

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE E DAS CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAL DE GELEIA DE JAMBOLÃO (*Syzygium
cumini* Lamarck)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

VALÉRIA AIMON MONÇALVES

Itaqui, RS, Brasil
2013

VALÉRIA AIMON MONÇALVES

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE E DAS CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAL DE GELEIA DE JAMBOLÃO (*Syzygium
cumini* Lamarck)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Dr^a. Angelita Machado Leitão

Co-orientadora: Dr^a. Miriane Lucas Azevedo

Itaqui, RS, Brasil
2013

VALÉRIA AIMON MONÇALVES

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE E DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAL DE GELEIA DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini* Lamarck)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Trabalho de conclusão defendido e aprovado em: Setembro de 2013

Banca examinadora:

Prof. Dr^a. Angelita Machado Leitão
Orientadora
Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Unipampa Campus Itaqui

Prof. Dr^a. Miriane Lucas Azevedo
Coorientadora
Curso de Engenharia de Alimentos – Unipampa Campus Bagé

Prof. Dr^a Graciela Salete Centenaro
Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Unipampa Campus Itaqui

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

M737a Monçalves, Valéria Aimon
Avaliação do Potencial Antioxidante e das Características
Físico-Químicas e Sensorial de Geleia de Jambolão (*Syzygium
cumini* Lamarck) / Valéria Aimon Monçalves.
39 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2013.
"Orientação: Angelita Machado Leitão".

1. Fitoquímicos. 2. Jamelão. 3. Frutas. I. Título.

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Vania e Carlos Monçalves, à minha querida avó, Maria Izabel Aimon, meu namorado, Bruno Dias de Campos, por todo apoio, incentivo, amor incondicional, conselhos, compreensão e carinho proporcionados durante todas as etapas da minha formação pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida e da sabedoria, possibilitando a conclusão desta etapa de minha vida, pela saúde e força para que fosse possível a concretização deste sonho.

Às professoras Dr^a Angelita Machado Leitão e Dr^a Miriane Lucas Azevedo, pela orientação, esclarecimentos e apoio prestados durante a realização deste estudo.

Aos meus pais e minha avó, por estarem sempre presentes, me apoiando desde o início da minha graduação, bem como na escolha de profissão.

Ao meu namorado, que me acompanha desde o início desta caminhada, apoiando tanto com incentivo moral quanto financeiro, sem medir esforços para que eu possa obter minhas realizações. Te amo!

À minha sogra, Eva Batista Dias, pela ajuda prestada para que eu pudesse concretizar este trabalho.

Aos colegas Deivid e Volmir pela ajuda prestada na coleta dos frutos.

Aos colegas Bruno César Silveira e Lauren Vieira, pela ajuda prestada. Vocês foram indispensáveis e não pensaram duas vezes em me auxiliar.

Aos professores que passaram pela Universidade e aos que ainda estão lutando por ela, todos foram indispensáveis durante esses quatro anos de estudo e dedicação.

Aos técnicos dos laboratórios de Química, Biologia e Processamento de Alimentos, por estarem sempre disponíveis e dispostos a acompanhar cada etapa da pesquisa.

À todos os amigos e amigas que sempre estiveram presentes e demonstraram carinho e apoio.

“O futuro pertence àqueles que acreditam na beleza de seus sonhos”.

Eleanor Roosevelt

RESUMO

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE E DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAL DE GELEIA DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini* Lamarck)

Autor: Valéria Aimon Monçalves

Orientadora: Dr^a. Angelita Machado Leitão

Local e data: Itaqui, 27 de setembro de 2013.

O jambolão é um fruto pertencente à família *Mirtaceae*. Esta planta é originária da Indonésia, China e Antilhas, porém adapta-se a qualquer tipo de clima e solo e pode ser cultivada em qualquer região. Os frutos são pequenos, de coloração roxa e envolvem um caroço único. Destacam-se por conter diferentes fitoquímicos que são conhecidos por suas propriedades antioxidantes, dentre estes estão os compostos fenólicos, dos quais se destacam os flavonoides, que quimicamente englobam as antocianinas e os flavonóis. Desta forma, o objetivo da pesquisa foi avaliar a capacidade antioxidante e as características físico-químicas e sensoriais de polpa e geleia de jambolão. Tanto na polpa do fruto *in natura* quanto na geleia foram realizadas as seguintes determinações: acidez, pH, umidade, sólidos solúveis totais (SST), compostos fenólicos totais, antocianinas totais e atividade antioxidante. Também foi realizada análise sensorial da geleia, utilizando-se 75 julgadores não treinados com escala hedônica estruturada de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente) pontos, onde avaliou-se os atributos odor, cor, sabor, doçura e textura. Os valores médios das determinações físico-químicas para polpa e geleia, respectivamente, foram: acidez titulável (0,54 e 0,38% em ácido cítrico), umidade (86,48 e 27,55%), pH (3,64 e 3,24) e sólidos solúveis totais (12,06 e 62,66 °Brix). Os valores médios encontrados para as demais determinações foram para polpa e geleia, respectivamente: compostos fenólicos totais (466,39 e 337,73mg ácido gálico.100g⁻¹), antocianinas totais (84,96 e 41,45mg de cianidina-3-glicosídeo.100g⁻¹) e atividade antioxidante (71,98 e 94,16% de inibição). Os resultados da análise sensorial mostraram que todos os atributos analisados apresentaram porcentagens superiores a 80 % e 86% dos julgadores afirmaram que certamente comprariam o produto. Desta forma, a polpa e a geleia do fruto de jambolão apresentam um potencial antioxidante satisfatório, bem como no teor de compostos fenólicos e antocianinas. A polpa apresentou caracterização físico-química similar às

referências encontradas na literatura e a geleia demonstrou estar de acordo com padrão exigido pela legislação. Com relação à aceitação de 86% da geleia, esta demonstrou que o produto foi aceito pelos julgadores e que é uma ótima alternativa de consumo deste fruto nativo, que ainda não apresenta expressivo consumo.

Palavras-chave: fitoquímicos, frutas, jamelão.

ABSTRACT

ANTIOXIDANT POTENTIAL AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS AND SENSORY JELLY JAMBOLÃO (*Syzygium cumini* Lamarck)

Author: Valéria Aimon Monçalves

Advisor: Dr^a. Angelita Machado Leitão

Date: Itaquí, September 27, 2013.

The jambolão is a fruit belonging to the family *Mirtaceae*. This plant originally from Indonesia, China and the West Indies, but adapts to any climate and soil and can be grown in any region. The fruits are small, pale purple and involve a single lump. Stand out to contain different phytochemicals which known for their antioxidant properties, among these are phenolic compounds, of which we highlight the flavonoids, which include chemically anthocyanins and flavonols. Thus, the aim of the research was to evaluate the antioxidant capacity and physic-chemical and sensory pulp and jelly jambolan. Both the pulpa of the fruit in natura as jelly were analyzed according to the following parameters: acidity, pH, moisture, total soluble solids (TSS), total phenolics, total anthocyanins and antioxidant activity. Sensory analysis was also performed jelly, using 75 untrained panelists with hedonic scale of 1 (dislike extremely) to 9 (like extremely) points, which we assessed the attributes odor, color, flavor, sweetness and texture. The average values of physic-chemical determinations for pulp and jelly, respectively were: titratable acidity (0,543 and 0,38% in citric acid), moisture (86,48 and 27,55%) pH (3,64 and 3,24) and total soluble solids (12,06 and 62,66 °Brix). The average values for the other determinations were for pulp and jelly, respectively: total phenolics (466,39 and 337,73mg of acid gálico.100g⁻¹), total anthocyanins (84,96 and 41,44mg of cyanidin-3-glucoside.100g⁻¹) and antioxidant activity (71,98 and 94,16% of inhibition). The results of the sensory analysis showed that all attributes had percentages higher than 80% e 86% of the judges said the certainly would buy the product. Thus, the pulp of the fruit and jelly jambolan has a suitable antioxidant and the phenolic content and anthocyanin. The pulp showed physic-chemical characterization similar to the references found in the literature and jelly proved to be according to the standard required by law. With the acceptance of 86% of the jelly, this showed that the product was accepted by the judges and that is

a great alternative of consumption of native fruit, which does not present substantial consumption.

Keywords: phytochemicals, fruits, jamelão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura química dos ácidos hidroxibenzóico (a) e hidroxicinâmico (b) ...	18
Figura 2 - Estrutura química das antocianinas.	19
Figura 3 - Fluxograma de elaboração de geleia de jambolão.....	22
Figura 4 – Índice de aceitação da geleia de jambolão.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais agentes de defesa antioxidante	14
Tabela 2. Compostos fenólicos em frutas (mg.kg^{-1} de peso fresco).....	16
Tabela 3. Classe de compostos fenólicos em plantas.....	17
Tabela 4. Formulação de geleia de jambolão.....	21
Tabela 5. Caracterização da polpa e da geleia do fruto de jambolão.....	26
Tabela 6. Potencial antioxidante de polpa e geleia de jambolão.....	27

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 Jambolão.....	13
2.2 Potencial antioxidante	13
2.2.1 Compostos fenólicos	15
2.2.2 Antocianinas.....	19
2.3 Geleia	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Material.....	21
3.2 Métodos.....	22
3.2.1 Determinações físico-químicas	22
3.2.2 Determinação de fenóis totais	23
3.2.3 Determinação de antocianinas totais.....	23
3.2.4 Determinação da capacidade antioxidante.....	24
3.2.5 Análise sensorial	24
3.2.6 Análise estatística.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1 Características físico-químicas.....	26
4.2 Potencial antioxidante	27
4.3 Análise sensorial	28

5. Conclusão	30
6. Referências	31

1. INTRODUÇÃO

As frutas são reconhecidas mundialmente por serem fontes de vitaminas, minerais e fibras, são consideradas nutricionalmente muito importantes para a dieta humana. Nos últimos anos, estes alimentos tem recebido maior atenção, visto que evidências epidemiológicas têm demonstrado que o consumo regular de vegetais está intimamente relacionado à redução da mortalidade e morbidade por algumas doenças crônicas não transmissíveis (MELO et al., 2008).

O crescente interesse em compostos antioxidantes em alimentos, como frutas e hortaliças, e a sua importância para a saúde humana têm desencadeado uma série de pesquisas na área de ciência e tecnologia de alimentos. Dentre esses compostos estão os compostos fenólicos, os carotenoides e as vitaminas (E e C).

O jabolão (*Syzygium cumini* Lamarck) é um fruto nativo que não possui consumo em grande escala, porém assim como outros frutos vêm despertando a atenção para a dieta humana, pois apresenta em sua composição compostos bioativos que proporcionam benefícios à saúde do organismo, como compostos fenólicos e antocianinas que apresentam significativo potencial antioxidante.

Os compostos fenólicos são encontrados em abundância nas frutas e são constantemente associados à redução do risco de doenças cardiovasculares, câncer e outras doenças (SPENCER et al., 2008; OLIVEIRA e BASTOS, 2011).

As antocianinas são pigmentos naturais que exercem papel importante na prevenção ou retardo do aparecimento de variadas doenças, devido as suas propriedades antioxidantes.

Na conservação adequada dos alimentos é imprescindível, fatores como qualidade e segurança, estes são fundamentais para que se obtenham produtos adequados para a alimentação. Independentemente da forma do processamento, artesanal ou industrial, existem três fatores principais: qualidade da matéria-prima, uso de tecnologia adequada e manipulação correta (KROLOW, 2005). Sendo assim, a atividade antioxidante em frutas pode ser mantida por meio do processamento de alimentos, como geleias, que além de fornecer benefícios à saúde humana também são formas alternativas de utilização de excedentes de produção e na elaboração de produtos que ainda não costumam fazer parte da dieta humana, como é o caso do jabolão.

De acordo com a Resolução nº 12 de 1978 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), geleia de fruta é definida como o produto obtido pela cocção de frutas, inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e água e concentrado de consistência gelatinosa.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a capacidade antioxidante e as características físico-químicas e sensoriais de polpa e geleia de jambolão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Jambolão

O jambolão (*Syzygium cumini*) é uma planta pertencente à família *Mirtaceae*. É também conhecido como jamelão e sua árvore é de grande porte e muito bem adaptada às condições climáticas brasileiras. Apesar de ser originária da Indonésia, China e Antilhas, é também cultivada em vários outros países, pois se desenvolve muito bem em diferentes tipos de solos (VIZZOTTO e FETTER, 2009).

Caracteriza-se por ser um fruto pequeno do tipo baga, de forma ovoide e sua coloração é roxa escura quando completamente maduro. Apresenta sabor adstringente, o que provavelmente faz com que o fruto não se destaque muito e talvez por isso não seja tão comumente consumido pela população.

O jambolão se destaca pela riqueza em vários constituintes que são frequentemente destacados por suas ações hipoglicemiante, antimicrobiana, hipotensiva, diurética, cardiotônica, antiinflamatória, estimulante do sistema nervoso central, anticonvulsivante, antihemorrágica e antiescorbútica (BARCIA, 2009).

Os frutos de jambolão acabam sendo desperdiçados quase que em sua totalidade em sua época de safra, pois suas árvores apresentam elevada produção individual, bem como o fruto *in natura* possui um período de vida útil extremamente curto. Neste sentido, é visível a falta de conhecimento sobre a viabilidade tecnológica deste fruto para a sua industrialização (CARDOSO, 1994; BARCIA, 2009).

2.2 Potencial antioxidante

É de grande interesse do público em geral, médicos e especialistas, e de pesquisadores das ciências de saúde e alimentos, conhecer a capacidade antioxidante e os constituintes dos alimentos que consumimos (HILGEMANN, 2010).

Antioxidantes são compostos que previnem a formação ou sequestram os radicais livres e interrompem a cadeia de reações de propagação, pois reagem com os radicais livres nas etapas iniciais da oxidação formando produtos intermediários estáveis (VALENZUELA; NIETO; UAUY, 1993; ARAÚJO, 2009). Esses agentes que protegem as células contra os efeitos dos radicais livres podem ser classificados em

antioxidantes enzimáticos ou não enzimáticos (Tabela 1) (SIES, 1993; BIANCHI e ANTUNES, 1999).

Tabela 1. Principais agentes de defesa antioxidante

Não enzimático	Enzimático
α -tocoferol (vitamina E)	Superóxido dismutase
β -caroteno	Catalase
Ácido ascórbico (vitamina C)	NADPH – quinona oxidoreductase
Flavonoides	Glutathione peroxidase
Proteína do plasma	Enzimas de reparo
Selênio	
Glutathione	
Clorofilina	
L-cisteína	
Curcumina	

Fonte: BIANCHI e ANTUNES, 1999.

Com base em suas funções, os antioxidantes são classificados em primários e secundários. Segundo Araújo (2011), os antioxidantes primários atuam bloqueando a ação dos radicais livres, convertendo-os em produtos estáveis por meio da doação de hidrogênio ou elétrons. Os antioxidantes secundários são classificados em compostos que reduzem ou retardam a taxa de iniciação da oxidação por decompor hidroperóxidos (SHAHIDI & NACZK, 2004; GONÇALVES, 2008).

Segundo Bianchi e Antunes (1999), os antioxidantes atuam de diferentes formas na proteção do organismo:

- Impedindo a formação dos radicais livres, principalmente pela inibição das reações e cadeia com o ferro e o cobre.
- Interceptando os radicais livres gerados pelo metabolismo celular ou por fontes exógenas, impedindo o ataque sobre os lipídeos, os aminoácidos das proteínas, a dupla ligação dos ácidos graxos poliinsaturados e as bases do DNA, evitando a formação de lesões e perda da integridade celular.

- Reparando as lesões causadas pelos radicais livres, removendo os danos da molécula de DNA e auxiliando na reconstituição das membranas celulares danificadas.

Muitos nutrientes isolados são utilizados na alimentação, os quais atuam como antioxidantes e auxiliam o organismo no combate aos radicais livres. No entanto, os alimentos apresentam uma diversidade de substâncias que podem atuar em sinergismo na proteção das células e tecidos.

Sabendo que os radicais livres causam danos oxidativos aos lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos e que podem gerar um grande número de doenças crônicas não transmissíveis, como o câncer e a aterosclerose, presume-se que a ingestão de antioxidantes capazes de neutralizar os radicais livres possa ter um papel importante na prevenção destas doenças (HARBONE & WILLIAMS, 2000; GONÇALVES, 2008).

Sendo assim, o potencial antioxidante de frutas e hortaliças está amplamente relacionado aos compostos bioativos presentes nestes alimentos, como os compostos fenólicos, as vitaminas e os carotenoides.

2.2.1 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, além disso, se formam em condições de estresse, como infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros (NACZK e SHAHIDI, 2004; ANGELO e JORGE, 2007).

Estes compostos são encontrados em abundância em plantas e são um grupo diversificado de fitoquímicos derivados de fenilalanina e tirosina. Além de serem essenciais para o crescimento e reprodução dos vegetais, agem como antipatogênicos e auxiliam na coloração. Em alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (SHAHIDI e NACZK, 1995; PELEG, BODINE, NOBLE, 1998; NACZK, SHAHIDI, 2004; ANGELO e JORGE, 2007). As fontes mais importantes de compostos fenólicos, na dieta, são as frutas que apresentam coloração vermelha a azul. Estes fitoquímicos são encontrados em maiores quantidades na polpa do que no suco da fruta. A Tabela 2 mostra a concentrações de fenóis em diferentes tipos de frutas.

Tabela 2. Compostos fenólicos em frutas (mg.kg^{-1} de peso fresco)

Fruta	Fenóis totais	Tipo	Quantidade
Maçã	1.000-10.000	Ác. Sinápico	50-600
		Miricitina	20-40
		Epicatequina	20-120
		Quercetina (casca)	200-210
Pera	4.000	Ác. Sinápico	15-600
Pêssego	3.000-1.400	Epicatequina	50-140
Uva	1.000-10.000	Delfinidina	300-7500
		Epicatequina	30-175
		Miricitina	15-40

Fonte: ARAÚJO, 2011.

Os compostos fenólicos são substâncias aromáticas hidroxiladas que apresentam grande diversidade estrutural, variando de uma simples molécula a polímeros (ARAÚJO, 2011).

A diversidade estrutural dos compostos fenólicos deve-se a grande variedade de combinações que acontece na natureza e os compostos resultantes são chamados de polifenóis. Estas combinações podem ser divididas em várias classes, como mostra a Tabela 3 (ANGELO & JORGE, 2007). Existem aproximadamente cinco mil fenóis identificados, dentre os quais se destacam os flavonoides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis.

A ação benéfica dos compostos fenólicos na saúde humana vem sendo relacionada com a sua atividade anti-inflamatória e com a atividade que impede, não só a aglomeração das plaquetas sanguíneas, mas também a ação de radicais livres no organismo (SILVA et al., 2010). Pesquisas epidemiológicas apontam que os compostos fenólicos podem estar associados com a proteção contra doenças do envelhecimento, provavelmente pela sua ação como antioxidante.

Tabela 3. Classe de compostos fenólicos em plantas

Classe	Estrutura
Fenólicos simples, benzoquinonas	C_6
Ácidos hidroxibenzóicos	C_6-C_1
Acetofenol, ácidos fenilacéticos	C_6-C_2
Ácidos hidroxicinâmicos, fenilpropanoides	C_6-C_3
Nafitoquinonas	C_6-C_4
Xantonas	$C_6-C_1-C_6$
Estilbenos, antoquinonas	$C_6-C_2-C_6$
Flavonoides, isoflavonoides	$C_6-C_3-C_6$
Lignananas, neolignananas	$(C_6-C_3)_2$
Biflavonoides	$(C_6-C_3-C_6)_2$
Ligninas	$(C_6-C_3)_n$
Taninos condensados	$(C_6-C_3-C_6)_n$

Fonte: ANGELO e JORGE, 2007.

Os compostos fenólicos são classificados em dois grupos distintos: os flavonoides e os não flavonoides. Os flavonoides compreendem um grupo de compostos fenólicos amplamente distribuídos nas frutas e hortaliças, apresentando-se sob muitas variações como flavonoides, flavonas, flavanonas, catequinas, antocianinas, isoflavonas e chalconas (GRAHAM, 1992; VAN ACQUIRE, 1996; SILVA et al., 2010). Os não flavonoides são divididos em dois grupos, os derivados do ácido hidroxibenzóico e os derivados do ácido hidroxicinâmico (Figura 1).

Os compostos fenólicos, principalmente os flavonoides, são classificados como antioxidantes primários, pois sequestram os radicais livres bloqueando as reações radicalares em cadeia através da doação de átomos de hidrogênio, podendo atuar em ambos os compartimentos celulares lipofílico e hidrofílico (DECKER, 1997; ARAÚJO, 2009).

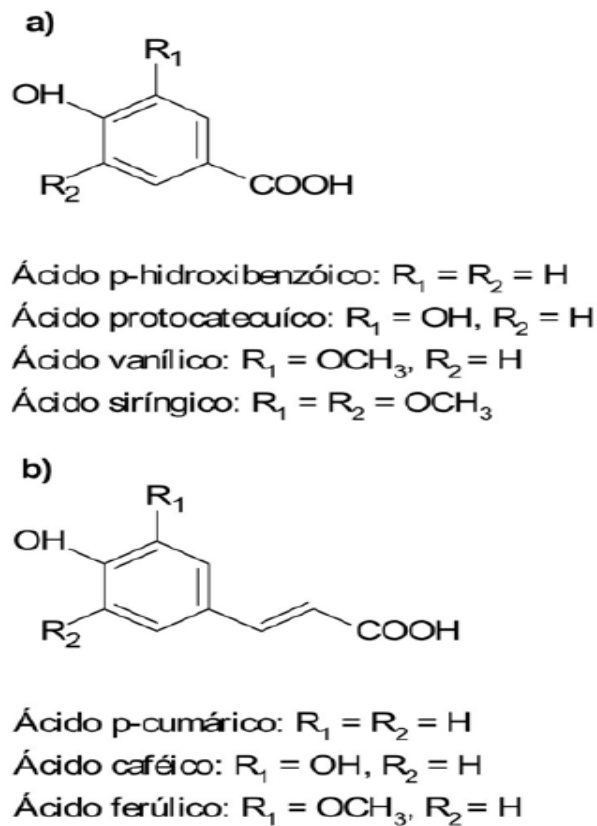


Figura 1 – Estrutura química dos ácidos hidroxibenzoico (a) e hidroxicinâmico (b).

Fonte: ANGELO & JORGE, 2007.

2.2.2 Antocianinas

O termo antocianina tem origem grega, sendo que “antho” significa flor e “kiano”, azul (BARCIA, 2009). Esses pigmentos conferem diferentes tonalidades de cor, oscilando entre vermelho e roxo, de acordo com as condições intrínsecas encontradas nos vegetais (BROUILLARD, 1983; TEIXEIRA et al., 2008).

Os alimentos que contêm esses pigmentos destacam-se por seus efeitos benéficos à saúde, pois as antocianinas são comumente associadas a propriedades antioxidantes, anticarcinogênicas e antivirais.

A estrutura química básica das antocianinas é baseada em uma estrutura policíclica de quinze carbonos, mostrada na Figura 2 (LÓPEZ et al., 2000; LOPES et al., 2007).

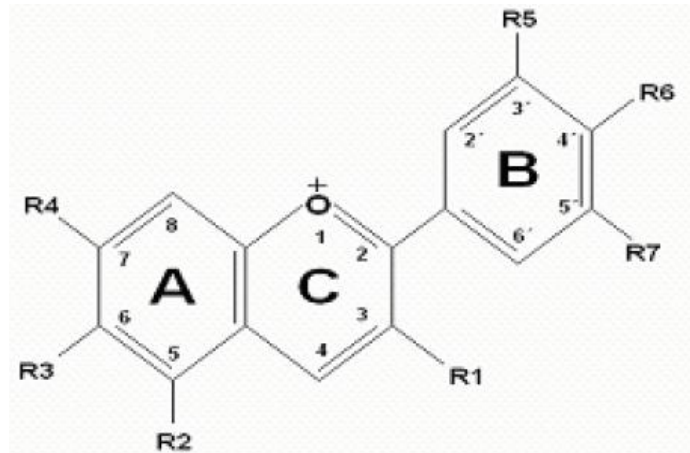


Figura 2 – Estrutura química das antocianinas

Fonte: LÓPEZ et al., 2000.

A estrutura química das antocianinas influencia diretamente a sua capacidade antioxidante. Ao variar a posição e os grupamentos químicos nos anéis aromáticos das antocianinas a capacidade de reagir com radicais livres também varia (GALVANO et al., 2004; ARAÚJO, 2009).

A estabilidade da cor das antocianinas é afetada por diversos fatores como pH, copigmentação, luz, temperatura, metais, oxigênio, fatores estes que devem ser monitorados, após processamento para garantir uma melhor conservação do aspecto sensorial dos produtos (LOPES et al., 2007).

As antocianinas possuem capacidade de apresentarem cores diferentes dependendo do pH do meio em que se encontram, o que as torna de interesse para uso como indicadores de pH. As mudanças estruturais das moléculas ocorridas mediante variação do pH, permitem a obtenção de soluções incolores ou coloridas, podendo ser vermelha, violeta, azul ou amarela (TERCI & ROSSI, 2002; BARCIA, 2009).

2.3 Geleia

A Legislação Brasileira de Alimentos define geleia de fruta como “produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpas ou sucos de frutas, com açúcar e água, e concentrado até consistência gelatinosa” (Resolução nº12 de 24 de julho de 1978 – CNNPA).

Para que a geleia seja considerada um produto com boa qualidade tecnológica é necessário que não sofra alterações nutricionais e sensoriais, conservando-se bem durante sua vida útil. De acordo com a Legislação, não é permitido o uso de corantes ou aromatizantes artificiais nesse produto (Resolução nº12 de 24 de julho de 1978 – CNNPA).

No Brasil há uma grande variedade de frutos nativos que ainda não são comercializados e aproveitados em processamentos de alimentos. A geleia é uma alternativa de processamento e aproveitamento desses alimentos que assim como outros apresentam nutrientes e podem ser alternativas para cooperativas e também indústrias de maior porte.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Foram utilizados frutos *in natura* de jambolão (*Syzygium cumini*), provenientes de diferentes regiões do município de Itaqui/RS. Os frutos foram colhidos no mês de fevereiro de 2013 e selecionados de acordo com o grau de maturação, que foi delineado em função da coloração dos frutos. No total foram coletados 6Kg de fruta, os quais foram devidamente higienizados com água clorada por 15 minutos, na proporção de 10 ppm de hipoclorito de sódio, para a obtenção da polpa, sendo que a porção casca ou pele foi considerada como parte da polpa devido a impossibilidade de separá-la. Depois de separada, a polpa foi embalada e congelada em freezer doméstico a -18°C até o momento das análises.

A geleia foi formulada a partir da polpa do fruto de jambolão (Tabela 4) e a elaboração realizada de acordo com o descrito por Lago, Gomes e Silva (2006), de acordo com a figura 3.

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Itaqui (RS), nos laboratórios de química, biologia e processamento de alimentos, durante o período de julho a setembro de 2013.

Tabela 4. Formulação de geleia de jambolão

Ingrediente	Quantidade (%)
Polpa	49,76
Água	13,57
Açúcar	36,20
Pectina	0,45
Ácido cítrico	0,02

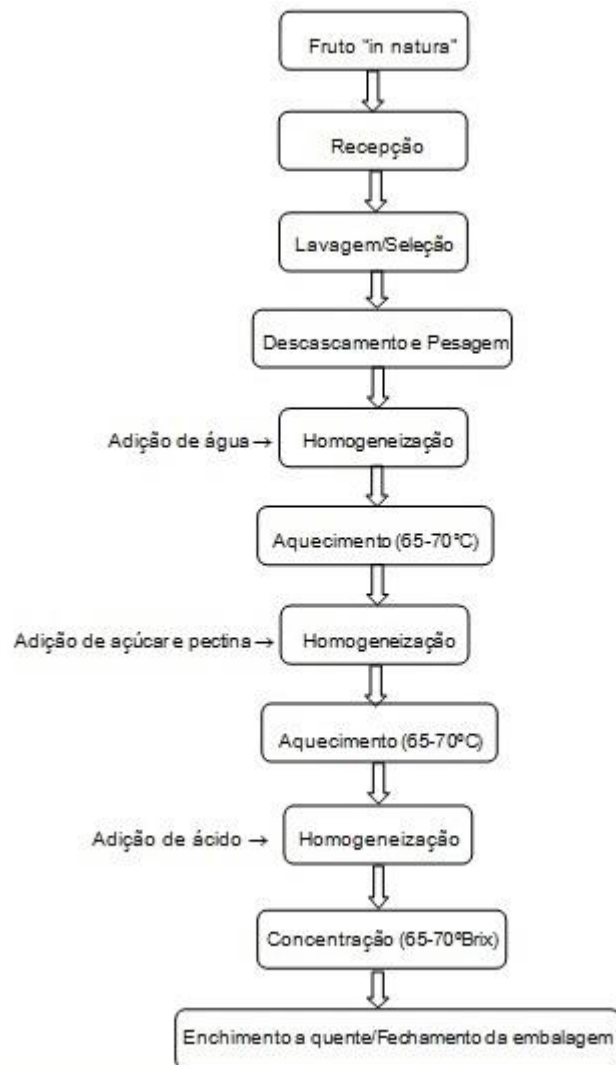


Figura 3. Fluxograma de elaboração de geleia de jambolão

3.2 Métodos

3.2.1 Determinações físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicatas, de acordo com as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008): pH (método potenciométrico), acidez (método volumétrico, titulação com NaOH 0,1N), sólidos solúveis totais (leitura em refratômetro de Abbé à 20° C, expressos em °Brix) e umidade (expresso em porcentagem a partir da perda de massa da amostra pela secagem em estufa à 105°C até peso constante).

3.2.2 Determinação de fenóis totais

Esta determinação foi realizada como descrito por Singleton e Rossi (1965), o teor de fenóis totais foi determinado colorimetricamente e o resultado expresso em função do ácido gálico. A análise foi realizada em triplicata, para realizar a extração foram utilizados 2 gramas de amostra triturada e diluídos em 20mL de metanol. O material foi colocado em banho-maria a 25°C, durante 3 horas. Posteriormente, o material foi filtrado com algodão para um balão volumétrico de 50mL completando-se com metanol. Para a quantificação dos fenóis totais foi realizada a reação colorimétrica, tomando 1mL de extrato e adicionando-se 10mL de água destilada e 0,5mL de reagente Folin-Ciocalteu, a substância reagiu durante 3 minutos e após foram adicionados 1,5mL de carbonato de sódio 20%. O material reagiu por 2 horas e realizou-se a leitura de absorvância da amostra em espectrofotômetro UV-visível, utilizando comprimento de onda de 765nm, usando metanol para zerar o equipamento (branco). A quantificação foi baseada no estabelecimento de uma curva padrão com 0; 15; 25; 50; 75; 100 e 150mg.L⁻¹ de ácido gálico, obtendo-se uma equação da reta expressa por $y = 0,0097x - 0,091$ com R²: 0,9982. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente em ácido gálico por 100 gramas de peso de fruto *in natura*.

3.2.3 Determinação de antocianinas totais

O conteúdo de antocianinas totais foi determinado conforme Less e Francis (1972). Para a obtenção do extrato utilizou-se 1g de amostra em triplicata, aos quais foram adicionados 25mL de etanol acidificado com HCl até pH 1,0. A mistura foi homogeneizada em agitador magnético em um intervalo de 1 hora a cada 5 minutos. Posteriormente, o material foi filtrado com papel filtro e completou-se o volume com etanol para 50mL em um balão volumétrico.

Efetuuou-se a leitura em espectrofotômetro UV/visível, no comprimento de onda de 520nm, o qual representa o espectro de absorção das antocianinas presentes em frutos de jambolão (CAMPOS, 2006; BARCIA, 2009), realizando a leitura do branco com solução de etanol pH 1,0.

3.2.4 Determinação da capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante da polpa dos frutos e da geleia foi determinada segundo método adaptado de Brand-Willians, Cuvelier e Berset (1995), que se baseia na redução do radical estável 2,2-difenil-1-picrylhidrazil (DPPH). A solução de DPPH foi preparada a partir de 24mg do composto diluídos em 100mL de metanol e armazenada em refrigerador doméstico. Foram pesados 5g de amostra em tubo falcon e adicionou-se 20mL de metanol, os extratos metanólicos foram homogeneizados em ultra-turrax até consistência uniforme e armazenados por 24 horas em temperatura de 3-4°C. As amostras foram centrifugadas por 15 minutos (2202g), antes de serem retiradas para a análise. A leitura foi realizada em espectrofotômetro UV-Visível no comprimento de onda de 517nm. O resultado foi expresso em percentual de inibição (%).

$$\% \text{ de Inibição} = \frac{\text{ABS Branco} - \text{ABS Amostra}}{\text{ABS Branco}} \times 100$$

3.2.5 Análise sensorial

O teste de aceitação foi realizado no laboratório de Processamento de Alimentos da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Campus Itaqui. A análise sensorial foi realizada com 75 julgadores, utilizando escala hedônica estruturada de 1 a 9 pontos (1 = desgostei extremamente e 9 = gostei extremamente) conforme descrito na NBR 14141 (ABNT, 1998). Os atributos avaliados foram odor, cor, sabor doce e textura. Também se avaliou a intenção de compra do produto, sendo os extremos 1 = certamente não compraria e 5 = certamente compraria, de acordo com a NBR 14141 (ABNT, 1998). O índice de aceitação foi calculado através da equivalência da nota máxima da escala hedônica a 100%, juntamente com a média de todos os julgadores.

3.2.6 Análise estatística

Os dados foram avaliados pelo programa de estatística Statistic 7.0, para comparação das variáveis foi utilizado o teste Student para amostras independentes, ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas realizadas na polpa do fruto de jambolão e na geleia estão descritos na Tabela 5, e demonstram que todas as determinações realizadas na polpa e na geleia apresentaram diferença significativa em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Caracterização da polpa e da geleia do fruto de jambolão

Determinações	Valores médios*		
	Polpa	Geleia	p
Acidez (% em ácido cítrico)	0,5433±0,046	0,3833±0,011	0,0029
Umidade (%)	86,487±0,371	27,55±0,180	0
pH	3,647±0,551	3,243±0,058	0,0009
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	12,067±0,208	62,667±0,289	0

*Os valores representam as médias de 3 repetições ± desvio padrão.

A acidez titulável em frutas varia de 0,20 a 0,30 em frutas de baixa acidez, como maçãs vermelhas e bananas, 2,0% em ameixas e acima de 6,0% em limão (CECCHI, 1999; LAGO, GOMES & SILVA, 2006). A polpa de jambolão apresentou acidez titulável (% em ácido cítrico) de 0,54. Vizzoto & Fetter (2009), relataram que o mesmo fruto apresenta acidez (em ácido cítrico) de 5,91%, valor diferente ao encontrado nesse estudo. Essa diferença pode ter ocorrido em virtude do período em que e a polpa ficou armazenada, sob congelamento, até que se realizassem as análises.

A polpa apresentou teor de umidade de 86%, valor próximo ao encontrado por Barcia (2009) que foi de aproximadamente 83%, ao avaliar diferentes cultivares de jambolão. O teor de umidade encontrado nesse estudo está dentro do esperado para frutas em geral, que varia de 74 a 94% (BARCIA, 2009). Este elevado teor de umidade é um dos fatores que torna o fruto altamente perecível, sendo assim sua utilização na forma de produtos torna-se uma alternativa de consumo.

O pH obtido da caracterização da polpa foi de 3,6, diferente do encontrado por Lago, Gomes & Silva (2006), os quais encontraram valores de pH de 3,9. Esses

mesmos autores relatam que o fruto apresenta sólidos solúveis totais (SST) de 9 °Brix enquanto que o encontrado nesse estudo foi de aproximadamente 12 °Brix. Carvalho et al. (2008), realizaram um estudo avaliando as características do fruto de jambolão em diferentes estádios de maturação, e encontraram valor de 11,16 °Brix de SST em frutos considerados de estágio de maturação intermediário. Sendo assim, é justificável que o valor encontrado no presente estudo tenha sido mais alto, pois os frutos utilizados foram coletados em um estágio ideal de maturação.

Com relação aos parâmetros avaliados na caracterização da geleia, observa-se que o valor encontrado para umidade e sólidos solúveis totais está de acordo com o permitido pela legislação, que estabelece máximo de 35% p/p e mínimo de 62° Brix, respectivamente (Resolução nº12 de 24 de julho de 1978 – CNNPA). Lago, Gomes e Silva (2006), sugerem um pH máximo de 3,4 para a geleia, sendo que abaixo de 3,0 há possibilidade de ocorrer sinérese. Nota-se que o pH de 3,24 encontrado na geleia, favorece a obtenção de um produto com as características ideais desejadas.

Analisando os dados da polpa e da geleia de jambolão observou-se que o índice de acidez, umidade e pH demonstraram uma redução, já o conteúdo de sólidos solúvel apresentou um aumento, este fato ocorreu devido a adição de açúcar e formação do gel na preparação da geleia.

4.2 Potencial antioxidante

Os resultados da determinação do potencial antioxidante da polpa e geleia de jambolão encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6. Potencial antioxidante de polpa e geleia de jambolão.

Determinações	Valores médios*		
	Polpa	Geleia	p
Compostos fenólicos totais (mg GAE**.100g ⁻¹)	466,39±1,00	337,73±1,000	0
Antocianinas totais (mg GYD-3-G***.100g ⁻¹)	84,96±1,54	41,44±1,014	0
Atividade Antioxidante (% de inibição DPPH***)	71,98±4,30	94,16±0,630	0,0009

*Os valores representam as médias de 3 repetições ± desvio padrão;

GAE: ácido gálico equivalente; * GYD-3-G: cianidina-3-glicosídeo.

*** DPPH: 2,2-difenil-1-picrylhidrazil.

Observa-se que os compostos fenólicos totais encontrados no presente estudo, foram de 466,39 e 337,73mg ácido gálico.100g⁻¹ para polpa e geleia, respectivamente. Kuskoski et al. (2002), encontrou valor mais baixos (229,6mg.100g⁻¹) de compostos fenólicos totais quando avaliou o fruto de jambolão.

O conteúdo de antocianinas totais encontrados tanto na polpa quanto na geleia foi superior ao relatado por Barcia (2009), que ao analisar diferentes cultivares do fruto de jambolão quantificou máximo de 16,94mg cianidina-3-glicosídeo.100g⁻¹. Essa discrepância encontrada entre os resultados ocorre devido as diferenças climáticas entre as distintas regiões.

O método de DPPH aplicado para a análise da atividade antioxidante durante o tempo de 30 minutos demonstrou que ambas as amostras, polpa e geleia, apresentam alto poder antioxidante com 71,98 e 94,16%, respectivamente. Observa-se que ao comparar o poder antioxidante da polpa e geleia de jambolão com os frutos estudados por Melo et al. (2008), como abacaxi (60% de sequestro DPPH), laranja cravo (58% de sequestro DPPH) e melão espanhol (40% de sequestro DPPH), verifica-se que os resultados obtidos no presente estudo são superiores.

Esta diferença observada entre as médias encontradas pode ser influenciada pelas condições edafo-climáticas, o método de extração empregado nas análises, o tamanho da amostra, o tempo e as condições de estocagem, o padrão utilizado e a presença de interferentes tais como ceras, gorduras, terpenos e clorofilas (SHAHIDI & NACZK, 1995; ANGELO & JORGE, 2007).

Analisando os dados da polpa e da geleia na determinação do conteúdo de antocianinas notou-se que esta diminui pela metade, este fato pode ocorrer, pois durante a preparação e processamento dos alimentos, o conteúdo de antocianinas pode decrescer em até 50%, tanto durante a lavagem com água devido à sua solubilidade quanto pela utilização de altas temperaturas (LOPES et al., 2007).

4.3 Análise sensorial

Os resultados do índice de aceitação da geleia de jambolão estão apresentados na Figura 3. Observa-se que todos os atributos analisados apresentaram porcentagens superiores a 80 %. Segundo Gularte (2002), os produtos são considerados aceitos quando suas características sensoriais atingem índice de aceitabilidade de no mínimo 70%.

Observa-se que o atributo odor foi o que menos agradou aos julgadores, obtendo média 7,3 que na escala hedônica corresponde a “gostei regularmente”. Este fato ocorreu provavelmente porque o fruto possui odor característico acentuado e pelo fato de muito dos julgadores nunca terem consumido o fruto ao até mesmo nem conhecê-lo. Já o atributo cor apresentou média 8,5, correspondendo na escala hedônica a “gostei moderadamente”, este foi o atributo que mais agradou aos julgadores, demonstrando que mesmo com o decréscimo de antocianinas no produto o pigmento ainda permaneceu satisfatoriamente após o processo. Os resultados, da análise sensorial de geleia de jambolão, relatados por Lago, Gomes e Silva (2006) referentes ao atributo cor (média 8) foram próximos ao encontrados nesse estudo.

Com relação à intenção de compra do produto, 86% dos julgadores afirmaram que certamente comprariam o produto, o que ressalta a aceitação do mesmo.

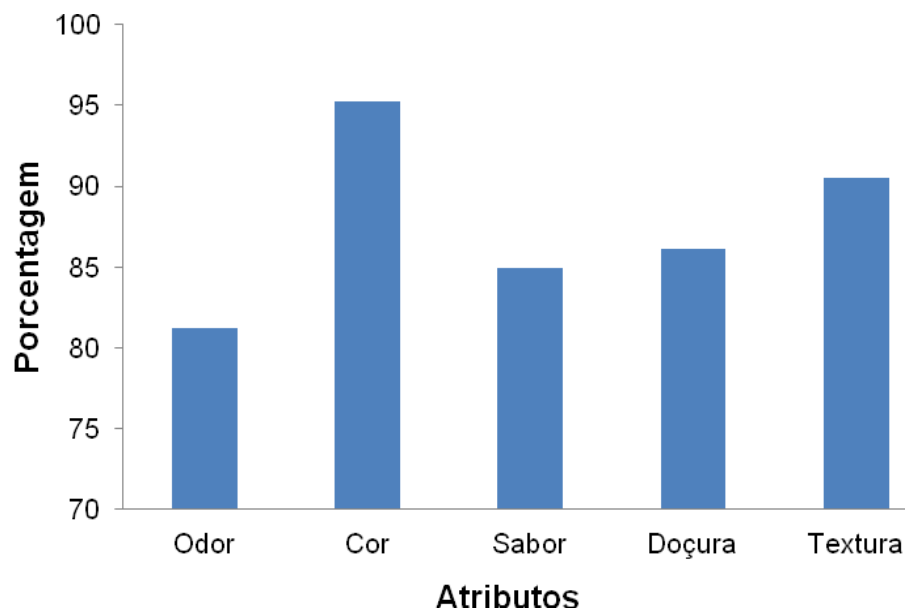


Figura 4. Gráfico dos índices de aceitação da geleia de jambolão.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se com este estudo, que a polpa e a geleia do fruto de jambolão apresentam um potencial antioxidante satisfatório, bem como no teor de compostos fenólicos e antocianinas. A polpa apresentou caracterização físico-química similar às referências encontradas na literatura e a geleia demonstrou estar de acordo com padrão exigido pela legislação. Com relação à aceitação de 86% da geleia, esta demonstrou que o produto foi aceito pelos julgadores e que é uma ótima alternativa de consumo deste fruto nativo, que ainda não apresenta expressivo consumo.

6. REFERÊNCIAS

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Um a breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 66 (1): p. 1-9, 2007.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 5ª Ed. Viçosa, MG: UFV, 2011.

ARAÚJO, P. F. **Atividade antioxidante de néctar de amora-preta (*Rubus spp.*) e sua influência sobre os lipídios séricos, glicose sanguínea e peroxidação lipídica em hamsters (*Mesocricetus auratus*) hipercolesterolêmicos**. 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14141**. Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1998.

BARCIA, M. T. **Composição centesimal e de fitoquímicos em jambolão (*Syzygium cumini*)**. 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2009.

BIANCHI, M. L.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, 12 (2): 123-130. 1999.

BRAND-WILLIAMS, W.; COUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT – Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Aprova Normas Técnicas Especiais do Estado de São Paulo, relativas a Alimentos e Bebidas. **Resolução da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos – CNNPA n. 12**, de 24 de julho de 1978. Seção I, PT I. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/e57b7380474588a39266d63fbc4c6735/RESOLUCAO_12_1978.pdf?MOD=AJPERES Acesso em: 10/09/2013.

BROUILLARD, R. The in vivo expression of anthocyanins colour in plants. **Phytochemistry**, 22: 311-323. 1983.

CAMPOS, D. D. P. **Extração, purificação e isolamento de antocianinas de jambolão (*Syzygium cumini*) e avaliação dos seus efeitos biológicos**. 2006.

109f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2006.

CARDOSO, R. L. **Estabilidade de geléia de jambo vermelho (*Eugenia malaccensis*, L.) em copo de vidro**. 1994. 157f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1994.

CARVALHO, S. F.; LIMA, C. S. M.; AMARAL, P. A.; RUFATO, A. R. Caracterização de frutas de jabolão (*Syzygium cumini* Lamarck) em diferentes estádios de maturação. **XVII Congresso de Iniciação Científica e X Encontro de Pós Graduação**, Pelotas, 2008.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Ed. Unicamp. Coleção Livro Texto, 1999. p. 119.

DECKER, E. A. Phenolics: prooxidants or antioxidants? **Nutrition Reviews**, v. 55, n. 11, p. 296-407, 1997.

GALVANO, F.; LA FAUCI, L.; LAZZARINO, G.; FOGLIANO, V.; RITIENI, A.; CIAPPELLANO, S.; BATTISTINI, N. C.; TAVAZZI, B.; GALVANO, G. Cyanidins: metabolism and biological properties. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 15, n. 1, p. 2-11, 2004.

GONÇALVES, A. E. S. S. **Avaliação da capacidade antioxidante de frutas e polpas de frutas nativas e determinação dos teores de flavonoides e vitamina C**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

GRAHAM, H. D. Stabilization of the Prussian blue color in the determination of polyphenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Columbus, v. 40, n. 5, p. 801-805, 1992.

GULARTE, M. A. **Manual de análise sensorial de alimentos**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2002. 59p.

HARBONE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v. 55, p. 481-504, 2000.

HILGEMANN, M. **Avaliação da capacidade antioxidante in vitro e in vivo contra radicais peroxila e hidroxila em amostra de plantas medicinais**. 2010. 146 f.

Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para a análise de alimentos**. São Paulo, 1020 p. 2008.

KROLOW, A. C. R. Preparo artesanal de geleias e geleiadas. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2005.

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, 2006.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SILVA, R. Produção de geleia de jambolão (*Syzygium cumini* Lamarck): processamento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 26(4), p. 847-852, 2006.

LESS, D. H.; FRANCIS, F. J. Standarization of pigment analysis in Cramberries. **Hortiscience**, Alexandria, v. 7, n. 1, p. 83-84, 1972.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 291-297, 2007.

LÓPEZ, O. P.; JIMÉNEZ, A. R.; VARGAS, F. D. et al. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability. **Critical Reviews Food Science Nutrition**. v. 40, n. 3, p. 173-289, 2000.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. São Paulo, v. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal Chromatography A**, 1054 (1/2): p. 95-111.

OLIVEIRA, D. M.; BASTOS, D. H. M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p. 1051-1056, 2011.

PELEG, H.; BODINE, K. K.; NOBLE, A. C. The influence of acid on adstringency of alum and phenolic compounds. **Chemical Senses**. 23 (3): 371-8. 1998.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. **Lancaster: Technomic**, 1995.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Phenolics in food and Nutraceuticals**. CRC Press, p. 403-407, 2004.

SIES, H. Strategies of antioxidant defence. **Review European Journal of Biochemistry**, Berlin, v. 215, n. 2, p. 213-219, 1993.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Jr. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**. v. 16, p. 144-158, 1965.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

SPENCER, J. P.; ABD, E. I.; MOHSEN, M. M.; MINIHANE, A.M.; MATHERS, J. C. Biomarkers of the intake of dietary polyphenols: strengths, limitations and application in nutrition. **British Journal of Nutrition**; 99: 12-22, 2008.

TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**. 55 (4): 297-304, 2008.

TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? **Química Nova**, v. 25, n.4, p.684-688, 2002.

VALENZUELA, A.; NIETO, S.; UAUY, R. Desafios tecnológicos para avaliar ácidos graxos ômega-3 poliinsaturados em óleos marinhos de uso alimentício e farmacológico. **Aceites y Graxas**, v. 7, 1993.

VAN ACQUIRE, S. A. Structural aspects of antioxidante activity of flavonoids. **Free Radical Biology Medicine**, v. 20, n. 3, p. 331-342, 1996.

VIZZOTTO, M.; FETTER, M. R. Jambolão: o poderoso antioxidante. **Embrapa Clima Temperado**, 2009. Disponível em:
<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/noticias/?q=4726#4726> Acesso em:
15/07/2013.