

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
Agroindustrial



Dissertação

**Caracterização de frutos de butiazeiro (*Butia odorata*
Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi e estabilidade de seus
compostos bioativos na elaboração e armazenamento
de geleias**

Liane Xavier Fonseca
Química de Alimentos

Pelotas, 2012.

Liane Xavier Fonseca
Química de Alimentos

Caracterização de frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi e estabilidade de seus compostos bioativos na elaboração e armazenamento de geleias

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Prof. Leonardo Nora, PhD, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Agroindustrial.

Orientador: Prof. Leonardo Nora, PhD, DCTA/UFPel
Coorientadora: Pesq. Dra. Ana Cristina Richter Krolow, Embrapa - CPACT

PELOTAS
Rio Grande do Sul – Brasil
Janeiro de 2012

Catálogo na Publicação:
Maria Fernanda Monte Borges
CRB-10/1011

F676c Fonseca, Liane Xavier

Caracterização de frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi e estabilidade de seus compostos bioativos na elaboração e armazenamento de geleias / Liane Xavier Fonseca ; orientador Leonardo Nora ; co-orientadora Ana Cristina Richter Krolow. – Pelotas, 2012.
68 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas.

1. Geleia 2. Processamento 3. Atividade antioxidante 4. Compostos bioativos
5. Frutos 6. Butiazeiro I. Nora, Leonardo (orient.) II. Krolow, Ana Cristina
Richter (co-orient.) IV. Título.

CDD 664.152
664.8

Liane Xavier Fonseca
Química de Alimentos

Caracterização de frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi e estabilidade de seus compostos bioativos na elaboração e armazenamento de geleias

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Prof. Leonardo Nora, PhD, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologia Agroindustrial.

Comissão de Orientação:

Prof. Leonardo Nora, PhD – DCTA – UFPel
Pesq. Dra. Ana Cristina Richter Krolow – EMBRAPA - CPACT

Comissão Examinadora:

Prof. Dra. Márcia de Mello Luvielmo – DCA/UFPel
Pesq. Dra. Márcia Vizzotto – Embrapa/CPACT

A minha família por todo apoio, amor e
incentivo que sempre recebi.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A toda minha família, em especial aos meus pais Edegar e Maria Lúcia e ao meu namorado Maico, pelo amor incondicional, apoio, carinho e incentivo ao longo desta trajetória.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realização do curso.

À Embrapa Clima Temperado pela bolsa de estudos concedida durante os dois anos de desenvolvimento dos trabalhos.

Ao projeto Probio 2 pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

À pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Ana Cristina Richter Krolow pela orientação, amizade, apoio, ensinamento e confiança transmitidos durante a realização do trabalho.

Ao professor Leonardo Nora, pela atenção, amizade, orientação e apoio para a realização deste trabalho.

Às pesquisadoras da Embrapa Clima Temperado, Rosa Lia Barbieri e Márcia Vizzotto.

Aos colegas dos Laboratórios de Ciência e Tecnologia de Alimentos e Pós-colheita da Embrapa Clima Temperado: Núbia Ferri, Diandra Coberlini, Tatiane Bialves, Liziane Àvila, Marina Àvila, Vanessa Araújo, Taisa Leite, Jussara Xavier, Fernando Volcan, Rosa Treptow, Médelin Marques e Giseli Crizel, pelo carinho, amizade, paciência, auxílio e momentos de descontração.

A equipe da Central Analítica da Embrapa Clima Temperado, pelas orientações e auxílio nas determinações de proteína e minerais.

Por fim, agradeço a Deus e a todos que contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

FONSECA, Liane Xavier. **Caracterização de frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi e estabilidade de seus compostos bioativos na elaboração e armazenamento de geleias.** 2012. 68f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A família botânica *Arecaceae* (*Palmae*) destaca-se pela intensa utilização de suas muitas espécies (2.500 a 3.500) pelo homem, inclusive *Butia odorata*, desde tempos remotos. Na região sul do Brasil, no Rio Grande do Sul, o gênero *Butia*, dentre seis no total, é representado principalmente pelas espécies *B. eriospatha*, *B. odorata*, *B. capitata*, *B. paraguayensis* e *B. yatay*, todas produtoras de frutos consumidos *in natura* ou na forma de sucos, geleias, musses, bombons, licores e sorvetes. O interesse pelos frutos nativos tem aumentado por se acreditar que o consumo dos mesmos melhora a saúde humana. Para validar e delimitar este pressuposto a caracterização dos referidos frutos, tanto *in natura* quanto processados, é necessária, em muitos casos, pela carência de informações. Os benefícios à saúde têm sido associados principalmente aos compostos bioativos com propriedades antioxidantes. Neste contexto, frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi silvestre, foram caracterizados quanto às características químicas e físicas e quanto a estabilidade de compostos bioativos e atividade antioxidante frente ao processamento (geleia) e tempo de armazenamento. Foi verificado que os frutos dos butiazeiros apresentaram variação significativa em sua composição físico-química. Os frutos do butiazeiro A foram superiores quanto aos teores de sólidos solúveis totais, pH, açúcares totais e redutores. O valor calórico total dos frutos de butiazeiros variou de 65 a 80 kcal.100 g⁻¹. Quanto aos teores de água, cinzas, lipídios, proteínas e fibras nos frutos, foi observado uniformidade entre butiazeiros. Devido aos elevados teores de potássio, cálcio, manganês e ferro, os frutos de butiazeiros podem ser considerados excelentes fontes desses minerais, com destaque para os elevados teores de ferro e manganês dos frutos do butiazeiro A. Dentre os compostos bioativos, o butiazeiro destaca-se pelos maiores teores de fenóis totais, vitamina C e carotenóides totais. Os frutos do butiazeiro A apresentaram superioridade nos teores de fenóis e antocianinas totais e no valor de atividade antioxidante. Os valores de cor da epiderme dos frutos localizaram-se no primeiro quadrante, nas tonalidades de vermelho e amarelo. Em relação às geleias de butiá, estas foram distintas quanto às suas características físico-químicas, exceto no teor de sólidos solúveis totais, que foi similar entre os dois produtos a partir do sexagésimo dia de armazenamento. O conteúdo de compostos bioativos influenciou na redução da atividade antioxidante devido ao processamento das geleias. Durante o período de armazenamento, as geleias 1 e 2 apresentaram similaridade de comportamento frente aos compostos bioativos analisados e atividade antioxidante. Quanto a atividade antioxidante das geleias, esta apresentou redução significativa somente após os 60 dias de armazenamento.

Palavras-chave: Composição. Atividade antioxidante. Compostos bioativos. Processamento. Geleia.

ABSTRACT

FONSECA, Liane Xavier. **Characterization of butia palm fruits (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi and stability of bioactive compounds in the preparation and storage of jellies.** 2012. 68f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The botanical family *Arecaceae* (*Palmae*) is distinguished by intense use of many species (2500-3500) by man, including *Butia odorata*, from ancient times. In southern Brazil, in Rio Grande do Sul, the genus *Butia*, from six in total, is represented mainly by the species *B. eriospatha*, *B. odorata*, *B. capitata*, *B. paraguayensis* and *B. yatay* all producing fruits eaten fresh or as juice, jellies, mousses, bombon, liqueurs and ice cream. The interest in native fruits has increased because the assumption that the consumption of them improves human health. To validate this assumption and to define the characterization of these fruits, both fresh and processed, it is still necessary in many cases, especially by the lack of information. The health benefits have been linked mainly to the bioactive compounds with antioxidant properties. In this context, butia palm fruits (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi, were analyzed for chemical characteristics and physical and the stability of bioactive compounds and antioxidant activity during processing (jelly) and storage time. You can check that the fruits collected from different plants butia palm significant variation in its physical and chemical composition. As the fruits of butia palm A top for the levels of total soluble solids, pH, total and reducing sugar. The total caloric value of fruits of butia palms range from 65 – 80 Kcal.100 g⁻¹. The contents of water, ash, fat, protein and fiber in the fruits were uniform between plants, with few exceptions. The contents of potassium, calcium, manganese and iron in butia palm fruits were considered excellent sources of these minerals, among the bioactive compounds butia palm fruit stands out for higher levels of phenols, vitamin C and carotenoids. Since the fruits of butia palm A showed superiority in phenols and total anthocyanins and antioxidant activity value. The peel color values of fruits are located within the first quadrant between the shades of red to yellow. In relation to the butia palm jellies, these were different as their physical and chemical characteristics, except for total soluble solids, which was similar between the two products from the sixtieth day of storage. The content of bioactive compounds influenced the reduction of antioxidant activity during processing of jellies. During the storage time the jellies 1 and 2 had similar conduct in the studied bioactive compounds and antioxidant activity. The antioxidant activity of jellies, it decreased significantly only after 60 days of storage.

Keywords: Composition. Antioxidant activity. Bioactive compounds. Processing. Jelly.

Lista de Figuras

CAPITULO I

- Figura 1 - Imagem de satélite da área do butiazal (A) e localização do butiazal em Tapes/RS (B)..... 21
- Figura 2 - Coloração da epiderme dos frutos de butiazeiro. (A) butiazeiro A, (B) butiazeiro B, (C) butiazeiro C e (D) butiazeiro D. Fotos: Liane Fonseca 22
- Figura 3 - Diagrama de cromaticidade a^* e b^* . (A) butiazeiro A, (B) butiazeiro B, (C) butiazeiro C, (D) butiazeiro D. 41

CAPITULO II

- Figura 1 - Fluxograma do processo de elaboração das geleias de butiá. 47

Lista de Tabelas

CAPITULO I

TABELA 1 - Características físico-químicas dos frutos de butiazeiros (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi.....	28
TABELA 2 - Composição centesimal dos frutos de butiazeiros (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi	30
TABELA 3 - Teores minerais (mg.100 g ⁻¹) (Base seca) em frutos de butiazeiros (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi.....	32
TABELA 4 - Teor de compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de butiazeiros (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi	36
TABELA 5 - Teor de vitamina C e ácido L-ascórbico em frutos de butiazeiros (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi.....	38
TABELA 6 - Valores de luminosidade (L), coordenadas de cromaticidade a* e b* e valores de ângulo de cor (°hue) de frutos de butiazeiros (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi	40

CAPITULO II

TABELA 1 - Tratamentos e delineamento experimental da elaboração das geleias de butiá	46
TABELA 2 - Características físico-químicas das geleias de butiá.....	49
TABELA 3 - Análise de compostos bioativos e atividade antioxidante das geleias de butiá	53

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	12
CAPITULO I – CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE BUTIAZEIRO (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi.....	18
1.1 Introdução	18
1.2 Material e Métodos	21
1.2.1 Amostras	21
1.2.2 Composição química dos frutos de butiazeiro (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi	23
1.2.2.1 Composição mineral dos frutos de butiazeiro (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi	23
1.2.2.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de butiazeiro (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi.....	24
1.2.3 Avaliação instrumental da cor de frutos de butiazeiro (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi.....	27
1.2.4 Análise Estatística	27
1.3 Resultados e Discussão	27
1.3.1 Composição química dos frutos de butiazeiro (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi	27
1.3.1.1 Composição mineral dos frutos de butiazeiros (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi.....	32
1.3.1.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante dos frutos de butiazeiros (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi.....	35
1.3.2 Avaliação instrumental da cor de frutos de butiazeiros (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi	39

1.4 Conclusão	41
CAPITULO II – ESTABILIDADE DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE FRUTOS DE BUTIAZEIRO (<i>Butia odorata</i> Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi SUBMETIDOS AO PROCESSAMENTO NA FORMA DE GELEIA E ARMAZENAMENTO.....	
2.1 Introdução	43
2.2 Material e Métodos	45
2.2.1 Material.....	45
2.2.2 Método	45
2.2.2.1 Delineamento Experimental	45
2.2.3 Processo de elaboração das geleias.....	47
2.2.4 Determinações físico-químicas das geleias de butiá.....	48
2.2.5 Compostos bioativos e atividade antioxidante das geleias de butiá.....	48
2.3 Análise Estatística	49
2.4 Resultados e Discussão	49
2.4.1 Determinações físico-químicas das geleias de butiá.....	49
2.4.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante das geleias de butiá.....	51
2.5 Conclusão	56
CONCLUSÕES GERAIS.....	57
REFERÊNCIAS.....	58

INTRODUÇÃO GERAL

A família botânica *Arecaceae* (*Palmae*) destaca-se pela intensa utilização de suas muitas espécies (2.500 a 3.500) pelo homem, inclusive *Butia odorata*, desde tempos remotos (JONES, 1994). Nas Américas, são encontrados 67 gêneros que compreendem 1.440 espécies, das quais 200 estão distribuídas em 39 gêneros, os quais são registrados para o Brasil (ENDERSON et al., 1995; PIVARI; FORZZA, 2004). Estas espécies, comumente chamadas de palmeiras, apresentam elevada importância econômica.

No Rio Grande do Sul ocorrem seis gêneros de palmeiras: *Bactris* Jacq., *Butia* (Mart.) Becc., *Euterpe* Mart., *Geonoma* Mart., *Syagrus* Mart. e *Trithrinax* Mart. (ROSSATO, 2007). Dentre eles, destacam-se as palmeiras do gênero *Butia*, características de campos e cerrados, ocorrendo naturalmente no sul do Brasil, leste do Paraguai, noroeste e sudeste do Uruguai, nordeste da Argentina e em diversas partes do mundo, sendo muito comum na região sul dos Estados Unidos e na Europa, onde há registro de butiazeiro plantado no Vaticano, Itália (TONIETTO et al., 2008).

Estas palmeiras fornecem vários produtos como palmitos, óleos, amêndoas e fibras, além de folhas e estipes usados em construções rústicas e artesanatos, chapéus, cestos, sacolas, cordas, enchimentos de colchões e estofados. Os frutos maduros são consumidos *in natura* ou processados na forma de sucos, geleias, musses, bombons, vinhos, licores e sorvetes. As plantas também são exploradas como ornamentais, para uso no paisagismo (ALVES; DEMATTÊ, 1987; DINIZ; SÁ, 1995; NOBLICK, 1996), além de exercerem um importante papel ecológico nas formações vegetais onde ocorrem (PERES, 1994), fornecendo alimento para uma série de animais frugívoros. A amêndoa é comestível e fornece óleo alimentar, que pode ser utilizado em diferentes setores da indústria, como alimentícia, farmacêutica e cosmética (ROSSATO, 2007).

Especificamente do gênero *Butia*, ocorrem cinco espécies: *Butia capitata*, *Butia eriospatha*, *Butia odorata*, *Butia paraguayensis* e *Butia yatay* (ROSSATO, 2007), todas elas denominadas popularmente como butiá ou butiazeiros. Dentre essas espécies, os registros de maior ocorrência são de *Butia capitata* (atualmente denominada de *Butia odorata* Barb. Rodr. Noblick & Lorenzi) e *Butia eriospatha* (ROSSATO, 2007).

A espécie *Butia capitata* é uma palmeira de 4 a 5 metros de altura, seus frutos tem mesocarpo (polpa) fibro-suculento e sabor doce-ácido (LORENZI et al., 2006) e, assim como *Butia eriospatha* é encontrada em uma vasta área territorial do Rio Grande do Sul, abrangendo zonas territoriais diferenciadas. Em 2010, após uma ampla revisão taxonômica do gênero *Butia*, essa espécie que ocorre no Bioma Pampa, que até então era denominada de *Butia capitata* (Mart.) Becc., passou a ser chamada de *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi. Ficou a denominação *Butia capitata* (Mart.) Becc. restrita a uma espécie de ocorrência no Cerrado (LEITMAN et al., 2010; LORENZI et al., 2010).

O interesse pelos frutos nativos tem aumentado por se acreditar que o consumo dos mesmos melhora a saúde humana. Para validar e delimitar este pressuposto, a caracterização dos referidos frutos, tanto *in natura* quanto processados, é necessária, em muitos casos, pela carência de informações. Os benefícios à saúde têm sido associados principalmente aos compostos bioativos (carotenóides, compostos fenólicos e vitamina C) com propriedades antioxidantes.

Os carotenóides são pigmentos que se encontram nos cromoplastos e também nos cloroplastos, sempre acompanhando as clorofilas. Sua cor varia de amarelo a vermelho (BOBBIO; BOBBIO, 2003; RIBEIRO; SERAVALLI, 2004; CHITARRA; CHITARRA, 2005). São compostos terpenóides formados por oito unidades de isopreno divididos em dois subgrupos: os carotenos, que consistem em hidrocarbonetos puros (ex: caroteno e licopeno); e seus derivados oxigenados - as xantofilas (ex: luteína e zeaxantina).

A principal atividade atribuída aos carotenóides é a capacidade de conversão em vitamina A. A vitamina A é essencial para a diferenciação celular, a visão, o crescimento ósseo, a reprodução e integração do sistema imunológico, sendo que sua deficiência resulta em anemia (LAYRISSE, 2000).

De acordo com a revisão feita por Rodriguez-Amaya (1997), também são atribuídas aos carotenóides a diminuição do risco de câncer e prevenção de doenças cardiovasculares.

A composição de carotenóides nos frutos é afetada por diversos fatores, como a espécie, variedade, parte do vegetal, grau de maturação, clima, tipo de solo, condições de cultivo e colheita, processamento e armazenamento (SHILS et al., 2003). A distribuição destes compostos também apresenta variações consideráveis, sendo geralmente mais concentrados no epicarpo do que na polpa das frutas (LIMA; MÉLO; LIMA, 2002).

A estabilidade dos carotenóides difere bastante nos alimentos, mesmo quando estes são submetidos ao processamento e condições de estocagem idênticas, sendo a oxidação (enzimática ou não) a principal causa de destruição dos carotenóides (LOPES et al., 2005; RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008). Fatores como exposição à luz e ao oxigênio, tipo de matriz alimentícia, presença de enzimas, disponibilidade de água e presença de antioxidantes e/ou pró-oxidantes podem influenciar o processo de oxidação (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008). O processo de congelamento, especialmente o congelamento rápido, e a estocagem sob temperatura de congelamento geralmente propiciam a retenção dos carotenóides nos alimentos (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários naturalmente presentes em frutas; são biossintetizados a partir de duas rotas metabólicas, a via do ácido chiquímico e a via do ácido mevalônico. Estão envolvidos no processo de crescimento e reprodução das plantas, sistema de defesa à radiação ultravioleta ou a agressões de insetos ou patógenos (MANACH et al., 2004; TAI; ZEIGER, 2004), protetores de doenças na pré-colheita, além do papel na coloração e no *flavor* de muitos produtos, contribuindo para a adstringência, a acidez ou para o sabor amargo de alguns frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Quimicamente, os compostos fenólicos são substâncias que possuem em sua estrutura pelo menos um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. Mais de 8.000 compostos fenólicos (DREOSTI, 2000) já foram identificados, sendo que a maioria destes compostos pertencem à classe dos flavonóides, dos ácidos fenólicos (não

flavonóides) e dos polifenóis (presentes essencialmente na forma de taninos) (KING; YOUNG, 1999).

Estudos realizados com estes compostos demonstraram sua capacidade antioxidante, assim como seu possível efeito na prevenção de diversas doenças cardiovasculares, cancerígenas e neurológicas. Porém, a ação benéfica dos compostos fenólicos à saúde humana tem sido relacionada à sua atividade anti-inflamatória (HARBORNE; WILLIAMS, 2000).

As antocianinas consistem em um dos maiores grupos de pigmentos hidrossolúveis pertencentes à classe dos flavonóides, são responsáveis pela cor vermelha, violeta e púrpura de muitos vegetais. Atualmente são conhecidas 20 antocianinas, mas apenas seis destes compostos são importantes na tecnologia de alimentos: pelargonidina, cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina e malvinidina. As demais são relativamente raras e normalmente encontradas em flores e folhas (FENNEMA, 1993).

Segundo Degáspari e Waszczynskyj (2004) esses compostos apresentam diversas funções de defesa para as plantas e também contribuem para a síntese de nutrientes e hormônios. Em humanos, diversos efeitos biológicos têm sido relatados como, ação antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, anti-cancerígena e vasodilatadora.

As antocianinas, por serem compostos altamente reativos, estão sujeitas à degradação durante o processamento e o período de armazenamento do produto. Esses compostos são afetados pelo pH, luz, temperatura, oxigênio, concentração de açúcar, ácido ascórbico e por metais, além da interação com outros componentes do alimento como ácido ascórbico, açúcares e co-pigmentos (JACKMAN; SMITH, 1992; BOBBIO; BOBBIO, 2003).

A vitamina C ou ácido ascórbico (AA) é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil. É encontrada na natureza em equilíbrio entre as formas reduzida e oxidada (ácido L-ascórbico e ácido dehidroascórbico, respectivamente), porém a forma oxidada está menos difundida nas substâncias naturais. O ácido L-ascórbico é amplamente distribuído nos produtos de origem vegetal, sendo encontrado, principalmente, em frutas cítricas e hortaliças folhosas (ZHANG; HAMAUZZU, 2004; SILVA et al., 2006; ROSA et al., 2007). É a forma biologicamente mais ativa da vitamina C, e apresenta atividade antioxidante,

estando relacionada à redução do risco de arteriosclerose, doenças cardiovasculares e de algumas formas de câncer (CARVALHO et al., 2006).

Além disso, a vitamina C é uma das principais vitaminas para a nutrição humana, atua na prevenção do escorbuto, na manutenção saudável da pele e dos vasos sanguíneos, na formação do colágeno, na absorção do ferro inorgânico e na redução do nível de colesterol (BURDULU et al., 2006). Quanto à estabilidade, a vitamina C é uma substância estável em solução ácida e na ausência de luz. Entretanto, é um dos nutrientes mais sensíveis às condições de processamento e armazenamento, e a sua degradação está relacionada com diversos fatores como oxigênio, pH, luz, temperatura e atividade de água (GABAS et al., 2003). Pesquisas mostram que a degradação da vitamina C aumenta em atividades de água mais altas, supostamente devido ao fato da reação ocorrer mais facilmente quando a fase aquosa do produto é menos viscosa (ZANONI et al., 1999).

Krolow et al. (2010) caracterizaram os principais compostos bioativos em frutos de butiá (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi, oriundos do município de Tapes/RS, e avaliaram sua estabilidade após o processamento de geleias. Obtiveram como resultados, redução de 33 e 39 % no teor de vitamina C, de 74 e 96 % no teor de compostos fenólicos totais, de 89 e 92 % no teor de carotenóides totais, porém, o teor de antocianinas permaneceu inalterado após o processamento. A atividade antioxidante de uma das amostras de geleia não foi afetada com o processamento; em outra amostra houve um incremento de cinco vezes no teor equivalente.

Krumreichi et al. (2010) avaliando a degradação de vitamina C de duas amostras de geleia de butiá, uma elaborada com os frutos da espécie *Butia capitata* e a outra com frutos da espécie *Butia eriosphata*, observaram redução de 55,3 % e de 73,3 %, respectivamente, no teor estimado em ácido ascórbico.

Vários componentes fazem parte da composição química de frutos e hortaliças, os quais conferem as características de cor, de sabor e de *flavor*, além dos efeitos nutricionais e nutracêuticos. Dentre os componentes majoritários presentes nos vegetais, destacam-se a água, carboidratos, lipídios, proteínas, enzimas, pigmentos, vitaminas, taninos e minerais.

Os dados na literatura ainda são incipientes a respeito das características nutricionais dos frutos das espécies do gênero *Butia*,

principalmente em regiões onde essa espécie ocorre com maior frequência, como no Bioma Pampa. Por isso a continuidade de pesquisas sobre as características químicas e tecnológicas dos frutos de butiá são importantes, pois irão complementar as informações já obtidas para esta espécie botânica.

Neste contexto, frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi silvestre, foram caracterizados quanto às características químicas e físicas e estabilidade dos compostos bioativos e atividade antioxidante frente ao processamento (geleia) e tempo de armazenamento.

CAPITULO I – CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE BUTIAZEIRO (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

1.1 Introdução

As palmeiras estão dentre as plantas mais antigas do globo terrestre, havendo registros de sua existência há mais de 120 milhões de anos (LORENZI et al., 2004). A família *Arecaceae* (*Palmae*) abrange entre 2.500 a 3.500 espécies com distribuição predominantemente pantropical, sendo que alguns gêneros e espécies são adaptados a climas subtropicais ou temperados (DRANSFIELD et al., 2008; STEVENS, 2008). Nas Américas, são encontrados 67 gêneros que compreendem 1.440 espécies, das quais 200 estão distribuídas em 39 gêneros, os quais são registrados para o Brasil (HENDERSON et al., 1995; PIVARI; FORZZA, 2004).

No Rio Grande do Sul ocorrem seis gêneros de palmeiras nativas, com destaque para o gênero *Butia* que agrupa cinco espécies: *Butia capitata*, *Butia eriospatha*, *Butia odorata*, *Butia paraguayensis* e *Butia yatay*; das quais as duas primeiras espécies apresentam registros de maior ocorrência (ROSSATO, 2007). No entanto, os dados sobre estas palmeiras ainda são incipientes.

Após oito anos de estudo para a identificação de palmares, Rossato (2007) destaca que ao longo desses anos, foi possível observar que as populações de palmeiras autóctones do Rio Grande do Sul estão em acelerado declínio, com poucas áreas remanescentes representativas de cada espécie. Segundo a Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul (SEMA, 2002) algumas espécies como *Butia capitata* e *Butia eriosphata* já estão incluídas na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora do Rio Grande do Sul - Decreto Estadual 42.099/2002, em decorrência do avanço de atividades agropecuárias.

O fruto do butiazeiro é globoso, com maturação no período de dezembro a março; o epicarpo varia de coloração na maturidade, de amarelo a vermelho. O mesocarpo é carnoso e fibroso e o endocarpo é duro e denso, contendo de

uma a três sementes e apresentando três poros de germinação (LORENZI et al., 2004). Em média cada 100 g de polpa fresca de butiá contêm: 11,4 g de carboidratos, 1,8 g de proteína, 1,5 g de lipídios, 23 mg de cálcio, 24 mg de fósforo, 40 mg de tiamina e riboflavina e 33 mg de vitamina C (FRANCO, 2004). Em espécies silvestres, como o butiá, estudos revelam que os teores de minerais e compostos bioativos são significativamente maiores do que em plantas domesticadas (ODHAV et al., 2007; KINNUP; BARROS, 2008).

Os elementos minerais apresentam diversas funções essenciais ao organismo humano, mantém o equilíbrio ácido-base e pressão osmótica, regulam a atividade de muitas enzimas, fazem parte de moléculas, como a hemoglobina do sangue, atuam na formação e manutenção de ossos, dentes e tecidos entre outros (ANDRADE et al., 2003). Segundo Mahan e Escott-Stump (2002), os minerais são classificados como macrominerais, necessários em quantidades de 100 mg/dia ou mais e entre eles estão cálcio, fósforo, potássio, magnésio; microminerais, necessários em quantidades bem menores na faixa de 100 µg/dia e elementos ultra-traços, quando as necessidades dietéticas estimadas geralmente são abaixo de 1 µg.g⁻¹.

O interesse pelos frutos nativos tem aumentado por se acreditar que o consumo dos mesmos melhora à saúde humana. Este comportamento incentiva o desenvolvimento de pesquisas sobre as características nutricionais e de qualidade dos frutos para que sejam destinados ao consumo *in natura* ou após processamento (TONIETTO et al., 2008). Os benefícios à saúde têm sido associados aos compostos bioativos (carotenóides, compostos fenólicos e vitamina C) com propriedades antioxidantes que podem estar relacionadas ao retardo do envelhecimento e a prevenção de certas doenças crônicas como câncer, diabetes e doenças cardiovasculares.

Estudos sobre a caracterização física e química de frutos de butiazeiro têm sido realizados, a fim de mostrar suas potencialidades e estimular o consumo desta espécie nativa como alimento e, assim valorizar esse recurso genético nativo estimulando sua preservação.

Tonietto et al. (2008) avaliaram as características químicas e o rendimento da polpa de butiá, de frutos coletados em Tapes e Barra do Ribeiro/RS. Os autores observaram que não houve variação significativa para pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável entre os frutos amostrados;

quanto ao rendimento de polpa, este decresceu ao processar os frutos em despoldadeira. Schwartz (2008) avaliou a qualidade de frutos de populações de butiazeiro (*Butia capitata*) de Santa Vitória do Palmar/RS. O autor concluiu que as populações apresentam variabilidade na coloração da epiderme dos frutos e relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável, também observou que dentro de cada população, há variação genética entre indivíduos, para o conteúdo de carotenóides totais e ácido L-ascórbico.

Faria et al. (2008) realizaram a caracterização da polpa de coquinho-azedo (*Butia capitata* var *capitata*) procedente da região Norte de Minas Gerais. Os autores trabalharam com a polpa *in natura* de seis diferentes amostras de butiá. Os resultados obtidos demonstraram o elevado potencial da polpa do coquinho-azedo, especialmente como fonte de fibras, pró-vitamina A, vitamina C e potássio. Esses resultados ainda respaldam a importância cultural da espécie e da manutenção da variabilidade do cerrado.

Nunes et al. (2010) estudaram as características morfológicas e físico-químicas de frutos de onze genótipos de butiazeiro da espécie *Butia capitata*, oriundos do banco ativo de germoplasma do Centro da Palma/UFPel. Os resultados do estudo possibilitaram diferenciar os genótipos em relação ao tamanho, peso, número de frutos, conservação, coloração da epiderme, acidez total titulável e sólidos solúveis totais em uma população de plantas.

Sganzerla (2010) avaliou as características físico-químicas e a atividade antioxidante de frutos de butiá das espécies *Butia capitata* e *Butia eriospatha*. O autor ressalta que através da análise de componentes principais, foi possível diferenciar as duas espécies de butiá, considerando a caracterização física e química, centesimal, fitoquímica e capacidade antioxidante.

Pereira (2011) caracterizou frutos de butiá (*Butia capitata*), quanto as suas características químicas e potencial antioxidante. O autor observou que os frutos apresentaram elevada capacidade antioxidante, se comparado à muitas espécies frutíferas tradicionalmente consumidas e teor superior de carotenóides totais e dos minerais cádmio (Cd) e níquel (Ni).

Nesse contexto, frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi, pertencentes a uma população silvestre, distribuídos em 750 hectares e, supostamente expostos às mesmas condições ambientais, foram avaliadas quanto às características químicas e físicas.

1.2 Material e Métodos

1.2.1 Amostras

Foram utilizados frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi, oriundos de uma área de preservação ambiental, localizada no município de Tapes, no Estado do Rio Grande do Sul (Fig. 1B). Na imagem de satélite (Fig. 1A), observa-se uma região contornada em vermelho, que indica a área do butiazal (750 hectares). Nesta são apresentados três pontos em amarelo, que representam as áreas monitoradas, onde foram feitas as coletas dos frutos de butiazeiro, nos dias 25 de março e 29 de abril de 2011.

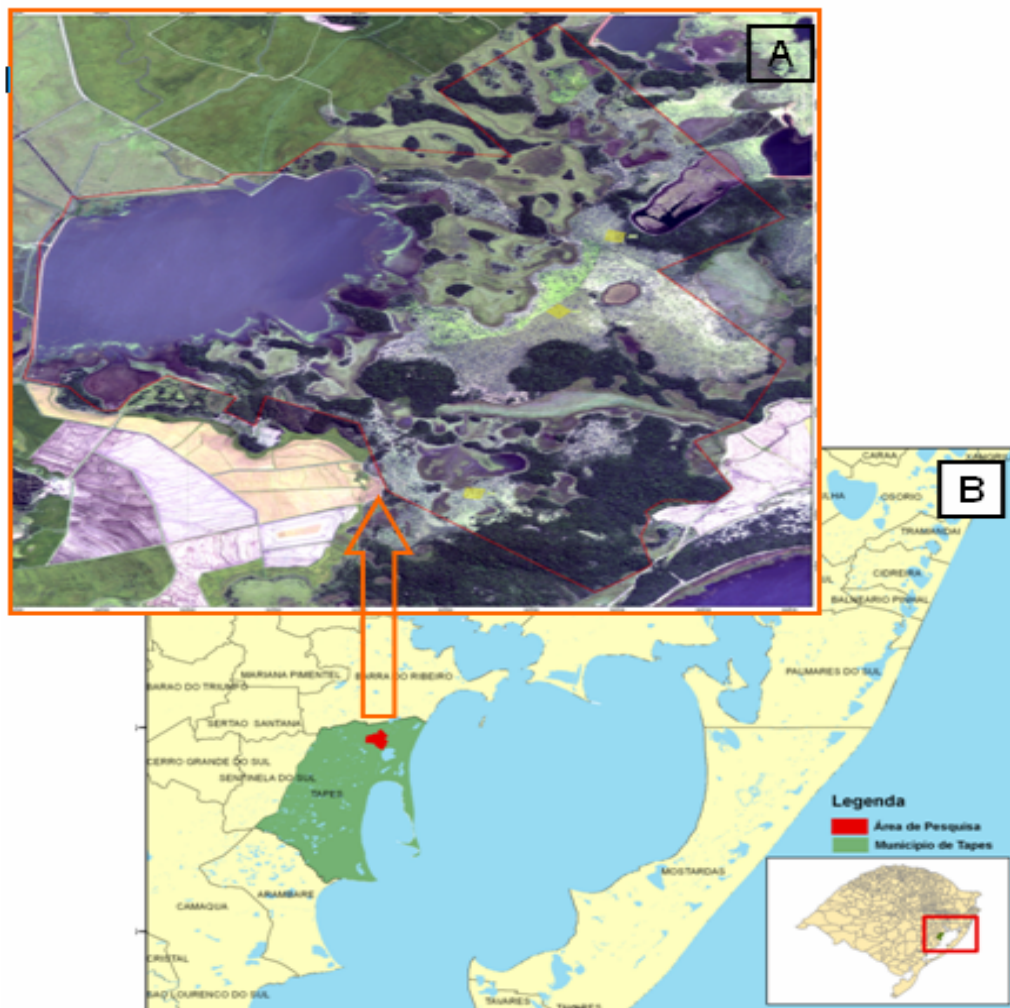


Figura 1 - Imagem de satélite da área do butiazal (A) e localização do butiazal em Tapes/RS (B)

Fonte: Laboratório de Planejamento Ambiental – Embrapa Clima Temperado.

Foram coletados cachos de quatro butiazeiros (A, B, C e D), distantes 500 metros uns dos outros, pertencentes a uma vasta população silvestre, em uma região aparentemente homogênea quanto às condições ambientais, vegetação rasteira e umidade do solo. Foram selecionados até dois cachos de cada exemplar, os quais apresentavam frutos com características sensoriais distintas (cor, sabor, tamanho) entre butiazeiros e por serem uniformes quanto à época de maturação, sendo identificados pela coloração do fruto maduro (Fig. 2). Os butiazeiros localizam-se nas coordenadas 30°23' latitude Sul 51°10' longitude Oeste.

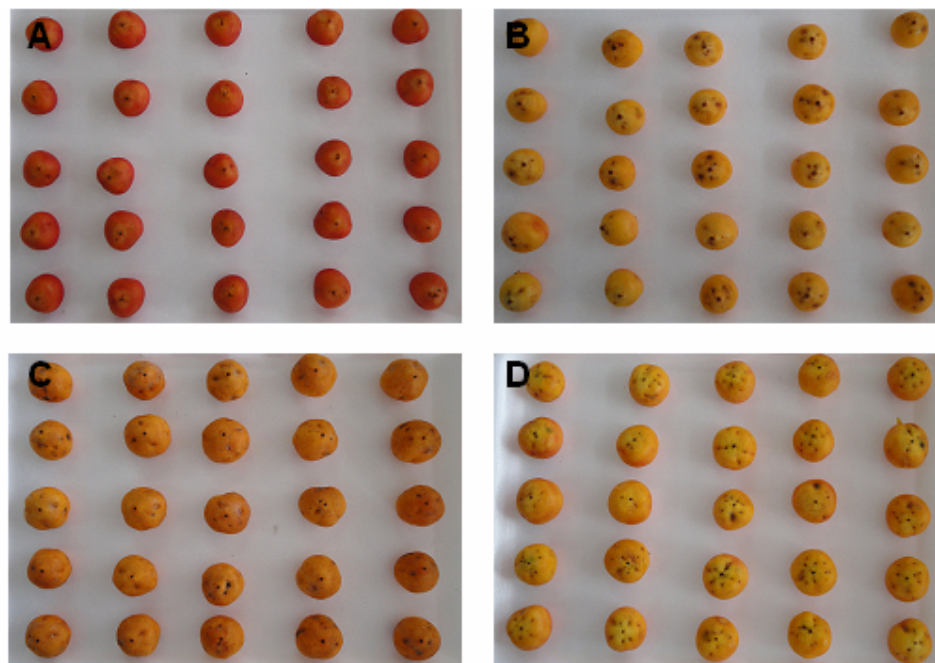


Figura 2 - Coloração da epiderme dos frutos de butiazeiro. (A) butiazeiro A, (B) butiazeiro B, (C) butiazeiro C e (D) butiazeiro D. Fotos: Liane Fonseca.

Os cachos foram armazenados individualmente em sacos de rafia e transportados para o Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado/RS. Os frutos, então, foram separados das respectivas ráquias, selecionados visualmente de acordo com o grau de sanidade, colocados em embalagens de polietileno e acondicionados em freezer a -20 °C. Antes de iniciar as análises, os frutos foram descongelados à temperatura ambiente e as sementes removidas manualmente.

1.2.2 Composição química dos frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

As análises foram realizadas em triplicata no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos e na Central Analítica da Embrapa Clima Temperado. A avaliação de fibra bruta foi determinada em triplicata no Laboratório de Grãos do DCTA/UFPel – Capão do Leão/RS.

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com as metodologias propostas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985) para pH através de método potenciométrico a 20 °C; teor de sólidos solúveis totais em °Brix através de leitura em refratômetro digital marca ATAGO, modelo Pocket PAL-3 a 20 °C; acidez total por titulometria com NaOH 0,1 M, expressa em % de ácido cítrico; açúcares totais e redutores através de método volumétrico, pela titulação com soluções de Fehling, expressos em % de glicose.

Para a avaliação da composição centesimal foram realizadas análises de umidade pelo método gravimétrico, de secagem em estufa a 105 °C até peso constante, expresso em %; cinzas pelo método gravimétrico, por calcinação em forno mufla a 550 °C, expressas em %; fibra bruta por digestão ácida e alcalina, expressa em %; lipídios (extrato etéreo em soxhlet) pela extração com éter etílico anidro, expressos em %; proteína em analisador elementar por combustão CHN-S marca LECO, modelo TruSpec CHN-S com utilização do fator 6,25 para conversão de nitrogênio em proteína, expressa em %; carboidratos determinados por diferença, subtraindo de 100 a soma dos valores obtidos de proteína, cinzas, lipídios, fibra bruta e umidade (AOAC, 1995; AOAC, 2005), expressos em %, e determinação do valor calórico total, realizada segundo a Resolução – RDC, nº 40 de 21 de março de 2001, expresso em kcal (BRASIL, 2001).

1.2.2.1 Composição mineral dos frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

No laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado foi realizado o preparo das amostras de butiá. Inicialmente foram removidas as sementes manualmente e, após, realizado o congelamento do fruto em freezer a -20 °C. Posteriormente, as amostras foram liofilizadas em equipamento da marca Liobras, modelo L101 e trituradas em moinho (Willey)

para a obtenção de pó. A digestão e determinação do perfil mineral dos frutos de butiá foram realizadas na Central Analítica da Embrapa Clima Temperado e, foi baseada no método descrito por Silva (2009).

Para o preparo da amostra, foram transferidos 250 mg dos frutos liofilizados (em pó) para tubos de quartzo, onde foram adicionados 5 mL de ácido nítrico (65 %) e 1 mL de peróxido de hidrogênio (29 %). O processo de digestão ocorreu em forno de microondas Industrial modelo Multiwave 3000, Anton Paar com capacidade para 46 tubos de quartzo. Após digestão, o volume obtido foi diluído e aferido com água deionizada em balão de 25 mL. A digestão foi realizada em duplicata para cada uma das amostras de butiá.

A análise dos minerais foi realizada por espectrometria de absorção atômica, em equipamento Varian, modelo AA 240 FS. Para a calibração do equipamento, foram realizadas diluições da solução padrão, contendo os seguintes minerais: cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn). Os intervalos para a construção da curva de calibração foram de 0 a 8.000 mg. L⁻¹ para macronutrientes e de 0 a 5,0 mg. L⁻¹ para micronutrientes. A concentração de fósforo (P) foi obtida através da leitura em espectrofotômetro UV-Visível a 420 nm. Todas as amostras foram analisadas em duplicata e os resultados expressos em mg do mineral correspondente.100 g⁻¹ de amostra (base seca).

1.2.2.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

Foram realizadas análises para a quantificação de compostos do metabolismo secundário dos frutos de butiá, entre elas antocianinas totais, carotenóides totais, compostos fenólicos totais, vitamina C e teor de ácido L-ascórbico.

As antocianinas totais foram determinadas de acordo com a metodologia adaptada de Fuleki e Francis (1968), onde cinco gramas de amostra foram extraídas com a mistura acidificada (1,5 M) dos solventes etanol e água. O extrato foi centrifugado a 3630, 25 g por 15 minutos a 4 °C e o sobrenadante recolhido em tubos eppendorf.

Para a quantificação das antocianinas, um mL do extrato de cada amostra foi colocado em tubos do tipo falcon e adicionados de nove mL de

etanol acidificado (1,5 M). A mistura foi homogeneizada cuidadosamente e mantida ao abrigo da luz por 30 minutos. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro no comprimento de 535 nm. A concentração de antocianinas foi calculada usando uma curva padrão para cianidina 3-glicosídeo e os resultados expressos em mg de cianidina 3-glicosídeo.100 g⁻¹ de fruta fresca.

A determinação de carotenóides totais foi realizada através da metodologia adaptada de Talcott e Howard (1999). Protegidas da luz direta, 2,5 gramas de amostra foram pesadas e homogeneizadas em ultra-turrax com 15 mL da solução de acetona/etanol (1:1) contendo 200 mg/L de BHT. Em seguida a amostra foi lavada duas vezes com o mesmo volume de solvente da extração e transferida para um frasco plástico com tampa, onde sofreu uma partição com 50 mL de hexano. Após agitação e separação das fases, foram adicionados 25 mL de água deionizada. A absorbância foi medida em espectrofotômetro a 470 nm e o teor de carotenóides totais expresso em µg de β-caroteno.g⁻¹ de fruta fresca.

Os compostos fenólicos totais foram quantificados de acordo com a metodologia adaptada de Swain e Hillis (1959). Cinco gramas de amostra foram pesadas e homogeneizadas com 15 mL de metanol e centrifugados por 15 minutos a 3630,25 g em centrífuga refrigerada a 4 °C e o sobrenadante recolhido em tubos eppendorf.

Para realizar a quantificação dos compostos fenólicos, foram utilizados 15 µL do extrato de cada amostra, ao qual foram adicionados 235 µL de metanol, 4 mL de água deionizada e 250 µL do reagente Follin-Ciocalteau (0.25 M). A mistura foi agitada e mantida em repouso por 3 minutos para a reação. Em seguida foram adicionados 500 µL de carbonato de sódio (1 M) e feita agitação novamente, deixando a mistura reagir ao abrigo da luz por 2 horas. A absorbância foi mensurada a 725 nm e a quantificação baseada no estabelecimento de uma curva padrão de ácido clorogênico, sendo os resultados expressos em mg de ácido clorogênico equivalente.100 g⁻¹ de fruta fresca.

O teor de vitamina C foi determinado por titulometria com 2,6-dicloroindofenol sódio, segundo metodologia da AOAC (1995) e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de fruta fresca. Para a extração

de ácido L-ascórbico, 10 g de amostra foram dissolvidas em 30 mL de solução de ácido metafosfórico a 4,5 % em água ultra pura. Após o extrato foi filtrado e completado o volume para 50 mL em água ultra pura. Do filtrado foi retirada uma alíquota de 1,5 mL e centrifugada por 10 minutos a 14521 g. O sobrenadante foi recolhido e uma alíquota de 10 μ L foi injetada no cromatógrafo líquido, utilizando o detector de UV-Visível a 254 nm.

A separação foi desenvolvida utilizando um sistema de gradiente com as fases móveis contendo água ultra pura:ácido acético 99,9:0,1 e metanol, seguindo a metodologia adaptada de Vinci, Rot e Mele (1995) e de Ayhan, Yeom e Zhang (2001). Foi utilizado fluxo de 0,8 mL. min⁻¹, iniciando com 100 % de A, alterando aos 5 minutos para 98 % de A e 2 % de B, mantido constante por 2 minutos e, aos 10 minutos, retornou para a composição da fase inicial.

Para a quantificação de ácido L-ascórbico foi utilizada uma curva quadrática de padrão externo, preparada com ácido L-ascórbico, em concentrações que variaram de 0,1; 0,5; 1,0; 1,25; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mg.100 mL⁻¹. O teor de ácido L-ascórbico foi expresso em mg.100 g⁻¹ de fruta.

A atividade antioxidante dos frutos de butiá foi determinada utilizando o radical estável DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazila) e seguiu a metodologia descrita por Brand-Willians et al. (1995). Para a extração dos compostos com atividade antioxidante presentes nos frutos de butiá, foram pesados cerca de cinco gramas de amostra e homogeneizados com 15 mL de metanol. O extrato foi centrifugado a 3630,25 g por 15 minutos em centrífuga refrigerada a 4 °C e o sobrenadante recolhido em tubos eppendorf.

Para a quantificação da atividade antioxidante, 15 μ L do extrato de cada amostra foram adicionados a 3,8 μ L da solução de uso de DPPH (diluído em metanol) e 185 μ L de metanol, com a finalidade de completar o volume final de 4 mL. A mistura foi deixada ao abrigo da luz e oxigênio por 24 horas. Como tratamento controle foi utilizado metanol em substituição de cada amostra. A absorbância foi mensurada a 515 nm. Para a quantificação da atividade antioxidante foi elaborada uma curva padrão de Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico), expressando os resultados em μ g de equivalente Trolox.g⁻¹ de fruta fresca.

1.2.3 Avaliação instrumental da cor de frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

A coloração da epiderme dos frutos de butiazeiro foi medida em colorímetro eletrônico Minolta CR 300, com fonte de luz D 65 e abertura de 8 mm (MINOLTA, 1998). As medições foram realizadas em dois pontos de lados opostos na região equatorial de cada fruto, perfazendo 50 leituras para os frutos de cada planta. Os parâmetros de cor medidos foram: L^* , a^* e b^* , onde L^* indica a luminosidade (0= preto e 100= branco) e a^* e b^* representam as coordenadas de cromaticidade ($+a^*$ = vermelho, $-a^*$ = verde; $+b^*$ = amarelo, $-b^*$ =azul). Os valores de a^* e b^* foram utilizados para calcular o ângulo $^{\circ}\text{hue}$ ($h^{\circ} = \tan^{-1} b/a$). O ângulo $^{\circ}\text{hue}$ é definido como iniciando no eixo $+a^*$ e é expresso em graus, sendo que $^{\circ}0$ graus corresponde a $+a^*$ (vermelho), 90° corresponde a $+b^*$ (amarelo), 180° corresponde a $-a^*$ (verde) e 270° corresponde a $-b^*$ (azul). Através do diagrama de cromaticidade a^* , b^* , pode-se verificar a tonalidade da cor dos frutos.

1.2.4 Análise Estatística

Os resultados obtidos no estudo foram avaliados pela análise de variância, e para os resultados que apresentaram diferença significativa foi aplicado posteriormente o teste de Tukey, ambos ao nível de 5 % de significância através do programa estatístico SASM-Agri.

1.3 Resultados e Discussão

1.3.1 Composição química dos frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

Os dados referentes à caracterização físico-química dos frutos de butiazeiro (A, B, C e D) (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi encontram-se descritos na tab. 1. Os teores de sólidos solúveis totais diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) variando de 10,6 a 14,8 $^{\circ}\text{Brix}$, sendo superiores em frutos do butiazeiro A, cujo teor pode ser atribuído ao grau de maturação. Estes valores são respaldados pelos relatados por Sganzerla (2010), que encontrou valores de 11 $^{\circ}\text{Brix}$ para frutos dessa espécie. Schwartz (2008) relatou valor médio de 11,67 $^{\circ}\text{Brix}$ em frutos de diferentes populações de uma mesma

espécie, na safra 2006/2007, enquanto Tonietto et al. (2008) mencionam 14,3 °Brix em frutos de plantas de uma mesma espécie oriundas de três diferentes locais do litoral gaúcho. Krolow et al. (2010) observaram 14,7 °Brix em frutos da mesma espécie oriundos de Tapes/RS.

Comparando os resultados deste estudo com os obtidos por Pereira (2011) (10,32 °Brix) que avaliou frutos de butiá da coleção de frutíferas nativas da Embrapa Clima Temperado, os frutos de Tapes apresentaram valores superiores de sólidos solúveis totais.

TABELA 1 - Características físico-químicas dos frutos de butiazeiros (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

Butiazeiro	Avaliações físico-químicas				
	Sólidos solúveis (°Brix)	pH	Acidez (% ácido cítrico)	Açúcares totais (% em glicose)	Açúcares redutores (% em glicose)
A	14,8a*	3,17a	1,74d	7,92a	3,24a
B	10,6d	3,02b	3,15b	5,58d	1,59d
C	12,8b	2,86c	3,47a	6,30b	2,37b
D	11,3c	2,80d	2,52c	5,82c	2,07c
CV (%)**	0,73	0,20	3,41	0,31	0,29

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. ** Coeficiente de variação.

Os valores de pH foram distintos entre os frutos dos quatro butiazeiros avaliados. Segundo Sganzerla (2010) os baixos valores de pH são caracterizados pelo elevado teor de ácidos orgânicos dissociáveis presentes nos frutos. Os valores de pH encontrados neste trabalho são semelhantes aos relatados por outros autores: 2,82 a 3,28 (TONIETTO et al., 2008); 3,06 e 3,04 em duas safras subsequentes (SCHWARTZ, 2008); 2,5 para frutos procedentes de Capão do Leão (SGANZERLA, 2010); 2,87 e 3,01 para frutos provenientes do butiazal de Tapes (KROLOW et al., 2010). E inferiores aos de Nunes et al. (2010) que avaliaram 11 genótipos de *Butia capitata*, onde os valores ficaram na faixa de 3,1 a 3,8.

Em relação a acidez, foi observada uma variação de 1,74 a 3,47 % no teor estimado de ácido cítrico entre os frutos dos quatro butiazeiros. Resultado

que condiz ao de Nunes et al. (2010), onde a variação de acidez esteve na faixa de 1,80 a 3,90 % para 11 genótipos de *Butia capitata*. Sganzerla (2010) encontrou teor de 1,92 % de ácido cítrico para frutos da espécie *Butia capitata*. Valores de 1,10 a 2,65 % foram observados para frutos de butiá procedentes de plantas do litoral médio gaúcho (TONIETTO et al., 2008). Pereira (2011) observou teor inferior (1,38 %) ao deste estudo, para frutos da coleção de frutíferas nativas da Embrapa Clima Temperado.

O teor de acidez é importante, pois contribui para a manutenção das características do fruto durante o armazenamento, uma vez que inibe o crescimento microbiano, e para o maior rendimento nas indústrias de suco (ANDRADE et al., 1993; OLIVEIRA et al., 1999; BORGES et al., 2006). Um processo de decomposição do alimento durante sua estocagem, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, geralmente altera a concentração de ácidos e de íons hidrogênio, reduzindo a acidez e o pH, respectivamente (OLIVEIRA et al., 1999).

Com relação ao teor de açúcares, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os frutos dos quatro butiazeiros. Os teores de açúcares totais oscilaram de 5,58 a 7,92 % de glicose, sendo superiores ao relatado por Sganzerla (2010) que obteve 5,35 % para frutos dessa espécie e Pereira (2011) que encontrou teor de 4,18 % de glicose em frutos de butiá da coleção de frutíferas nativas da Embrapa Clima Temperado. E inferiores ao observado por Franco (1999) que avaliou butiá (espécie não especificada) e encontrou 11,40 g de açúcares totais em 100 g de amostra, teor bem superior ao encontrado para os frutos de Tapes/RS, sendo que esta diferença pode ser atribuída, também, ao grau de maturação dos frutos.

Os teores de açúcares redutores (glicose e frutose) ficaram na faixa de 1,59 a 3,24 % de glicose. Teores intermediários ao deste estudo foram relatados por Pereira (2011), 1,8 % de glicose em frutos de butiá da coleção de frutíferas nativas da Embrapa Clima Temperado e por Sganzerla (2010) que encontrou teor de 2,38 % de glicose em frutos dessa espécie. Observando-se a tab. 1, ainda pode-se concluir que à medida que o teor de sólidos solúveis totais aumenta, há aumento no teor de açúcares dos frutos de butiazeiro. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o teor de açúcares normalmente constitui 65 a 85 % do teor de sólidos solúveis totais.

A composição centesimal dos frutos de quatro butiazeiros está apresentada na tab. 2. Quanto aos teores de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibras nos frutos, foi observado uniformidade entre butiazeiros, com poucas exceções.

Os teores de umidade apresentados neste estudo são esperados para frutas em geral (74 a 94 %). Porém são inferiores aos relatados por Faria et al. (2008) para amostras de coquinho-azedo (*Butia capitata var capitata*) (85,4 %); Sganzerla (2010) em frutos da espécie *Butia capitata* (84,99 %) cultivada na Palma-UFPEl (Capão do Leão) e por Pereira (2011) (87,82 %) em frutos da coleção de frutíferas nativas cultivadas pela Embrapa Clima Temperado.

TABELA 2 - Composição centesimal dos frutos de butiazeiros (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

Determinações	Butiazeiro				
	A	B	C	D	CV (%) **
Umidade (%)	79,93c*	83,04ab	81,57b	83,61a	0,64
Cinzas (%)	0,99b	0,99b	0,99b	1,00a	0,05
Lipídios (%)	2,41a	2,11ab	1,40c	1,99b	7,83
Proteína (%)	3,24b	5,24a	4,82a	5,28a	5,89
Fibra bruta (%)	2,10a	1,00c	1,37b	1,54b	5,51
Carboidratos (%)	11,33a	7,62c	9,85b	6,58d	0,96
Valor calórico (kcal/100g)	79,97a	70,43c	71,28b	65,35d	0,42

* Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. ** Coeficiente de variação.

Os teores de cinzas dos frutos dos butiazeiros foram superiores aos valores reportados por Sganzerla (2010), 0,63 % para espécie *Butia capitata* e Pereira (2011), 0,25 % para frutos da coleção de frutíferas nativas cultivadas pela Embrapa Clima Temperado; similares ao valor referido por Faria et al. (2008), de 0,9 % em frutos de coquinho-azedo (*Butia capitata var capitata*), e inferiores aos teores encontrados para frutos de outras espécies da mesma família botânica como licuri (3,2 %), açaí (3,09 %) e buriti (1,4 %) (CREPALDI et al., 2001; PAULA, 2007; TAVARES et al., 2003).

Segundo Wang e Zheng (2003), o teor de cinzas pode ser considerado como uma medida geral de qualidade nos alimentos, uma vez que maiores

teores de cinzas retratam também maiores teores de cálcio, magnésio, ferro, fósforo, sódio e outros componentes minerais nos frutos.

O mesmo comportamento foi observado para os teores de lipídios, enquanto os frutos dos butiazeiros apresentaram valores entre 1,40 a 2,41 % de lipídios, a polpa dos frutos de licuri, açaí e buriti continham, respectivamente 4,5 %, 52,64 % e 10,5 % de lipídios em sua composição (CREPALDI et al., 2001; PAULA, 2007; TAVARES et al., 2003). Comparando ainda os teores de lipídios deste estudo com os encontrados na literatura para esta espécie de butiá, observa-se que estes foram inferiores aos mencionados por Faria et al. (2008) (2,6 %), e superiores aos relatados por Pereira (2011) (0,61 %) e Sganzerla (2010) (0,11 %).

Com relação aos teores protéicos dos frutos, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) apenas para o teor dos frutos do butiazeiro A. Valor superior ao deste estudo foi reportado por Pereira (2011), 5,79 % de proteína para frutos de butiá da coleção de frutíferas nativas cultivadas pela Embrapa Clima Temperado, e inferiores foram relatados por Sganzerla (2010) em frutos da espécie *Butia capitata* (0,94 %), Faria et al. (2008) em amostras de coquinho-azedo (*Butia capitata* var *capitata*) (0,3 %), e também em frutos de outras espécies da mesma família botânica como buriti (1,5 %) e dendê (0,90 %) (TAVARES et al., 2003; FRANCO, 2004).

O teor de fibra bruta foi significativamente superior nos frutos do butiazeiro A (2,10 %) e significativamente inferior nos frutos do butiazeiro B (1,00 %). Porém estes valores apresentam-se abaixo dos encontrados para outros frutos pertencentes à família botânica *Palmae*, como buriti (14 %) e tucumã (10,93 %) (TAVARES et al., 2003; FERREIRA et al., 2008). Sganzerla (2010) reporta em seu estudo com frutos de butiá (*Butia capitata*) teor intermediário (1,22 %).

Os teores de carboidratos totais foram distintos entre os frutos dos butiazeiros, valores intermediários aos deste estudo foram mencionados por Faria et al. (2008), 10,8 % para frutos oriundos da Região Norte de Minas Gerais e por Pereira (2011), 10,55 % para frutos da coleção de frutíferas nativas cultivadas pela Embrapa Clima Temperado. Sganzerla (2010) reporta teor superior, 12,11 g para cada 100 g de polpa de butiá.

Os frutos dos butiazeiros apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) quanto ao valor calórico total, ficando na faixa de 65 a 80 kcal.100 g⁻¹. Esses valores são consequência, principalmente, dos teores de carboidratos e lipídios. Os valores calóricos dos frutos de butiazeiro (tab. 2) foram superiores aos apresentados para butiá, coletado no Centro Agropecuário da Palma-UFPeI (Capão do Leão), 53,21 Kcal.100 g⁻¹ (SGANZERLA, 2010).

1.3.1.1 Composição mineral dos frutos de butiazeiros (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

Pode ser observado na tab. 3 os teores minerais presentes nos frutos dos butiazeiros e é possível verificar que ela apresenta alguns minerais (Ca, K, Mn e Fe) em quantidades consideráveis em comparação com alimentos considerados fontes.

TABELA 3 - Teores minerais (mg.100 g⁻¹) (Base seca) em frutos de butiazeiros (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

Elemento	Butiazeiro				CV (%) **
	A	B	C	D	
P	7,88c*	11,52a	9,10b	7,72c	1,47
Ca	41,70d	66,50c	105,60b	134,00a	2,94
Mg	9,02c	11,51b	13,15a	13,69a	1,42
K	1.906,00d	2.858,49a	2.301,24c	2.572,66b	0,60
Cu	0,74a	0,40b	0,32b	0,21c	7,07
Mn	5,73a	3,60c	4,87b	3,39c	2,12
Zn	2,21a	0,88c	1,44b	1,05c	2,70
Fe	274,78a	5,20b	18,32b	4,79b	2,87

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. **Coeficiente de variação.

O potássio (K) é o macromineral que se encontra em maior concentração nos frutos dos butiazeiros (tab. 3). As frutas em geral são ricas em potássio, principalmente na casca. De acordo com Valillo et al. (2006), potássio é um elemento que apresenta grande mobilidade nas plantas, devido à sua baixa afinidade em formar quelados orgânicos, o que explica as altas concentrações em tecidos vegetais.

Valores inferiores ao deste estudo foram reportados para esse mineral em butiá por outros autores: 462 mg.100 g⁻¹ (FARIA et al., 2008); 811 mg.100 g⁻¹ (PEREIRA, 2011); 1.510 mg.100 g⁻¹ (FONSECA et al., 2011) e 1.800 mg.100 g⁻¹ (KINUPP; BARROS, 2008). Comparando ainda os teores de potássio deste estudo, foi observado que estes foram muito superiores ao relatado para abacate (347 mg.100 g⁻¹) e banana (333 mg.100 g⁻¹), que são consideradas frutas ricas nesse mineral (FRANCO, 2004). O potássio juntamente com o sódio e o cloro, são considerados os eletrólitos que se relacionam entre si, estando envolvidos na manutenção de importantes funções fisiológicas do corpo, como: equilíbrio osmótico e equilíbrio ácido-base.

A segunda maior concentração de minerais nos frutos de butiazeiros foi de cálcio (Ca) (tab. 3) com valores médios de 102,03 mg.100 g⁻¹. Mineral importante na coagulação sanguínea e na prevenção de doenças ósseas, como a osteoporose e o raquitismo. Faria et al. (2008) relata teor bem inferior deste mineral (16,8 mg.100 g⁻¹) em frutos procedentes da região Norte de Minas Gerais. Pereira (2011), Fonseca et al. (2011) e Kinupp e Barros (2008) reportam teores intermediários, 44 mg.100 g⁻¹, 50 mg.100 g⁻¹ e 90 mg.100 g⁻¹, respectivamente.

Comparando os teores de cálcio deste estudo com os encontrados em partes comestíveis de frutas tropicais como o abacate (8 mg.100 g⁻¹), mamão (25 mg.100 g⁻¹) e maracujá (5 mg.100 g⁻¹) (GONDIM et al., 2005), foi observado que os frutos dos butiazeiros apresentam teores superiores a todas essas frutas.

De acordo com Franco (2004), o magnésio (Mg) é o macroelemento sem o qual a vida no planeta terra não existiria. Nos frutos de butiazeiros os teores deste elemento mineral variaram de 9 a 13,7 mg.100 g⁻¹, valores bem superiores a estes foram citados por Pereira (2011), 57 mg.100 g⁻¹ em frutos da coleção de frutíferas nativas cultivadas pela Embrapa Clima Temperado, Fonseca et al. (2011), 70 mg.100 g⁻¹ em frutos nativos de Tapes/RS e Kinupp e Barros (2008), 80 mg.100 g⁻¹ em butiás provenientes da região metropolitana de Porto Alegre. Valor intermediário foi obtido por Faria et al. (2008), 12,5 mg.100 g⁻¹ em frutos da região Norte de Minas Gerais. O magnésio atua como cofator de mais de 300 enzimas e participa dos processos de síntese de ácidos graxos e proteínas (SHILS et al., 2003).

Neste estudo os teores de fósforo (P) oscilaram de 7,7 a 11,6 mg.100 g⁻¹, valores bem superiores ao encontrado por Fonseca et al. (2011), 0,58 mg.100 g⁻¹ para frutos nativos de Tapes/RS e inferiores aos observados por Faria et al. (2008) (19.9 mg.100 g⁻¹) e Kinupp e Barros (2008) (120 mg.100 g⁻¹). O fósforo atua no crescimento tecidual e manutenção do pH normal, além de ser elemento integrador dos fosfolipídeos da membrana celular (OLIVEIRA et al., 2010).

Dentre os microminerais, as maiores concentrações encontradas nos frutos de butiazeiros foram de ferro (Fe), seguidas de manganês (Mn) e subsequentes de zinco (Zn) e cobre (Cu) (tab. 3). Por ser um dos microminerais mais citados popularmente, como importante na alimentação, por prevenir a anemia de mulheres e crianças, os teores de ferro presentes nos frutos dos butiazeiros (4,8 a 275 mg.100 g⁻¹), são relevantes quando comparado a outros alimentos considerados fontes de ferro, a exemplo do jenipapo (3,4 mg.100 g⁻¹), beterraba (2,5 mg.100 g⁻¹), brócolis (2,6 mg.100 g⁻¹), entre outros (FRANCO, 2004). Portanto, pela quantidade, os frutos dos butiazeiros podem ser considerados fontes de ferro.

O manganês foi o segundo micromineral de maior concentração quantificado nos frutos dos quatro butiazeiros (3,4 a 5,7 mg.100 g⁻¹). A deficiência deste mineral pode levar a esterilidade e anormalidades esqueléticas (WAITZBERG, 2002). A recomendação diária de Manganês na dieta é de 2 a 5 mg de Mn²⁺ (MAIGA et al., 2005), sendo assim os teores encontrados nos frutos de butiazeiro podem atender a recomendação.

Kinupp e Barros (2008) e Pereira (2011) relatam teores inferiores, 2,2 mg.100 g⁻¹ e 3,0 mg.100 g⁻¹, respectivamente. Fonseca et al. (2011) observou teor intermediário (3,3 mg.100 g⁻¹) em frutos nativos de Tapes/RS. Os teores de manganês desta pesquisa também foram superiores aos dos frutos morango cv. Aroma (ROCHA et al., 2008) e abacaxi, bem como das hortaliças folhosas salsa crua e espinafre (NEPA/UNICAMP, 2006).

Em relação ao zinco, os teores deste estudo foram inferiores ao encontrado por Pereira (2011), 4 mg.100 g⁻¹ em frutos procedentes da Embrapa Clima Temperado e superiores aos reportados por Kinupp e Barros (2008), 0,80 mg.100 g⁻¹ em frutos da região metropolitana de Porto Alegre e Fonseca et al. (2011), 0,81 mg.100 g⁻¹ em frutos nativos de Tapes/RS. A

presença do zinco nos frutos de butiazeiro é interessante, pois ele atua como ativador de uma série de reações metabólicas, relacionadas ao crescimento, reprodução e cicatrizações (PEREIRA, 2011; WAITZBERG, 2002).

Conforme portaria 685 da ANVISA (BRASIL, 1998), o limite máximo tolerável de cobre em alimentos é de 10 mg.kg⁻¹. De acordo com a tab. 3, os teores encontrados nos frutos de butiazeiro estão dentro do limite tolerável. Fonseca et al. (2011) e Kinupp e Barros (2008), relatam valores semelhantes ao deste estudo, 0,5 e 0,6 mg de cobre.100 g⁻¹, respectivamente. Pereira (2011) revela valor de 1 mg de cobre.100 g⁻¹ em frutos da Embrapa Clima Temperado. O cobre é um elemento essencial em diversas funções como mobilização de ferro para a síntese de hemoglobina, e por ser componente de metaloenzimas como a citocromo C-oxidase, superóxido-dismutase e dopa-hidroxilase (FRANCO, 2004; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

1.3.1.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante dos frutos de butiazeiros (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

Os teores de compostos bioativos e a atividade antioxidante dos frutos de quatro butiazeiros podem ser observados na tab. 4. Segundo Taiz e Zeiger (2004), os conteúdos desses compostos nos frutos apresentam diferenças entre as diversas espécies e variedades, e até mesmo entre lotes diferentes, de uma mesma variedade, cultivados em diferentes condições ambientais.

As antocianinas são compostos que não estão comumente presentes na composição de frutos de palmeiras do gênero *Butia* (SGANZERLA, 2010). Porém neste estudo, o teor de antocianinas totais nos frutos dos butiazeiros A e B (tab. 4) foram elevados. Comparando com a literatura, estes teores foram superiores ao de Sganzerla (2010), 2,20 mg.100 g⁻¹ de cianidina-3-glicosídeo, em frutos coletados no Centro Agropecuário da Palma-UFPeL (Capão do Leão). Krolow et al. (2010) analisando frutos de dois butiazeiros de Tapes/RS, obteve valores de 1,54 e 2,32 mg.100 g⁻¹ de cianidina-3-glicosídeo. Foi observado que o maior teor de antocianinas nos frutos do butiazeiro A pode estar relacionado com a presença de pigmentação avermelhada mais acentuada, principalmente pela maior concentração no epicarpo dos frutos, o que está correlacionado com os valores superiores de a* verificados na análise colorimétrica (tab. 6).

TABELA 4 - Teor de compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de butiazeiros (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

Butiazeiro	Antocianinas totais ¹	Carotenóides totais ²	Fenóis totais ³	Atividade antioxidante ⁴
A	14,23a*	166,8b	1571,90a	12949,25a
B	9,35b	109,1c	1364,41a	8288,56a
C	1,95c	223,1a	1413,34a	8285,27a
D	3,44c	82,9c	1084,04a	8377,80a
CV (%)	18,23	8,19	13,82	22,84

Médias de três determinações. Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. ¹Antocianinas expresso em mg.100g⁻¹ de cianidina-3-glicosídeo. ²Carotenóides expresso µg.g⁻¹ de β-caroteno. ³Compostos fenólicos expressos mg.100 g⁻¹ de ácido clorogênico. ⁴Atividade antioxidante expressa µg Trolox equivalente.g⁻¹ fruta fresca. CV = Coeficiente de variação.

Os frutos de palmeiras geralmente são fontes de carotenóides, como *Mauritia vinifera* e *Astrocaryum vulgare* que tem em média, respectivamente, 360 e 107 µg.g⁻¹ de β-caroteno (RODRIGUEZ-AMAYA, 1996), o licuri (*Syagrus coronata*) 26,1 µg.g⁻¹ (CREPALDI et al., 2001) e o bacuri (*Scheelea phalerata*) 17,28 µg.g⁻¹ (HIANE et al., 2003). Os frutos de butiazeiros neste estudo apresentaram teores de carotenóides totais elevados (tab. 4), se comparados com a literatura.

Schwartz (2008) analisando frutos de diferentes populações de *Butia capitata* encontrou valor médio de 24,23 µg.g⁻¹ de β-caroteno, teor de carotenóides bem inferior aos deste trabalho. Do mesmo modo outros autores relatam valores inferiores: 14,80 µg.g⁻¹ (SGANZERLA, 2010); 28 µg.g⁻¹ (JACQUES et al., 2009); 24,1 e 50,4 µg.g⁻¹ (KROLOW et al., 2008); 39,77 µg.g⁻¹ (PEREIRA, 2011). Krolow et al. (2010) ao caracterizar frutos nativos de Tapes/RS verificou teores de carotenóides próximos aos encontrados nesta pesquisa, 59 e 118,5 µg.g⁻¹.

Ao comparar os teores de carotenóides totais dos frutos dos quatro butiazeiros (tab. 4) com os de outras pequenas frutas, como a nêspira (*Eriobotria japônica*) e a pitanga (*Eugenia uniflora* L.) (JACQUES et al., 2009) e, com os teores encontrados no tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) e na cenoura (*Daucus carota* L.) (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008), foi possível

verificar que os frutos de butiá se mostraram como boa fonte destes compostos.

A quantificação de compostos fenólicos totais é uma estimativa do conteúdo de todos os compostos pertencentes às subclasses de compostos fenólicos presentes em uma amostra, que variaram nos frutos de butiazeiros o equivalente a 1084 a 1572 mg de ácido clorogênico.100 g⁻¹ fruta fresca (tab. 4). Esta análise é influenciada pela natureza do composto, pelo método de extração empregado, pelo tamanho da amostra, pelo tempo e as condições de estocagem, o padrão utilizado e a presença de interferentes, tais como ceras, gorduras, terpenos e clorofilas (SHAHIDI; NACZK, 1995).

Foi observado que não há diferença significativa quanto aos teores de fenóis totais entre os frutos de butiazeiros, sendo estes teores superiores aos descritos por Krolow et al. (2008) em butiás oriundos de propriedades rurais de Pelotas (694,42 e 577,62 mg.100 g⁻¹) e Pereira (2011) em butiás provenientes da coleção de frutíferas nativas cultivadas pela Embrapa Clima Temperado (636,95 mg.100 g⁻¹). Estudando frutos coletados da mesma região do presente estudo Krolow et al. (2010) obtiveram conteúdos equivalentes a 804,85 e 12123,79 mg de ácido clorogênico.100 g⁻¹ de fruta fresca.

A atividade antioxidante é a capacidade de retardar a velocidade de reações oxidativas, através de um ou mais mecanismos, tais como inibição de radicais livres, reação com o oxigênio singlete, absorção de energia e por complexação de metais (ROESLER et al., 2007).

Através da tab. 4 pode-se observar que os frutos dos butiazeiros (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi apresentaram atividade antioxidante elevada, não diferindo entre si ($p \leq 0,05$), com maior valor para os frutos do butiazeiro A com 12949,45 µg Trolox equivalente.g⁻¹ fruta e 8285,27, 8288,56 e 8377,80 µg Trolox equivalente.g⁻¹ fruta fresca para os frutos dos butiazeiros C, B e D, respectivamente. Estes valores de atividade antioxidante foram superiores aos encontrados para frutos de dois butiazeiros de Tapes/RS (1522,49 e 6141,02 µg Trolox equivalente.g⁻¹ fruta fresca) por Krolow et al. (2010). Valores de 7028,6 e 8682,93 µg trolox equivalente. g⁻¹ fruta, foram observados por Krolow et al. (2008) em frutos de butiá de propriedades rurais de Pelotas/RS.

Sganzerla (2010) e Genovese et al. (2008) mencionaram em seus trabalhos com polpa de butiá (*Butia capitata*) valores inferiores de 211,92 e 160 mg.100 g⁻¹ amostra, respectivamente, que correspondem a 2119,20 e 1600 µg Trolox equivalente.g⁻¹ amostra.

TABELA 5 - Teor de vitamina C e ácido L-ascórbico de frutos de butiazeiros (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

Butiazeiro	Vitamina C (mg.100 g ⁻¹)	Ácido L-ascórbico (mg.100 g ⁻¹)
A	43,09d	3,1d
B	50,10c	19,1c
C	72,01a	33,4a
D	56,83b	26,5b
CV (%)**	1,06	0,08

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. **Coeficiente de Variação.

A vitamina C é um importante componente de qualidade em muitas frutas, particularmente em pequenas frutas, porque varia de acordo com as condições de cultivo, armazenamento e processamento. Os teores médios de vitamina C foram distintos ($p \leq 0,05$) entre os frutos dos butiazeiros. Os frutos provenientes do butiazeiro C apresentaram teor superior, enquanto que aqueles do butiazeiro A apresentaram teor inferior (tab. 5). A diferença entre indivíduos da mesma espécie, para o teor de vitamina C, já foi evidenciada por Matsuura et al. (2001) em frutos de diferentes genótipos de aceroleira.

Um fator que deve ser considerado ao comparar-se o teor de vitamina C de frutos é o método de análise empregado. A cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) quantifica isoladamente o ácido L-ascórbico, com base em uma curva de calibração feita com padrão de L-ascórbico com pureza de 99,9 %. Portanto não há quantificação das formas oxidadas. O método titulométrico, quantifica todas as formas de vitamina C, ou seja, ácido L-ascórbico e ácido dehidroascórbico (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Utilizando o método titulométrico, Krumreich et al. (2010) divulgaram teor de 93,63 mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de polpa de butiá espécie *Butia capitata* proveniente de plantas de Pelotas/RS. Faria et al. (2008) quantificou 53 mg.100 g⁻¹ em frutos de coquinho-azedo procedentes da região Norte de

Minas Gerais. Tonietto et al. (2010) verificaram teor de $64,39 \text{ mg.100 g}^{-1}$ em frutos coletados na Fepagro em Viamão e Krolow et al. (2010) observaram valores médios de 46,93 e 48,88 mg.100 g^{-1} em frutos de Tapes/RS.

Ainda em relação aos teores totais de vitamina C deste estudo, pode-se concluir que os frutos dos butiazeiros são fontes dessa vitamina, uma vez que apresentaram teores equivalentes ao da laranja (47 mg.100 g^{-1}), da goiaba vermelha ($45,6 \text{ mg.100 g}^{-1}$) (FRANCO, 2004) e do limão ($26,4 \text{ mg.100 g}^{-1}$) (SANTOS et al., 2006).

Ao analisar o teor de ácido L-ascórbico dos frutos de butiazeiros por cromatografia líquida de alta eficiência, foi observada diferença significativa entre eles (tab. 5). Os frutos do butiazeiro C apresentaram teor superior de ácido L-ascórbico ($33,4 \text{ mg.100 g}^{-1}$), e aqueles provenientes do butiazeiro A teor inferior ($3,1 \text{ mg.100 g}^{-1}$). Ao comparar os teores de ácido L-ascórbico dos frutos dos butiazeiros com os valores totais de vitamina C destes frutos (tab. 5), foi observado que os teores quantificados por HPLC são bem inferiores aos obtidos pelo método titulométrico.

Com exceção do teor de ácido L-ascórbico dos frutos do butiazeiro A, os demais valores encontrados foram próximos aos determinados por esse mesmo método por Sganzerla (2010), 23,86 e 21,34 mg.100 g^{-1} para frutos das espécies *Butia capitata* e *Butia eriospatha*, respectivamente, e Pereira (2011), que encontrou teor de 32 mg.100 g^{-1} em butiás provenientes da coleção de frutíferas nativas cultivadas pela Embrapa Clima Temperado. Schwartz (2008) reporta teor médio superior ao deste estudo, 39 mg.100 g^{-1} , entre populações de *Butia capitata* de Santa Vitória do Palmar/RS.

1.3.2 Avaliação instrumental da cor de frutos de butiazeiros (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

A cor é um parâmetro crítico de qualidade, e a sua determinação é muito útil para correlacionar com a concentração de pigmentos presentes nos frutos (CHIM, 2008).

Os dados referentes a avaliação instrumental de cor encontram-se na tab. 6. Todas as médias de valores atribuídos à coloração da epiderme dos frutos localizaram-se dentro do primeiro quadrante, com valores positivos de a^* e b^* , ou seja, cor vermelha e amarela.

TABELA 6 - Valores de luminosidade (L), coordenadas de cromaticidade a* e b* e valores de ângulo de cor (°hue) de frutos de butiazeiros (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi

Butiazeiro	Parâmetros de Cor			
	L*	a*	b*	°hue
A	43,21 ± 2,06d ¹	38,48 ± 2,82a	30,11 ± 2,89d	38,04 ± 2,45d
B	69,20 ± 1,23a	20,25 ± 2,29c	53,71 ± 3,52a	69,34 ± 4,41b
C	60,02 ± 2,62c	22,35 ± 1,54b	52,34 ± 3,70b	66,88 ± 0,30c
D	63,15 ± 2,85b	18,53 ± 3,04d	51,79 ± 3,90c	70,31 ± 5,88a

¹Médias ± desvio padrão. Números seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Foi observado que em relação aos valores das coordenadas e ângulo de cor, todos os frutos diferenciaram-se significativamente ($p \leq 0,05$). Em relação à coordenada a* (verde ao vermelho), percebeu-se que os frutos do butiazeiro A apresentaram valores superiores, tendendo para o vermelho. Para a coordenada b* (amarelo ao azul) verificou-se que os frutos do butiazeiro B apresentaram maior presença de pigmentação de tons amarelados (Fig. 2). No que corresponde à luminosidade, os frutos do butiazeiro B apresentaram o maior valor numérico 69,20. Schwartz (2008), estudando populações de *Butia capitata*, obteve valores que não diferiram estatisticamente entre si, apresentando média de 68,91, valor este semelhante ao dos frutos do butiazeiro B.

Com relação aos valores do ângulo °hue foi observado que os butiazeiros foram distintos quanto à cor de seus frutos. Os frutos do butiazeiro A apresentaram pigmentação avermelhada (38,04 °hue), pois valores próximos de 0° representam tonalidades mais próximas ao vermelho, enquanto valores próximos a 90° representam frutos mais amarelos (MATTIUZ; DURIGAN, 2001). Sganzerla (2010) em seu estudo com frutos da espécie *Butia capitata* constatou valor de 65,11 °hue, próximo aos frutos dos butiazeiros B, C e D. Nunes et al. (2010) analisando genótipos da espécie *Butia capitata* obteve valores de °hue variando de 57,21 a 79,23.

No diagrama de cromaticidade (Fig. 3) estão representados os pontos a* e b* que indicam a coloração dos frutos dos diferentes butiazeiros.

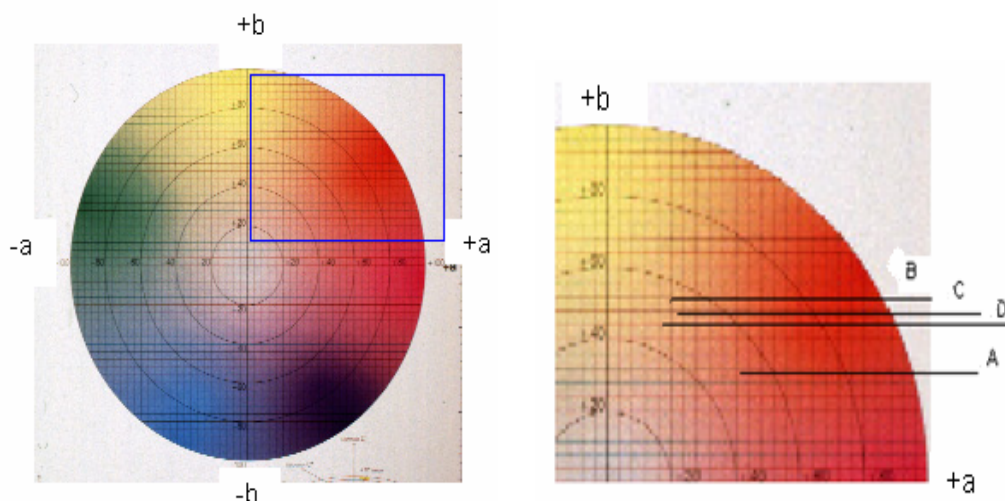


Figura 3 - Diagrama de cromaticidade a^* e b^* . (A) butiazeiro A, (B) butiazeiro B, (C) butiazeiro C, (D) butiazeiro D.

De acordo com os valores de antocianinas e carotenóides totais (tab. 4), pode-se inferir que a coloração dos frutos dos butiazeiros está relacionada com a presença destes pigmentos. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a coloração das frutas e hortaliças é resultante dos pigmentos clorofila e carotenóides, bem como dos pigmentos fenólicos (antocianinas, flavonóis e protocianinas).

Os frutos do butiazeiro A apresentaram teor superior de antocianinas totais (tab. 4) e na análise colorimétrica o maior valor de a^* , que representa tonalidade intensa de vermelho. Segundo Voss et al. (2010) o maior teor de antocianinas nos frutos da espécie *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi pode estar relacionado com a presença de pigmentação avermelhada mais acentuada, principalmente no epicarpo dos frutos. Como são de cor forte, as antocianinas em geral ocultam a clorofila e os carotenóides (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os frutos do butiazeiro C diferiram estatisticamente dos demais, por possuírem o maior teor de carotenóides totais, $223,1 \mu\text{g.g}^{-1}$ de β -caroteno, apresentando uma das maiores intensidades de cor amarela (52,34) na análise de cor.

1.4 Conclusão

A partir das avaliações realizadas verificou-se que os frutos dos quatro butiazeiros apresentaram variação significativa em sua composição físico-

química. Os frutos do butiazeiro A foram superiores quanto aos teores de sólidos solúveis totais, pH, açúcares totais e redutores.

O valor calórico total dos frutos dos butiazeiros variou de 65 a 80 kcal.100 g⁻¹, decorrentes principalmente dos teores de carboidratos e lipídios. Quanto aos teores de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibras nos frutos, foi observado uniformidade entre butiazeiros, com poucas exceções.

Devido aos elevados teores de potássio, cálcio, manganês e ferro, os frutos dos butiazeiros podem ser considerados excelentes fontes desses minerais, com destaque para os elevados teores de ferro e manganês dos frutos do butiazeiro A.

Dentre os compostos bioativos, os frutos dos butiazeiros destacam-se pelos maiores teores de fenóis totais, vitamina C e carotenóides totais. Os frutos do butiazeiro A apresentaram superioridade nos teores de fenóis e antocianinas totais e no valor de atividade antioxidante.

Os valores de cor da epiderme dos frutos localizaram-se no primeiro quadrante, nas tonalidades de vermelho e amarelo.

CAPITULO II – ESTABILIDADE DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE FRUTOS DE BUTIAZEIRO (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi SUBMETIDOS AO PROCESSAMENTO NA FORMA DE GELEIA E ARMAZENAMENTO

2.1 Introdução

A Região Sul do Estado do Rio Grande do Sul tem se destacado pelo potencial na produção de frutas nativas e de pequenas frutas devido às condições climáticas e adaptação de espécies, levando ao aumento da produção da fruta *in natura* e de seus produtos derivados, como sucos, geleias, sorvetes, frutas secas, dentre outros (RASEIRA; ANTUNES, 2004).

O butiazeiro (*Butia odorata*) é uma palmeira nativa de ocorrência natural no Bioma Pampa. Além da sua utilização para consumo *in natura*, os frutos também podem ser aproveitados pela agroindústria para sucos, geleias, doces, licores e outros produtos (KROLOW, 2010). Os compostos potencialmente funcionais encontrados na polpa dos frutos, como a vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos são elevados e apresentam capacidade antioxidante, a qual está relacionada com o retardo do envelhecimento e prevenção de várias doenças, devido as suas propriedades de reagir com os radicais livres, protegendo os tecidos do organismo humano contra o estresse oxidativo e patologias associadas ao câncer, doenças coronarianas e processos inflamatórios (RICE-EVANS et al., 1996; WANG; PRIOR, 1997; TAPIERO et al., 2004).

Dessa forma, o butiazeiro desperta interesse tanto como alternativa de renda para a agricultura da Região Sul do Rio Grande do Sul, como diversificação para a agricultura familiar, onde a maioria dos palmares encontra-se ameaçado de extinção como população natural e componente paisagístico (NUNES et al., 2010).

A geleia consiste em um dos principais produtos elaborados com frutas nesta região; porém, durante o processamento e armazenamento deste produto ocorrem perdas substanciais de componentes nutricionais

característicos presentes na matéria-prima original, incluindo componentes bioativos pertencentes a classe dos compostos fenólicos (flavonóides, ácidos fenólicos e antocianinas), clorofilas, fitosteróis, carotenóides e tocoferóis. O conteúdo destes compostos presentes no fruto *in natura* e em seus produtos derivados pode ser muito variável, pois depende de uma série de fatores, como da cultivar, do grau de maturação, das condições de crescimento, do processamento e da estocagem (CHIM, 2008).

Segundo Resolução nº 12 de 1978 da ANVISA geleia de fruta é o produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, adicionado de açúcar e água e concentrado até consistência gelatinosa. Pode ser adicionado de glicose ou açúcar invertido, e não pode ser colorida e nem aromatizada artificialmente. É tolerada a adição de acidulantes e de pectina para compensar qualquer deficiência no conteúdo natural de pectina ou de acidez da fruta.

Três são os componentes indispensáveis para a elaboração de uma geleia: a pectina, o ácido e o açúcar. A pectina constitui-se no elemento fundamental necessário à formação do gel, e deverá ser adicionada quando a fruta não é suficientemente rica em pectina, dentro de certos limites. O ácido também é necessário para a formação do gel, e quando faltar na fruta poderá ser adicionado na forma de ácidos permitidos por legislação nas proporções de 0,1 a 0,5 %. O açúcar é outro constituinte indispensável na elaboração de geleias convencionais. O teor de sólidos solúveis finais da geleia convencional deve ser entre 65 a 70 % (GAVA, 1984).

Krolow et al. (2010) caracterizaram os principais compostos bioativos em frutos de butiá (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi, oriundos do município de Tapes/RS, e avaliaram sua estabilidade após o processamento de geleias, obtiveram como resultados, redução de 33 e 39 % no teor de vitamina C, de 74 e 96 % no teor de compostos fenólicos totais, de 89 e 92 % no teor de carotenóides totais, porém, o teor de antocianinas permaneceu inalterado após o processamento. A atividade antioxidante de uma das amostras de geleia não foi afetada com o processamento, em outra amostra houve um incremento de cinco vezes no teor equivalente.

Krumreichi et al. (2010) avaliando a degradação de vitamina C de duas amostras de geleia de butiá, uma elaborada com os frutos da espécie *Butia*

capitata e a outra com frutos da espécie *Butia eriosphata*, observaram redução de 55,3 % e de 73,3 %, respectivamente, no teor estimado em ácido ascórbico.

Até o presente momento, há carência de pesquisas científicas sobre o processamento de geleias de butiá, bem como da avaliação da estabilidade de compostos bioativos, presentes nos frutos de butiá, após o processamento térmico e no período de armazenamento de geleias convencionais.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade dos principais compostos bioativos dos frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi, após a elaboração de geleias e ao longo do seu armazenamento, além de determinar a atividade antioxidante dos compostos bioativos presentes nas mesmas.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Material

Foram utilizados frutos *in natura* (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi dos butiazeiros B e D, anteriormente caracterizados (tab. 1 a 5, Capítulo I). Os frutos foram selecionados visualmente de acordo com o grau de sanidade, embalados em filmes de polietileno de alta densidade e acondicionados em freezer a -20 °C até o momento do processamento das geleias.

Para a elaboração das geleias foram utilizados os ingredientes: sacarose comercial, pectina cítrica de alto grau de metoxilação (ATM com 150 graus SAG) e bicarbonato de sódio (99,7 % pureza). Os reagentes utilizados na caracterização das geleias foram: DPPH 2,2 difenil-1-picrilhidrazila (Sigma) e 2,6 dicloroindofenol sódio (Merck). Para as demais análises e extrações foram utilizados reagentes de grau analítico.

2.2.2 Método

2.2.2.1 Delineamento Experimental

A partir da caracterização dos frutos de quatro butiazeiros (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi (tab. 1 a 5, Capítulo I) seriam escolhidos, baseado na composição físico-química, os frutos que apresentassem os

maiores teores de compostos bioativos, para a elaboração de um produto de butiá, na forma de geleia. Porém, devido a pouca quantidade de matéria-prima, a elaboração das geleias 1 e 2 foi realizada com os frutos dos butiazeiros B e D, respectivamente, que apresentaram maior quantidade de frutos.

Empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com oito tratamentos (2 geleias x 4 períodos de armazenamento), aplicado em triplicata. Foram avaliadas as variáveis físico-químicas descritas na tab. 1.

TABELA 1 - Tratamentos e delineamento experimental da elaboração das geleias de butiá

Tratamentos	Variáveis Independentes		Variáveis Dependentes
	Geleia	Tempo (dias)	
T1	1	0	Sólidos solúveis totais
T2		30	pH
T3		60	Acidez total titulável
T4		90	Vitamina C
T1	2	0	Carotenóides totais
T2		30	Compostos fenólicos totais
T3		60	Atividade antioxidante
T4		90	

A variável independente período de armazenamento correspondeu a estocagem das geleias por até 3 meses em temperatura ambiente ($\pm 20^{\circ}\text{C}$) e luminosidade natural. As avaliações foram realizadas imediatamente após o processamento (tempo zero) e a cada 30 dias, visando avaliar alterações e/ou perda de compostos funcionais, de atividade antioxidante e de características físico-químicas após o processamento térmico e armazenamento das geleias.

O percentual de perdas de compostos bioativos e atividade antioxidante após a elaboração e ao longo do armazenamento das geleias, foi calculada desconsiderando a quantidade de sacarose (50 %) utilizada na elaboração dos produtos. O cálculo foi realizado da seguinte forma: O percentual de perdas encontrado após o processamento e/ou ao longo do armazenamento foi subtraído de 100 % e o valor obtido, dividido por 2.

2.2.3 Processo de elaboração das geleias

Os frutos foram descongelados à temperatura ambiente e imersos em uma solução de hipoclorito de sódio a 10 ppm permanecendo por 10-15 minutos, quando foram retirados e lavados em água potável para a remoção do excesso de solução de cloro. Após as sementes foram removidas manualmente e o suco extraído em centrífuga (Philips Wallita).

Na formulação das geleias foi utilizada uma parte de suco, uma parte de sacarose (em relação ao peso do suco), 0,15 % de bicarbonato de sódio (em relação a quantidade de suco) e pectina cítrica 150 °SAG, calculada da seguinte forma: A quantidade de sacarose foi dividida (em gramas) por 150 (grau SAG da pectina), mais 1 % de pectina sobre a quantidade do suco de butiá. O processo de elaboração das geleias foi realizado em tacho aberto, com tempo de cocção de 20 minutos, segundo o fluxograma apresentado na Fig. 1.

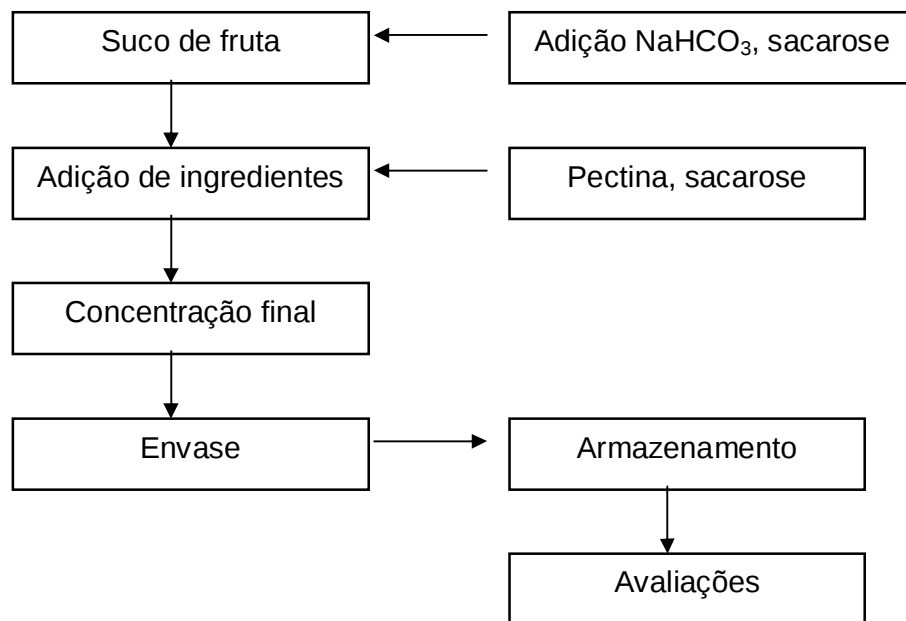


Figura 1 - Fluxograma do processo de elaboração das geleias de butiá.

O processo de produção das geleias iniciou com a neutralização do suco de butiá com bicarbonato de sódio (NaHCO₃), após 80 % da sacarose foi adicionada a mistura, e o aquecimento foi iniciado até, aproximadamente, 65-70 °C. Ao atingir esta temperatura a pectina, previamente solubilizada com os 20 % de sacarose restante, foi adicionada à mistura. A cocção foi mantida até

100 °C e a partir dessa temperatura a cada 3 minutos o teor de sólidos solúveis totais foi medido, em refratômetro digital, até atingir 65 °Brix (MAIA, 1997).

Ao atingir o teor de sólidos solúveis requerido, o aquecimento foi interrompido e as geleias foram imediatamente envasadas em frascos de vidro, previamente esterilizados com capacidade de 30 mL. Os frascos foram fechados manualmente e, em seguida invertidos por 10 minutos para esterilização das tampas. Após, foram deixados em local seco à temperatura ambiente (± 20 °C), simulando as condições em que as geleias são expostas em supermercados, padarias e lojas de conveniências.

2.2.4 Determinações físico-químicas das geleias de butiá

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata, imediatamente após o processamento (tempo zero) e aos 30, 60 e 90 dias de armazenamento e consistiram nas seguintes determinações:

- pH: método potenciométrico a 20 °C;
- Sólidos solúveis totais: através de leitura em refratômetro digital marca ATAGO, modelo Pocket PAL-3 a 20 °C; expressos em °Brix;
- Acidez total titulável: por titulometria com NaOH 0,1 N, expressa em % de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

2.2.5 Compostos bioativos e atividade antioxidante das geleias de butiá

A estabilidade dos compostos bioativos presentes nas geleias foi avaliada em triplicata, imediatamente após o processamento (tempo zero) e aos 30, 60 e 90 dias de armazenamento dos produtos e consistiu nas seguintes análises: carotenóides totais (TALCOTT; HOWARD, 1999) com modificações; compostos fenólicos totais por reação com o reagente Folin-Ciocalteu, com adaptações (SWAIN; HILLIS, 1959); vitamina C, por titulometria com 2,6 dicloroindofenol sódio, segundo metodologia da AOAC (1995) e atividade antioxidante utilizando o radical estável DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazila) de acordo com a metodologia descrita por Brand-Willians et al. (1995).

2.3 Análise Estatística

Os resultados obtidos no estudo foram avaliados pela análise de variância, e para os resultados que apresentaram diferença significativa foi aplicado posteriormente o teste de Tukey, ambos ao nível de 5 % de significância através do programa estatístico SASM-Agri.

2.4 Resultados e Discussão

2.4.1 Determinações físico-químicas das geleias de butiá

Na tab. 2 estão descritos os resultados das análises físico-químicas das geleias de butiá, logo após o processamento e durante o armazenamento de 90 dias em temperatura ambiente.

TABELA 2 - Características físico-químicas das geleias de butiá

Determinações	Tempo de	Geleia	
	armazenamento (Dias)	Geleia 1	Geleia 2
pH	0	3,05Ac*	2,82Bc
	30	3,23Aa	2,98Ba
	60	3,06Ac	2,81Bc
	90	3,13Ab	2,85Bb
Sólidos solúveis totais (SST) (°Brix)	0	64,8Ba	65,3Aa
	30	64,8Ba	65,7Aa
	60	65,0Aa	65,4Aa
	90	65,0Aa	65,5Aa
Acidez total titulável (ATT) (% ácido cítrico)	0	1,44Ba	1,50Aab
	30	1,42Bab	1,50Aa
	60	1,42Bab	1,49Ab
	90	1,40Bb	1,46Ac

Médias de três determinações.

*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna mostram diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para a mesma geleia entre os tempos de armazenamento.

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha mostram diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) entre as diferentes geleias no mesmo tempo de armazenamento.

As geleias elaboradas com os frutos dos butiazeiros B e D enquadram-se no tipo extra, uma vez que foram preparadas respeitando a proporção de 50 partes de suco de fruta e 50 partes de sacarose, conforme estabelecido pela Resolução nº 12 de 1978 da ANVISA.

Os valores de pH das geleias 1 e 2 diferiram significativamente entre si e mantiveram-se na faixa de 3,0 a 3,2 e de 2,8 a 3,0, respectivamente, valores próximos ao observado nas polpas dos frutos antes do processamento. Isto demonstra que a quantidade de bicarbonato de sódio utilizada, não foi suficiente para neutralizar a acidez do suco. Mota (2006) e Krolow et al. (2010), em seus estudos com geleias de amora-preta e de butiá, respectivamente, também observaram valores de pH próximos aos dos frutos *in natura*.

A acidez excessiva pode causar desidratação e hidrólise da pectina, resultando em sinérese. Valores de pH abaixo ou acima daquele considerado ótimo para a formação do gel (3,2) (GAVA, 1984), diminuem a firmeza do produto final. Assim, supõe-se que a firmeza do gel tenha sido prejudicada pelo pH das geleias de butiá, considerando que, após 60 dias de armazenamento, houve a formação de pequena quantidade de líquido na superfície, após a abertura da embalagem. Uma solução para este problema seria selecionar frutos de butiá que apresentem pH em torno de 3,2, uma vez que este está diretamente relacionado com a rigidez do gel e consequentemente com a estrutura do produto.

O aparecimento de líquido na superfície (sinérese) da geleia, também foi observado por Freitas et al. (2008), em seu estudo com diferentes formulações de geleia de gabioba durante o decorrer dos 180 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Em relação ao teor de sólidos solúveis foi observado que nos tempos 0 e 30 dias houve diferença significativa entre as geleias, porém ao final dos 90 dias de armazenamento os dois produtos não apresentaram diferença significativa. Durante todo o período de armazenamento, tanto o teor de sólidos solúveis da geleia 1 como da geleia 2 não apresentaram variação significativa. Resultado diferente foi encontrado por Mota (2006), que detectou redução nos teores de sólidos solúveis no decorrer do armazenamento em todas as formulações de geleia de amora-preta estudadas.

A acidez total titulável foi significativamente superior para a geleia 2 ao longo dos 90 dias de armazenamento do produto, porém ao final deste período foi constatada uma redução de 2,7 %, comportamento semelhante ao da acidez da geleia 1. A redução do teor de acidez também foi reportada por Mota (2006) em seu estudo com geleias elaboradas com sete cultivares de amora-preta. Martins et al. (2010) avaliaram doces de umbu durante quatro meses e verificaram estabilidade da acidez destes produtos ao longo do período de estudo.

Segundo Oliveira et al. (1999), a acidez é um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição do alimento durante sua estocagem, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, geralmente altera a concentração de ácidos e de íons hidrogênio, reduzindo a acidez e o pH, respectivamente.

2.4.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante das geleias de butiá

Na tab. 3 estão expostos os valores das determinações de compostos bioativos e atividade antioxidante das geleias de butiá logo após o processamento e durante o armazenamento de 90 dias em temperatura ambiente.

A vitamina C é uma das vitaminas mais instáveis, e sua presença é fortemente afetada pelas condições do processamento, manuseio e armazenamento de alimentos (WONG, 1995). Comparando os teores de vitamina C dos frutos dos butiazeiros B e D (tab. 5, Capítulo I) com os valores determinados nas geleias processadas a partir destes frutos (tab. 3), foi observada uma degradação pouco considerável durante o processamento. As reduções de ácido ascórbico foram de 3,0 % para a geleia 1 e de 5,3 % para a geleia 2. Estas perdas de ácido ascórbico podem estar associadas às altas temperaturas de processamento, exposição a luz e ao oxigênio.

Reduções no conteúdo desta vitamina após processamento de geleias de butiá, já foram relatadas em estudos como os de Krolow et al. (2010), que encontraram degradação de 33 e 39 %. Krumreichi et al. (2010) também reportam perdas de 55,3 e 73,3 % em amostras de geleias elaboradas com frutos da variedade *Butia capitata* e *Butia eriosphata*, respectivamente.

A redução no teor de ácido ascórbico também foi constatada durante o período de armazenamento. No primeiro mês houve uma pequena taxa de degradação desta vitamina para as duas amostras de geleia, sendo somente significativo para a geleia 2 (redução de 1,5 %). Aos 60 dias de armazenamento o percentual de perdas desta vitamina foi semelhante para a geleia 1 (redução de 10,6 %) e a geleia 2 (redução de 9,7 %). No entanto ao final dos 90 dias de estocagem, somente a geleia 2 sofreu redução no teor de ácido ascórbico presente (16,7 %). A redução do ácido ascórbico pode ser explicada pela oxidação desse componente durante o armazenamento. O calor e a constante exposição a luz aceleram a oxidação dessa vitamina.

As perdas de vitamina C ocorridas durante a estocagem, já foram reportadas em trabalhos como os de Chim (2008), que avaliou formulações de geleia *light* e convencional de amora-preta durante seis meses de armazenamento a temperatura ambiente, e ao final do período não detectou a presença do ácido L-ascórbico em nenhuma das duas formulações. Yamashita et al. (2003), ao estudarem diferentes produtos de acerola encontraram perdas durante o armazenamento de seis meses a temperatura ambiente, de até 90 % do teor total de vitamina C. Maeda et al. (2007) avaliaram o teor de ácido ascórbico em néctar de camu-camu durante 120 dias, sob diferentes condições de armazenamento e constataram que as maiores perdas (20 %) ocorreram nos néctares armazenados a temperatura ambiente.

Apesar das perdas, as concentrações de ácido ascórbico nas geleias de butiá ao final dos 90 dias de armazenamento (37,11 e 33,57 mg ácido ascórbico.100 g⁻¹, para geleia 1 e 2, respectivamente) estão acima dos valores relatados em literatura para frutas frescas como maçã (5,7 mg.100 g⁻¹) (HUMMER; BARNEY, 2002), limão (10,5 mg.100 g⁻¹) (SUNTORNUSUK et al., 2002), pêssego (6,6 mg.100 g⁻¹) e pitanga (14 mg.100 g⁻¹) (VALILLO et al., 2006). Os valores de vitamina C deste estudo também são superiores aos encontrados para o buriti (19,8 mg.100 g⁻¹), fruta integrante da mesma família botânica do butiá (TAVARES et al., 2003).

TABELA 3 - Análise de compostos bioativos e atividade antioxidante das geleias de butiá

Determinações	Tempo de armazenamento (Dias)	Geleia	
		Geleia 1	Geleia 2
Vitamina C (mg ácido ascórbico. 100 g ⁻¹ de geleia)	0	47,08Ba±0,3*	50,81Aa±0,7
	30	46,72Ba±1,1	49,30Ab±0,2
	60	37,10Bb±0,2	40,92Ac±0,4
	90	37,11Ab±0,2	33,57Bd±0,7
Carotenóides totais (µg β-caroteno. g ⁻¹ de geleia)	0	6,60Ab±0,9	5,80Aa±2,2
	30	10,53Aa±0,2	6,76Ba±0,4
	60	9,52Aa±0,4	5,23Ba±0,4
	90	9,69Aa±0,8	5,40Ba±0,4
Fenóis totais (mg ácido clorogênico. 100 g ⁻¹ de geleia)	0	784,10Aa±23,0	775,76Aa±15,1
	30	734,22Ba±1,7	748,34Aa±4,3
	60	667,32Bb±12,7	744,72Aa±12,8
	90	665,88Ab±13,3	694,27Ab±3,2
Atividade antioxidante (µg Trolox.g ⁻¹ de geleia)	0	4737,70Aa±313,6	3950,99Ba±86,7
	30	4972,16Aa±67,7	4089,94Ba±107,1
	60	3763,83Ab±68,9	3218,84Bb±29,6
	90	3815,34Ab±23,6	3363,11Bb±33,6

Médias de três determinações e estimativa de desvio padrão.

*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna mostram diferença significativa pelo teste de Tukey (p≤0,05) para a mesma geleia entre os tempos de armazenamento.

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha mostram diferença significativa pelo teste de Tukey (p≤0,05) entre as diferentes geleias no mesmo tempo de armazenamento.

Observando os teores de carotenóides totais apresentados pelos frutos dos butiazeiros B e D (tab. 4, Capítulo I) utilizados na elaboração das geleias 1 e 2, respectivamente, foi verificada uma redução significativa nos níveis destes compostos durante o processamento. A geleia 1 apresentou um decréscimo de 47,0 % e a geleia 2 um decréscimo de 46,5 % no teor de carotenóides totais. Krolow et al. (2010) avaliaram os teores destes compostos após o processamento de geleias de butiá e, encontraram percentuais de perdas próximos ao deste estudo. Rutz et al. (2011) reportaram redução de 62 % e 24

% no teor de carotenóides em geleias de *physalis* tradicional e *light*, respectivamente.

As perdas de carotenóides totais durante a elaboração das geleias podem ser atribuídas ao processo de desintegração dos frutos e aquecimento das polpas, que levam oxidação dos mesmos. De acordo com Rodriguez-Amaya et al. (2008) os carotenóides estão naturalmente protegidos nos tecidos das plantas, no entanto, quando frutas e vegetais são cortados ou desintegrados ocorre um aumento da exposição dos carotenóides ao oxigênio e contato com enzimas que catalisam o processo de oxidação.

Durante a estocagem, os teores de carotenóides totais das duas amostras de geleia permaneceram próximos. Sendo que a geleia 1 apresentou teor superior destes pigmentos durante todo o período (tab. 3). A retenção dos carotenóides totais durante o armazenamento pode estar relacionada a presença de antioxidantes naturais como a vitamina C e os compostos fenólicos que impediram a oxidação destes compostos.

Estudos envolvendo os efeitos do armazenamento sob a estabilidade de carotenóides já foram relatados em trabalhos como os de Silva et al. (2010), que avaliaram a estabilidade do suco tropical de goiaba não adoçado envasado pelos processos de enchimento a quente e asséptico armazenado durante 250 dias a temperatura ambiente e, observaram que os sucos não apresentaram variação significativa destes compostos ao longo do tempo. Mattiello et al. (2007), avaliaram a estabilidade do néctar misto de cajá e umbu durante 90 dias a temperatura ambiente e, constaram que nos primeiros 30 dias de armazenamento ocorreu uma queda significativa no teor de carotenóides, após este período não foi observada nenhuma diferença significativa.

Em relação aos compostos fenólicos totais, ao comparar os teores presentes nos frutos *in natura* dos butiazeiros B e D (tab. 4, Capítulo I) com as geleias após processamento, foi constatado um decréscimo de 580,31 e 308,28 mg de ácido clorogênico.100 g⁻¹, que correspondem a uma redução percentual de 21,3 % e 14,2 % dos compostos fenólicos das geleia 1 e 2, respectivamente, entretanto não houve diferença significativa entre elas. Estas perdas possivelmente foram devido ao maior tempo de exposição destes compostos a altas temperaturas (acima 100 °C).

Krolow et al. (2010) avaliaram o teor de fenóis totais após o processamento de geleias de butiá e, obtiveram como resultados percentuais de perdas superiores ao deste estudo. Chim (2008) relata em seu estudo com geleias de amora-preta convencional e *light* conteúdos superiores de fenóis totais após processamento, quando comparado ao teor inicial na polpa do fruto.

Durante o período de armazenamento, os teores de fenóis totais das geleias mantiveram-se próximos em todos os tempos. Aos 30 dias de estocagem, os teores de fenóis totais das geleias 1 e 2 não apresentaram diferença significativa em relação ao tempo zero, somente entre os dois produtos. Após 60 dias de estocagem, apenas na geleia 1 houve decréscimo no teor de fenóis (redução de 7,4 %), na geleia 2 a degradação não foi significativa.

Ao final dos 90 dias de armazenamento os teores de fenóis foram semelhantes entre os dois produtos e, aqueles quantificados na geleia 1 (665,88 mg. 100 g⁻¹) não diferiram dos teores encontrados nesta aos 60 dias de armazenamento (667,32 mg.100 g⁻¹). Pode-se concluir que ao final do período de armazenamento, os compostos que fazem parte do conteúdo total de fenóis se mostraram mais estáveis do que após o processamento das geleias.

Reduções no conteúdo de fenóis totais durante o armazenamento, foram reportadas em estudos realizados por Chim (2008) e Häkkinen et al. (2000) em geleias de amora-preta *light* e convencional e de frutas do gênero *Rosaceae* e *Rubus*, respectivamente. Segundo Chim (2008) as perdas estão relacionadas a presença de luz e à reações oxidativas, visto que as geleias permanecem estocadas na temperatura ambiente.

Embora tenha ocorrido um decréscimo nos teores de compostos fenólicos totais nas geleias de butiá, causado principalmente pela ação direta do processamento, os teores presentes nestes produtos ao final dos 90 dias de armazenamento são superiores aos encontrados em frutas *in natura* como mirtilo (CEVALLOS-CASALS; CISNEROS-ZEVALLOS, 2004), maçã cv. Fuji (GULARTE et al., 2007), goiaba e morango (LIMA et al., 2007). Portanto, as geleias de butiá também podem ser consideradas como fontes de compostos fenólicos, devido aos elevados teores apresentados.

Foi observada uma redução significativa na atividade antioxidante das geleias quando comparado com as polpas dos frutos de butiazeiro (tab. 4,

Capítulo I), cerca de 21,4 % para a geleia 1 e 26,4 % para a geleia 2. Essa redução pode ser atribuída às perdas de compostos bioativos durante o processamento das geleias, como vitamina C, carotenóides totais e principalmente em relação as maiores perdas de compostos fenólicos totais.

Durante o período de armazenamento, a redução da atividade antioxidante das geleias foi observada somente após 60 dias de estocagem, a qual foi similar para as geleias 1 e 2, representando respectivamente perdas percentuais de 10,3 % e 9,2 %. No entanto, ao final dos 90 dias não houve variações significativas na atividade antioxidante de cada uma das amostras, mas sim entre elas. Chim (2008) observou perda semelhante na atividade antioxidante das geleias de amora-preta convencional e *light* após seis meses de armazenamento a temperatura ambiente.

2.5 Conclusão

As geleias de butiá foram distintas em relação as suas características físico-químicas, exceto no teor de sólidos solúveis totais, que foi similar entre os dois produtos a partir do sexagésimo dia de armazenamento.

O conteúdo de compostos bioativos influenciou na redução da atividade antioxidante durante o processamento das geleias.

Durante o período de armazenamento, as geleias 1 e 2 apresentaram similaridade de comportamento frente aos compostos bioativos analisados e atividade antioxidante. Quanto a atividade antioxidante das geleias, esta apresentou redução significativa somente após os 60 dias de armazenamento.

CONCLUSÕES GERAIS

Com esse estudo pode-se concluir que os frutos dos butiazeiros coletados em uma área de preservação ambiental, localizada no município de Tapes/RS apresentaram variação significativa em sua composição físico-química. Os frutos do butiazeiro A foram superiores quanto aos teores de sólidos solúveis totais, pH, açúcares totais e redutores.

O valor calórico total dos frutos dos butiazeiros variou de 65 a 80 kcal.100 g⁻¹, decorrentes principalmente dos teores de carboidratos e lipídios. Quanto aos teores de água, cinzas, lipídios, proteínas e fibras nos frutos, foi observado uniformidade entre butiazeiros, com poucas exceções.

Devido aos elevados teores de potássio, cálcio, manganês e ferro, os frutos dos butiazeiros podem ser considerados excelentes fontes desses minerais. Com destaque para os elevados teores de ferro e manganês dos frutos do butiazeiro A.

Dentre os compostos bioativos, os frutos dos butiazeiros destacam-se pelos maiores teores de fenóis totais, vitamina C e carotenóides totais. Os frutos do butiazeiro A apresentaram superioridade nos teores de fenóis e antocianinas totais e no valor de atividade antioxidante.

Na análise de cor da epiderme dos frutos de butiazeiros, todas as médias de coloração localizaram-se no primeiro quadrante, nas tonalidades de vermelho e amarelo.

Em relação às geleias de butiá, estas foram distintas quanto as suas características físico-químicas, exceto no teor de sólidos solúveis totais, que foi similar entre os dois produtos a partir do sexagésimo dia de armazenamento.

O conteúdo de compostos bioativos influenciou na redução da atividade antioxidante durante o processamento das geleias. Durante o período de armazenamento, as duas amostras de geleia apresentaram similaridade de comportamento frente aos compostos bioativos analisados e atividade antioxidante. Quanto a atividade antioxidante das geleias, esta apresentou redução significativa somente após os 60 dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS

ALVES, M.R.P.; DEMATTÊ, M.E.S.P. **Palmeiras**: características botânicas e evolução. Campinas: Fundação Cargil, 1987. 129 p.

AYHAN, Z.; YEOM, H.W.; ZHANG, Q.H. Flavour, color and vitamin C retention of pulsed electric field processed orange juice in different packaging materials. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 2, p. 669-674, 2001.

ANDRADE, E.C.B.; BARROS, A.M.; TAKASE, I. Avaliação da solubilidade de cobre e zinco em caldos de leguminosas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 386-388, 2003.

ANDRADE, J. de S.; ARAGÃO, C.G.; FERREIRA, S.A. do N. Caracterização física e química dos frutos de araçá - Pêra (*Psidium acutangulum* D. C.). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 23, n. 2-3, p. 213-217, 1993.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 16^a ed. Arlington, 1995.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 17^a ed. Arlington, 2005.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie/Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1995. Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 183, p. 3, 24 set. 1998. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 24 de julho de 1978. Aprova Normas Técnicas Especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo o território brasileiro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, Poder Executivo, 24 jul. 1978. Seção 1, pt.I

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 40, de 21 de março de 2001. Regulamento técnico sobre o valor calórico de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 57, p. 22-25, 22 mar. 2001. Seção 1.

- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**, 3ª ed., São Paulo, Livraria Varela, 2003. 240 p.
- BORGES, G de S.; SGANZERLA, M.; ZAMBIAZI, R.C (2006). **Caracterização química de frutos de butiá**. Congresso de Ciências Farmacêuticas de Cascavel e Simpósio em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Mercosul. CD-ROM.
- BURDULU, H.S.; KOCA, N.; KARADENIZ, F. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during store. **Journal of Food Engineering**, v. 74, n. 1, p. 211-216, 2006.
- CARVALHO, P.G.B. de.; MACHADO, C.M.M.; MORETTI, C.L.; FONSECA, M.E. de N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 397-404, 2006.
- CEVALLOS-CASALS, B.A.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Stability of anthocyanin based aqueous extracts of andean purple corn and red-fleshed sweet potato compared to synthetic and natural colorants. **Food Chemistry**, v. 86, p. 69-74, 2004.
- CHIM, J.F. **Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (Rubus sp.) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geléia convencional e light**. 2008. 86f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2º ed. ver e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- CREPALDI, I.C.; MURADIAN, L.B.de. A.; RIOS, M.D.G.; PENTEADO, M.de. V.C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p.155-159, 2001.
- DEGÁSPARI, C.H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.
- DINIZ, J.H.; SÁ, L.F. **A cultura da guariroba**. Goiânia: Emater-GO, 1995. 16 p. (Emater. Boletim Técnico, 003).
- DRANSFIELD, J.; UHL, N.W.; ASMUSSEN, C.B.; BAKER, W.J.; HARLEY, M.M.; LEWIS, C.E. **Genera palmarum**: evolution and classification of palms. Kew: Royal Botanic Gardens, 2008. 744 p.
- DREOSTI, J.E. Antioxidant polyphenols in tea, cocoa and wine. **Nutrition**, v. 16, n. 7/8, p. 692-694, 2000.
- FARIA, J.P.; ALMEIDA, F.; SILVA, L.C.R da.; VIEIRA, R.F.; AGOSTINE-COSTA, T. S. Caracterização da polpa do coquinho-azedo (*Butia capitata* var

capitata). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 827-829, 2008.

FENNEMA, O.R. **Química De los alimentos**. 2º ed. Zaragoza: Acríbia, 1993. 1095 p.

FERREIRA, E.de.S.; LUCIEN, V.G.; AMARAL, A.S.; SILVEIRA, C.da.S. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*astrocaryum vulgare* mart). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 4, p. 427-433, 2008.

FONSECA, L.X.; KROLOW, A.C.R.; BARBIERI, R.L.; NORA, L. (2011). **Composição mineral do butiá (*Butia capitata*)**. III Simpósio de Ciência e Tecnologia de Alimentos, II Congresso do Instituto Nacional de Frutas Tropicais e IV Seminário de Ciência de Alimentos, Recife-Pernambuco. CD-ROM.

FREITAS, J.B.; CÂNDIDO, T.L.N.; SILVA, M.R. Geleia de gabioba: avaliação da aceitabilidade e características físicas e químicas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 87-94, 2008.

FRANCO, G. **Tabela de composição química de alimentos**. 10º ed. Rio de Janeiro. 1999. 307 p.

FRANCO, G. **Tabela de composição química de alimentos**. 9º ed. São Paulo. 2004. 307 p.

FULEKI, T.; FRANCIS, F. T. Quantitative methods for anthocyanins 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 33, p. 72-77, 1968.

GABAS, A.L.; TELIS-ROMERO, J.; MENEGALLI, F.C. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23 (Supl), p. 66-70, 2003.

GARCIA-ALONSO, M.; PASCUAL-TERESA, S.; SANTOS-BUELGA, C.; RIVASGONZALO, J.C. Evaluation of the antioxidant properties of fruits. **Food Chemistry**, v. 84, p. 13-18, 2004.

GAVA, A.J. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. 1º ed. São Paulo: Nobel, 1984. 284 p.

GENOVESE, M.I.; PINTO, M. da.S.; GONÇALVES, A.E. de S.S.; LAJOLO, F.M. 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.

GONDIM, J.A.M. MOURA, M.F.C.; DANTAS, A.S.; MEDEIROS, R.L.S.; SANTOS, K.M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GULARTE, J.P.A.; PEREIRA, M.C.; VIZZOTTO, M. (2007). **Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante em produtos da cadeia produtiva da maçã**. XVI Congresso de Iniciação Científica IX Encontro de Pós-Graduação da UFPel.

HÄKKINEN, S.H.; KARENLAMPI, S.O.; MYKKANEN, H.M. et al. Ellagic acid content in berries: influence of domestic processing and storage. **European Food Research and Technology**, v. 212, p. 75-80, 2000.

HARBORNE, J.B.; WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v. 52, p. 481-504, 2000.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field guide to the palms of Americs**. Pricetom University Press. 1995. 352 p.

HIANE, P.A. et al. Carotenóides pró-vitamínicos A e composição em ácidos graxos do fruto e da farinha do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 206-209, 2003.

HUMMER, K.E.; BARNEY, D.L. Currants: Crop Reports. **HortTechnology**, v. 12, n. 3, p. 377-387, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**: métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 3º ed., v. 1, São Paulo. 1985. 533 p.

JACKMAN, R.L.; SMITH, J.L. Anthocyanins and betalains. In: HENDRY, G.A.F.; HOUGHTON, J.D. **Natural Food Colorants**. New Yourk, USA: AVI, 1992.

JACQUES, A.C.; PERTUZZATI, P.B.; ZAMBIAZI, R.C. Nota científica: compostos bioativos em pequenas frutas cultivadas na região sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Food and Technology**, v. 12, n. 2, p. 123-127, 2009.

JONES, D.L. **Palms throughout the world**. Washington: The Smithsonian Institution Press. 1994. 410 p.

KING, A.R.D.; YOUNG, G.E. de. D. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. **Journal of American Dietetic Association**, v. 99, n. 2, p. 213-218, 1999.

KINUPP, V.F.; BARROS, I.B.I.de. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 846-857, 2008.

KROLOW, A. C. R.; VIZZOTTO, M.; BARBIERI, R. L.; FONSECA, L. X.; NORA, L. Processing and characterization of *Butia capitata* from Rio Grande do Sul, Brazil. In: International Conference on Food Innovation, 2010, Valencia. University of Valencia. **Anais do...** Valencia, 2010. p. 1-4.

- KROLOW, A.C.R. Processamento de butiá. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 5; ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 4., 2010, Pelotas. Palestras e resumos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010a. p. 142-146.
- KROLOW, A.C.R.; VIZZOTTO, M.; CORRÊA, A.A.; CASTILHO, P.M.; PEREIRA, M.C. (2008). **Caracterização física e química e quantificação de compostos fenólicos, carotenóides e determinação da atividade antioxidante de fruto de butiá (*Butia capitata*)**. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Belo Horizonte. CD-ROM.
- KRUMREICH, F.D.; CORRÊA, A.P.A.; SCHNEID, I.; SILVA, G.P.; SGANZERLA, M. (2010). **Geleia de butiá: caracterização físico-química e avaliação sensorial**. XIX Congresso de Iniciação Científica e XII Encontro de Pós-graduação da UFPel.
- LAYRISSE, M. New property of vitamin A and β -carotene on human iron absorption: effect on phytate and polyphenols as inhibitors of iron absorption. **Archivos Latinoamericanos Nutrición**, Guatemala, v. 50, p. 243-248, 2000.
- LEES, D.H.; FRANCIS, F.J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **Hortscience**, v. 7, p. 83-84, 1972.
- LEITMAN, P.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L. Arecaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB120993>. Acesso em: 08 nov. 2011.
- LIMA, A de.; SILVA, A.M.O.; TRINDADE, R.A.; TORRES, R.P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 695-698, 2007.
- LIMA, V.L.A.G.; MÉLO, E.A.; LIMA, D.E.S. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 3, p. 447-450, 2002.
- LOPES, A.S.; MATTIETTO, R.A.; MENEZES, H.C. Estabilidade da polpa de pitanga sob congelamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 553-559, 2005.
- LORENZI, H.; NOBLICK, L.R.; KAHN, F.; FERREIRA, E. **Flora brasileira – Arecaceae (palmeiras)**. Nova Odessa: Plantarum, 2010. 384 p.
- LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 672 p.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; COSTA, J.T.; CERQUEIRA, L.S.C.; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. 3º ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2004. 375 p.

MAEDA, R.N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L.K.O.; CHAAR, J.M. Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria bublbia* (H.B.K.) McVaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 313-316, 2007.

MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause. Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 10ª ed. São Paulo: Roca, 2002. 1157p.

MAIA, L.L.M. **Curso de processamento de frutas: geleia e doce em massa**. Programa de Capacitação Tecnológica Sebrae/ Embrapa, 23 a 27 de junho de 1997 - Rio de Janeiro, 1997.

MAIGA, A.; DIALLO, D.Bye. R.; PAULSEN, B.S. Determination of some toxic and essential metal ions in medicinal and edible plants from Mali. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 2321, 2005.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. "Polyphenols: food sources and bioavailability". **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, p. 727-747, 2004.

MARTINS, M.L.A.; BORGES, S.V.; CUNHA, A.C.; OLIVEIRA, F.P.; AUGUSTA, I.M.; AMORIM, E. Alterações físico-químicas e microbiológicas durante o armazenamento de doces de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) verde e maduro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 60-67, 2010.

MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L.; FOLEGATTI, M.I. de S.; OLIVEIRA, J.R.P.; OLIVEIRA, J.A.B.de; SANTOS, D.B. Avaliações físico-químicas em frutos de diferentes genótipos de aceroleira (*Malpighia punicifolia* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 602-606, 2001.

MATTIETO, R de A.; LOPES, A.S.; MENEZES, H.C de. Estabilidade do néctar misto de cajá e umbu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 456-463, 2007.

MATTIUZ, E.J.; DURIGAN, J.F. Efeito de injúrias mecânicas na firmeza e coloração de goiabas das cultivares Paluma e Pedro Sato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 277-281, 2001.

MENDEZ, M.H.M. et al. **Tabela de composição de alimentos**. Niterói: ed. UFF, 2003. 41 p.

MINOLTA. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**. Japan: Minolta Co. Ltda, 1998. 57p.

MOTA, R.V. Caracterização física e química de geleia de amora-preta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 539-543, 2006.

NEPA/UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO**. Versão 2, 2006. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco>>. Acesso em: 09 jan. 2012.

NOBLICK, L.R.Syagrus. **The Palm Journal**, Fallbrook, n. 126, p. 12-45, 1996.

NUNES, A.M.; FACHINELLO, J.C.; RADMAMN, E.B.; BIANCHI, V.J.; SCHWARTZ, E. Características morfológicas e físico-químicos de butiazeiros (*Butia capitata*) na região de Pelotas, Brasil. **Revista Interciencia**, v. 35, n. 7, p. 500-505, 2010.

ODHAV, B.; BEEKRUM, S.; AKULA, U.S.; BAIJNATH, H. Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu-Natal, South Africa. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 5, p. 430-435, 2007.

OLIVEIRA, M.E.B.; BASTOS, M.S.R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M.A.C.; SILVA, M.GG. **Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju**. Centro Nacional de Agroindústria Tropical (Embrapp. Cnpat), 1999.

OLIVEIRA, M.E.B. et al. Características químicas e físico-químicas de pequis da Chapada do Araripe, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n. 1, p. 114-125, 2010.

PAULA, G.A. **Caracterização físico-química e estudo do escurecimento enzimático em produtos derivados de açaí (*Euterpe oteraceae* Mart.)**. 2007. 91f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PEREIRA, M.C. **Avaliação de compostos bioativos em frutos nativos do Rio Grande do Sul**. 2011. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PERES, C.A. Composition, density and fruiting phenology of arborescent palms in Amazon terra firme forest. **Biotropia**, Malden, v. 26, p. 285-294, 1994.

PIVARI, M.O.; FORZZA, R.C. A família Palmae na Reserva Biológica da represa do Grama – Descoberto, Minas Gerais, Brasil, **Rodriguésia**. v. 55, n. 85, p. 115-124, 2004.

RASEIRA, M.C.; ANTUNES, L.E. **Aspectos Técnicos da cultura da amora-preta**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 54 p.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de alimentos**. Instituto Mauá de Tecnologia. Editora Edgard Blucher Ltda, 1º ed. São Paulo, p.157, 2004.

RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996.

ROCHA, D.A.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D.; FONSECA, E.W.N. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1124-1128, 2008.

RODRIGUEZ, AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI Press, 1999. 64 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Assessment of the provitamin A contents of food – the Brazilian experience. **Journal of Food Composition and Analysis**, Orlando, v. 9, p. 196-230, 1996.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed and stored foods**. Arlington, U.S. Agency for International Development, 1997. 88 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Brasília, 2008. 100 p.

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

ROSA, J.S.; GODOY, R.L.O.; NETO, J.O.; CAMPOS, R.S.; MATTA, V.M.; FREIRE, C.A.; SILVA, A.L.; SOUZA, R.S. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p.837-846, 2007.

ROSSATO, M. **Recursos genéticos de palmeiras nativas do gênero Butia do Rio Grande do Sul**. 2007. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

RUTZ, J.K.; VOSS, G.B.; PERTUZATTI, P.B.; ZAMBIAZI, R.C. (2011). **Carotenóides em polpa e geleias de Physalis**. XIII Congreso CYTAL, Buenos Aires, Argentina.

SANTOS, B.R.; PAIVA, R.; DOMBROSKI, J.L.D.; MARTINOTTO, C.; NOGUEIRA, R.C.; SILVA, A.A.N. Pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.): uma espécie promissora do cerrado Brasileiro. **Boletim Agropecuário**, Lavras: UFLA, V. 64, 2006. 33p.

SCHWARTZ, E. **Produção, fenologia e qualidade dos frutos de Butia capitata em populações de Santa Vitória do Palmar**. 2008. 92 f. Tese

(Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SEMA. **Decreto nº 42.009, de 31 de dezembro de 2002.** Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no estado do Rio Grande do Sul.

Disponível em:

<<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/pdf/especiesameaçadas.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2011.

SGANZERLA, M. **Caracterização físico- química e capacidade antioxidante do butiá.** 2010. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food Phenolics:** sources, chemistry, effects and applications, 1995. 331 p.

SHILS, M.E.; OLSON, J.A.; SHIKE, M.; ROSS, A.C. **Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença.** 9º ed. São Paulo: Manole, v.1, 2003. 1026 p.

SILVA, D.S da.; MAIGA, G.A.; SOUZA, P.H M de.; FIGUEIREDO, R.W de.; COSTA, J.M.C da.; FONSECA, A.V.V da. Estabilidade de componentes bioativos do suco tropical de goiaba não adoçado obtido pelos processos de enchimento à quente e asséptico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 237-243, 2010.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2º ed. Ver. Ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SILVA, P.T.; LOPES, M.L.M.; VALENTE-MESQUITA, V.L. Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de ácido Ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geleia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 678-682, 2006.

STEVENS, P.F. **Angiosperm Phylogeny Website.** Version 9, 2008. Disponível em: <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>>. Acesso em: 09 jan. 2012.

SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of Agriculture and Food and Agriculture. Oxford**, v.10, p. 63-68, 1959.

SUNTORNUSUK, L.; GRITSANAPUN, W.; NILKAMHNK, S.; PAOCHOM, A. Quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 28, p. 849-855, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** Artmed: Porto Alegre (Brasil), 3º ed. 2004. 722 p.

TALCOTT, T. S.; HOWARD, R. L. Phenolic autoxidation is responsible for color

degradation in processed carrot puree. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 47, p. 2109-2115, 1999.

TAPIERO, H.; TOWNSEND, D.M.; TEW, K.D. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 58, n. 2, p. 100-110, 2004.

TAVARES, M. et al. Composição química e estudo anatômico dos frutos de buriti do Município de Buritizal, Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, n. 3, p. 227-232, 2003.

TONIETTO, A.; SCHLINDWEIN, G.; SANTOS, V.R.dos.; COLATO, A.S. Características químicas e físicas de duas espécies de butiazeiros do Rio Grande do Sul. V Simpósio Nacional do Morango, IV Encontro sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul. **Anais do ...** Pelotas, 2010, p. 164.

TONIETTO, S.M.; TONIETTO, A.; SCHLINDWEIN, G.; DUPRAT, A.C.D.; COSTA, A.A.; BENDER, R.J. (2008). **Caracterização química da polpa de Butiá (*Butia capitata* Mart.) procedentes do litoral médio do Rio Grande do Sul**. Congresso Brasileiro de Fruticultura, Vitória-ES. CD-ROM.

VALLILO, M.I.; GARBELOTTI, M.L.; OLIVEIRA, E. de.; LAMARDO, L.C.A. Características físicas e químicas dos frutos de cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 241-244, 2005.

VALILLO, M.I.; LAMARDO, L.C.A.; GABERLOTTI, E.O.; MORENO, P.R.H. Composição química dos frutos de *Campomanesia adamantium* (cambessédes) O. Berg. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 805-810, 2006.

VINCI, G.; ROT, F.; MELE, G. Ascorbic acid in fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, v. 53, p. 211-214, 1995.

VOSS, G.B.; RUTZ, J.K.; SGANZERLA, M.; ZAMBIAZI, R.C. (2010). **Determinação de cor e quantificação de carotenóides e antocianinas totais em frutos de butiá**. XIX Congresso de Iniciação Científica e XII Encontro de Pós-graduação da UFPel, Pelotas.

WAITZBERG, D.L. **Nutrição Oral, Enteral e Parenteral na Prática Clínica**. 3ª ed. São Paulo: Athneu, 2002, p.131-134.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R.L. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 2, p. 304-309, 1997.

WANG, S.Y.; ZHENG, W. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 2, p. 873-878, 2003.

WONG, S.W.S. **Química de los alimentos: mecanismos y teoría**. Zaragoza: Acribia, 1995. 475 p.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M.T.; TONZAR, A.C.; MORIYAS, S.;
FERNANDES, J.G. Produtos de acerola: estudos da estabilidade de vitamina C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 92-94, 2003.

ZANONI, B.; PERI, C.; NANI, R.; LAVELLI, V. Oxidative heat damage of tomato halves as affected by drying. **Food Research International**, v. 31, n. 5, p. 395-401, 1999.

ZHANG, D.; HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. **Food Chemistry**, v. 88, n. 4, p. 503-509, 2004.