,15$ , ficando acima do mínimo requerido pela legislação para ser denominado sorvete de leite com polpa de fruta.

##### 5.4.2.2 Atividade antioxidante e ácido ascórbico no sorvete

Também foram realizados testes de atividade antioxidante (Tabela 8), no sorvete com polpa de gabioba pelo método de captura do radical ABTS e ácido ascórbico (IAL, 2008a).

**Tabela 8** – Atividade antioxidante e teor de ácido ascórbico no sorvete de gabioba.

LOTE	ABTS ( $\mu\text{mol Trolox /g}$ )	Ácido Ascórbico mg /100 g
1	11,4	145,8
2	11,2	146,6
3	11,3	148,0
<b>Média</b>	11,3 $\pm$ 0,1	146,1 $\pm$ 1,1

$\pm$  Desvio padrão

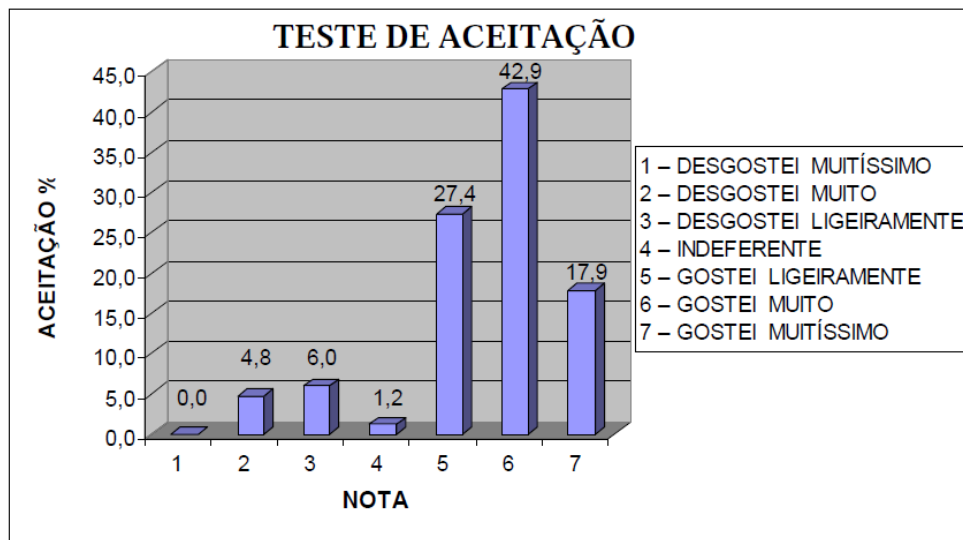
A atividade antioxidante total do sorvete com polpa foi em média de 11,3  $\mu\text{mol Trolox /g}$ , sendo que o sorvete fabricado sem polpa (branco), apresentou atividade antioxidante de  $1,2 \pm 0,33 \mu\text{mol Trolox /g}$ .

A concentração de ácido ascórbico foi de  $146,1 \pm 1,1 \text{ mg/100 g}$  de sorvete. A Anvisa (BRASIL, 2004), com base em informações da Organização Mundial da Saúde (OMS), sugere que a ingestão diária recomendada (IDR) seja de 45 mg/dia de ácido ascórbico para um adulto. Aproximadamente 30 g de sorvete de gabioba suprem as necessidades diárias de um adulto, podendo ser considerado uma fonte rica em ácido ascórbico. É importante salientar que há também as vantagens nutricionais pela ingestão de proteínas do leite e carboidratos, juntamente com outros compostos com atividade antioxidante tais como fenólicos e carotenóides presentes na polpa da fruta adicionada.

Para verificar se houve perdas de atividade antioxidante e ácido ascórbico no processo de pasteurização da polpa e fabricação do sorvete, foi considerada a diluição da polpa, ocasionada pela formulação do sorvete. O processamento provocou uma diminuição de  $3,4\% \pm 0,5$  na concentração de ácido ascórbico em relação à polpa “*in natura*” (P1). Verificou-se, no entanto, uma diminuição de  $13,5\% \pm 0,9$  da atividade antioxidante, fato que não comprometeu de maneira importante o resultado final. A concentração de  $11,3 \mu\text{mol Trolox /g}$ , ainda é considerável para a finalidade de combate a radicais livres, considerando valores comparáveis aos encontrados em amora, açaí, goiaba ou morango *in natura*.

### 5.4.3 Análise Sensorial do Sorvete de Gabiroba

O sorvete de gabiroba foi produzido com polpa e não com fruto integral, porque ensaios preliminares permitiram constatar uma ligeira adstringência no produto final. Como pode ser observado (Figura 12), 88,1% dos provadores avaliaram o sorvete com polpa aferindo valores de 5 a 7, que correspondem na escala, à aprovação do produto.



**Figura 12** – Porcentagem de aceitação do sorvete de gabiroba.

A

A média ponderada foi de 5,51, entre gostei ligeiramente e gostei muito, significando uma boa aceitação do produto. Houve algumas observações quanto à textura do sorvete, que apresentou cristais de gelo perceptíveis. Isto se deve à forma artesanal de produção e ao processo de lento de congelamento. Processos utilizando “freezers” contínuos, que promovem incorporação de ar e resfriamento simultâneo, usados em indústrias, resolveriam o problema.

No entanto, de forma global, o sorvete foi muito bem aceito o que pode significar um grande potencial para produção comercial. O produto poderia ser comercializado tendo um apelo diferenciado, ou seja, fabricado com polpa de fruta nativa da região.

## 6 CONCLUSÃO

- O resultado de atividade antioxidante obtido em polpa de gabioba (P1) foi de  $1280 \pm 25$  mg de ácido gálico (AG) /100g e em fruto integral (P2) foi de  $1417 \pm 23$  mg AG/100g, pelo método de determinação de compostos reativos ao Folin Ciocalteau.
- O resultado de atividade antioxidante em P1 foi de  $96,8 \pm 1,6$   $\mu\text{mol}$  de trolox equivalente (TE) /g e em P2 de  $105,0 \pm 1,5$   $\mu\text{mol}$  TE /g usando o método de redução do ferro (FRAP).
- A atividade antioxidante total pelo método de captura do radical livre DPPH em P1 foi de  $55,5 \pm 1,0$   $\mu\text{mol}$  TE /g e em P2 de  $59,4 \pm 0,6$   $\mu\text{mol}$  TE /g.
- Os resultados obtidos pelo método de captura do radical Livre ABTS + em P1 foi de  $58,4 \pm 1,2$   $\mu\text{mol}$  TE /g e em P2 foi de  $64,9 \pm 2,4$   $\mu\text{mol}$  TE /g.
- A concentração de ácido ascórbico em P1 foi de  $760,1 \pm 1,9$  mg/100g de polpa e em P2 foi de  $726,0 \pm 0,8$  mg/100g de fruto integral, obtendo-se uma maior concentração na polpa.
- A quantidade de carotenóides totais encontradas no fruto integral foi maior que na polpa de gabioba sendo de  $61 \pm 0,4$  mg de  $\beta$ -caroteno equivalente /100g e  $54 \pm 0,3$  mg de  $\beta$ -caroteno equivalente /100g, para a polpa.
- Em todas as metodologias testadas, o fruto de gabioba integral (P2) apresentou maior atividade antioxidante ( $p < 0,01$ ), pela contribuição da semente e casca, em comparação à polpa (P1).
- Apesar disso, a polpa de gabioba (P1) foi considerada mais adequada para a produção do sorvete por ser menos adstringente, em comparação com o fruto integral (P2).
- O sorvete foi classificado como sendo de leite com polpa de fruta e atendeu aos pré-requisitos da Anvisa quanto à qualidade microbiológica.

- O processo de produção do sorvete alterou pouco o teor de ácido ascórbico e sua atividade antioxidante.
- O sorvete obteve boa aceitação, sendo a pontuação média 5,51 atribuída por 84 provadores não treinados, usando escala de 0 a 7.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sorvete contendo polpa de gabioba pode ser considerado fonte de compostos antioxidantes, assim como carotenóides e ácido ascórbico.

A seqüência dessa investigação deverá ser a identificação das substancias responsáveis pela atividade antioxidante, particularmente dos carotenóides existentes no fruto, envolvendo métodos cromatográficos.

Avaliar a atividade antioxidante “*in vivo*” ou em culturas de células para observação dos efeitos destes compostos, simulando assim o que pode ocorrer em meios mais complexos como o organismo humano.

É necessário ampliar o campo de pesquisas, tanto no setor de alimentos quanto no setor agrônômico, para produção em escala industrial de gabioba, pelo potencial demonstrado pela concentração de compostos bioativos.

Por fim, a utilização da gabioba na elaboração de diversos produtos alimentares pode ser apenas o início da utilização de um ingrediente com grande potencial antioxidante.

## REFERÊNCIAS

AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M.; MONTEIRO, M. Efeito do tratamento térmico nas características físico-químicas e microbiológicas da polpa de maracujá.

**Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 13, p.151-162, 2002.

ANDRADE JUNIOR, D. R. et al. Os radicais livres de oxigênio e as doenças pulmonares. **Jornal Brasileiro de Pneumologia** v. 31, n. 1, p. 60-68, jan/fev, 2005.

ANTUNES, A. J.; CANHOS, V. P. Antioxidantes. In:\_\_\_\_\_. **Aditivos em alimentos**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1988, p. 97-98.

ARNAO, M. B.; CANO, A.; ACOSTA, M. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. **Food Chemistry** v. 73, p. 239-244, 2001.

BARQUERA, D. R.; CUENCA, C. E. N. Determinación de vitamina C, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.) cultivadas en Colômbia. **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2336-2340, 2009.

BENIDICH, A.; Antioxidant nutrients and immune functions – Introduction. In: BENIDICH, A., PHILLIPS, M. TENGARDY, R. P. **Antioxidant nutrients and immune functions; Advances in experimental medicine and biology**. New York: Plenum Press, 1988. v. 262, p.01-08.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P. **A. Introdução à química de alimentos**. 2.ed. Varela: São Paulo, 1989.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA); Consulta Pública nº 80, de 13 de dezembro de 2004. Regulamento Técnico Sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 de dezembro de 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA); Portaria n ° 379, de 26 de abril de 1999. Regulamento Técnico referente a Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis. **Diário Oficial da União**, Brasília, 29 de abril de 1999.

BRASIL. Resolução normativa -RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 de janeiro de 2001.

BRITTON, G. Carotenoids.; In: HENDRY G. A. F.; HOUGHTON J. D.; **Natural Foods Colorants**. 2. Ed. London: Editora Blackie Academic & Professional, 1996. p. 219-224.

CASTILHO, P. M.; PREIRA, M.C.; VIZZOTTO, M. Fitoquímicos e atividade antioxidante dos frutos da guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) em diferentes condições de colheita. **Palestras e Resumos IV Simpósio Nacional do Morango e III Encontro de pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 140 p.

CHRYSSAVGI, G. et al. Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. **Food Chemistry**, v. 107: p. 1120– 1130, 2008.

COHEN, M. V.; Free radicals in ischemic and reperfusion myocardial injury: is this time for clinical trials? **Annals of Internal Medicine**, v. 111 p. 918-31, 1989.

COPPEN, P. P. The use of antioxidants. In: ALLEN, J. C.; HAMILTON, R. J. **Rancidity in Foods**. 3. Ed. London: Blackie Academic & Professional, 1994, p. 89.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 1, p. 33-40, jan/jul, 2004.

DREHER, D.; JUNOD, A.. F. Role of Oxygen Free Radicals in Cancer Development. **European Journal of Cancer**, v. 32A, p. 1, p. 30-38, 1996.

DURIGAN, G. et al. Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada. **Páginas & Letras**, São Paulo, 2004. p. 475.

ELBE, V. J. H.; SCHWARTZ, S. J.; Colorants In: FENEMA O. R., **Food Chemistry** 3.ed. New York: Marcel Dekker, Inc., 1996. p. 673-681.

EVERETTE, J. D. et al. Thorough Study of Reactivity of Various Compound Classes toward the Folin-Ciocalteu Reagent. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, v. 58, p. 8139–8144, 2010.

FALKENBERG, B. M.; SANTOS, R. I.; SIMÕES, C. M. O. Capítulo 10 -Introdução à análise fitoquímica.; In: . SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFSC, 1999 p. 232.

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação de Medicina do Brasil**, v. 43, n. 1, p. 61-68, 1997.

FERRONATTO, R. et al. Atividade antioxidante dos óleos essenciais produzidos por *Baccharis dracunculifolia* D.C. e *Baccharis uncinella* D.C. (Asteraceae). **Arquivo Ciência Saúde Unipar**, v. 10, n. 2, p. 67-70, mai./ago., 2006.

FRANCIS, F. J.; Food colorants: anthocyanins. **Critical Review of Food Science and Nutrition**, v. 28, p. 273-314, 1989.

GENOVESE, M.I. et al. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Exotic Fruits and Commercial Frozen Pulps from Brazil. **Food Science and Technology International**, v.14, p. 207-214, 2008.

GOMES, S. F. Carotenóides: uma possível proteção contra o desenvolvimento e câncer. **Revista de Nutrição**, v. 20, n. 5, p. 537-548, set./out., 2007.

GORDON, M. H. The development of oxidative rancidity in foods. In: POKORNY, J; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. **Antioxidants in food: practical application**. USA: CRC Press, 2001. p. 7-21.

GUATURA, S. B. et al. Increased exhalation of hydrogen peroxide in healthy subjects following cigarette consumption. **Revista Paulista de Medicina**, v. 118, n. 4, p. 93-98, 2000.

GUTIÉRREZ, R. M. P.; MITCHELL, S.; SOLIS, R. V. *Psidium guajava*: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. **Journal of Ethnopharmacology**, v.117, p. 1–27, 2008.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radicals in biology and medicine**. 3.ed. New York: Oxford University Press, 1999. p.220-231.

HEMILÄ H. Vitamin C and the common cold. British. **Journal of Nutrition**, v. 67, p. 3-16, 1992.

HÖEHR, N. F.; ROVER Jr, L. O.; VELLASCO, A. P. Sistema antioxidante envolvendo o ciclo metabólico da glutatona associado a métodos eletroanalíticos na avaliação do estresse oxidativo. **Química Nova**, v. 24, n. 1, p. 112-119, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed., 1ª Edição Digital, São Paulo, p.672, 2008a.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed., 1ª Edição Digital, São Paulo, p.235, 2008b.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed., 1ª Edição Digital, São Paulo, p.99, 2008c.

JADHAV, S. J. et al. Lipid oxidation in biological and foods systems. In: MADHAVI, D. L.; DESHPANDE, S. S.; SALUNKE, D. K. **Food antioxidants: technological, toxicological and health perspectives**. USA: Marcel Dekker Inc, 1996. p. 9-42.

JAKMAN, R. L.; SMITH, J. L. Anthocyanins and betalains In: Hendry G. A. F. e Houghton J. D.; **Natural foods colorants**. 2. Ed. London: Editora Blackie Academic & Professional, 1996. p.247.

JARDINI, A. F.; MANCINI FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum*, L.). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 1, p. 137-147, jan./mar. 2007.

KIKUZAKI, H. et al. Antioxidative phenylpropanoids from berries of *Pimenta dioica*. **Phytochemistry**, v. 52, n. 7, p. 1307-1312, dez. 1999.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, jul./ago. 2006.

KUSKOSKI, E. M. et al. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 726-732, out./ dez. 2005.

LIMA V. L. A. G.; MELO E. A.; LIMA, D. E. S. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 447-450, jul./set., 2002

LORENZI, H. **Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2000, v. 1, p. 257.

MADHAVI, D. L.; DESHPANDE, S. S.; SALUNKHE, D. K.; Introduction. In: \_\_\_\_\_. **Food antioxidants: techonological, toxicological and health perspectives**. New York: Marcel Decker Inc, 1996. p. 1-3.

MADHAVI, D. L.; KULKARNI, A. D.; SHINGHAL, R. S.; Technological Aspects of Food Antioxidants. In: MADHAVI, D. L.; DESHPANDE, S. S.; SALUNKHE, D. K. **Food antioxidants: techonological, toxicological and health perspectives**. New York: Marcel Decker Inc, 1996. p.160-180.

MADHAVI, D. L.; SALUNKHE, D. K.; Toxicological Aspects of Foods Antioxidants. In: MADHAVI, D. L.; DESHPANDE, S. S.; SALUNKHE, D. K. **Food antioxidants: techonological, toxicological and health perspectives**. New York: Marcel Decker Inc, 1996, p.268-294.

MAEDA, R. N.; et al. Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 313-316, abr./jun. 2007.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA S.; Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim CEPPA**, v. 4, n. 1, p. 59-82, jan./jun. 2006.

MAMEDE, M. E. O.; PASTORE, G. M. Compostos fenólicos do vinho: estrutura e ação antioxidante. **Boletim CEPPA**, v. 22, n. 2, p. 233-252, jul./dez., 2004.

MANICA, I. et al. Taxonomia – Morfologia – Anatomia. In: \_\_\_\_\_. **Goiaba do plantio ao consumidor, Tecnologia de produção, pós-colheita, comercialização.**, Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, 2001. p. 15.

MELLO FILHO, A. C.; HOFFMANN, M. E.; MENEGHINI, R. Cell killing and DNA damage by hydrogen peroxide are mediated byintracellular. **Journal Biochemical**, v. 218, p. 273-275, 1984.

NUENGCHAMNONG, N.; INGKANINAN K.; On-line characterization of phenolic antioxidants in fruit wines from family *myrtaceae* by liquid chromatography combined with electrospray ionization tandem mass spectrometry and radical scavenging detection. **Food Science And Technology**, p. 1–6, 2008.

O'CONNOR T. P.; O'BRIEN N. M. Lipid oxidation. In: FOX, P. F.; **Advanced dairy chemistry – Lipids**. 2. ed. USA: Chapman & Hall USA, 1995. v. 2. p. 309-310.

OLIVEIRA, R. G.; GODOY, H. T.; PRADO, M. A. Otimização de metodologia colorimétrica para a determinação de ácido ascórbico em geleias de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 244-249, jan./mar., 2010.

PELAIS, A. C. A.; ROGEZ; H.; PENA, R. S. Estudo da pasteurização da polpa de muruci. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 17-24, jan./mar., 2008.

PEREIRA, C. A. M.; MAIA, J. F. Estudo da atividade antioxidante do extrato e do óleo essencial obtidos das folhas de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 3, p. 624-632, jul./set., 2007.

RAJALAKSHMI, D.; NARASIMHAN, S. Food antioxidants: sources and methods of evaluation. In: MADHAVI, D. L.; DESHPANDE, S. S.; SALUNKHE, D. K. **Food antioxidants – technological, toxicological and health perspectives**. USA: Marcel Dekker Inc, 1996. p. 65-157.

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

RAMOS, D. D.; CARDOSO, C. A. L.; YAMAMOTO, N. T. Avaliação do potencial citotóxico e atividade antioxidante em *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O.Berg (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 774-776, jul. 2007.

RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, n. 9/10, p. 1231–1237, 1999.

REYNERTSON, K.A. et al. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible *Myrtaceae* fruits. **Food Chemistry**, v. 109, p. 883–890, 2008.

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

RUBERTO, G. et al. Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from five Sicilian red grape cultivars. **Food Chemistry** v. 100, p. 203–210, 2007.

RUFINO, M. S. M. et al. **Comunicado Técnico 127: Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH**; Embrapa Agroindústria Tropical 1<sup>a</sup> edição on line: dezembro de 2006a, disponível no endereço eletrônico: <http://www.cnpat.embrapa.br/>.

RUFINO, M. S. M. et al. **Comunicado Técnico 125: Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP)**; Embrapa Agroindústria Tropical 1<sup>a</sup> edição on line: dezembro de 2006b. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/>.

RUFINO, M. S. M. et al. **Comunicado Técnico 128: Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS<sup>+</sup>**; Embrapa Agroindústria Tropical 1<sup>a</sup> edição on line: julho de 2007. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/>.

SANTANA, L. R. R.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): Avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 151-155, dez., 2003.

SCHWENGBER, J. E. et al. **Produção orgânica e qualidade de cenouras semeadas segundo o calendário astronômico agrícola** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 91),

SILVA, C. R. M.; NAVES, M. M. V. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer **Revista de Nutrição [online]**, v. 14, n. 2, p. 135-143, 2001.

SILVA, P. H. F. **Curso básico sobre sorveteria.**, EPAMING – CEPE / ILCT, 1980.

SILVEIRA, A. C. et al. Determinación de algunos atributos de calidad de la variedad Fuji y sus mutantes al momento de cosecha. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p.149-153, jan./mar., 2007.

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152-179, 1999.

SOUZA, L. M. et al. L-ascorbic acid,  $\beta$ -carotene and lycopene content in papaya fruits (*Carica papaya*) with or without physiological skin freckles. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 3, p. 246-250, maio/jun. 2008.

SOUZA, T. J. T. et al. Composição química e atividade antioxidante do óleo volátil de *Eupatorium polystachyum* DC. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n.3, p. 368-372, jul./set., 2007.

TORRES, M. A. A. et al. Efeito do uso de leite fortificado com ferro e vitamina C sobre os níveis de hemoglobina e condição nutricional de crianças menores de 2 anos. **Revista Saúde Pública [online]**, v. 29, n. 4, p. 301-307, 1995.

VALKO, M. et al. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. **Chemico-Biological Interactions**, v. 160, p. 1–40, 2006.

VALLILO, M. I. et al. Composição química dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O.Berg. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 805-810, out./dez. 2006.

VALLILO, M. I. et al. Composição química dos frutos de *Campomanesia xanthocarpa* Berg -Myrtaceae. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 231-237, dez., 2008.

VANNUCCHI, H. et al. Papel dos nutrientes na peroxidação lipídica e no sistema de defesa antioxidante. **Medicina**, v. 31, p. 31-44, jan/mar, 1998.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. **Caracterização das propriedades funcionais do jambolão**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 26 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 79)

WALKER, C. I. B. et al. Atividade antioxidante do extrato bruto e óleo essencial de *Mirabilis jalapa* L. **Arq Mudi.**, v.11, supl. 1, p. 161, 2007.

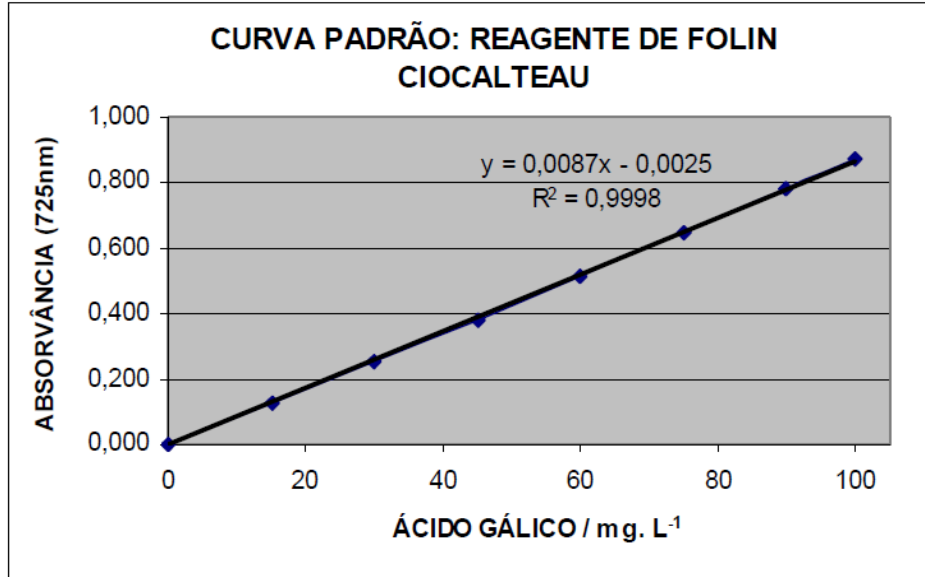
YOSHIKASU, T.; NAITO, Y.; KONDO, M. Free radicals and diseases, In: **Food and free radicals**. HIRAMATSU, M.; YOSHIKAWA, T.; INOUE, M., 1 ed. Plenum Press: New York, 1997. p.21.

ZAMUDIO, L. H. B. **Caracterização de Vitamina C em frutos de Camu-camu *Myrciria dubia* (H. B. K.) em diferentes estágios de maturação do Banco Ativo de Germoplasma de Embrapa** 104 f. Monografia (Especialização em Nutrição Humana) -Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2007.

ZERAIK, M. L. YARIWAKE, J. H. Extração de  $\beta$ -caroteno de cenouras: Uma proposta para disciplinas experimentais de química. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1259-1262, 2008.

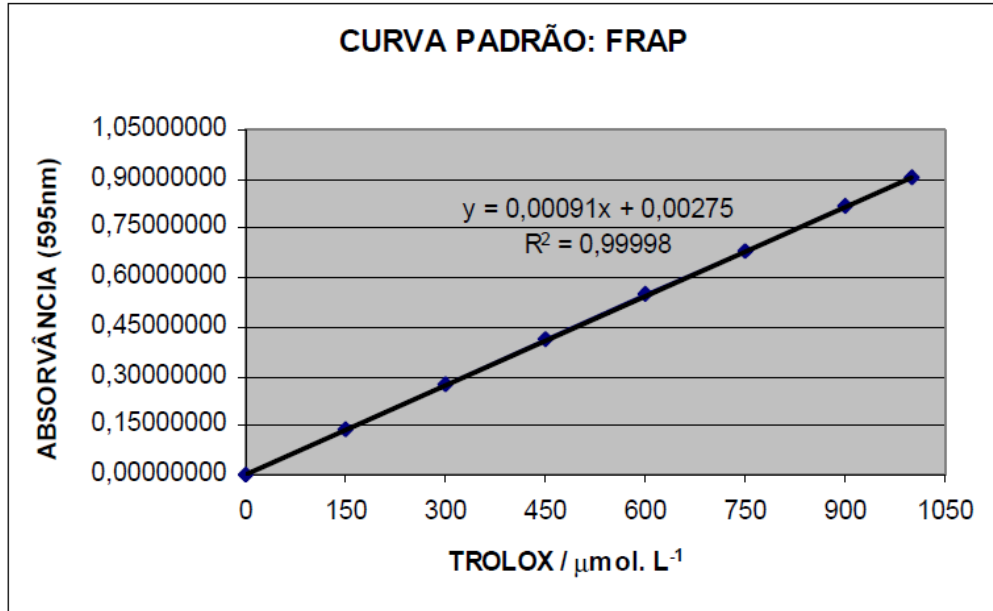
**ANEXOS**

## ANEXO A



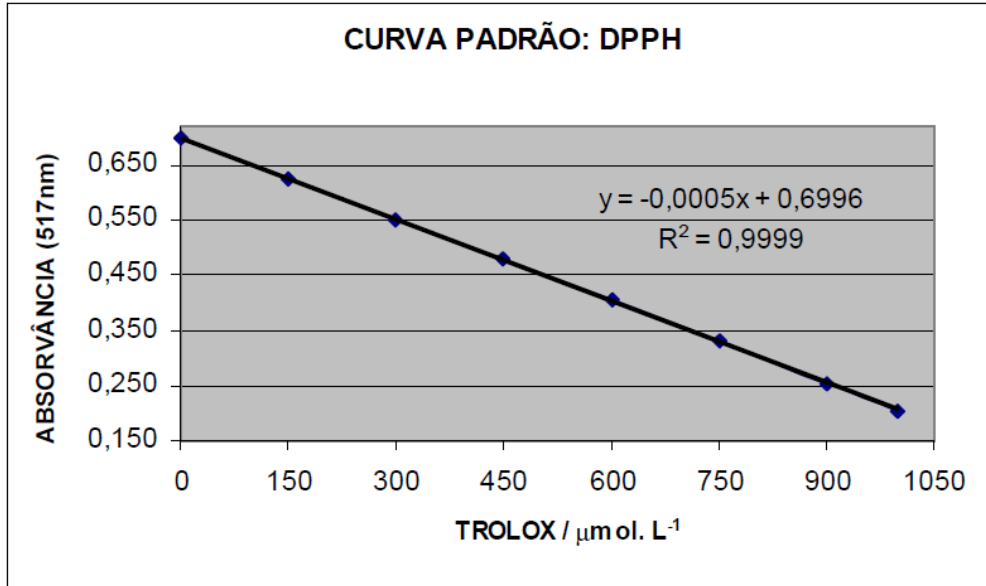
**Figura 13** – Curva padrão para determinação de substâncias reativas ao reagente de Folin – Ciocalteu.

## ANEXO B



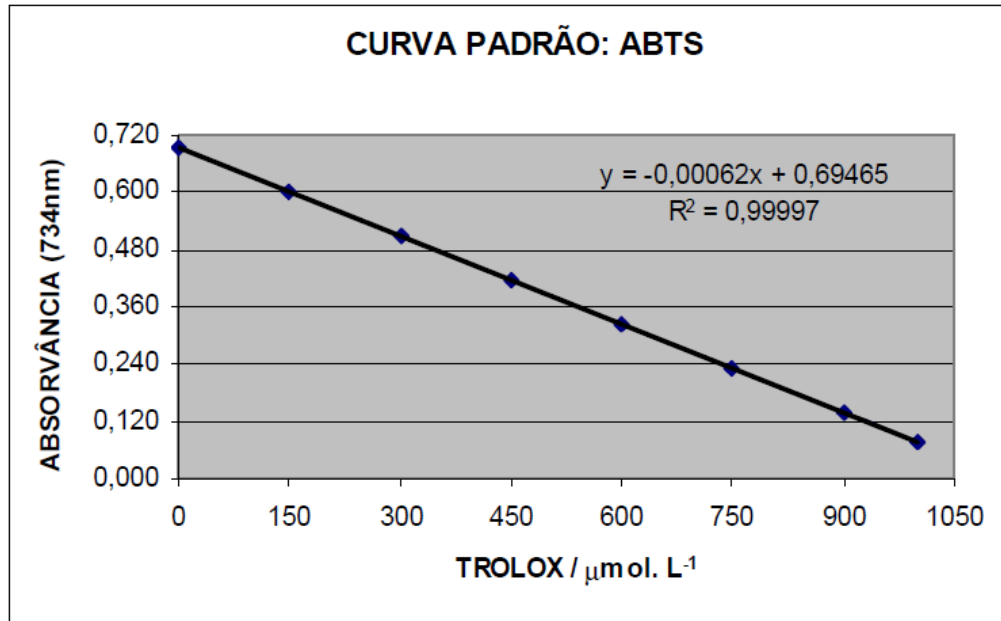
**Figura 14 –** Curva padrão para determinação da atividade antioxidante total pelo método de redução do ferro (FRAP).

## ANEXO C



**Figura 15** – Curva padrão para determinação da atividade antioxidante total pelacaptura do radical livre DPPH.

## ANEXO D



**Figura 16** – Curva padrão para determinação da atividade antioxidante total pela captura do radical livre ABTS.

## ANEXO E

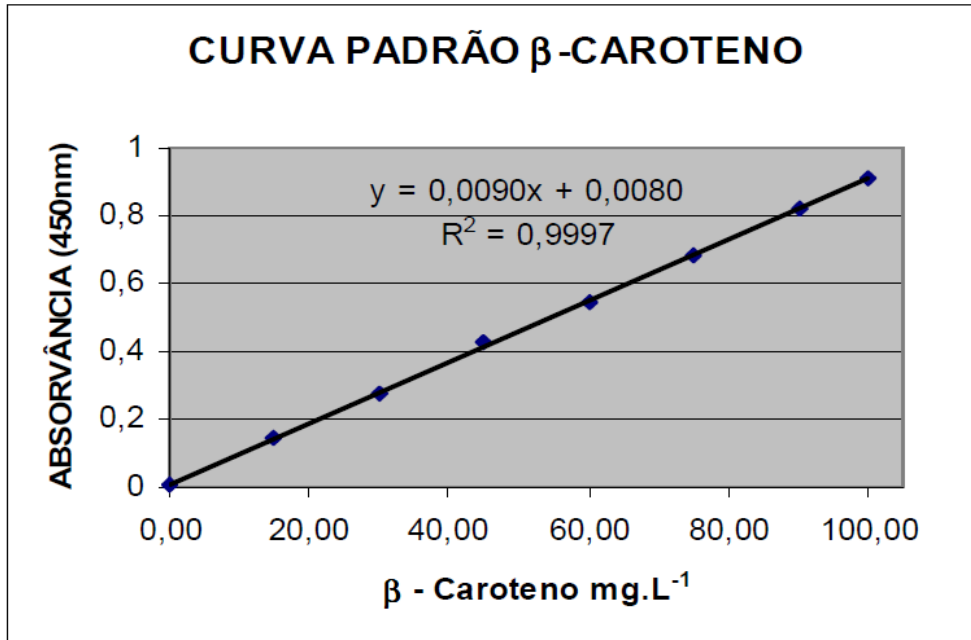


Figura 17 – Curva padrão de b-caroteno para determinação carotenóides totais.