

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 físico- química e capacidade antioxidante do
butiá**

Marla Sganzerla
Química de Alimentos

Pelotas, 2010.

Marla Sganzerla
Química de Alimentos

Caracterização físico- química e capacidade antioxidante do butiá

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Prof. Rui Carlos Zambiasi, 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 (área de concentração: Ciência e Tecnologia Agroindustrial).

Orientador: Prof. Rui Carlos Zambiasi, PhD. (DCA-UFPel)
Co-Orientador: Dra. Josiane Freitas Chim (DCA-UFPel)

PELOTAS
Rio Grande do Sul- Brasil
Fevereiro de 2010

Marla Sganzerla
Química de Alimentos

Caracterização físico- química e capacidade antioxidante do butiá

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Prof. Rui Carlos Zambiasi, 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 (área de concentração: Ciência e Tecnologia Agroindustrial).

Comissão de orientação:

Prof. Rui Carlos Zambiasi PhD. (Orientador) – DCA-UFPeI
Prof^a. Dr^a. Josiane Freitas Chim (Co-orientadora) – DCA-UFPeI

Comissão examinadora:

Prof. Dr. Jose Carlos Fachinello – FAEM/UFPeI
Prof^a. Dr^a. Marcia de Mello Luvielmo – DCA/UFPeI

Dedico este trabalho aos meus pais Derli e Carmen e ao meu irmão Marcos pelo amor incondicional, apoio, incentivo e esforço conjunto ao longo desta trajetória.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre comigo e permitir que tudo isso se realizasse.

A Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade e condições para o meu desenvolvimento acadêmico.

Ao Professor Rui Carlos Zambiasi que, além orientar este trabalho, é para mim um grande amigo por quem tenho enorme admiração, que desde o início da minha vida acadêmica serve de exemplo de profissional, caráter e ética e, ao longo da convivência, proporcionou ensinamentos que levarei para a vida toda.

A toda minha família, que mesmo de longe está sempre presente na minha vida, em especial aos meus pais Derli José Sganzerla e Carmen Camera Sganzerla e ao meu irmão Marcos Sganzerla, grandes e efetivos incentivadores dos meus empreendimentos de vida. Por todo amor, carinho e consideração, que existe entre nós.

Aos meus amigos de longa data que nem o tempo e nem a distância foram capazes de afastar: Sabrina Luft, Daniele Camera Sehn, Graciele Camera Sehn, Juliane Mello Zollet, Cristiano Metz, Mateus Kempin e Tiago Kempin – que considero grandes conquistas da minha vida.

As pessoas que passaram boa parte do tempo da minha vivência em Pelotas ao meu lado, compartilhando não apenas um lar, mas a vida no seu sentido mais amplo e maravilhoso, pessoas com quem aprendi muito e dividi muitas alegrias. E mesmo distantes ainda são muito presentes: Daniela Cavalli e Mirella Andraous “Amigo é aquela pessoa que sabe tudo sobre você e ainda assim gosta de você (Elbert Hubbard)”. Estendo o agradecimento também as amigas da Pensão Casa Rosa, do apartamento 302, do 08 em especial a Ana Paula Duarte e por fim do 702, Bruna Knob Pinto e Louise Haubert pela presteza, amizade e acolhida nessa fase final do trabalho.

Aos colegas de laboratório Paula Pertuzatti, Milene Barcia, Vanessa Bauer, Rogério e Zaida Jorge pela convivência e amizade, principalmente às amigas que me acompanharam nessa última etapa do trabalho, Andressa Jacques, Francine Manhago Bueno, Roberta Mânica-Berto e Josiane Chim, por toda ajuda e

ensinamentos prestados nos experimentos de laboratório e da vida. Estendo o agradecimento a demais colegas e amigos da Pós-graduação em especial a Franciela Spier e ao Gilberto Marostega Fagundes.

As minhas fiéis escudeiras Josiane Rutz e Glenise Voss que trabalharam comigo nestes dois anos, por toda ajuda na realização deste trabalho, pela amizade e por todos os momentos divertidos que passamos juntas.

Aos professores e funcionários do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, pelos conhecimentos repassados, presteza e pela amizade.

Ao Centro Agropecuário da Palma, em especial ao Professor Jose Carlos Fachinello e estagiários e, à Embrapa Clima Temperado, em especial as pesquisadoras Rosa Líia Barbieri e Maria do Carmo Raseira pela disponibilidade e ajuda fundamental na obtenção das amostras utilizadas neste experimento.

Por fim, agradeço a CAPES pela bolsa concedida.

“Enquanto o caos segue em frente com
toda calma do mundo.”

Renato Russo, Dado Villa-Lobos e Marcelo Bonfá

RESUMO

SGANZERLA, Marla. **Caracterização físico-química e capacidade antioxidante do butiá**. 2010. 107f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

As espécies pertencentes à família *Palmae* (*Aracaceae*) destacam-se tanto pelo recurso natural e econômico que representam às populações humanas, como pelo seu papel ecológico nas formações vegetais. No Rio Grande do Sul ocorrem seis gêneros de palmeiras nativas, entre eles, destacam-se as palmeiras do gênero *Butia*, principalmente as espécies: *B. capitata* e *B. eriospatha*, que produzem frutos que são consumidos *in natura* ou utilizados para o preparo de sucos, licores e sorvetes. O interesse pelas espécies nativas e pequenos frutos vem crescendo nos últimos anos devido ao benefício que podem proporcionar à saúde humana, devido a ação de compostos oriundos do metabolismo secundário das plantas. Assim, este estudo teve como objetivo caracterizar os frutos de butiá das espécies *B. capitata* e *B. eriospatha*, determinando a composição nutricional, a presença de compostos fitoquímicos e a capacidade antioxidante das frações polpa e amêndoa. Quanto à biometria, os frutos de butiá apresentaram-se com forma achatada devido às maiores medidas de diâmetro comparado as medidas de comprimento, com elevado rendimento de polpa (70,97% para a espécie *B. capitata*); os valores de cor da epiderme dos frutos de ambas as espécies de butiás se localizaram dentro do primeiro quadrante entre as tonalidades de vermelho e amarelo. Na composição da amêndoa dos frutos destacam-se os teores de fibras e de carboidratos e também no valor calórico 392,18Kcal.100g⁻¹ e 358,03Kcal.100g⁻¹ (espécies *B. capitata* e *B. eriospatha*, respectivamente), devido ao elevado teor de lipídios, o que consiste em um bom indicativo para extração de óleo, cuja composição é rica em ácidos graxos de cadeia média (C6-C12), perfazendo 56,48% para a espécie *B. capitata* e de 43,70% para a espécie *B. eriospatha*. Dentre os fitoquímicos destaca-se o teor de fenóis totais de 416,73mg GAE.100g⁻¹ nas amêndoas das espécies *B. capitata* e de 443,19mg GAE.100g⁻¹ para a espécie *B. eriospatha* e a ausência de tocoferóis nas amêndoas de ambas as espécies. Em relação à polpa dos frutos, observou-se correlação positiva forte entre teor de sólidos solúveis e de açúcares totais para butiás da espécie *B. capitata* (0,990), enquanto que para a espécie *B. eriospatha* a correlação de maior significância ocorreu entre teor de sólidos solúveis e de acidez (0,994). O valor calórico total foi equivalente a 53,21 Kcal.100g⁻¹ para a espécie *B. capitata* e de 42,30 Kcal.100g⁻¹ na espécie *B. eriospatha*, decorrentes principalmente do teor de carboidratos. Os teores de fibra bruta nas espécies *B. capitata* (1,22%) e *B. eriospatha* (0,88%) foram inferiores aos valores reportados para outras espécies pertencentes à família *Palmae*. Através da análise de componentes principais, considerando a caracterização físico-química e capacidade antioxidante foi possível diferenciar as duas espécies de butiás. Na composição fitoquímica de frutos de butiás destacam-se os teores de fenóis e de vitamina C, que se correlacionaram com a capacidade antioxidante, além do conteúdo de carotenóides.

Palavras-chave: *Butia capitata*. *Butia eriospatha*. Biometria. Óleo. Fitoquímicos.

ABSTRACT

SGANZERLA, Marla. **Physico-chemical characteriazation and antioxidant capacity of pindo palm.** 2010. 107f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The species belonging to the Palmae (Aracaceae) family are distinguished by the natural and economic resource that they represent to human populations as its ecological role in the vegetation. In Rio Grande do Sul there are six genera of native palm trees, among them occurs the palm *Butia* genus, mainly the species of *B. capitata* and *B. eriospatha*, which produce fruits that are consumed as raw or as by-products same as juice, liqueur and ice cream. The interest in native species and small fruit is growing in recent years due to the benefit that they can provide to human health, due to the action of compounds derived from the secondary metabolism of plants. Thus, this study aimed to characterize the fruits of *B. capitata* and *B. eriosphata* species, determining the nutritional composition, the presence of the phytochemical compounds and the antioxidant capacity of the pulp and kernel fractions. In relation to biometry, pindo palm fruits of both species presented a flat shape due to higher measures of diameter compared with measures of length, besides high-yield pulp (70.97% for *B. capitata*); the peel color of fruits from both species of pindo palms are located within the first quadrant between the shades of red and yellow. The almond fruits composition stand out levels of fiber and carbohydrates, and also the caloric content of 392.18 kcal.100g⁻¹ and 358.03 kcal.100g⁻¹ (*B. capitata* and *B. eriosphata* species, respectively), due to high fat content, which is a good indicator for the extraction of oil, that is rich in medium chain fatty acids (C6-C12), achieving 56.48% for the species of *B. capitata* and 43.70% for the species of *B. eriosphata*. Among the phytochemical compounds, highlights the concentration of total phenols, 416.73mg GAE.100g⁻¹ and 443.1973mg GAE.100g⁻¹ in almonds of *B. capitata* and *B. eriosphata* species, respectively, and the absence of tocopherols in the almonds of the species evaluated. In relation to the fruit pulp, there was strong positive correlation between soluble solids and total sugars for *B. capitata* specie (0.990), while for the species *B. eriosphata* the most significant correlation occurred between soluble solids and acidity content (0.994). The total caloric value was equivalent to 53.21 kcal.100g⁻¹ for *B. capitata* specie and 42.30 kcal.100g⁻¹ for *B. eriosphata* specie, mainly due to the carbohydrate content. The fiber content in species of *B. capitata* (1.22%) and *B. eriosphata* (0.88%) were lower than the values reported for the fruits from other palm species. Through principal component analysis, considering the physical-chemical composition and the antioxidant activity was possible to differentiate these two species of pindo palm. In the phytochemical composition of pindo palm fruit included the concentration of phenols, vitamin C, which correlated with antioxidant capacity, and the carotenoid content.

Keywords: *Butia capitata*. *Butia eriosphata*. Biometry. Oil. Phytochemicals.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	10
CAPÍTULO I – COR E PARÂMETROS BIOMÉTRICOS DE FRUTOS DE BUTIÁ (<i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>)	21
1.1 Introdução	21
1.2 Material e Métodos	24
1.2.1 Amostras	24
1.2.2 Análises de biometria e cor de frutos de <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>	24
1.2.3 Análise estatística	25
1.3 Resultados e Discussão	25
1.3.1 Caracterização biométrica dos frutos de <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>	25
1.3.2 Caracterização da cor dos frutos de <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>	30
1.4 Conclusão	35
CAPÍTULO II – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E EXTRAÇÃO DE ÓLEO DAS AMÊNDOAS DE FRUTOS DE BUTIÁ (<i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>)	37
2.1 Introdução	37
2.2 Material e Métodos	39
2.2.1 Amostras	39
2.2.2 Análises das amêndoas de butiás <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>	40
2.2.2.1 Composição química das amêndoas de butiás <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i> ..	40
2.2.2.2 Extração de óleo das amêndoas de butiás <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>	41
2.2.2.3 Avaliação dos óleos obtidos das amêndoas de butiás por extrato etéreo em Soxhlet	42
2.2.3 Análise Estatística	43
2.3 Resultados e discussão	43
2.3.1 Composição química das amêndoas de butiás <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>	43
2.3.1.1 Fitoquímicos e capacidade antioxidante das amêndoas de butiás <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>	46
2.3.2 Extração de óleo das amêndoas de butiás <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>	49
2.3.3 Caracterização do óleo obtido das amêndoas de butiás <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>	52
2.4 Conclusão	57
CAPÍTULO III – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA DE BUTIÁ (<i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>)	59
3.1 Introdução	59
3.2 Material e Métodos	61
3.2.1 Amostras	61
3.2.2 Composição química da polpa de butiás <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>	62
3.2.2.1 Fitoquímicos e capacidade antioxidante da polpa de butiás <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>	63
3.2.3 Análise Estatística	67
3.3 Resultados e discussão	67
3.3.1 Composição química da polpa dos butiás das espécies <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>	67
3.3.2 Fitoquímicos e capacidade antioxidante da polpa de butiá das espécies <i>B. capitata</i> e <i>B. eriosphata</i>	72
3.4 Conclusão	84
CONCLUSÕES GERAIS	86
REFERÊNCIAS	87

INTRODUÇÃO GERAL

As espécies pertencentes à família *Palmae* ou *Aracaceae*, comumente chamadas de palmeiras, são muito atrativas do ponto de vista químico e farmacológico (SILVEIRA et al., 2005). A família *Palmae* apresenta distribuição pan-tropical, sendo especialmente diversificada na Ásia Tropical e na América do Sul, incluindo de 3.000-3.700 espécies distribuídas em aproximadamente 240-387 gêneros (BORA et al., 2003). Nas Américas, são encontrados 67 gêneros que compreendem 1.440 espécies, das quais 200 espécies estão distribuídas em 39 gêneros, os quais são registrados para o Brasil (HENDERSON et al., 1995; PIVARI; FORZZA, 2004). Os representantes desta família estão entre as plantas mais antigas do mundo, existentes há mais de 120 milhões de anos (LORENZI et al., 2004).

As palmeiras destacam-se tanto pelo recurso natural e econômico que representam às populações humanas, como pelo seu papel ecológico nas formações vegetais onde ocorrem (PERES, 1994). Seus frutos fazem parte da dieta de animais silvestres frugívoros, como canídeos, roedores e psitacídeos (GALETTI et al., 2003). Em estudos avaliando o comportamento alimentar do periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogeris chiriri*), Paranhos et al. (2007) observaram que as espécies mais utilizadas pertenciam à família *Palmae*, perfazendo 22,9% dos “feedingbouts” relatados.

Inúmeras espécies de palmeiras são freqüentemente utilizadas em projetos paisagísticos devido à sua exuberância e ao seu forte apelo ornamental (GALEANO; BERNAL; HENDERSON, 1997). Mesmo o Brasil possuindo uma grande diversidade em espécies da família *Palmae*, para utilização no paisagismo prevalece uma preferência por palmeiras exóticas, como *Sabal* e *Phoenix*. Contudo, as palmeiras brasileiras são muito apreciadas em outros países, sendo comumente comercializadas via *internet*, chegando a atingir valores equivalentes a 3.500 euros, o que varia de acordo com o tamanho da planta (RARE PALM SEEDS, 2009; HARDY TROPICALS, 2009).

Nos últimos anos tem havido um crescente interesse mundial pelas palmeiras, em âmbito comercial e por de colecionadores. Isto tem estimulado a manutenção da diversidade das espécies de palmeiras viáveis para o cultivo. Hoje, milhares de pessoas participam de sociedades dedicadas ao aumento do cultivo de palmeiras, na introdução de novas espécies, e na proteção e propagação de palmeiras em perigo de extinção (ROBINSON, 2009). Essas sociedades, espalhadas por todo o globo terrestre, promovem eventos para divulgação do conhecimento sobre palmeiras. Um exemplo típico é a “Biennial 2010 – Brazil”, organizado pela International Palm Society, que ocorrerá de 17 a 23 de abril de 2010 na cidade do Rio de Janeiro, Brasil (IPS, 2009). A “International Palm Society” também mantém importantes publicações sobre germinação de sementes, propagação, cultivo e manejo de palmeiras, com destaque para o *Palms Journal*.

No Rio Grande do Sul ocorrem seis gêneros de palmeiras nativas: *Bactris* Jacq., *Butia* (Mart.) Becc., *Euterpe* Mart., *Geonoma* Mart., *Syagrus* Mart. e *Trithrinax* Mart. Cada gênero ocupa um bioma específico, mas dificilmente ocorrem interações entre as diferentes espécies (ROSSATO, 2007b). Entre eles, destacam-se as palmeiras do gênero *Butia* que é um dos gêneros da subtribo *Buttinae*, tribo *Cocoeae*, subfamília *Arecoideae*. O Butiazeiro pertence a um pequeno gênero de palmeiras subtropicais com distribuição no sul da América do Sul, ocorrendo naturalmente no sul do Brasil, leste do Paraguai, nordeste da Argentina e no noroeste e sudeste do Uruguai. No entanto, plantas do gênero *Butia* também são encontradas em diversas partes do mundo, sendo muito comum na região sul dos Estados Unidos, onde esta palmeira há décadas vem sendo uma das principais espécies utilizadas como planta ornamental no paisagismo de áreas públicas. Na Europa, esta palmeira também tem sido muito valorizada com esta mesma finalidade; existem registros de butiazeiro plantado no território do Vaticano, na Itália (TONIETTO et al., 2009).

Normalmente estas plantas ocorrem em áreas abertas, desde campos e cerrados até dunas e restingas (REITZ, 1974). É freqüente neste gênero a distribuição espacial das plantas na forma de populações agregadas, por vezes densas e extensas, que recebem o nome de palmares ou de butiazais (MARCATO, 2004). Especificamente do gênero *Butia*, no Rio Grande do Sul ocorrem cinco espécies: *Butia capitata* (Mart.) Becc., *B. eriospatha* (Mart.) Becc., *B. yatay* (Mart.) Becc., *B. odorata* (Barb. Rodr.) e *B. paraguayensis* (Barb. Rodr.). Dentre estas

espécies, os registros de maior ocorrência são para *B. capitata* e *B. eriospatha* (ROSSATO et al., 2007a). Estas palmeiras produzem frutos comestíveis na forma *in natura* ou podem ser utilizados para o preparo de sucos, licores e sorvetes. Seus frutos são muito explorados pela população devido ao sabor e ao aroma intenso e peculiar. Clement et al. (2007) e Kinupp (2008) citam os butiazeiros como promissores pela grande possibilidade de aproveitamento, o que faz surgir oportunidades até mesmo no mercado interno de frutas, o qual enfrenta fatores conjunturais devido aos hábitos alimentares e ao padrão de consumo dos brasileiros, cuja média inferior a 60 kg por habitante/ano está abaixo dos 85 kg recomendados pela Organização Mundial de Saúde, e muito aquém dos 120 kg por habitante /ano em países europeus (SIMARELLI, 2006).

O fruto butiá apresenta tamanho pequeno (com diâmetro médio de 1,7 a 1,9 cm), podendo ser enquadrado como pequeno fruto. O termo pequenos frutos (*small fruits*) é comumente utilizado em referência às culturas de morango, amora-preta, framboesa, mirtilo, entre outras, pelo pequeno tamanho dos frutos, pela alta exigência em mão-de-obra e pelo alto retorno econômico em pequenas áreas (FACHINELLO et al., 1994), mostrando-se uma ótima alternativa para a agricultura familiar. A maturação de frutos de butiá geralmente ocorre de novembro a maio, tendo seu pico no verão, no mês de fevereiro (ROSA et al., 1998).

A cultura de pequenas frutas e frutas nativas é importante como uma atividade agrícola para a pequena propriedade, diversificando a produção e ampliando a mão-de-obra familiar. Esses frutos, no geral, apresentam sabores *sui generis* e elevados teores de açúcares, proteínas, vitaminas e sais minerais (SIMARELLI, 2007). Segundo Franco (1999), o butiá apresenta, em 100 g de polpa, cerca de 11,4 g de glicídios, 1,8 g de proteína, 1,5 g de lipídios, 23 mg de cálcio, 24 mg de fósforo, 40 mg de tiamina e riboflavina, além de ser boa fonte de vitamina C (33 mg/100g).

A exploração pelo mercado de frutas nativas com o apelo de produto saudável e limpo, destinado para uma população urbana cada vez mais preocupada com a saúde, faz com que cresça a pesquisa de algumas espécies que até o momento têm sido pouco estudadas, como o butiazeiro. Segundo Carlos Reisser, a produção e a área plantada destas espécies frutíferas ainda são incipientes, pois o cultivo se dá ainda em caráter experimental e em pequenas áreas; entretanto, o mercado é promissor, pois há uma crescente procura por essas frutas para a

produção de polpas que são destinadas para a industrialização de doces, sucos, sorvetes e licores (SEBRAE, 2008). Uma vez que, de acordo com Bueno *et al.* (2002), devido a sua perecibilidade, os frutos deterioram-se em poucos dias e com isto, apresentam dificuldades em sua comercialização *in natura*.

Em relação aos butiás, a alta perecibilidade dos frutos é caracterizada pelas elevadas taxas respiratórias, sendo necessário o imediato resfriamento a 0°C de frutos colhidos no estágio de maturação verde-amarelo, visando preservar a sua qualidade pós-colheita (MEGGUER, 2006).

O interesse por estas espécies nativas e pequenos frutos vem crescendo nos últimos anos devido aos benefícios que podem proporcionar à saúde humana, que vem incentivar o desenvolvimento de pesquisas sobre as características nutricionais e qualidade dos frutos para que sejam destinados ao consumo sob forma *in natura* ou para o processamento de derivados.

A busca por alimentos com características especiais, além das normais para a alimentação, é uma tendência mundial. Cresce a procura, principalmente, por frutas com poderes nutricionais, que além de nutrir, tenham em sua composição compostos que possam inferir em benefícios para a saúde humana. Estas frutas estão sendo denominadas de superfrutas (*superfruits*) e estão sendo enquadradas em uma nova categoria de mercado criada para promover frutas comuns ou raras, com alto valor nutricional e poder antioxidante, que ajudam a combater os radicais livres e por conseqüência, gerar benefícios para a saúde humana, como a prevenção contra várias doenças (FERRERO, 2009).

Atualmente, o interesse no papel dos antioxidantes da dieta na saúde humana tem induzido inúmeras pesquisas no domínio da ciência dos alimentos. As frutas são boas fontes destes bioativos importantes no combate de processos oxidativos. A oxidação é um processo metabólico natural que leva à produção de energia necessária para as atividades essenciais das células; mas ao mesmo tempo, o metabolismo do oxigênio nas células vivas também leva à produção de radicais livres (ADEGOKE et al., 1998; MCCORD, 1994). Oxidantes são compostos produzidos pelo metabolismo normal do corpo e, se não controlados, podem provocar danos extensivos. O *stress* oxidativo tem sido associado ao desenvolvimento de muitas doenças crônicas e degenerativas, incluindo o câncer, doenças cardíacas, doenças degenerativas como Alzheimer, bem como está envolvido no processo de envelhecimento (AMES et al., 1995; SHAHIDI, 1996; DIAZ

et al., 1997; LANG; LOZANO, 1998; CHRISTEN, 2000). O balanço entre o *stress* oxidativo e as funções antioxidantes dos organismos vivos parece ter um papel na carcinogênese (WEISBURGER, 1999; WETTASINGHE et al., 2002). Estudos clínicos e epidemiológicos têm mostrado evidências de que antioxidantes de frutas e outros vegetais são os principais fatores que contribuem para a baixa e significativa redução da incidência de doenças crônicas e degenerativas encontradas em populações cujas dietas são altas na ingestão desses alimentos (SHAHIDI, 1996).

Com base nesses estudos epidemiológicos surgem iniciativas oficiais de incentivo ao consumo de frutas como o Programa “5 to 9 a day for better health”, que foi lançado no estado de Minnessota nos Estados Unidos da América em 2003. Este programa propõe a ingestão diária de 2 a 4 porções de frutas e de 3 a 5 porções de legumes e verduras com o propósito de diminuir a incidência de doenças crônicas e degenerativas (MDH, 2003).

Percebe-se maior demanda pela inclusão, na dieta básica, de frutos que apresentam valor nutricional com riqueza de cores, sabores e aromas, além de propriedades nutracêuticas atribuídas à presença de metabólitos especiais (MARIN et al., 2004); e neste sentido, as frutas nativas, entre elas o butiá, apresentam um potencial praticamente inexplorado.

As frutas e hortaliças em geral contêm diferentes fitoquímicos como os compostos fenólicos, os tocoferóis, a vitamina C e os carotenóides que apresentam capacidade antioxidante, a qual está relacionada com o retardo do envelhecimento e a 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; MILLER; PAGANGA, 1996; WANG; PRIOR, 1997; TAPIERO et al., 2002).

Mais de 4.000 compostos fenólicos já foram identificados, sendo que a grande maioria destes compostos presente na dieta pertence à classe dos flavonóides, dos ácidos fenólicos e dos polifenóis (presentes essencialmente na forma de taninos), com origem no metabolismo secundário de frutas e vegetais (KING; YOUNG, 1999).

Em pesquisas epidemiológicas alguns flavonóides apresentam-se associados à proteção contra doenças do envelhecimento, possivelmente pela sua ação como antioxidante, pois a formação de radicais livres pelo oxigênio é

supostamente a chave para o desenvolvimento de câncer e doenças coronárias, aliado à função protetora da membrana celular. Radicais livres podem atacar biomoléculas, dentre as quais se destacam os lipídios, as proteínas ou o DNA propriamente dito, os quais podem ser preservados pela ação dos antioxidantes (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

Variações estruturais dos flavonóides resultam em diferentes classes, como flavonóis, flavonas, flavanonas, flavanóis (ou catequinas), isoflavonas e antocianidinas (HERTOG et al., 1993; PETERSON; DWYER, 1998; ANGELO; JORGE, 2007).

Dentre estes compostos destacam-se as antocianinas. Atualmente se conhece cerca de 20 antocianinas, mas apenas seis destes compostos são importantes na tecnologia de alimentos: pelargonidina, cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina e malvidina. As demais são relativamente raras e são normalmente encontradas apenas em flores e folhas (FENNEMA, 1996).

Os precursores da vitamina E constituem um importante grupo na dieta humana, estando vinculados às funções biológicas gerais, incluindo a atividade vitamínica, capacidade antioxidante, modulação da função imune e regulação da diferenciação e proliferação celular (GRANADO-LORENCIO et al., 2007). Entre eles estão os tocoferóis que estão presentes nos vegetais, principalmente em sementes oleaginosas e folhas. Estes compostos apresentam atividade antioxidante, além de serem precursores da vitamina E (SHAHIDI et al., 1992).

Estudos *in vitro* demonstraram a capacidade dos tocoferóis em prevenir a peroxidação lipídica de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), principais responsáveis pelo transporte de ácidos graxos e colesterol do fígado para os tecidos periféricos (THOMAS; STOCKER, 2000), sendo relatado como importante no retardo do desenvolvimento de aterosclerose. A deficiência desta vitamina, observada em pacientes com deficiência na absorção intestinal de gordura, está relacionada à neurodegeneração (HALLIWELL, 1994).

A rota de atuação da vitamina E no organismo pode ser explicada, em linhas gerais, como um antioxidante lipídico na estabilização de membranas celulares; no entanto, se tem observado que participa também de outras atividades vitamínicas (SIQUEIRA, 1997; DÍAZ, 2007). A sua função como antioxidante na peroxidação das membranas celulares consiste na ação como sequestrante de radicais livres,

interrompendo a propagação da reação de peroxidação e por conseqüência, protegendo as membranas celulares de possíveis danos (SIQUEIRA, 1997).

A maioria das frutas e hortaliças contém baixo conteúdo em tocoferóis, mas, devido à abundância de alimentos de origem vegetal na dieta humana, estes compostos fornecem uma significativa e consistente fonte de vitamina E. A quantidade de tocoferóis em frutas e legumes é afetada pela espécie, variedade, maturidade, condições de clima, época do ano, intensidade da luz solar e pelo tipo de solo. Mesmo após a colheita, a variação no conteúdo de vitamina E é causada por vários fatores, incluindo os processos de armazenamento, preparação das amostras para a análise e método de extração utilizado (CHUN et al., 2006).

Os seres humanos fazem parte do grupo de seres vivos que não são capazes de sintetizar vitamina C, devido à ausência da enzima *L*-gulonalactona oxidase, e por isso não conseguem transformar a glicose do sangue em ácido ascórbico. Desta forma, a necessidade de ingestão desta vitamina é vital para a saúde e até mesmo para a sobrevivência do homem, pois o ácido ascórbico participa de inúmeras atividades fisiológicas. A quantidade de vitamina C necessária ao homem, recomendada pela OMS (Organização Mundial de Saúde) é de 45mg/dia, a qual é facilmente atingida com o consumo de frutas e vegetais frescos, sendo encontrado, principalmente, em frutas cítricas e hortaliças folhosas (MANELAZULAY, 2003; ZHANG; HAMAUZU, 2004; ROSA et al., 2007).

A vitamina C ou ácido L-ascórbico (AA) é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil. 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 de ferro inorgânico e na redução do nível de colesterol (BURDULU et al., 2005). O ácido L-ascórbico (AA) é a forma biologicamente mais ativa da vitamina C, e também apresenta atividade antioxidante. No entanto a forma oxidada do ácido L-ascórbico, o ácido dehidro-ascórbico também apresenta atividade vitamínica, em menor escala, que só é perdida mediante o rompimento da estrutura do anel lactona.

Atualmente a vitamina C também é muito estudada no tratamento do câncer. Acredita-se que essa vitamina estimule o sistema imune, iniba a formação de nitrosaminas e bloqueie a ativação metabólica de carcinógenos. Contudo, células tumorais parecem necessitar de ácido ascórbico e competem com células saudáveis por este nutriente, presumivelmente para se defenderem da ameaça oxidativa, uma

vez que tumores tratados com vitamina C se tornam mais resistentes à injúria oxidativa (GOLD, 2003).

A importância da vitamina C como antioxidante é bem estabelecida, além da captação de radicais livres, estudos em cultura de células demonstram que a vitamina C pode alterar a expressão de genes envolvidos na resposta inflamatória (BERNOTTI et al., 2003), apoptose (CATANI et al., 2002), angiogênese (MIKIROVA et al., 2008) e diferenciação celular (ALCAIN; BURON, 1994).

Os carotenóides são compostos amplamente distribuídos na natureza, sintetizados exclusivamente em plantas e responsáveis pela coloração de amarelo a vermelho de frutas e hortaliças (FRASER; BRAMLEY, 2004). Dos cerca de 600 carotenóides identificados, somente 20 são encontrados em tecidos humanos, os quais são provenientes da dieta. Dentre os principais, se incluem os hidrocarbonetos licopeno e β -caroteno, e as xantofilas: astaxantina, cantaxantina, luteína e zeaxantina, as quais possuem grupos funcionais oxigenados. Ciclização, hidrogenação, desidrogenação, migração de duplas ligações, encurtamento ou alongamento da cadeia, rearranjo, isomerização, introdução de funções com oxigênio ou a combinação destes processos resultam na diversidade de estruturas dos carotenóides (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Os carotenóides são amplamente encontrados em diversas frutas, hortaliças e verduras; no entanto, se apresentam com biodisponibilidades diferenciadas. Em decorrência da presença das insaturações os carotenóides são sensíveis à luz, temperatura, acidez, bem como a reações de oxidação; assim, essa biodisponibilidade é afetada pelas características do próprio alimento e da sua matriz; pelo binômio tempo-temperatura; pelo tipo de calor empregado no processamento do alimento; e pela veiculação de potencializadores absorptivos dos carotenóides (AMBRÓSIO et al., 2006; GOMES, 2007).

Uma das suas principais funções é a atividade provitamínica A. A vitamina A é essencial para a diferenciação celular, para a visão, para o crescimento ósseo, para a reprodução e para a integração do sistema imunológico, sendo que sua deficiência resulta em anemia (LAYRISSE, 2000). Dos carotenóides conhecidos, aproximadamente 50 são precursores da vitamina A, entre eles, o β -caroteno é o mais abundante em alimentos e o que apresenta a maior atividade vitamínica (OLSON, 1999). Contudo, tanto os carotenóides precursores de vitamina A, assim

como os não precursores (como a luteína, a zeaxantina e o licopeno), parecem apresentar ação protetora contra o câncer (ZIEGLER, 1991; OLSON, 1999).

Evidências epidemiológicas associam altos níveis plasmáticos de β -caroteno e outros carotenóides com a redução do risco de câncer e doenças cardiovasculares. As propriedades antioxidantes dos carotenóides fundamentam-se na estrutura destes compostos, principalmente no sistema de duplas ligações conjugadas, tornando possível a captação de radicais livres (YOUNG; LOWE, 2001; TAPIERO et al., 2004).

Butia capitata e *Butia eriospatha* foram citadas na obra de D'Ávila ainda em 1910, pelos benefícios em decorrência do seu consumo, como integrantes da lista da flora medicinal do Rio Grande do Sul. Na tese "Da flora medicinal do Rio Grande do Sul", Manuel Cypriano D'Ávila descreveu as plantas medicinais de uso corrente na época para o Estado do Rio Grande do Sul. Mesmo assim, essas espécies continuam sendo pouco conhecidas em termos de composição físico-química (MENTZ et al., 1997).

As fruteiras nativas ocupam lugar de destaque nos ecossistemas naturais e seus frutos, muitas vezes, somente são comercializados em feiras, mas com grande aceitação popular. Ofuscadas pelo sucesso comercial das frutas trazidas de outros continentes, elas mantiveram-se sempre em segundo plano. Só não desapareceram por causa de sua íntima ligação com florestas tropicais, cerrados e até a caatinga, o chamado endemismo, isto é, as frutas que se perpetuaram espontaneamente em um determinado ecossistema.

Apesar de sua importância social e econômica, as populações naturais de butiá vêm sofrendo constantemente as conseqüências do contato antrópico, especialmente devido a três fatores principais: a agricultura de monoculturas, a pecuária extensiva e a urbanização, especialmente nas áreas litorâneas, o que põe em risco a sobrevivência dos butiazais em longo prazo (RIVAS; BARILANI, 2004). Essas interferências antrópicas sobre o gênero *Butia* têm sido tão intensas de tal forma a ser considerado em risco de extinção, o que configura a urgência da necessidade de pesquisa com essas espécies.

Segundo a lista elaborada no Decreto estadual nº. 42.099, publicado em 01/01/2003, pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul (SEMA, 2009), cerca de 600 espécies encontram-se em vias de extinção, com destaque para espécies *Butia eriospatha* e, *B. capitata*. Portanto, o governo vem

organizando programas que favoreçam a preservação das espécies nativas e estudando formas de aproveitamento dessas espécies como alternativas aos produtores rurais (MEGGUER, 2006).

O avanço da agricultura e a falta de interesse pelas frutas nativas, até pouco tempo, foram os principais motivos da diminuição do número de plantas de butiazeiro em seu habitat. Esse tipo de troca da biodiversidade pelas monoculturas foi denunciado recentemente pela Organização para Alimentação e Agricultura (FAO), segundo a entidade internacional, cerca de 40.000 espécies vegetais podem ser extintas no mundo nos próximos cinquenta anos, devido à especialização do plantio. O estímulo para o uso de espécies nativas como alimento e fonte de vitaminas é uma alternativa viável para reduzir o processo de extinção, promovendo a manutenção e o replantio de espécies, como no caso do butiazeiro (NUNES et al., 2008).

Devido a esses fatores e, sobretudo ao seu potencial de uso, diversos estudos recentes têm contribuído para a compreensão de aspectos técnicos importantes da palmeira de butiá. Os principais trabalhos são relativos à germinação (CARPENTER, 1988; BROCHAT, 1998), à biologia reprodutiva (ROSA; CASTELLANI; REIS, 1998), à diversidade genética, potencial produtivo e reprodutivo (RIVAS; BARILANI, 2004), aos parâmetros biométricos de fruto, endocarpo e semente (PEDRON; MENEZES; MENEZES, 2004), a fenologia (SCHWARTZ, 2008), à caracterização morfológica (ROSSATO, 2007b), citogenética (GAIERO; MAZZELA; 2005) e molecular (ROSSATO, 2007b; ROSSATO et al., 2007a; NUNES, 2007; NUNES et al., 2008), à qualidade pós-colheita (AMARANTE; MEGGUER, 2008), às propriedades reológicas do fruto (HAMINIUK et al., 2006) e à conservação de germoplasma (POSTMAN; HUMMER, 2006). Porém, segundo Rivas e Barilani (2004), há ainda uma grande carência de informações científicas sobre estas espécies.

Há falta de dados científicos principalmente quanto as suas características químicas e tecnológicas que poderiam auxiliar na elaboração de um sistema de base de dados com informações que reportem produtos regionais (LAJOLO, 1995; SANO; ALMEIDA, 1998 e FRANCO, 1999).

Portanto, este estudo teve como objetivo complementar os dados encontrados para espécies do gênero *Butia*, determinando as características físicas, composição nutricional, presença de compostos produzidos pelo metabolismo

secundário das plantas, além da avaliação da capacidade antioxidante nos frutos *in natura* dessas espécies botânicas.

CAPÍTULO I – COR E PARÂMETROS BIOMÉTRICOS DE FRUTOS DE BUTIÁ (*B. capitata* e *B. eriosphata*)

1.1 Introdução

O patrimônio natural brasileiro apresenta grande relevância mundial, pela sua extensão, diversidade e endemismo das espécies biológicas e sua variabilidade genética, bem como pela variedade dos biomas que o compõe (ASSUNÇÃO; FELFILI, 2004). No entanto, muitas espécies têm sido pouco valorizadas em termos de conservação em virtude da atual forma de expansão agropecuária do Brasil e do crescente extrativismo, que tem contribuído para uma redução drástica de suas áreas (FELFILI et al., 2002). Essa redução leva à escassez de recursos naturais, implicando na perda de muitas espécies vegetais endêmicas e valiosas, ainda não devidamente investigadas (AGUIAR et al., 2004).

No Rio Grande do Sul, dentre suas diferentes formações vegetais, com destaque para o gênero *Butia* são encontradas duas importantes espécies: *Butia capitata* e *Butia eriosphata*, as quais são afetadas pela exploração intensa, mas para as quais, poucos estudos são relatados com intuito de fornecer maior conhecimento sobre essas espécies nativas. Além do mais, ambas integram a lista de espécies ameaçadas de extinção, segundo o Decreto Estadual nº. 42.099 publicado em 01/01/2003, pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul (SEMA, 2009). A concentração destas palmeiras está muito reduzida devido ao avanço de atividades agrícolas no território gaúcho, como do arroz irrigado e da pecuária.

O fruto do butiazeiro é uma drupa comestível, que apresenta maturação no período de dezembro a março, possuindo mesocarpo carnoso e fibroso e endocarpo duro e denso, além de conter de uma a três sementes oleaginosas (PEDRON et al., 2004).

A diversidade morfofisiológica de uma espécie é conseqüência de modificações ocorridas para adaptação ao longo de um período de tempo, em resposta às diferentes condições ambientais adversas. Estas modificações são geneticamente incorporadas e resultam em estratégias para a manutenção das gerações subsequentes da espécie.

A caracterização biométrica é importante para a diferenciação da intensidade de variação das espécies relacionada a fatores ambientais, além das reações das populações, quando estabelecidas em outro ambiente, principalmente quando a espécie possui ampla distribuição geográfica e adaptação a diversos ecossistemas.

Este é o caso das espécies *Butia capitata* e *Butia eriosphata*, que são encontradas em vasta área territorial do Rio Grande do Sul, abrangendo zonas climáticas diferenciadas segundo a classificação de Köppen, que baseia-se fundamentalmente na temperatura, na precipitação e na distribuição de valores de temperatura e precipitação durante as estações do ano (WARD, 1914). De acordo com a classificação de Köppen, adaptada para o Brasil, no Rio Grande do Sul tem-se clima do tipo subtropical que é representado pela sigla *Cfa* ou *Cfb*. *Cfa* classifica-se como subtropical com verões quentes (ou tépidos), cuja temperatura média do mês mais quente é superior aos 22°C, enquanto *Cfb* corresponde ao clima subtropical com verões amenos. O clima *Cfa* pertence às regiões mais baixas, enquanto o clima *Cfb* corresponde às áreas de maiores altitudes.

De acordo com Botezelli et al. (2000), frutos e sementes procedentes de diferentes locais, tendem a apresentar diferenças fenotípicas determinadas pelas variações ambientais, tais como variações de temperatura e precipitação, que fazem com que determinadas características sejam expressas ou não. Isso induz a manifestações genotípicas, e torna-se comum ocorrer em sementes de espécies tropicais (ANJOS; FERRAZ, 1999).

Os frutos de butiá são amplamente utilizados, mesmo que não se tenha muito conhecimento além do popular, no consumo *in natura* e no preparo de doces, licores, sucos e sorvetes. Na obra de D'Ávila ainda em 1910, *B. capitata* e *B. eriosphata* são citados como integrantes da lista da flora medicinal do Rio Grande do Sul (MENTZ et al., 1997).

A análise biométrica dos frutos fornece informações para a conservação e exploração dos recursos de valor econômico, permitindo um incremento contínuo da busca racional e uso eficaz dos frutos. Além disso, constitui um instrumento

importante para identificar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie e entre espécies, além das relações entre esta variabilidade e os fatores ambientais, como também em programas de melhoramento genético. O tamanho e as características das sementes são de grande importância para o estudo de uma espécie. É um parâmetro básico para entender a dispersão e o estabelecimento de plântulas (FENNER; THOMPSON, 2005), sendo também utilizado para diferenciar espécies pioneiras e não pioneiras em florestas tropicais (BASKIN; BASKIN, 2001).

De acordo com Amorin et al. (1997) e Maciel et al. (2002), os estudos morfológicos auxiliam na identificação botânica da espécie, na interpretação dos testes de germinação em laboratório, na adequação dos métodos de produção de propágulos, no reconhecimento da espécie em bancos de sementes do solo e na fase de plântula em formações florestais.

A partir da análise dos parâmetros biométricos, pode-se calcular e correlacionar o rendimento de polpa dos frutos, índice importante tanto para o consumo da fruta fresca, como para a utilização agroindustrial (CARVALHO et al., 2003). Araújo et al. (2004) reforçam, ainda, que há uma carência de estudos sobre biometria de frutos e sementes de espécies, tanto nativas como exóticas.

Não obstante, as características biométricas-fenológicas dos frutos, são consideradas como principais indicadores do melhor período de colheita para algumas espécies (NOBRE, 1994). As análises estatísticas dos dados obtidos na caracterização, tais como média, desvio padrão, coeficiente de variação e correlação entre as variáveis observadas, podem auxiliar na coleta de frutos com maior potencial para consumo e produção de derivados.

Outro parâmetro considerado na colheita de muitos frutos é a cor. A avaliação da cor da casca como critério do ponto de colheita é uma das formas mais antigas empregadas pela maioria dos produtores. A cor pode ser avaliada de diferentes formas: por meio da cor de fundo, representada pelo verde e, pela porcentagem de cor que cobre a epiderme do fruto (% de cor de recobrimento), representada principalmente pelo vermelho e pelo amarelo.

A partir disso, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver estudos comparativos de cor e biometria de frutos e sementes de indivíduos das espécies *Butia capitata* e *Butia eriosphata*, ambas localizadas em áreas pertencentes à região de clima "Cfa", e verificar diferenças morfofisiológicas entre as espécies.

1.2 Material e Métodos

1.2.1 Amostras

Frutos maduros da espécie *B. capitata* coletados no Centro Agropecuário da Palma-UFPel (Capão do Leão-RS), e da espécie *B. eriosphata* provenientes de cultivo experimental da Embrapa Clima Temperado (Pelotas-RS), pertencentes à safra de 2009, foram utilizados neste experimento. Os frutos foram selecionados separando-se aqueles visualmente sadios, inteiros e sem deformações. Destes, tomou-se de forma aleatória uma amostra de 50 frutos para cada espécie a partir de um delineamento inteiramente casualizado.

1.2.2 Análises de biometria e cor de frutos de *B. capitata* e *B. eriosphata*

As análises foram realizadas nos laboratórios de Metabolismo Vegetal e Análise de Alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (UFPEL- Capão do Leão-RS).

A caracterização biométrica dos frutos incluiu a análise das variáveis: comprimento (mm), diâmetro equatorial (mm) e peso (g) do fruto inteiro e do caroço. Após despulpamento e quebra dos caroços, foram pesadas a polpa e o endosperma que corresponde à amêndoa. Neste estudo, optou-se por utilizar o termo caroço (na sua forma íntegra, endocarpo+semente) ao invés de endocarpo, como tem sido referenciado em alguns trabalhos (PEDRON et al., 2004; GUSMÃO et al., 2006), para não gerar dúvidas e equívocos na compreensão. Para a determinação do peso foi utilizada uma balança com precisão de 0,01g e as medidas de comprimento e diâmetro em milímetros foram determinadas com o auxílio de um paquímetro digital de precisão.

A coloração da epiderme das frutas foi medida com o emprego do colorímetro Minolta (CR-300), com fonte de luz D 65, com 8 mm de abertura no padrão C.I.E. $L^*a^*b^*$. Os valores a^* e b^* foram usados para calcular o ângulo Hue ($^{\circ}h^* = \tan^{-1}b^*.a^{*-1}$). As medições foram realizadas em dois pontos de lados opostos na região equatorial de cada fruto, perfazendo 100 leituras para cada espécie.

1.2.3 Análise estatística

Os dados foram analisados quanto à sua homocedasticidade e, posteriormente, submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). Os efeitos de espécie (*B. capitata* e *B. eriosphata*) e partes do fruto (inteiro, caroço, polpa e amêndoa) foram avaliados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A presença de correlações entre as variáveis dependentes do estudo foi analisada através do coeficiente de correlação de Pearson. Pela Análise de Componentes Principais (ACP) realizou-se o agrupamento em função do comportamento das espécies (SAS INSTITUTE, 2002).

1.3 Resultados e Discussão

1.3.1 Caracterização biométrica dos frutos de *B. capitata* e *B. eriosphata*

A biometria de frutos serve de indicativo de variabilidade genética para ser explorada em programas de melhoramento (FENNER; THOMPSON, 2005), revelando o potencial para a seleção e melhoramento genético de plantas do gênero *Butia* para gerar cultivares a partir de espécies que propiciem frutos com características importantes para a comercialização. Na tabela 1 podem ser observados os dados encontrados para comprimento e diâmetro de fruto inteiro e do caroço dos frutos de butiá.

Tabela 1 - Comprimento e diâmetro de fruto inteiro e caroço de butiá das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*

Espécies	Fruto inteiro		Caroço	
	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)
<i>B. capitata</i>	22,66±1,25bA*	30,71±1,80aA	16,05±0,96A	13,01±0,87B
<i>B. eriosphata</i>	21,54±1,27bB	26,51±1,60aB	15,72±0,69A	14,29±1,26A

* Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ entre os parâmetros avaliados na mesma espécie. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ no parâmetro avaliado entre as espécies.

De acordo com os resultados pode-se observar que frutos de butiá de ambas as espécies se caracterizam por apresentar uma forma achatada (Figura 1) apresentando o diâmetro maior do que o comprimento, o que fica mais evidente nos frutos de butiá da espécie *B. capitata*, o que também já foi constatado por outros autores (PEDRON et al., 2004; ROSSATO, 2007b).

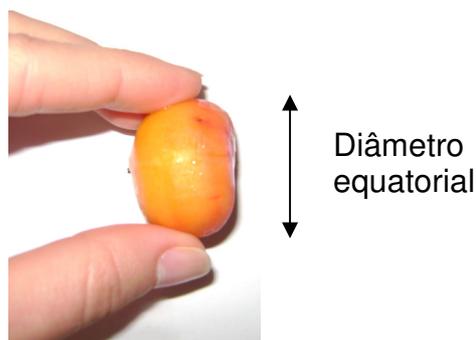


Figura 1 – Fruto de butiá da espécie *B. capitata*. Foto: Marla Sganzerla.

Os resultados de um maior diâmetro em relação ao comprimento dos frutos de butiá da espécie *B. capitata*, concordam com relatos de Rossato (2007b) (31,60mm de diâmetro e 26,30mm de comprimento). No entanto, as dimensões de diâmetro de butiás da espécie *B. capitata* foram bastante superiores aos citados em estudos no Uruguai (22,4mm) (RIVAS; BARILANI, 2004), e com diferentes populações da região de Santa Vitória do Palmar (27mm) (SCHWARTZ, 2008), concordando com Santos (2009) que relata existência de variações individuais dentro de uma mesma espécie devido à influência ambiental durante o desenvolvimento das sementes e da variabilidade genética entre as matrizes. Os frutos de butiá avaliados neste estudo apresentam comportamento diferenciado para a proporcionalidade das medidas de comprimento e diâmetro para frutos de *Astrocaryum ulei* Burret (mururu), o qual é nativo da Amazônia e pertencente à família *Palmae*. Para estes frutos Nascimento (2007a) relata dimensões de 55,58mm de comprimento e de 26,24mm de diâmetro; e em *Astrocaryum aculeatum* (tucumã) de 52,69mm de comprimento e de 46,21mm de diâmetro (NASCIMENTO, 2007b), o que os caracteriza com formato alongado.

Não ocorreu diferença significativa para o parâmetro comprimento do caroço entre as duas espécies de butiás, além disso, a variação para o diâmetro desta parte do fruto foi pequena mesmo existindo diferença significativa entre as espécies.

O maior tamanho médio dos frutos de butiá da espécie *B. capitata* é confirmado pelo maior peso do fruto inteiro (tabela 2). No entanto, observa-se que não existe diferença significativa para a variável peso de amêndoa entre as espécies, o que está de acordo com o que foi observado em relação às dimensões do caroço (Tabela 1), que é a estrutura que contem as amêndoas.

Tabela 2 – Peso de fruto inteiro, caroço, polpa e amêndoa de butiá das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*

Espécies	Peso (g)			
	Fruto inteiro	Caroço	Polpa	Amêndoa
<i>B. capitata</i>	13,71±1,80aA*	2,14±0,29cA	9,73±1,53bA	0,65±0,14dA
<i>B. eriosphata</i>	10,47±1,43aB	1,92±0,49cB	6,31±0,96bB	0,53±0,31dA

*. Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ entre os parâmetros avaliados na mesma espécie. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ no parâmetro avaliado entre as espécies

Rossato (2007b) também constatou diferenças significativas entre estas mesmas espécies quanto ao peso de fruto inteiro. A prevalência da espécie *B. capitata* quanto aos parâmetros avaliados é notório. Contudo, neste estudo, o peso médio do fruto inteiro (13,71g) foi menor que o descrito por Rossato (2007b), 16,95g, e foi maior do que o relatado por Rivas e Barilani (2004) e por Molina (2001), os quais descrevem respectivamente, 6,90 e 10,67 gramas/fruto para essa mesma espécie em frutos coletados em palmares do Uruguai.

Estas diferenças podem ser explicadas tanto por fatores endógenos quanto por exógenos, como efeito de temperatura, fotoperíodo e umidade do solo, além de fatores genéticos e hormonais, que podem ser contrabalanceados com produção total de frutos, sincronia de frutificação entre indivíduos, impactos por predadores, entre outros (PIÑA-RODRIGUES et al., 1993).

O peso do caroço (endocarpo) também foi um parâmetro físico que variou entre as espécies de butiás estudadas por Rossato (2007b), onde foi verificado que a espécie *B. capitata* possui o endocarpo mais pesado em relação às demais, concordando com o resultado encontrado neste trabalho.

Muitos estudos que avaliam o potencial reprodutivo de diferentes espécies de palmeiras focam no tamanho e em outras características das sementes (amêndoas), as quais são de grande importância para o estudo de uma espécie. É um parâmetro básico para entender a dispersão e o estabelecimento de plântulas (FENNER; THOMPSON, 2005). A utilização de sementes é a maneira mais usual de propagação nos cultivos agrícolas e é também considerada mais fácil e econômica que a propagação vegetativa e a micropropagação (SILVEIRA et al., 2002).

O rendimento de polpa é, dentro dos parâmetros físicos avaliados em frutas, uma variável importante na seleção de plantas para o processamento. Em trabalhos de melhoramento, o conhecimento das relações existentes entre as variáveis

empregadas é de suma importância, uma vez que se necessita obter ganhos não para uma única variável, mas para um conjunto delas (DAHER et al., 2003). A partir dos dados obtidos com as pesagens do fruto inteiro e das partes dos frutos de butiá foi estabelecido o rendimento das frações polpa e amêndoa do fruto. Para a espécie *B. capitata* obteve-se um percentual de 70,97% e de 4,74% de rendimento de polpa e amêndoa, respectivamente. Enquanto, a espécie *B. eriosphata* resultou em 60,27% e 5,06%, respectivamente para o rendimento de polpa e amêndoa.

No estudo de Rossato (2007b) foram observados rendimentos de polpa superiores aos encontrados neste trabalho, apresentando entre as espécies avaliadas o maior rendimento para a espécie *B. capitata* (88,26%), enquanto que para a espécie *B. eriosphata* o rendimento foi de 82,75% e a espécie *B. paraguayensis* apresentou o menor valor para este parâmetro (79,55%).

Lima et al. (2002) afirmam que frutos que apresentam rendimento em polpa superior a 50% demonstram condições adequadas para comercialização. Como fornecedor de polpa, os frutos de butiá possuem potencial semelhante a frutas como a goiaba (70%), manga (80%), maracujá (67%) e superior ao açaí (até 25%) (TONIETTO et al., 2008).

Observou-se, ao mesmo tempo, correlação positiva entre o tamanho dos frutos (quanto aos parâmetros peso e diâmetro) e o peso de polpa, semelhantes aos analisados por Pedron et al. (2004) em frutos de *Butia capitata* e por Farias Neto et al. (2004) em frutos de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart., Clusiaceae). A variabilidade nesses parâmetros pode ser promovida por fatores ambientais, como a disponibilidade de água, que é considerada essencial para a produção de frutos carnosos (TABARELLI et al., 2003).

O coeficiente de correlação entre o peso do fruto inteiro e o peso de polpa foi de 0,928 ($p < 0,0001$) para a espécie *B. capitata* (Tabela 3) e de 0,828 ($p < 0,0001$) para a espécie *B. eriosphata* (Tabela 4), demonstrando que o peso do fruto inteiro é linearmente proporcional à quantidade de polpa. Na prática, uma rápida avaliação de frutos colhidos poderá ser indicador de rendimento de polpa.

Tabela 3 - Coeficientes de correlação de Pearson entre diâmetro, peso do fruto inteiro e frações (polpa e amêndoa) em butiá da espécie *B. capitata*

	Peso- Fruto Inteiro	Peso- Polpa	Peso- Amêndoa	Diâmetro- Fruto Inteiro
Peso do Fruto Inteiro	1	0,928 (<0,0001 [*])	0,152 (<0,291)	0,995 (<0,0001)
Peso de Polpa		1	-0,004 (0,976)	0,872 (<0,0001)
Peso de Amêndoa			1	0,104 (0,472)
Diâmetro do Fruto Inteiro				1

* valores de *p*.Tabela 4 - Coeficientes de correlação de Pearson entre diâmetro, peso do fruto inteiro e frações (polpa e amêndoa) em butiá da espécie *B. eriosphata*

	Peso- Fruto Inteiro	Peso- Polpa	Peso- Amêndoa	Diâmetro- Fruto Inteiro
Peso do Fruto Inteiro	1	0,828 (<0,0001 [*])	0,670 (<0,0001)	0,988 (<0,0001)
Peso de Polpa		1	0,482 (0,0004)	0,749 (<0,0001)
Peso de Amêndoa			1	0,440 (0,001)
Diâmetro do Fruto Inteiro				1

* valores de *p*.

De acordo com Rossato (2007b), frutos de butiá evidenciam grande potencial para extração de óleo em grande escala para a utilização na alimentação humana, pois na extração de óleo do endosperma (amêndoa) obtém-se cerca de 16,69% e 17,03% em rendimento para a espécie *B. capitata* e *B. eriosphata*, respectivamente consistindo em mais uma opção de utilização destes frutos. Portanto, também seria interessante que através de uma correlação com parâmetros biométricos de frutos colhidos fosse possível estimar o conteúdo de amêndoa, para que se pudesse estimar a quantidade de óleo obtido por fruto. No entanto, as correlações estabelecidas entre os parâmetros de fruto inteiro (peso e diâmetro) e o rendimento em peso de amêndoa apresentaram-se bastante baixas, atingindo valores inferiores aos obtidos nas correlações entre os parâmetros de tamanho de fruto com rendimento de polpa. Ainda, pôde-se observar comportamento bastante diferenciado entre as espécies, sendo que as melhores correlações em relação ao rendimento de amêndoa foram para a espécie *B. eriosphata*. Para Carvalho e Nakagawa (2000), sementes que possuem maior quantidade de reserva nutritiva, ou seja, as mais pesadas, facilitam o desenvolvimento e estabelecimento das plântulas resultantes (SANTOS et al., 2009), pois essa maior quantidade de reserva permite a sobrevivência por tempo prolongado em condições ambientais desfavoráveis (OLIVEIRA et al., 2005).

A dispersão gráfica para as características biométricas (Figura 2), utilizando-se os dois primeiros componentes principais, demonstra que estes componentes explicam 98% da variabilidade total: CP1 (81%) e CP2 (17%). O CP1 está associado às variáveis de peso, diâmetro e comprimento na mesma proporção, ou seja, 62%, 60% e 51%, respectivamente. Para o CP2, o comprimento respondeu a proporção de 86% da resposta, indicando ser um bom parâmetro para separar estas espécies. Para estas variáveis biométricas não foi possível realizar o agrupamento, mas pode-se afirmar pelos dados do gráfico, que as espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*, apresentam similaridade em relação aos parâmetros biométricos avaliados.

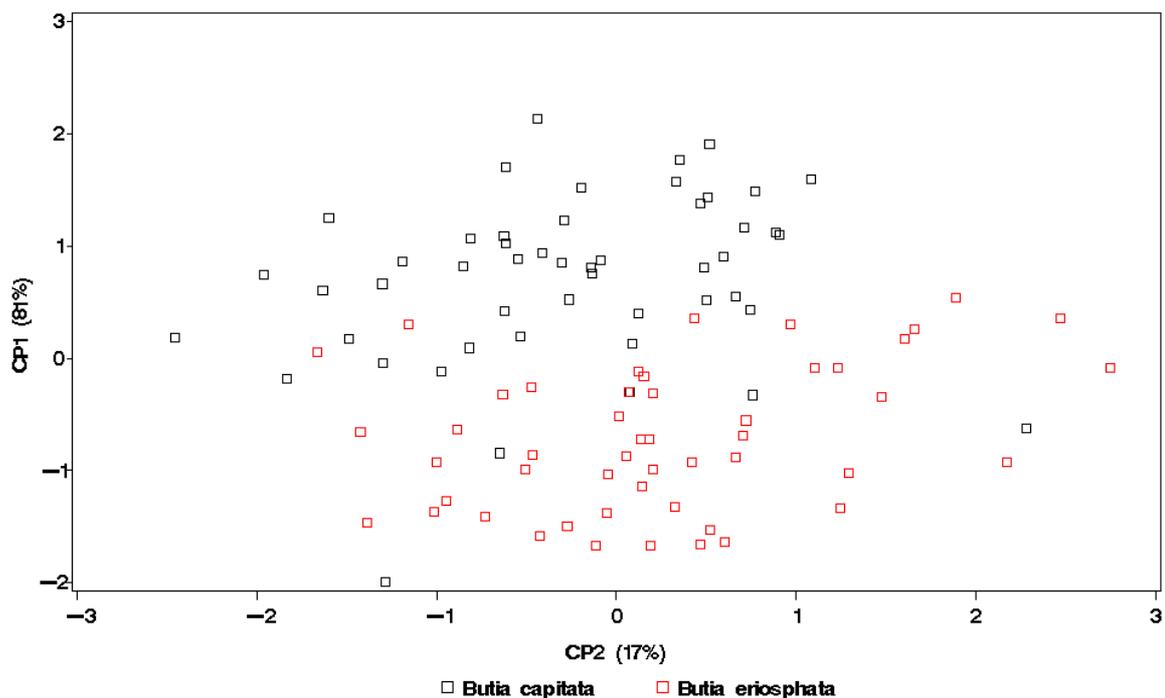


Figura 2 - Dispersão gráfica utilizando-se dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para os parâmetros biométricos (diâmetro, comprimento e peso) para fruto inteiro de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*.

1.3.2 Caracterização da cor dos frutos de *B. capitata* e *B. eriosphata*

A identificação humana das cores é obtida a partir de uma complexa sensação de brilho, intensidade e claridade, dentre outras. Na percepção das cores primárias e de suas variações, a definição de uma cor é uma interpretação subjetiva.

Com o intuito de obter a caracterização objetiva da cor, a CIE (Commission Internationale de l'Éclairage), em 1976, estabeleceu o sistema CIELAB ($L^*a^*b^*$), em que uma cor particular tem uma única localização, especificada numericamente em um espaço tridimensional esférico, definido por três eixos perpendiculares: o eixo L^*

(luminosidade) varia do preto (0) ao branco (100); o eixo a^* , do verde ($-a$) ao vermelho ($+a$) e o eixo b^* , do azul ($-b$) ao amarelo ($+b$) (McGUIRE, 1992). Além de expressar a cor através do sistema LAB, a partir destes parâmetros medidos em colorímetro pode-se calcular o ângulo *hue*, definido como a tonalidade de cor. Valores de $^{\circ}hue$ próximos a 180° representando frutos mais verdes e, à medida que tendem a 90° , tornam-se mais amarelos.

Com relação à análise colorimétrica, todas as médias dos valores atribuídos à coloração da epiderme dos frutos se localizaram dentro do primeiro quadrante, com valores positivos de a^* e b^* , ou seja, cor vermelha e amarela (Tabela 5).

Tabela 5 – Parâmetros L, a, b e $^{\circ}hue$ da cor em butiá das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*.

Espécies	Parâmetros de cor			
	L*	a^*	b^*	$^{\circ}hue$
<i>B. capitata</i>	58,92±2,63A ¹	17,29±3,39A	37±4,96A	65,11±6,56B
<i>B. eriosphata</i>	61,00±2,23A	3,77±2,11B	54±3,94A	85,41±2,52A

¹Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ no parâmetro avaliado entre as espécies.

Houve diferença significativa entre as espécies para os valores médios de a^* em função da diferença de tonalidade dos frutos, sendo que os frutos da espécie *B. capitata* apresentaram maior presença de pigmentação de tons avermelhados do que os frutos da espécie *B. eriosphata* (Figura 3), o que pode ser comprovado com os resultados obtidos para o $^{\circ}hue$, onde valores mais próximos de 90° representam tonalidades mais próximas ao amarelo.

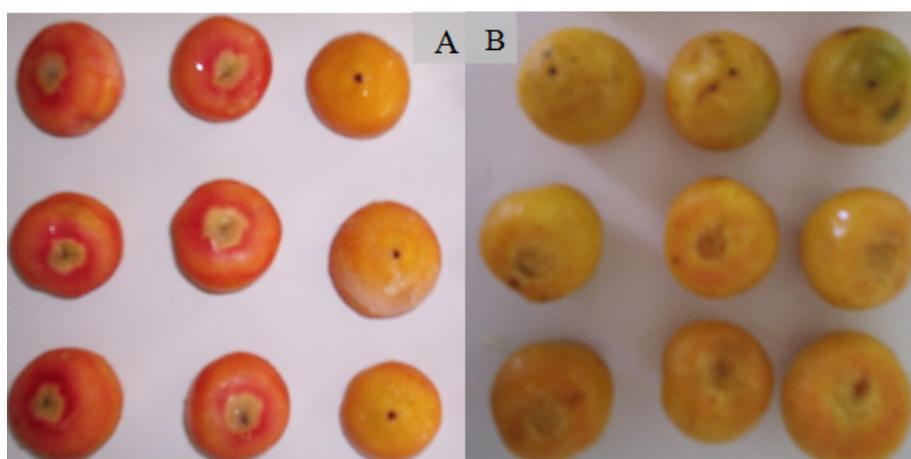


Figura 3 – Coloração da epiderme de frutos de butiá. (A) *Butia capitata* e (B) *Butia eriosphata*. Fotos: Marla Sganzerla.

No diagrama de cromaticidade (Figura 4) estão representados os pontos a^* e b^* que indicam a coloração dos frutos das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*.

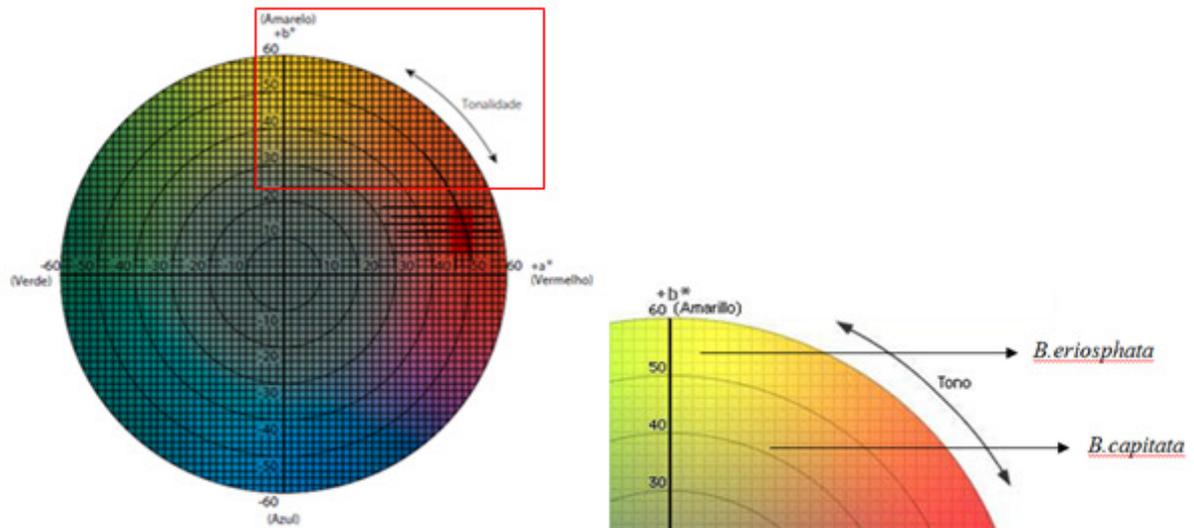


Figura 4 – Diagrama de cromaticidade a^* e b^* .

A tonalidade representada pelo valor do ângulo *hue* para a espécie *B. eriosphata* ($85,41^\circ$) está em acordo com os valores apresentados no estudo de Amarante e Megguer (2008), que avaliaram frutos nos estádios de maturação verde, verde-amarelo e amarelo, os quais apresentaram valores de *hue* da epiderme de 101° , $100-93^\circ$ e 85° , respectivamente. Neste caso o *hue* representou a variação na coloração de verde ($h = 180^\circ$) a amarela ($h = 90^\circ$), tendo seu valor reduzido como resultado da degradação de clorofilas durante o amadurecimento (MATTIUZ; DURIGAN, 2001).

Os dados obtidos para a espécie *B. capitata* apresentam algumas variações quando comparados com as médias obtidas nas populações “Aguiar”, “Celina” e “São José” de Santa Vitória do Palmar-RS, nas safras de 2006 e 2007 (SCHWARTZ, 2008), cujos valores encontrados foram 68,91, 12,42, 44,69 e 74,07 para L^* , a^* , b^* e h , respectivamente. Destas, os valores atribuídos à população “Celina”, 65,10; 16,38; 41,30 e 70,19 para L^* , a^* , b^* e h , respectivamente, foram os que mais se aproximaram dos valores encontrados neste estudo.

Para os valores de L^* , que correspondem à luminosidade, e para o valor de b^* , que indica coloração amarela no caso de valores positivos, não foram detectadas

diferenças significativas entre as espécies a $p \leq 0,05$. O mesmo comportamento foi observado por Schwartz (2008) ao estudar diferentes populações da espécie *B. capitata* oriundas do Sul do Rio Grande do Sul.

A localização das cores das amostras no espaço colorimétrico e até mesmo a análise estatística, algumas vezes não são suficientes para expressar se as diferenças de cor são possíveis de serem distinguidas visualmente, mas estas diferenças podem ser calculadas pelas distâncias entre dois pontos no espaço tridimensional (ΔE), definido pelos parâmetros a^* , b^* e L^* . Matematicamente, o parâmetro colorimétrico ΔE é descrito pela Equação 1 (CIE, 1995).

$$\Delta E_{ab} = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad \text{Equação 1. (CIE, 1995).}$$

Onde: ΔE_{ab} = Diferença de cor
 ΔL = Diferença nos valores de L^*
 Δa = diferença nos valores de a^*
 Δb = Diferença nos valores de b^*

Na tabela 6 está exposta a classificação usada pela indústria de tintas em relação aos valores de ΔE para a percepção do olho humano, salientando-se que não há classificação específica para alimentos. De modo geral, diferenças de cor em duas amostras justapostas, podem ser distinguidas em valores de ΔE acima da faixa de 0,2-0,5 (SILVA et al., 2007).

Tabela 6 - Percepção humana para diferentes valores de ΔE^*_{ab} empregada pela indústria de tintas (NORMA DIN 6174, 1979)

Diferenças (ΔE^*_{ab})	Classificação
0,0-0,2	Imperceptível
0,2-0,5	Muito pequena
0,5-1,5	Pequena
1,5-3,0	Distinguível
3,0-6,0	Facilmente distinguível
Maior que 6,0	Muito grande

Fonte: SILVA et al., 2007.

Aplicando esta mesma concepção ao valor de variação obtido na diferença de cor entre as espécies de frutos de butiá de acordo com a eq. 1 (21,82), observa-se que esta diferença de cor entre as espécies é muito grande, portanto é muito fácil

de ser detectada pela percepção humana. Considerando a equação, esse elevado valor na diferença recebeu maior contribuição do parâmetro b^* , que, no entanto não diferiu estatisticamente ($p \leq 0,05$) na comparação de médias entre as espécies avaliadas: *B. capitata* e *B. eriosphata*, o que pode ser explicado pelo elevado coeficiente de variação que para este parâmetro foi de 13,07 em *B. capitata* e de 8,49 em *B. eriosphata*. Pertuzatti (2009) também demonstrou a existência de diferenças entre a cor das cascas de frutos de mirtilo de diferentes cultivares utilizando esta ferramenta, as quais não haviam apresentado diferença estatística em relação a cor.

A Análise de Componentes Principais (ACP) é uma ferramenta estatística que permite transformar um conjunto de variáveis originais, intercorrelacionadas, em um novo conjunto de variáveis não correlacionadas, as componentes principais, que podem identificar a existência de parâmetros que sejam responsáveis por explicar uma proporção elevada da variação total associada ao conjunto original.

A dispersão gráfica, utilizando os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para as variáveis de cor (L , a^* , b^* e h°) (Figura 5) foi utilizada na verificação da significância dos grupos formados. Observam-se dois grupos distintos (marcados com círculos), mostrando a diferenciação entre as espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*. Essa dispersão gráfica demonstra que os dois primeiros componentes principais explicam 98% da variabilidade total, tendo o CP1 90% e o CP2 8%. Os parâmetros $^{\circ}hue$, L^* e b^* compreendem, respectivamente, a proporção de 52%, 51% e 46% no CP1, apresentando elevada similaridade entre essas variáveis. Enquanto que o parâmetro b^* , correspondente a coloração amarela, respondeu a 83% para o CP2. Isso indica que o componente b^* da cor influenciou na diferenciação dessas espécies.

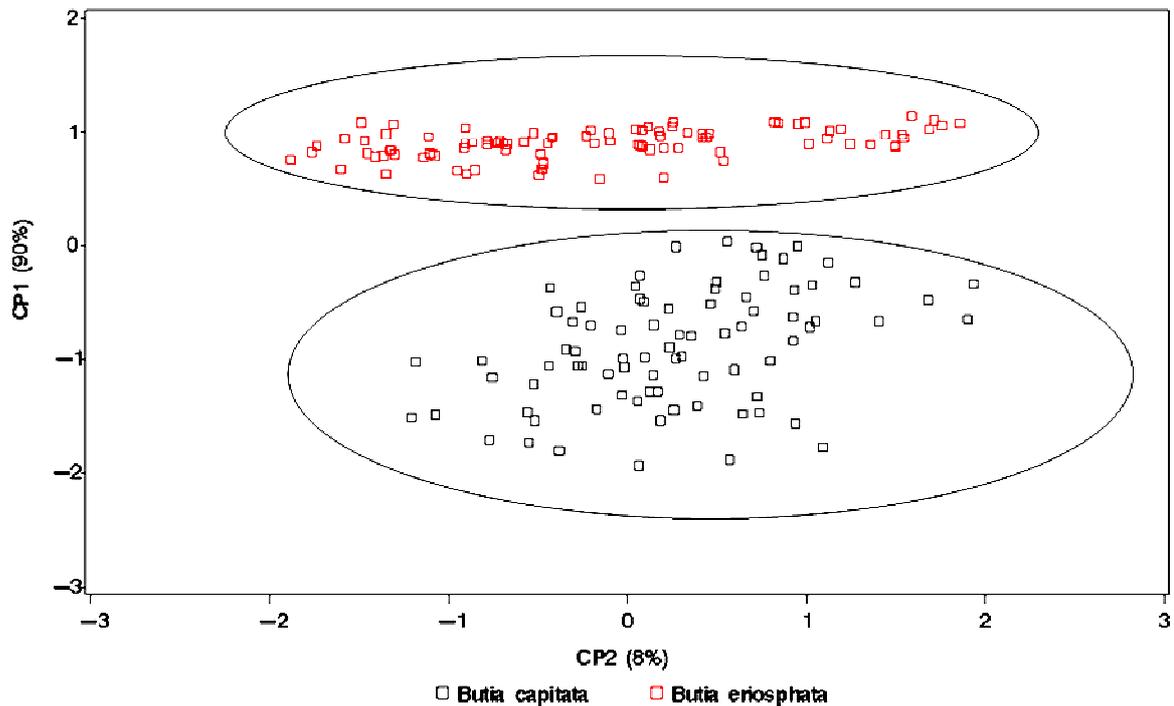


Figura 5 - Dispersão gráfica utilizando-se dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para variáveis de cor (L , a^* , b^* e $^{\circ}h$) em butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*.

1.4 Conclusão

Os frutos de butiá das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* apresentaram-se com forma achatada visto às maiores medidas de diâmetro comparado as medidas de comprimento; sendo mais evidentes nos frutos da espécie *B. capitata* que apresentaram também maior tamanho. No entanto, essas diferenças não foram tão expressadas para as medidas envolvendo caroço e amêndoa.

Os frutos com alto rendimento de polpa foram caracterizados pelo diâmetro do fruto maior, destacando-se os butiás da espécie *B. capitata* com 70,97%. O valor do conteúdo de polpa apresentou elevada correlação com o valor de peso do fruto inteiro (0,928 a $p < 0,0001$) e com o valor do diâmetro do fruto inteiro (0,995 a $p < 0,0001$).

A análise dos componentes principais para as características biométricas demonstrou que estes componentes explicaram 98% da variabilidade total, mas não foi possível realizar o agrupamento das variáveis devido à similaridade das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* em relação aos parâmetros biométricos avaliados.

Para a análise de cor da epiderme dos frutos de ambas as espécies de butiás, todas as médias de coloração se localizaram dentro do primeiro quadrante, apresentando valores positivos de a^* e b^* , ou seja, cor vermelha e amarela. Na análise de componentes principais para cor observam-se dois grupos distintos, demonstrando a diferenciação entre as espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*, onde os dois primeiros componentes principais explicaram 98% da variabilidade total, com participação do parâmetro b^* tanto CP1 (46%) e CP2 (83%), indicando que este parâmetro influenciou na diferenciação dessas espécies.

CAPÍTULO II – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E EXTRAÇÃO DE ÓLEO DAS AMÊNDOAS DE FRUTOS DE BUTIÁ (*B. Capitata* e *B. eriosphata*)

2.1 Introdução

As palmeiras subtropicais estão entre as plantas mais antigas do globo terrestre, os seus vestígios são datados com mais de 120 milhões de anos (LORENZI et al., 2004). A família desse grupo botânico é denominada *Palmae* ou *Arecaceae*, a qual apresenta entre 240-387 gêneros e cerca de 3.000-3.700 espécies (BORA et al., 2003). São originárias do Sul da América do Sul, ocorrendo naturalmente no Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai; sendo que no Brasil são registradas 200 espécies que se encontram distribuídas em 39 gêneros (HENDERSON et al., 1995; PIVARI; FORZZA, 2004).

As palmeiras constituem um importante recurso natural, considerando seu potencial ecológico e econômico (PERES, 1994). Sob o ponto de vista ecológico são essenciais para a manutenção do bioma que participam, pois compõem a dieta de animais silvestres frugívoros (GALETTI et al., 2003) e, cada vez mais despertam interesse como recurso paisagístico e por fornecer frutos diferenciados.

No Rio grande do Sul ocorrem seis gêneros de palmeiras nativas com destaque para o gênero *Butia* que agrupa cinco espécies: *Butia capitata* (Mart.) Becc., *B. eriospatha* (Mart.) Becc., *B. yatay* (Mart.) Becc., *B. odorata* (Barb. Rodr.) e *B. paraguayensis* (Barb. Rodr.); das quais, as duas primeiras espécies relatadas são as que possuem registros de maior ocorrência (ROSSATO et al., 2007a). No entanto, pouco se sabe sobre as palmeiras existentes.

Estudos apontam que espécies nativas do gênero *Butia* estão passando por uma série de interferências antrópicas e absorvendo este impacto de tal forma a serem consideradas em risco de extinção (RIVAS; BARILANI, 2004), e algumas espécies deste gênero, como é o caso de *Butia capitata* e *Butia eriosphata*, já estão incluídas na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora do RS- Decreto Estadual 42099/03, devido à perda de grande parte dos butiazais que ocorreu no

estado e por sua escassa regeneração em campos de uso agrícola ou pecuário (SEMA, 2009).

O fruto do butiazeiro é uma drupa comestível de forma oblata, com maturação no período de novembro a maio (ROSA et al., 1998), possuindo epicarpo amarelo-alaranjado com membranáceos finos e aderentes ao mesocarpo carnosos e fibroso. O endocarpo apresenta-se duro e denso, contendo de uma a três sementes de amêndoa branca e oleaginosa (PEDRON et al., 2004). De cada 100g de frutos de butiá, 56,58g correspondem à polpa, 22,94g ao caroço e 20,48g à casca e parênquima úmido (DANTAS, 1997). Em função desta composição, observa-se que mais de 20% do fruto corresponde ao caroço, onde estão contidas as amêndoas.

As amêndoas (sementes) são de suma importância, pois é a partir dela que ocorre a propagação da espécie, mediante sua germinação que consiste num processo lento, podendo levar até dois anos para emergência de plântula (BROSCHAT, 1994; MERROW, 2004). A maior parte do tecido da semente é endosperma que serve de reserva para suprir o processo de germinação embrionária (CARPENTER, 1993). No entanto, pouco se conhece sobre a composição química da amêndoa de espécies do gênero *Butia*. Existem alguns estudos que constataram elevado valor nutricional em amêndoas de frutos de outras palmeiras da mesma família, como babaçu, licuri, guariroba e buriti (BECKERMAN, 1977; AGUIAR, 1980; CREPALDI et al., 2001), as quais são ricas em fibras, proteínas e lipídios e apresentam compostos oriundos do metabolismo secundário, principalmente fenóis e carotenóides (SILVEIRA et al., 2005).

Devido aos óleos que compõem as amêndoas dos butiás, essas palmeiras apresentam-se como uma alternativa de alto valor energético, com potencial para obtenção de óleos de alta produtividade e rentabilidade (CAETANO, 2006). Nos últimos anos tem crescido a pesquisa e a produção de frutas e sementes oleaginosas, tanto para a indústria oleoquímica como para a alimentícia, que absorvem a maioria dos óleos obtidos de fontes naturais (FREIRE et al., 1996; CAETANO, 2006). Algumas palmeiras, como babaçu (*Orbignya phalerata* Mart), dendê (*Elais guineensis* Jacq.), pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) e carnaúba (*Copernicia alba* Morong), já demonstraram seu potencial econômico como oleaginosas, com potencial para produção de biodiesel (FREITAS, 2000).

Cerca de 80% da produção mundial de óleos e gorduras é empregada na alimentação, 6% na produção de rações e 14% para outros fins (LAURELES et al.,

2002). Na indústria de alimentos, gorduras sólidas, que apresentam altos teores de ácidos graxos trans ou de ácidos graxos saturados, são utilizadas para melhorar a textura, a consistência e o paladar dos alimentos, com baixo custo e maior estabilidade nas diferentes fases do processamento. Contudo, o uso de gorduras com ácidos graxos saturados e de gorduras vegetais hidrogenadas com a presença de ácidos graxos trans vem sendo questionado pela relação que possuem com o aumento do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (FARIA et al., 2008).

Entretanto, estudos epidemiológicos sugerem que os ácidos graxos trans aumentam o risco de doenças mais do que os ácidos graxos saturados, por reduzirem o nível de colesterol HDL (high density lipoprotein) no soro sanguíneo. Além disso, existem indícios de que os diferentes ácidos graxos saturados não apresentam efeitos similares. Gorduras sólidas saturadas, ricas em ácido láurico (C12:0), tais como gorduras vegetais de origem tropical, resultam em um perfil lipídico sanguíneo mais favorável do que uma gordura sólida rica em ácidos graxos trans (ROOS et al., 2001; MENSINK et al., 2003). O mesmo é observado em gorduras ricas em ácido mirístico (C14:0) ou em ácido palmítico (C16:0) (TEMME et al., 1996), já que esses ácidos graxos promovem aumento do colesterol HDL de forma diferenciada.

Praticamente não se tem dados na literatura sobre a composição química das amêndoas de butiás. Considerando todos os aspectos abordados, o presente trabalho teve por objetivo definir a composição química das amêndoas de *B. capitata* e *B. eriosphata*, visando seu potencial para extração de óleo e ainda, avaliar a qualidade e identidade do óleo extraído.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Amostras

Amostras de 5kg de frutos maduros das espécies *B. capitata* coletados no Centro Agropecuário da Palma-UFPel (Capão do Leão-RS) e *B. eriosphata* provenientes de cultivo experimental da Embrapa Clima Temperado (Pelotas-RS), ambas pertencentes à safra de 2009, foram utilizados neste experimento.

Os frutos foram selecionados separando-se aqueles visualmente sadios, inteiros e sem deformação, que foram lavados em água corrente e despolidos

manualmente com auxílio de facas de inox. Os caroços (endocarpos) obtidos foram quebrados em um equipamento desenvolvido em laboratório, modelo de triturador de rolos fresados (ou canelados), com 1,29kW (1 $\frac{3}{4}$ CV) de potência e capacidade de operação equivalente a 400 kg/h. Em seguida, as amêndoas foram separadas manualmente e armazenadas em embalagens de polietileno de baixa densidade com fechamento tipo “Zip Lock”, as quais foram mantidas em ultrafreezer a -80 °C até o momento das análises. Para preparar as amostras, as amêndoas foram descongeladas e trituradas (6mm de tamanho de partícula) em moinho com rotor de velocidade variável, modelo Pulverisette 14 (FRITSCH, Alemanha) por ação de força de impacto, formando uma única amostra para cada espécie, que foi avaliada em triplicata.

2.2.2 Análises das amêndoas de butiás *B. capitata* e *B. eriosphata*

As análises foram realizadas nos laboratórios de Análise de Alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial e do Departamento de Ciência dos Alimentos (UFPeI- Capão do Leão-RS).

2.2.2.1 Composição química das amêndoas de butiás *B. capitata* e *B. eriosphata*

Para avaliação da composição química foram realizadas análises de umidade por método gravimétrico; cinzas por gravimetria após incineração da amostra; fibra bruta por digestão ácida e alcalina; lipídios (extrato etéreo em Soxhlet); proteína em sistema Micro-Kjedahl com utilização do fator 5,30 para conversão do nitrogênio em teor protéico; e carboidratos por diferença, subtraindo de 100 a soma dos valores obtidos de umidade, proteína, lipídios, cinzas e fibra bruta (AOAC, 1995; AOAC, 2005).

Foram realizadas análises para quantificação de compostos resultantes do metabolismo secundário na composição da amêndoa, incluindo a determinação de carotenóides totais (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001); de compostos fenólicos por reação com Folin-Ciocalteu (SINGLENTON; ROSSI, 1965); e de tocoferóis totais. Para a análise dos tocoferóis utilizou-se a extração segundo Rodriguez-Amaya (2001) e a quantificação em um sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-Shimadzu SLC-10Avp, Japão; com injetor automático, bomba quaternária e

detector de fluorescência operando a 290nm de excitação e 330nm de emissão), provido de coluna de fase reversa ShimPack CLC-ODS (5 μ m, 4,6mm x 150mm) com fase estacionária octadecil, temperatura de 25°C com fluxo de 1,0 mL.min.⁻¹. A separação foi efetuada utilizando um sistema de eluição por gradiente, com fase móvel constituída de metanol, acetonitrila e isopropanol (tab. 1), seguindo a metodologia descrita por Zambiasi (1997).

Tabela 1 – Programa do gradiente de eluição dos solventes na separação de tocoferóis

Tempo (minutos)	Fase móvel	(%) Fase móvel
0	A:B:C*	40:50:10
10	A:B:C	65:30:5
12	A:B:C	40:50:10
15	A:B:C	40:50:10

*Solvente A: metanol; Solvente B: acetonitrila; Solvente C: isopropanol.

A identificação dos compostos foi realizada através de padrões cromatográficos, comparando-se os tempos de retenção, enquanto que quantificação foi realizada por integração das áreas obtidas (software ClassVp) e interpolação com as respectivas curvas de calibração desenvolvidas para cada composto (α -, β + γ - e δ -tocoferol).

Os resultados da quantificação de compostos totais do metabolismo secundário foram correlacionados com a capacidade antioxidante, avaliada através de ensaio *in vitro* por inibição do radical DPPH, segundo Brand-Williams (1995).

2.2.2.2 Extração de óleo das amêndoas de butiás *B. capitata* e *B. eriosphata*

As amostras de amêndoas dos butiás foram submetidas a quatro diferentes métodos de extração do conteúdo em óleo:

- o método I consistiu no uso do aparelho Soxhlet, com recirculação de éter de petróleo por 6 horas (AOAC, 1995);
- o método II foi baseado na extração a frio com clorofórmio:metanol:água (2:1:0,8, v/v) segundo Bligh e Dyer (1959);
- o método III foi realizado de acordo com a extração etérea com acidificação de Monjonier;

- o método IV consistiu na extração segundo Bligh e Dyer combinado com extração em Ultrassom modelo Maxi Clean 1450 A (UNIQUE, Brasil), por 30 minutos a uma frequência de 25kHz (ZHANG et al., 2008).

Após a extração, o solvente das amostras foi evaporado em evaporador rotatório a vácuo com bomba hidráulica. Para o cálculo do teor de óleo considerou-se a massa de óleo obtida após a evaporação do solvente e a massa inicial de amêndoa.

2.2.2.3 Avaliação dos óleos obtidos das amêndoas de butiás por extrato etéreo em Soxhlet

O óleo obtido das amêndoas através do método I (Soxhlet) foi avaliado quanto aos parâmetros de qualidade e identidade, mediante as análises de umidade por gravimetria, acidez (expresso em ácido oléico), índice de peróxido, índice de saponificação, índice de iodo, índice de refração (refratômetro de Abbé, a 40°C) e matéria insaponificável (AOCS, 1995).

O conteúdo de tocoferóis do óleo foi determinado através do método de extração descrito por Chen e Bergman (2005) e as mesmas condições cromatográficas descritas para a determinação do conteúdo de tocoferóis totais na amêndoa.

A composição em ácidos graxos foi determinada após derivatização da amostra de acordo com o método Ce 1-62 descrito pela AOCS (1995). Os ésteres metílicos foram submetidos à análise cromatográfica gasosa (GC PerkinElmer-Clarus 500, EUA; com detector de ionização em chama a 250°C e injetor a 250°C). Para a separação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi empregada uma coluna capilar de sílica fundida Carbowax 20M (Ohio Valley) com 30m de comprimento, diâmetro interno de 0,25mm e espessura de filme 0,25µm; e a seguinte programação de temperatura: 90°C mantidos por 1 minuto, seguido de incremento de 12°C.min⁻¹ até 160°C, mantidos por 3,5 minutos, mais um incremento de 1,2°C.min⁻¹ até atingir 190°C e por fim, um incremento de 15°C.min⁻¹ até 230°C, mantidos por 15 minutos (ZAMBIAZI, 1997). O nitrogênio foi usado como gás de arraste a 1,5mL.min⁻¹. A identificação dos compostos foi realizada por comparação

com os tempos de retenção obtidos para o F.A.M.E MixC4-C24 (Sigma-Aldrich) e a quantificação foi realizada por normalização de área.

2.2.3 Análise Estatística

Os dados foram analisados quanto à sua homocedasticidade e, posteriormente, submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). Os efeitos de espécie (*B.capitata* e *B.eriosphata*) e partes do fruto (inteiro, caroço, polpa e amêndoa) foram avaliados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A presença de correlações entre as variáveis dependentes do estudo foi analisada através do coeficiente de correlação de Pearson. A Análise de Componentes Principais (ACP) foi agrupada em função do comportamento das espécies (SAS INSTITUTE, 2002).

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Composição química das amêndoas de butiás *B. capitata* e *B. eriosphata*

A composição centesimal das amêndoas dos butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* está descrita na tabela 2. Os valores calóricos totais, 392,18 kcal.100g⁻¹ para a espécie *B. capitata* e de 358,03 kcal.100g⁻¹ para *B.eriosphata*, são consequência, principalmente, do elevado teor de lipídios. Estes valores são inferiores do valor calórico (527,3 kcal.100g⁻¹) descrito para amêndoas do fruto de licuri, o qual pertence à mesma família botânica do butiá (CREPALDI et al., 2001).

O conteúdo de umidade foi significativamente menor para a espécie *B. capitata* (28,21%) em comparação com a espécie *B. eriosphata* (30,88%), justificando assim a diferença de valor calórico para as amêndoas destas duas espécies, que estatisticamente não diferiram quanto aos teores de lipídios, proteínas e carboidratos, mesmo que este último tenha sido influenciado diretamente pelo conteúdo de umidade ao ser calculado por diferença (BRASIL, 1998). Os valores encontrados para o conteúdo de umidade das amêndoas das espécies de butiá avaliadas são próximos ao valor descrito por Crepaldi et al. (2001) em frutos de licuri (*Syagrus coronata*) (28,6%), superiores aos encontrados para a amêndoa de inajá (*Attalea maripa*) com valor médio de 12,8% (ARAÚJO et al., 2000), e inferiores aos valores encontrados para amêndoas de *A. alexandrae* (47,72%) que é conhecida no Brasil sob os nomes de seafortia, palmeira-da-rainha e de palmeira-real-da-austrália-de-alexandre (VALLILO et al., 2004).

Tabela 2 – Composição centesimal e valor calórico das amêndoas de frutos de butiá das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*, em base úmida

Parâmetros avaliados	Espécies	
	<i>B. capitata</i>	<i>B. eriosphata</i>
Umidade (%)	28,21±1,17b*	30,88±0,32a
Cinzas (%)	0,74±0,09a	0,75±0,13a
Fibra bruta (%)	8,92±0,89a	11,75±2,19a
Lipídios (%)	28,74±1,50a	26,31±1,19a
Proteínas (%)	11,09±0,49a	10,34±0,38a
Carboidratos (%)	22,29±0,99a	19,97±1,20a
Valor calórico (kcal.100g ⁻¹)	392,18±9,85a	358,03±14,03b

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ para o parâmetro avaliado entre as espécies.

Observou-se altos teores de fibras e de carboidratos nas amêndoas de butiás, tanto da espécie *B. capitata* quanto da *B. eriosphata*. As fibras desempenham importante papel fisiológico na redução das doenças intestinais, bem como na redução dos níveis de colesterol e de triglicérides séricos (TOGASHI; SCARBIERI, 1994). Estes altos conteúdos de fibras (8,92% e 11,75% para as espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*, respectivamente) que, mesmo sendo inferiores aos conteúdos descritos para amêndoas de espécies como *A. alexandre*, *D. lutescens*, *P. roebelinii* e *P. canariensis* (VALLILO et al., 2004), poderiam contribuir, na forma de algum subproduto, de maneira importante no suprimento dos valores recomendados pela Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição (20 g/dia) e pela American Dietetic Association (30 g/dia), referenciados por Garbelotti (2000).

Considerando o teor de cinzas em base seca, a fim de estabelecer comparações com dados disponíveis na literatura, para amêndoa de butiá da espécie *B. capitata*, Faria et al. (2008) encontrou 1,8% enquanto que neste estudo os valores foram de 1,03% e 1,08% para as espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* respectivamente, valores que não diferiram estatisticamente entre si. Considerando os resultados em base úmida, observa-se que as amêndoas das duas espécies de butiá apresentaram valores médios inferiores ao relatado por Crepaldi et al. (2001) em frutos de licuri (1,2%) e de 1,7% para a amêndoa de palma (*E. guineensis*) (BORA et al., 2003).

Destacam-se os teores de lipídios (28,74% e 26,31%) e de proteínas (11,09% e 10,34%) das amêndoas de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*, respectivamente. O teor de proteínas, embora menos expressivo do que em outros vegetais, é maior do que o encontrado nas amêndoas de frutos das espécies de palmeiras amazônicas, que varia de 1,18 a 5,50% (AGUIAR et al. 1980), e de amêndoas de frutos de palmeiras de outras regiões, como as dos gêneros *Jessenia* e *Oenocarpus*, com conteúdo protéico que corresponde a apenas 8% do peso seco (BECKERMAN, 1977); e é similar ao conteúdo protéico encontrado em amêndoas de licuri (11,5%) (CREPALDI et al., 2001) e em amêndoas de palma (10,9%) (BORA et al., 2003).

O teor de lipídeos das amêndoas das duas espécies de butiás pode ser considerado elevado e similar a média do conteúdo encontrado para outras espécies de palmeiras (BALICK, 1979; BORGTOFT-PEDERSEN, 1994; MCSWEENEY, 1995). No entanto, este teor é inferior ao teor de extrato etéreo (49,2%) relatado por Crepaldi et al.(2001) em amêndoas de frutos de licuri e também quando comparado em base seca (40,03% para a espécie *B. capitata* e de 38,06% para a *B. eriosphata*) com os dados observados para a espécie *B. capitata* (53,6%) descritos por Faria et al. (2008); mas superior ao valor relatado por Bora et al. (2003) em amêndoa de palma (32,6%).

A dispersão gráfica, utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para as variáveis da composição centesimal (umidade, cinzas, fibras, lipídios, proteínas, carboidratos) das amêndoas (Figura 1) foi utilizada na verificação da significância dos grupos formados. Observam-se dois grupos distintos (marcados com círculos), demonstrando a diferenciação entre as espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*. Essa dispersão gráfica demonstra que os dois primeiros componentes principais explicam 79% da variabilidade total, CP1 (56%) e CP2 (23%). Os parâmetros lipídios, carboidratos e proteínas compreendem, respectivamente, a proporção de 47%, 46% e 35% no CP1, apresentando elevada similaridade entre essas variáveis. Enquanto que o parâmetro "cinzas", respondeu a 61% para o CP2.

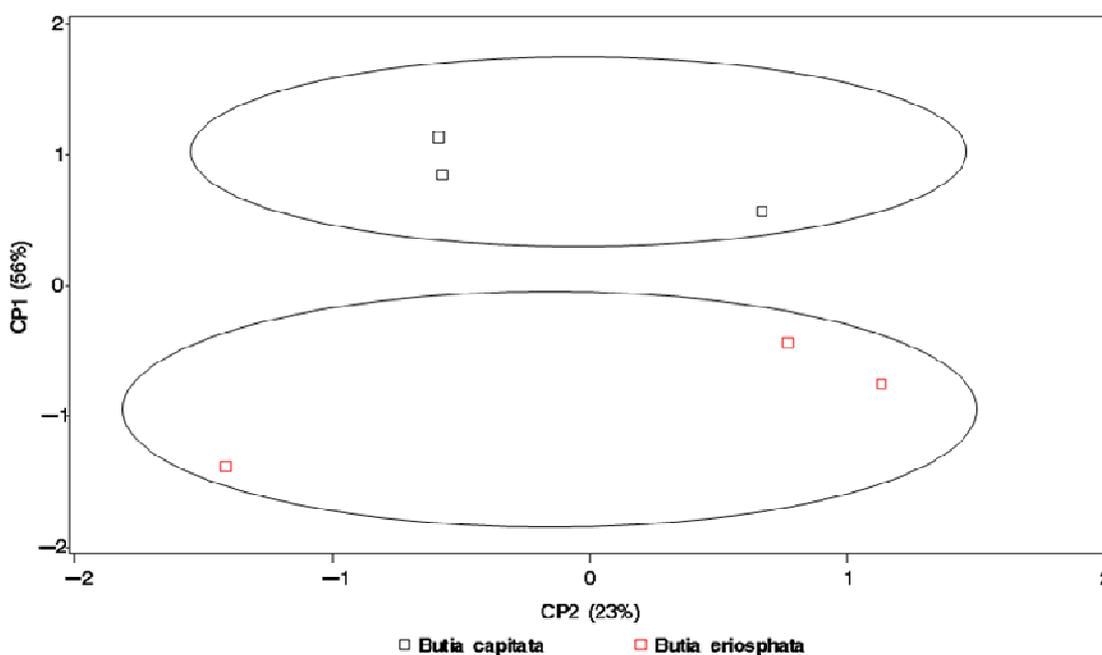


Figura 1 - Dispersão gráfica utilizando-se dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para variáveis de composição centesimal (umidade, cinzas, fibras, lipídios, proteínas, carboidratos) das amêndoas de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*.

2.3.1.1 Fitoquímicos e capacidade antioxidante das amêndoas de butiás *B. capitata* e *B. eriosphata*

Frutos de espécies nativas do Brasil pertencentes à família Palmae (Arecaceae), a exemplo do buriti (*Mauritia vinifera* Mart), da gueroba (*Syagrus oleracea* (Martius) Beccari) e do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.), têm despertado a atenção pelas suas características nutracêuticas e antimicrobianas (MARIATH et al., 1989; HIANE et al., 2003; TAVARES et al., 2003; SILVEIRA et al., 2005). Segundo Sanguinetti (1989), o óleo extraído da amêndoa de frutos de butiá é empregado empiricamente para eliminar parasitas intestinais.

A composição de fitoquímicos e a capacidade antioxidante das amêndoas de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* podem ser observadas na tabela 3.

Tabela 3 – Composição fitoquímica das amêndoas de frutos de butiá das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*

Espécies	Fitoquímicos			Capacidade
	Carotenóides totais ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) ¹	Fenóis totais ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) ²	Tocoferóis totais ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$)	antioxidante ($\text{mgTE}\cdot 100\text{g}^{-1}$) ³
<i>B. capitata</i>	9,21±0,31A*	416,73±25,84A	Ausente	170,79±16,89A
<i>B. eriosphata</i>	7,62±1,22A	443,19±10,46A	Ausente	139,46±23,44A

*Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa a $p\leq 0,05$ para o parâmetro avaliado entre as espécies.

¹Expresso em β -caroteno de acordo com Rodriguez-Amaya (2001). ²Expresso em equivalente a mg de ácido gálico (GAE). ³Capacidade antioxidante expressa em equivalente de mg de Trolox por 100g.

De modo geral, os frutos de palmeiras são fontes ricas em carotenóides, os quais se concentram principalmente na polpa dos frutos. Existem poucos estudos que relatam a quantidade de compostos fitoquímicos nas amêndoas de frutos da espécie *Palmae*. Crepaldi et al. (2001) mencionam que não foi detectado a presença de tocoferóis na amêndoa do fruto de licuri da mesma forma que neste estudo em amêndoas de butiás.

Os compostos fenólicos representam os fitoquímicos presentes em maior quantidade nas amêndoas de frutos de butiá; o mesmo é observado para frutos da palmeira *Cocos nucifera* (SENEVIRATNE; DISSANAYAKE, 2008). As catequinas são polifenóis com atividade antioxidante bastante estudados em frutos de coco (BALDIVIANO et al., 1998; KIRSBERG et al., 2003) em ensaios de inibição do surgimento e proliferação de células neoplásicas. Para efeitos de comparação, o único valor relatado foi o obtido após submeter os frutos de coco (copra) à extração de óleo, o qual apresentou $9,1\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ GAE, e em extratos aquosos que apresentaram $61,8\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ GAE (SENEVIRATNE; DISSANAYAKE, 2008).

A capacidade antioxidante (CA) é associada ao combate aos processos oxidativos, impedindo danos ao DNA e às macromoléculas, amenizando assim os danos cumulativos que podem desencadear doenças como o câncer, cardiopatias e cataratas (KUSKOSKI et al., 2005). As amêndoas dos frutos de butiá *B. capitata* apresentaram capacidade antioxidante superior a capacidade antioxidante da polpa de frutos de *Butia capitata* encontrados por Genovese et al. (2008), que foi de $160,19\text{mgTE}\cdot 100\text{g}^{-1}$. De um modo geral, a literatura sobre composição nutricional de frutos das palmeiras refere-se apenas à polpa do fruto, ficando prejudicada a comparação entre a composição das amêndoas de frutos de butiá com a de outras espécies.

Os compostos fenólicos são considerados os mais importantes entre os antioxidantes naturais de ocorrência em tecidos vegetais. Como resultado da crescente evidência sobre os efeitos benéficos à saúde destes compostos, a identificação de antioxidantes fenólicos e a estimativa do seu potencial antioxidante tem sido o interesse de vários grupos de pesquisa (SENEVIRATNE; DISSANAYAKE, 2008). As propriedades antioxidantes da copra (*Cocos nucifera*) também têm sido atribuídas a presença de compostos fenólicos (NEVIN; RAJAMOHAN, 2004).

Ao estabelecer a correlação de Pearson entre o conteúdo de compostos fitoquímicos e o valor da capacidade antioxidante (CA), para amêndoa de butiá da espécie *B. capitata*, obteve-se uma correlação elevada entre o conteúdo de fenóis totais e a capacidade antioxidante (-0,995), com valor de p equivalente a 0,060; portanto, não significativa estatisticamente. Comportamento semelhante foi observado para a espécie *B. eriosphata*, com correlação de -0,986 ao valor de p 0,108, também não significativo ao nível de confiança estabelecido.

A dispersão gráfica para os parâmetros fitoquímicos (carotenóides totais, fenóis totais e capacidade antioxidante) da amêndoa (Figura 2), utilizando-se dos dois primeiros componentes principais, demonstrou que eles explicaram 97% da variabilidade total, CP1 (65%) e CP2 (32%). O CP1 encontra-se associado a variável de capacidade antioxidante na proporção de 68%. Já, no CP2 os carotenóides totais responderam a proporção de 97% da resposta, indicando ser um bom parâmetro para separar estas espécies. Para estas variáveis foi possível realizar o agrupamento, podendo-se afirmar pelo gráfico, que as espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*, apresentam características fitoquímicas distintas, mostrando ser o componente de carotenóides totais o principal responsável por essa diferenciação.

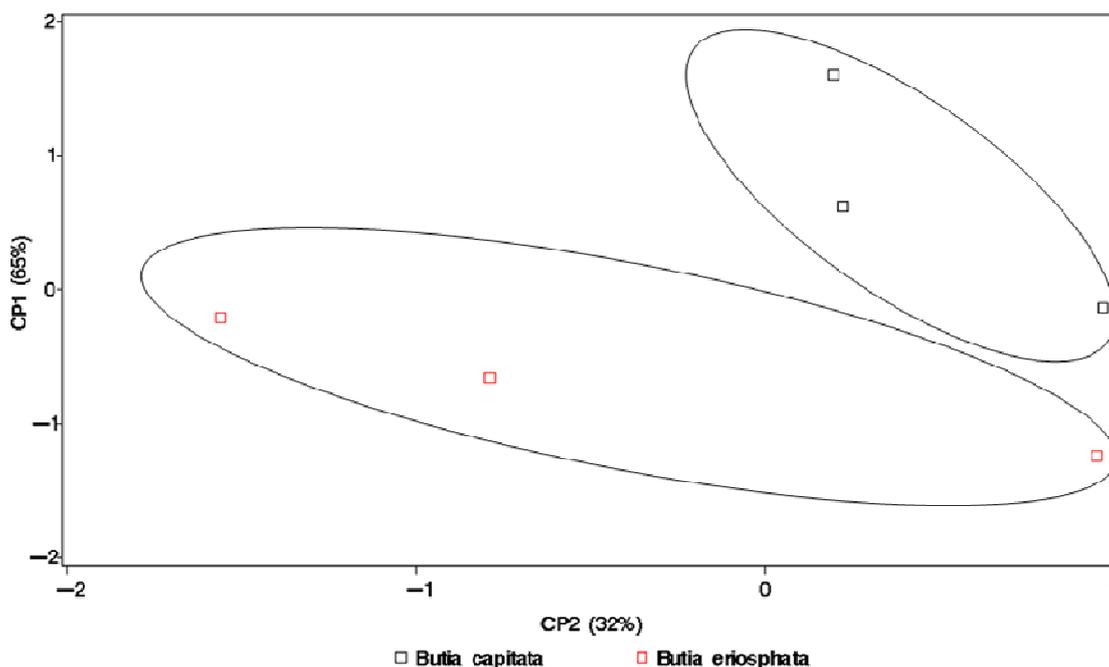


Figura 2 - Dispersão gráfica utilizando-se dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para os parâmetros fitoquímicos (carotenóides totais, fenóis totais, capacidade antioxidante) da amêndoa de butiás *B. capitata* e *B. eriosphata*.

2.3.2 Extração de óleo das amêndoas de butiás *B. capitata* e *B. eriosphata*

A extração de lipídios é uma determinação importante em estudos bioquímicos, fisiológicos e nutricionais nos mais diversos tipos de alimentos e, portanto, deve ser realizada com acurácia (BRUM et al., 2009). Em algumas amostras, e para determinadas avaliações posteriores, são necessários cuidados especiais na obtenção da fração lipídica, pois fatores como co-extração dos componentes não-lipídicos e a oxidação indesejada podem influenciar na quantidade e na qualidade final da fração lipídica.

O procedimento clássico por Soxhlet que foi o primeiro aparelho utilizado para a extração dos lipídios em matrizes graxas, desenvolvido por *Franz von Soxhlet* em 1879 (JENSEN, 2007), baseado no refluxo de solvente apolar é amplamente aplicado em escala laboratorial na extração de frações lipídicas de diversas matrizes, por se tratar de um método eficiente e fácil de executar além de possibilitar a extração de maiores volumes de óleo em uma única extração (BRUM, 2009). No processo de liberação extrativa, levam-se em conta três etapas principais: a penetração do solvente no tecido; a formação de uma micela intracelular e; a difusão do extrato na micela externa.

Para o método de Soxhlet com éter de petróleo (método I de extração), as espécies avaliadas não diferiram entre si quanto ao teor de óleo na amêndoa, a espécie *B. capitata* resultou em 28,74% e a espécie *B. eriosphata* em 26,31% de óleo (Tabela 4). Estes conteúdos foram superiores aos encontrados por Rossato (2007b) que, através do mesmo método de extração (Soxhlet), mas com utilização de hexano como solvente extrator, encontrou 16,69% de óleo para a espécie *B. capitata* e 17,03% para a espécie *B. eriospatha*. Em estudos realizados (MANIRAKIZA, 2000) verificou-se que o método de Soxhlet, usando diferentes solventes no processo de extração, como éter de petróleo, metanol, *n*-hexano, diclorometano:hexano (1:4) e acetona:hexano (1:4), foi conveniente para a extração da fração lipídica de amostras sólidas, independente da escolha de solvente extrator. Assim, pode-se prever que a diferença encontrada nessas mesmas espécies seja devido a fatores ambientais como as condições de clima e solo, safra, estágio de maturação dos frutos e/ou características genéticas (BORA et al., 2003).

Tabela 4 – Teor de óleo (% p/p) em amêndoas dos frutos de butiá, obtido pela extração com diferentes métodos

Espécies	Extração de óleo das amêndoas (%)			
	(I) Soxhlet	(II) Bligh-Dyer	(III) Monjonier	(IV) Bligh-Dyer + US ¹
<i>B. capitata</i>	28,74dA*	45,67bA	36,13cA	56,47aA
<i>B. eriosphata</i>	26,31cA	35,43bB	29,83bcB	50,25aB

* Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ entre os métodos de extração de óleo avaliados na mesma espécie. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ para o método de extração de óleo avaliado entre as espécies. ¹US: Ultrassom

Foram encontradas diferenças significativas para os teores médios de óleo entre as espécies nos métodos II, III e IV, sendo *B. capitata* a espécie com resultados mais elevados, com valores médios de 45,67%, 36,13% e 56,47%, respectivamente; enquanto que as amêndoas da espécie *B. eriosphata* apresentaram rendimento médio de 35,43%, 29,83% e 50,25% para estes três métodos.

Em relação aos métodos também foi observada diferença significativa a um $p \leq 0,05$ para a espécie *B. capitata*. Já para a espécie *B. eriosphata*, entre os métodos I e III e II e III, não houve diferença estatística significativa para o teor de óleo obtido.

O método II (Bligh & Dyer), que é baseado na mistura binária clorofórmio e metanol, tem a capacidade de extrair com eficiência tanto os lipídios neutros quanto os lipídios mais polares. A insolubilidade dos lipídios em água torna possível a sua separação das proteínas, carboidratos e da água nos tecidos. Lipídios apresentam uma grande faixa de hidrofobicidade, os mais neutros estão ligados covalentemente e podem ser extraídos dos tecidos por solventes apolares, enquanto lipídios mais polares, os quais estão ligados por forças eletrostáticas e pontes de hidrogênio, requerem solventes polares capazes de quebrar estas ligações e liberá-los.

Apesar de algumas desvantagens, como a toxidez dos solventes usados e a indesejável extração dos contaminantes não-lipídicos da fase orgânica, o método de Bligh e Dyer é largamente utilizado, tanto como proposto originalmente, quanto modificados (HANSON; OLEY, 1963; MANIRAKIZA, 2000).

O maior rendimento de extração de óleo das amêndoas foi obtido pelo Método IV, que combina extração por solventes orgânicos segundo Bligh e Dyer e aplicação de ultrassom.

Essa maior eficiência se deve as características dos solventes e aos efeitos de cavitação e agitação provocados pelas ondas sonoras no solvente (ZHANG et al., 2008), os quais são capazes de romper estruturas de resistência principalmente composta por fibras das paredes dos tecidos vegetais. Também para esta finalidade foram desenvolvidos trabalhos envolvendo a utilização de enzimas no processamento de oleaginosas que resultam em maior rendimento de extração (SHANKAR et al., 1997; HANMOUNGJAI; NIRAJAN, 2001; SANTOS, 2005). Desde que foi evidenciado o acúmulo do óleo nos espaços intracelulares em células vegetais, os pesquisadores têm estudado métodos capazes de causar maior dano à estrutura das células com objetivo de melhorar a extração de óleo. A aplicação do tratamento enzimático requer uma estratégia específica para cada caso e envolve elevado custo, enquanto que estudos com utilização de ultrassom, processo de maior simplicidade, tem demonstrado bons resultados, o que é comprovado por microscopia eletrônica sobre a matriz após extração (FREITAS, 2007; ZHANG et al., 2008).

Em função dos métodos aplicados, a variação dos teores obtidos de óleo para a espécie *B. capitata* foi de 28,74% a 56,48% e para a espécie *B. eriosphata* foi de 26,31% a 50,25%. Esses teores obtidos para as duas espécies estudadas foram

inferiores aos conteúdos das principais palmeiras de significado valor econômico, como *Cocos nucifera* (72%) e *Elais guinenses* (57%) (ROSSATO, 2007b).

Nos últimos anos diversos pesquisadores realizaram trabalhos (UNDELAND et al., 1998; IVERSON et al., 2001) em que o objetivo foi encontrar o método mais eficiente para a obtenção da fração lipídica desejada e determinar sua composição. Além disso, também buscaram métodos que não alterassem a qualidade do óleo e utilizassem solventes menos tóxicos que a mistura clorofórmio e metanol. Diversos estudos mostraram que, dependendo do tipo de tecido que será analisado, a escolha do método de extração influencia significativamente no resultado final.

2.3.3 Caracterização do óleo obtido das amêndoas de butiás *B. capitata* e *B. eriosphata*

A caracterização foi realizada apenas para o óleo extraído pelo método de Soxhlet, pois constitui-se no método mais usual de extração de óleos de tecidos vegetais. Para o óleo extraído de amêndoas de frutos de butiás ainda não existem quaisquer dados expostos na literatura referindo sobre parâmetros de identidade e qualidade. No entanto pode-se estabelecer comparações entre os resultados obtidos neste estudo (tabela 5) com dados disponíveis, quanto a estes aspectos, para óleos extraídos de amêndoas de outras palmeiras brasileiras que vêm sendo mais estudadas.

Tabela 5 – Parâmetros de identidade e qualidade do óleo das amêndoas de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* obtidos por extarto etéreo em Soxhlet

Parâmetros avaliados	Espécies	
	<i>B. capitata</i>	<i>B. eriosphata</i>
Umidade (%p/p)	8,79b*	13,06a
Acidez (% de ácido oléico)	0,59a	0,60a
Índice de peróxido (meq.Kg ⁻¹)	7,71b	11,48a
Índice de saponificação (mgKOH.g ⁻¹)	243,42a	245,83a
Índice de iodo (gI ₂ .100g ⁻¹)	16,65a	14,73a
Índice de refração (a 40 °C)	1,443a	1,441a
Matéria insaponificável (%p/p)	3,24b	5,95a

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ quanto ao parâmetro avaliado entre as espécies.

O teor de acidez e o índice de peróxidos são importantes parâmetros para determinar a qualidade de óleos e gorduras (FAO, 1981), uma vez que indicam a presença de rancidez hidrolítica e oxidativa, respectivamente (YUYAMA et al., 1998). Quanto ao teor de acidez as duas espécies avaliadas foram semelhantes e apresentaram valores menores aos evidenciados por Bora et al. (2003) para o óleo obtido da amêndoa de palma, mesmo que este tenha sido expresso em ácido linoléico (1,09%). O teor de acidez determinados nos óleos extraídos de amêndoas das duas espécies de butiá encontram-se abaixo da estimativa de 5,0mg/KOH/g para óleo bruto de palma, especificado pela resolução brasileira para óleos e gorduras vegetais (BRASIL, 2005).

Em relação ao índice de peróxido, foram encontradas diferenças significativas entre as amostras, 7,71 meq.Kg⁻¹ no óleo da espécie *B. capitata* e 11,48 meq.Kg⁻¹ para o óleo da espécie *B. eriosphata*. Estes valores são bastante superiores aos encontrados no óleo da amêndoa de palma, equivalente a 1,37meq.Kg⁻¹ (BORA et al., 2003), sendo o valor encontrado para a espécie *B. eriosphata* superior ao limite especificado de 10,00meq/kg pela legislação para os óleos brutos de soja e palma (BRASIL, 2005). De acordo com estudo de Bastos e Assunção (1998), as alterações nas propriedades químicas dos óleos podem ocorrer devido a fatores como a origem, grau de maturação, condições de armazenamento e principalmente, de extração do óleo.

Nos estudos com óleos obtidos de amêndoas de outras espécies de palmeiras, não foi encontrado dados referentes ao teor de umidade, mas sabe-se da influência que este parâmetro exerce sobre a qualidade do óleo obtido, diante da possibilidade de reações hidrolíticas nas estruturas dos triglicerídeos com liberação de ácidos graxos que tornam-se mais suscetíveis às reações oxidativas. Ao estabelecer a correlação de Pearson entre os parâmetros umidade e índice de peróxido, obtiveram-se valores elevados, positivos e altamente significativos: 0,995 (p=0,050) para o óleo de amêndoa de butiá da espécie *B. capitata* e de 0,998 (p=0,031) para o óleo da espécie *B. eriosphata*.

O índice de refração determinado a 40 °C para as amostras de óleos obtidas das amêndoas de butiás da espécie *B. capitata* (1,443) e da espécie *B. eriosphata* (1,441) foram ligeiramente inferiores aos encontrados para óleo obtidos de amêndoas de palma (1,46), de buriti (1,46), de macaúba (1,458), de babaçu (1,45) e de licuri (1,4543) (BORA et al., 2003; GARCIA-QUEIROZ, 2003; ALBUQUERQUE et

al., 2005, BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007). Estas diferenças podem ser justificadas pelo teor de umidade das amostras deste estudo, relação esta que pode ser observada mesmo entre as amostras de butiá.

O teor de matéria insaponificável foi bastante elevado nas amostras de óleo das amêndoas de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*, superiores ao relatado para óleos de outras espécies da família Palmae (macaúba, babaçu e licuri), cujo valor máximo foi de 0,70% (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007). Os tocoferóis foram a única classe de compostos pertencentes a esta fração do óleo avaliados, mas da mesma forma que nas amêndoas estes compostos não foram detectados no óleo. No entanto, sabe-se que além de tocoferóis estão contidos diferentes tipos de compostos na fração insaponificável, sendo esse um indicativo para mais estudos desta importante fração dos óleos obtidos.

O índice de iodo está relacionado com o grau de saturação das cadeias dos ácidos graxos, quanto menor o valor deste índice maior é o grau de saturação das cadeias. Os valores de índice de iodo encontrados para os óleos de amêndoas de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* não diferiram entre si, e são próximos aos encontrados nos óleos das amêndoas de babaçu (16) e licuri (15). O mesmo é observado para o índice de saponificação, considerando os valores de 248,6 e 257 para babaçu e licuri, respectivamente (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007).

Estes parâmetros estão fortemente relacionados com as características de composição de ácidos graxos nos óleos, que pode ser observada na tabela 6, como resultado da análise em cromatografia gasosa dos ésteres metílicos dos ácidos graxos (Figura 3).

Tabela 6 – Composição em ácidos graxos (%) dos óleos das amêndoas de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* obtidos por extrato etéreo em Soxhlet

Ácidos graxos (%)	Espécies	
	<i>B. capitata</i>	<i>B. eriosphata</i>
Capróico C6:0	1,14a*	0,83b
Caprílico C8:0	14,06b	15,82a
Cáprico C10:0	18,83a	21,67a
Láurico C12:0	33,05b	33,89a
Mirístico C14:0	7,31a	7,10a
Palmítico C16:0	4,41a	4,58a

Esteárico C18:0	1,91b	2,78a
Oléico C18:1	13,31a	7,36b
Linoléico C18:2	3,11b	4,46a
Linolênico C18:3	2,34a	1,49b
Não identificado	0,52a	0,02b

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ quanto ao parâmetro avaliado entre as espécies.

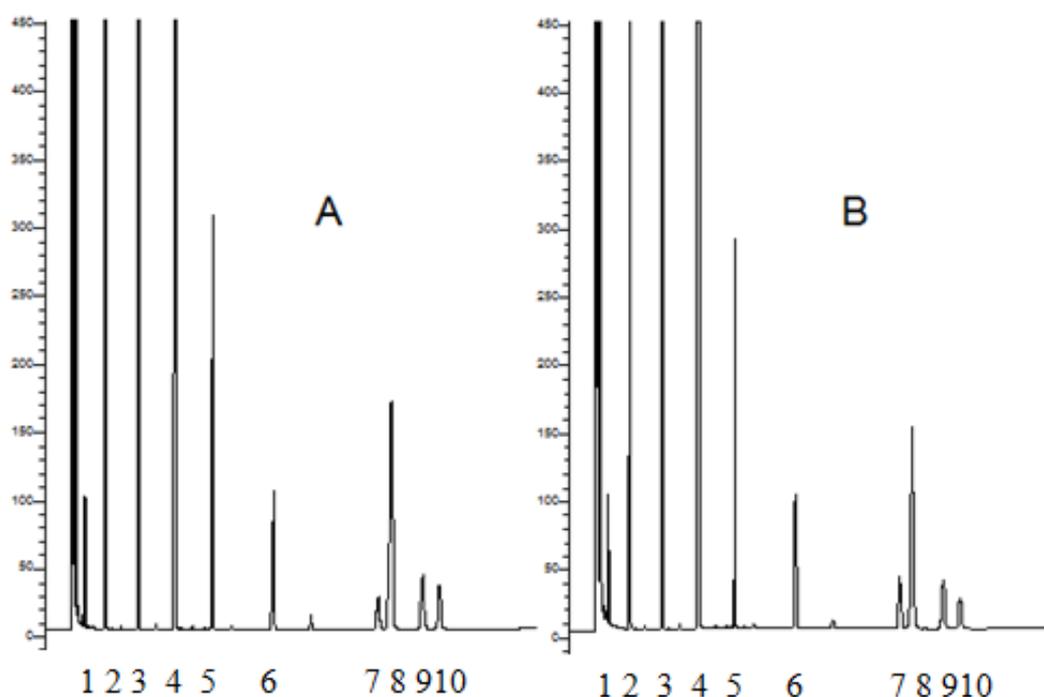


Figura 3 – Cromatograma dos ésteres metílicos dos ácidos graxos dos óleos das amêndoas de *Butia das espécies B. capitata* (A) e *B. eriosphata* (B), por cromatografia gasosa, coluna sílica fundida Carbowax 20M (Ohio Valley) com 30m de comprimento, diâmetro interno de 0,25mm e espessura de filme 0,25 μ m, sendo: 1-C6:0, 2-C8:0, 3-C10:0, 4-C12:0, 5-C14:0, 6-C16:0, 7-C18:0, 8-C18:1, 9-C18:2, 10-C18:3.

As propriedades físico-químicas dos triglicerídeos e suas aplicações dependem diretamente da constituição em ácidos graxos da sua molécula. As diferenças são devido principalmente o tamanho da cadeia estrutural, do grau e da posição das insaturações. Além disso, inúmeros estudos tem demonstrado que a qualidade dos óleos comestíveis é dependente de sua composição em ácidos graxos (SUNDRAM, 1997; ONG; GOH, 2002).

Em geral, óleos obtidos de amêndoas de frutos das espécies da família *Palmae* apresentam os ácidos graxos insaturados em quantidades reduzidas, prevalecendo o ácido oléico (5 a 30%) e linoléico (máximo 10%). O ácido graxo saturado predominante é o ácido láurico (30 a 50%). Nas amostras de óleo obtidas dos frutos de butiá observa-se a prevalência de ácido láurico (33,05% para a espécie *B. capitata* e 33,89% para a espécie *B. eriosphata*), concordando com resultados encontrados para óleo das amêndoas de macaúba (LIMA et al., 2007a) e de palma (BORA et al., 2003).

Considerando os resultados obtidos neste estudo, quanto a composição total de ácidos graxos saturados (80,71% para a espécie *B. capitata* e 86,67% para a espécie *B. eriosphata*), observa-se superioridade em relação ao encontrado por Faria et al. (2008) em óleo de butiá da espécie *B. capitata*, 78,9%. Ainda com relação aos resultados de Faria et al. (2008), percebe-se um perfil diferenciado na distribuição da composição entre os ácidos graxos, o qual relata valores inferiores para os ácidos capríico (0,4%), caprílico (7,8%) e cáprico (8,0%), e superiores em ácido láurico (42,1%). De acordo com a literatura, a composição de ácidos graxos do óleo extraído de frutos varia de acordo com as cultivares, estágio de maturação, região anatômica do fruto e localização geográfica de crescimento da planta (TANGO et al., 2004; BORA et al., 2003; GEORGE; ARUMUGHAN, 1991).

Assim como a copra (*Cocos nucifera* L.), o óleo de amêndoas das duas espécies de butiá avaliadas neste estudo são fonte natural de triglicerídeos de cadeia média (MCT), com cerca de 60% do total do conteúdo em óleo correspondente a MCTs. O termo MCT se refere ao triglicerídeo que é composto de uma molécula de glicerol e três cadeias (de 6 a 12 átomos de carbono) de ácidos graxos. Estes MCTs têm sido relacionados a benefícios para a saúde humana, sendo usados principalmente como suplemento nutricional em pacientes que sofrem de má absorção causada por problemas intestinais, e também como ingredientes em fórmulas para alimentação infantil (NANDI et al., 2005). De acordo com Marten et al. (2006), os MCTs são responsáveis por efeitos benéficos sobre o controle de peso e da glicose sanguínea, bem como no metabolismo lipídico.

Entre as propriedades dos ácidos graxos presentes destaca-se também a atividade antimicrobiana encontrada em plantas dessa família botânica (HASHIM; SALEH, 1999; NAZIF, 2002). Pesquisas indicam que ácidos graxos insaturados de cadeia longa, como o ácido oléico, e os ácidos graxos saturados de cadeia média,

como o ácido láurico, são responsáveis pela atividade antimicrobiana do leite humano e bovino, inativando tanto bactérias Gram positivas quanto Gram negativas (ISAACS et al., 1995).

Para a análise dos ácidos graxos (C6, C8, C10, C12, C14, C16, C18, C18:1, C18:2, C18:3, não identificados) e das características dos óleos (umidade, teor de acidez, índice de peróxido, índice de saponificação, índice de iodo, índice de refração e conteúdo em matéria insaponificável) das amêndoas (Figura 4), utilizando-se dois primeiros componentes principais, a dispersão gráfica mostrou que eles explicaram 98% da variabilidade total, CP1 (92%) e CP2 (6%). Observam-se dois grupos distintos, mostrando a diferenciação entre as espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* caracterizada, principalmente, pelo teor de acidez, com 92% no CP2.

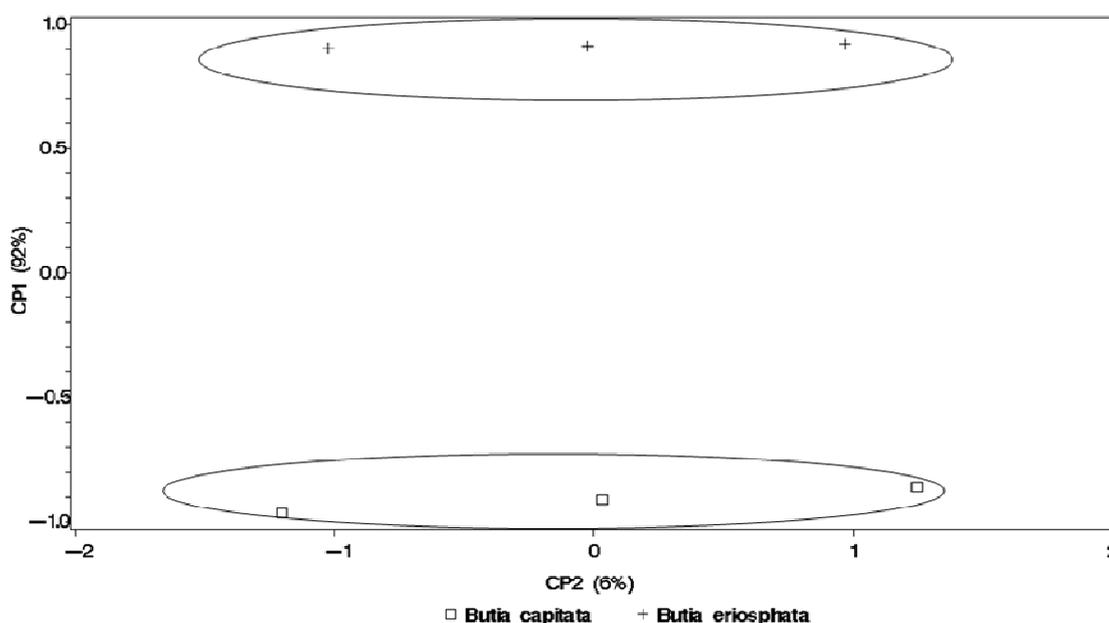


Figura 4 - Dispersão gráfica utilizando-se dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para ácidos graxos e análises dos óleos das amêndoas de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*.

2.4 Conclusão

Foram verificados altos teores de fibras e de carboidratos nas amêndoas tanto em butiás da espécie *B. capitata* quanto da espécie *B. eriosphata*, e também no valor calórico $392,18\text{kcal}\cdot 100\text{g}^{-1}$ e $358,03\text{kcal}\cdot 100\text{g}^{-1}$ respectivamente, devido principalmente ao elevado teor de lipídios, o que consiste em um bom indicativo para extração de óleo. Quanto aos compostos do metabolismo secundário, destaca-se o

teor de fenóis totais de 416,73mgGAE.100g⁻¹ nas amêndoas da espécie *B. capitata* e 443,19mgGAE.100g⁻¹ para a *B. eriosphata*, e a ausência de tocoferóis nas amêndoas de ambas as espécies.

As amêndoas das espécies de *Butia* avaliadas apresentam rendimento em óleo de 56,48% para a espécie *B. capitata* e de 43,70% para a espécie *B. eriosphata*. Dentre os métodos de extração, destaca-se a utilização de ultrassom que proporciona maior rendimento, entre outras vantagens, como a redução do tempo de extração, menor consumo de solventes além de, poder ser realizada a baixas temperaturas, minimizando danos térmicos e perdas de compostos bioativos na amostra.

De acordo com os resultados obtidos comprova-se a viabilidade da extração do óleo da amêndoa do butiá, tanto pelo seu elevado rendimento quanto pelas características físico-químicas apresentadas que indicam a sua qualidade. Em relação à composição em ácidos graxos verificou-se a sua riqueza em ácidos graxos saturados, principalmente os de cadeias médias C6-C12.

CAPÍTULO III – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA DE BUTIÁ (*B. capitata* e *B. eriosphata*)

3.1 Introdução

A exploração do mercado de frutas nativas, que traz consigo uma idéia de produto saudável e limpo, para uma população urbana cada vez mais preocupada com a saúde, faz com que cresça a pesquisa de algumas espécies que até o momento têm sido pouco estudadas, como o butiazeiro, que está incluído entre as principais frutas nativas do Rio Grande do Sul (SEBRAE, 2008). Em função desta mudança de hábito alimentar observada nos últimos anos, ampliam-se as possibilidades de mercado para produção de frutas frescas e industrializadas no Brasil, com destaque para os estados do Sul, São Paulo e Sul de Minas Gerais, por se considerar as condições climáticas destas regiões que permitem a oferta de frutas das espécies de clima temperado em diversos períodos do ano (ANTUNES, 2002; RASEIRA; ANTUNES, 2004).

De acordo com Tonietto et al. (2009), estudos que abordam as potencialidades do uso agroindustrial de frutos do butiazeiro têm sido apontados como uma das principais formas para preservação de espécies como *Butia capitata* e *Butia eriosphata*, as quais estão incluídas na lista de espécies ameaçadas de extinção, segundo a Secretaria do Meio Ambiente do estado do Rio Grande do Sul (SEMA, 2009), em decorrência do avanço de atividades agropecuárias.

Os butiás apresentam características que permitem sua utilização tanto para o consumo *in natura* quanto para o preparo de sucos, licores e sorvetes. A polpa do fruto possui em média 39,13 mg de ácido L-ascórbico (vitamina C) em cada 100g, e cada planta produz em média 4,26 cachos, com peso médio de 13,15 quilos, o equivalente a uma produção de 56,02 quilos por planta (SCHWARTZ, 2008). A maturação dos frutos de butiá geralmente ocorre de novembro a maio, tendo seu pico no verão, no mês de fevereiro (ROSA et al., 1998). Os resultados obtidos em estudos de conservação pós-colheita demonstram que os frutos de butiá apresentam alta perecibilidade, devido à sua elevada taxa respiratória, sendo

necessário o imediato resfriamento a temperaturas de refrigeração dos frutos colhidos no estágio de maturação verde-amarelo, visando preservar a sua qualidade pós-colheita (AMARANTE; MEGGUER, 2008).

As frutas e hortaliças em geral contêm diferentes fitoquímicos que apresentam capacidade antioxidante, a qual está relacionada com o retardo do envelhecimento e a 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; WANG; PRIOR, 1997; TAPIERO et al., 2002).

Vários componentes fazem parte da composição química de frutas e hortaliças, os quais conferem as características de cor, de sabor e de *flavour*, além dos efeitos nutricionais e nutracêuticos. Centenas de componentes podem estar presentes nos tecidos vegetais, mas a grande maioria se apresenta em quantidades muito pequenas quando expressos em peso. Dentre os componentes mais importantes presentes nos vegetais, incluem-se a água, carboidratos, lipídeos, proteínas, enzimas, pigmentos, vitaminas, taninos e minerais. No entanto, muitos destes componentes resultantes do metabolismo secundário, desempenham grande importância. Os vegetais possuem diferentes proporções desses componentes; no entanto, vegetais de uma mesma espécie possuem uma composição definida, a qual é característica da planta (HARBONE; WILLIAMS, 2000).

Outros frutos de espécies nativas do Brasil pertencentes à família *Arecaceae*, a exemplo do buriti (*Mauritia vinifera* Mart), da gueroba (*Syagrusoleracea* Martius Beccari) e do bacuri (*Scheeleaphalerata* Mart.), têm despertado a atenção da população pelas suas características nutracêuticas e antimicrobianas (MARIATH et al., 1989; HIANE et al., 2003; TAVARES et al., 2003; SILVEIRA et al., 2005). O interesse nestas espécies nativas vem crescendo nos últimos anos devido aos possíveis benefícios que podem proporcionar à saúde humana, o que vem incentivando o desenvolvimento de pesquisas sobre as suas características nutricionais e de qualidade dos frutos. Os benefícios à saúde atribuídos aos alimentos naturalmente ricos em compostos fenólicos e outros antioxidantes (como ácido ascórbico e carotenóides) têm elevado a procura por novas espécies botânicas que possuam, além dessa propriedade, atividades biológicas complementares relevantes (CÉSPEDES et al., 2008).

Assim, este trabalho teve por objetivo caracterizar a polpa dos frutos de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* quanto a sua composição, a fim de disponibilizar informações que possibilitem melhor aproveitamento desses frutos.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Amostras

Amostras de 5kg de frutos maduros de butiás da espécie *B. capitata* coletados no Centro Agropecuário da Palma-UFPel (Capão do Leão-RS) e da espécie *B. eriosphata* provenientes de cultivo experimental da Embrapa Clima Temperado (Pelotas-RS) pertencentes à safra de 2009, foram utilizados neste experimento.

Os frutos foram selecionados separando-se aqueles visualmente sadios, inteiros e sem deformação, que foram lavados, despulpados manualmente com separação dos caroços (endocarpos). A polpa (epicarpo+mesocarpo) obtida foi triturada e homogeneizada em um liquidificador (Mondial®) e, em seguida, colocadas em embalagens de polietileno de baixa densidade com fechamento tipo “Zip Lock”, e então mantidas em ultrafreezer a -80 °C até o momento das análises.

Os padrões cromatográficos para a determinação de fenóis foram obtidos da Sigma (St. Louis, EUA) e Fluka (Milwaukee, EUA): ácidos hidroxicinâmicos: ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido p-cumárico; ácidos hidroxibenzóicos: ácido gálico, ácido elágico, ácido p-hidroxibenzóico; flavonóis: quercetina, kaempferol, miricetina e flavanóis: catequina, epicatequina, todos com 96-99% de pureza. Os padrões utilizados para a determinação de tocoferóis foram: α -, δ - e γ -tocoferol, obtidos da Sigma Aldrich (Steinheim, Alemanha) com 90-99% de pureza. Para a determinação de carotenóides utilizou-se padrões de β -cryptoxantina, licopeno, luteína e zeaxantina, obtidos da Chromadex (Irvine, EUA), e β -caroteno obtido da Fluka (Saint Louis, EUA), todos com 97% de pureza. Os padrões cromatográficos para a determinação de ácido ascórbico foram: ácido L-(+)-ascórbico da Synth (Diadema, Brasil), 99% de pureza. Os reagentes utilizados da composição de fases móveis foram de elevado grau de pureza (grau HPLC) e passaram por filtração em membranas PTFE de 0,45 μ m da Milipore (Billencia, EUA). Para as demais análises e extrações foram utilizados reagentes de grau p.a.

O cromatógrafo para análise de fitoquímicos individuais consistiu no sistema HPLC-Shimadzu (Tóquio, Japão), com injetor automático, bomba quaternária, degaseificador *on line*, detector UV-visível, detector de fluorescência, coluna de fase reversa ShimPack CLC-ODS (5µm x 4,6mm x 150mm) com fase estacionária octadecil e uma coluna de guarda CLC-GODS com fase estacionária de superfície octadecil ambas na temperatura de 25°C. Os dados foram adquiridos e analisados com auxílio do software ClassVp. A determinação de fitoquímicos totais foi realizada em um espectrofotômetro UV-visível modelo Ultrospec 2000 da Pharmacia Biotech (São Paulo, Brasil).

3.2.2 Composição química da polpa de butiás *B. capitata* e *B. eriosphata*

As análises foram realizadas em triplicata nos laboratórios de Análise de Alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial e do Departamento de Ciência dos Alimentos (UFPEL- Capão do Leão-RS).

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985) para pH através de método potenciométrico a 20°C; teor de sólidos solúveis expressos em °Brix através de leitura em refratômetro de Abbé a 20°C; acidez por titulometria com NaOH 0,1N, expressa em % de ácido cítrico; açúcares totais e redutores através de método volumétrico, pela titulação sobre soluções de Fehling, expressos em % de glicose.

Para avaliação da composição química foram realizadas as análises de umidade pelo método gravimétrico, cinzas por gravimetria após incineração da amostra, fibra bruta por digestão ácida e alcalina, lipídios (extrato etéreo em Soxhlet) pela extração com hexano, proteína em sistema Micro-Kjedahl com utilização do fator 6,25 para conversão do nitrogênio em teor protéico, e carboidratos por diferença, subtraindo de 100 a soma dos valores obtidos de umidade, proteína, lipídios, cinzas e fibra bruta (AOAC, 1995; AOAC, 2005). A determinação do valor calórico total foi realizada segundo o estabelecido pela Resolução – RDC, nº 360 de 23 de dezembro de 2003, expresso em Kcal (BRASIL, 1998).

3.2.2.1 Fitoquímicos e capacidade antioxidante da polpa de butiás *B. capitata* e *B. eriosphata*

Foram realizadas análises para quantificação de compostos do metabolismo secundário na composição da polpa dos frutos de butiá, entre elas, a determinação de carotenóides totais (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001), compostos fenólicos totais por reação com Folin-Ciocalteu (SINGLENTON; ROSSI, 1965), antocianinas totais de acordo com Lees e Francis (1972).

Os tocoferóis foram obtidos pela extração adaptada segundo Rodriguez-Amaya (2001), e a quantificação foi realizada em cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) com detector de fluorescência operando a 290nm de excitação e 330nm de emissão. A separação foi realizada utilizando um sistema de eluição por gradiente, com fase móvel constituída de metanol, acetonitrila e isopropanol (tab. 1), seguindo a metodologia adaptada de Zambiasi (1997), com fluxo de 1,0 mL.min⁻¹.

Tabela 1 - Programa do gradiente de eluição dos solventes na separação de tocoferóis

Tempo (minutos)	Fase móvel	(%) Fase móvel
0	A:B:C*	40:50:10
10	A:B:C	65:30:5
12	A:B:C	40:50:10
15	A:B:C	40:50:10

*Solventes A: metanol; B: acetonitrila; C: isopropanol.

A identificação dos compostos foi realizada através da comparação dos tempos de retenção com padrões cromatográficos, enquanto que a quantificação foi realizada por integração das áreas obtidas e interpolação com as respectivas curvas de calibração desenvolvidas para cada padrão cromatográfico (α -, β + γ - e δ - tocoferol).

Os compostos fenólicos individuais foram extraídos da fruta usando o método descrito por Häkkinen et al. (1998), com modificações. A extração foi realizada com metanol acidificado (HCl 1,2M); o extrato foi homogeneizado e incubado em banho de água com agitação 25 RPM a 35°C, na ausência de luz por 24 horas. Em seguida o extrato filtrado foi concentrado em rotaevaporador a 40°C. O resíduo concentrado foi redissolvido em metanol até o volume final de 10mL, o qual foi centrifugado (7.000 RPM por 10 minutos), sendo então injetado uma alíquota de 30 μ L no cromatógrafo operando com detector UV-vísivel a 280 nm. A fase móvel com fluxo de 0,9mL/min, consistiu em um gradiente de eluição com solução aquosa

de ácido acético 99:1, v/v (A) e metanol (B), cuja proporção iniciou com 100% de A, alterando-se gradativamente até 60% de A e 40% de B em 25 minutos; manteve-se constante esta proporção por 2 minutos, em seguida foi sendo alterada até 95% de A e 5% de B aos 37 minutos, mantendo-se constante por mais 5 minutos, retornando após à fase inicial, com tempo total de corrida de 45 minutos, segundo metodologia descrita por Zambiasi (1997).

Os compostos fenólicos individuais foram quantificados com base nas curvas de calibração dos padrões externos, cujos padrões (grau espectrofotométrico) foram dissolvidos em metanol. A concentração das soluções dos padrões variou de 0,125 a 12,50 $\mu\text{g} \cdot 25\mu\text{L}^{-1}$ para o ácido p-cumárico, ácido cafeico, quercetina, ácido ferúlico, epicatequina, ácido p-hidroxibenzoico, ácido gálico e ácido elágico, com as respectivas equações de reta expressa por $y = 2,14083e-007x$, com $R_2: 0,990365$ (ácido p-cumárico), $y = 2,93335e-007x$, com $R_2: 0,998939$ (ácido cafeico), $y = 6,24982e-007x$, com $R_2: 0,992693$ (quercetina), $y = 3,27162e-007x$, com $R_2: 0,999562$ (ácido ferúlico), $y = 1,35909e-006x$, com $R_2: 0,997793$ (epicatequina), $y = 6,44575e-007x$, com $R_2: 0,995523$ (ácido p-hidroxibenzoico), $y = 3,25519e-007x$, com $R_2: 0,996997$ (ácido gálico), $y = 5,8751e-007x$, com $R_2: 0,997719$ (ácido elágico), de 1,25 a 87,5 $\mu\text{g} \cdot 25\mu\text{L}^{-1}$ para catequina ($y = 5,8751e-007x$, com $R_2: 0,997719$); e de 0,125 a 6,25 $\mu\text{g} \cdot 25\mu\text{L}^{-1}$, para a miricetina ($y = 1,38511e-007x$, com $R_2: 0,995137$) e para o kaempferol ($y = 5,6644e-007x$, com $R_2: 0,999088$).

As concentrações respectivas às curvas de calibração foram estipuladas com base em estudos prévios de quantificação de compostos fenólicos individuais em pequenas frutas (SHAHRZAD et al., 1996). Os resultados foram expressos em miligramas por 100 gramas de peso da fruta *in natura*.

Na extração de antocianinas individuais foi utilizado o método adaptado de Zhang et al. (2004), com solução de metanol e ácido clorídrico. O extrato foi submetido à filtração e concentração em rotaevaporador a 40 °C e dissolução em solução de metanol com 1% de HCl. Após a amostra foi centrifugada (7.000 RPM por 10 minutos), sendo então injetada uma alíquota de 10 μL no sistema HPLC, com detector UV-visível a 520 nm.

A fase móvel consistiu em um gradiente de eluição com solução aquosa de ácido acético (98:2, %v/v) (A), metanol (B) e acetonitrila (C), com fluxo de 0,8 $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$, iniciando com 100% de A, alterando aos 10 minutos para 90% de A e 10% de B; e aos 15 minutos para 80% de A, 10% de B e 10% de C, mantendo

constantes por 10 minutos; alterando-se aos 30 minutos para 70% de A e 30% de B, mantidos constantes por 5 minutos; finalmente retornando a fase inicial aos 40 minutos de corrida, mantendo por mais 5 minutos para a estabilização da coluna.

Os picos foram identificados por comparação com os tempos de retenção dos padrões e quantificados através das curvas de calibração dos padrões respectivos: cloreto de malvidina, cloreto de kuromanina (cianidina-3-glicosídeo), cloreto de keracianina (cianidina-3-rutinosídeo), cloreto de pelargonidina, cloreto de peonidina, cloreto de delphinidina, cloreto de cianidina e malvidina-3-galactosídeo. A concentração das soluções dos padrões variou de 0,1 a 3,0 $\mu\text{g} \cdot \mu\text{L}^{-1}$ para cloreto de peonidina ($y = -1,116413e-015x^2 + 3,6769e-007x - 0,00671422$, com $R_2: 0,999959$), cloreto de delphinidina ($y = -6,76107e-016x^2 + 3,03932e-007x - 0,00252867$, com $R_2: 0,999923$) e para o cloreto de cianidina ($y = 1,04234e-015x^2 + 1,84161e-007x + 0,0230878$, com $R_2: 0,999543$); e de 0,1 a 4,0 $\mu\text{g} \cdot \mu\text{L}^{-1}$ para cloreto de kuromanina (cianidina-3-glicosídeo) ($y = 1,60558e-014x^2 + 3,92608e-007x + 0,0431528$, com $R_2: 0,99756$); e de 0,1 a 5,0 $\mu\text{g} \cdot \mu\text{L}^{-1}$, para a keracianina (cianidina-3-rutinosídeo) ($y = 1,643e-014x^2 + 2,47193e-007x + 0,0926535$, com $R_2: 0,996607$); e de 0,2 a 3,0 $\mu\text{g} \cdot \mu\text{L}^{-1}$ para o cloreto de pelargonidina ($y = 6,01327e-013x^2 + 1,78891e-006x + 0,0538641$, com $R_2: 0,98959$) e de 0,2 a 5,0 $\mu\text{g} \cdot \mu\text{L}^{-1}$ para malvidina-3-galactosídeo ($y = 1,76212e-015x^2 + 4,70402e-007x + 0,0187786$, com $R_2: 0,999934$). Os valores dos pontos de calibração formam estipulados com base em estudos prévios de quantificação de compostos antociânicos individuais em pequenas frutas e os resultados foram expressos em $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de amostra.

A extração de vitamina C foi realizada com solução de ácido metafosfórico a 4,5% em água ultra pura; o extrato foi filtrado e completou-se o volume para 50mL (VINCI et al., 1995). Após centrifugação por 10 minutos a 10.000 RPM, uma alíquota de 20 μL da amostra foi injetada no sistema HPLC, utilizando o detector 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, v/v) e metanol, seguindo a metodologia adaptada de Vinci, Rot e Mele (1995) e de Ayhan, Yeom e Zhang (2001). Utilizou-se de fluxo de 0,8 $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$, iniciando com 100% de A; alterando aos 5 minutos para 98% de A e 2% de B, que foi mantido constante por 2 minutos; e aos 10 minutos retornou para a composição da fase inicial.

Para realizar a quantificação de ácido L-ascórbico utilizou-se a curva de padrão externo de ácido L-ascórbico com 0,1; 0,5; 1,0; 1,25; 2,5; 5,0; 7,5; 10mg.100mL⁻¹, obtendo-se uma equação da reta expressa por $y = 9,109367e-015x^2 + 2,3401e-007x$ (R₂: 0,9962). O conteúdo de ácido L-ascórbico foi expresso em mg.100g⁻¹ de amostra.

A determinação de carotenóides individuais foi realizada segundo o método descrito por Rodriguez-Amaya (2001), com adaptações após a etapa de extração, em que foi realizada a saponificação a frio por 18 horas, adicionando 25mL de solução de KOH 1,5N em etanol em 25mL de extrato da amostra. Após a separação das fases, o extrato foi concentrado em rotaevaporador à 35 °C e dissolvido na fase móvel inicial (metanol:acetonitrila, 30:70 v/v). O extrato diluído foi transferido para tubos de eppendorf e centrifugado nas condições de 9000 rpm por 6 minutos. Alíquotas do sobrenadante (25µL) foram injetadas no sistema HPLC usando detector UV-visível a 450nm.

A separação foi efetuada utilizando um sistema de eluição por gradiente, utilizando como fases móveis metanol (B), acetonitrila (C) e acetato de etila (D), sendo a fase inicial composta por 30% de B e 70% de C, alterando aos 10 minutos para 10% de B, 80% de C e 10% de D; e aos 35 minutos para 5% de B, 80% de C e 15% de D; retornando a fase inicial aos 40 minutos, mantendo por mais 2,5 minutos para reequilíbrio do sistema, ao fluxo constante de 1,0mL.min⁻¹.

Para a quantificação de luteína, zeaxantina, β-criptoxantina, licopeno e β-caroteno, foram utilizadas curvas padrões, preparadas com os padrões cromatográficos correspondentes. A quantificação de zeaxantina foi baseada na curva de calibração da luteína devido a não separação destes dois compostos nas condições cromatográficas empregadas.

A concentração das soluções dos padrões variou de 0,001 a 0,8µg.µL⁻¹ para luteína ($y = 6,916e-016x^2 + 4,794339e-008x$, com R₂: 0,995467), de 1,005 a 50,25µg.µL⁻¹ para β-criptoxantina ($y = -5,82985e-012x^2 + 7,79436e-005x$, com R₂: 0,99977); de 0,1 a 2,0µg.µL⁻¹ para o licopeno ($y = 8,77858e-016x^2 + 2,26943e-007x$, com R₂: 0,997093); e de 0,005 a 1,0µg.µL⁻¹ para o β-caroteno ($y = 2,83165e-016x^2 + 4,4075e-008x$, com R₂: 0,998344). Os valores dos pontos de calibração foram estipulados com base em estudos prévios de quantificação de carotenóides

individuais em pequenas frutas. O conteúdo total de carotenóides, expresso em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de amostra, foi determinado pela soma dos carotenóides individuais.

A capacidade antioxidante foi determinada através da capacidade dos compostos presentes nas amostras em seqüestrar o radical estável DPPH· (2,2-difenil-1-picrilhidrazila), segundo método descrito por Brand-Williams, Cuvelier e Berser (1995). A extração dos compostos com atividade antioxidante foi realizada com 20 mL de metanol por maceração e homogeneização em vortex. O extrato foi submetido à refrigeração (3 a 4 °C) por 24 horas.

A determinação foi realizada em tubos revestidos com papel alumínio, contendo 10 μL do extrato da fruta, 90 μL de metanol e 3,9 mL de solução-uso de DPPH, com a finalidade de completar o volume final de 4,0 mL. Deixou-se a mistura no escuro por 30 minutos e após foi realizada a leitura a 517 nm em espectrofotômetro.

A atividade seqüestrante de radicais livres foi determinada no estabelecimento de uma curva padrão de Trolox, obtendo-se uma equação da reta expressa por $y=0,5085x$. Os resultados foram expressos por capacidade antioxidante equivalente a Trolox relativa ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$).

3.2.3 Análise Estatística

Os dados foram analisados quanto à sua homocedasticidade e, posteriormente, submetidos à análise de variância ($p\leq 0,05$). Os efeitos de espécie (*B. capitata* e *B. eriosphata*) e partes do fruto de butiá (inteiro, caroço, polpa e amêndoa) foram avaliados pelo teste de Tukey ($p\leq 0,05$). A presença de correlações entre as variáveis dependentes do estudo foi analisada através do coeficiente de correlação de Pearson. A Análise de Componentes Principais (ACP) foi agrupada em função do comportamento das espécies (SAS INSTITUTE, 2002).

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Composição química da polpa dos butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*

A caracterização físico-química da polpa de butiá das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* está descrita na tabela 2. Os valores de sólidos solúveis diferiram

entre as espécies avaliadas, sendo equivalente a 11 °Brix para a espécie *B. capitata*, concordando com valores descritos por Schwartz (2008) em que a média para diferentes populações de frutos da mesma espécie foi em torno de 11,67 °Brix para a safra de 2006/2007, e inferiores as médias encontradas em um estudo que considerou plantas da mesma espécie, mas oriundas de três diferentes locais do litoral gaúcho com médias de 14,3 °Brix (TONIETTO et al., 2008).

Os frutos da espécie *B. eriosphata* apresentaram conteúdos em sólidos solúveis inferiores ao da espécie *B. capitata*, concordando com dados da literatura, que apontam valores de sólidos solúveis inferiores nos frutos de espécies *B. eriosphata*, com médias de 6,4 °Brix e 7,7 °Brix para frutos oriundos do Paraná e Santa Catarina, respectivamente (DAL MAGRO et al., 2006).

Tabela 2 – Características físico-químicas da polpa de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*

Espécies	Avaliações físico-químicas				
	Sólidos Solúveis (°Brix)	pH (a 20 °C)	Acidez (% ácido cítrico)	Açúcares totais (% de glicose)	Açúcares redutores (% de glicose)
<i>B. capitata</i>	11A	2,45A	1,92A	5,35A	2,38A
<i>B. eriosphata</i>	9B	2,36B	1,88A	4,55A	2,22B
CV (%)**	1,06	1,02	3,39	9,36	2,83

*Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ para o parâmetro avaliado entre as espécies.

**Coeficiente de variação.

Os baixos valores de pH são caracterizados pelo elevado teor de ácidos orgânicos dissociáveis em ambas as espécies de butiás. Os valores de pH encontrados nesse estudo são inferiores que os valores relatados por outros autores: 2,93 e 3,06 para a espécie *B. eriosphata* (DAL MAGRO et al., 2006), de 2,82 a 3,28 para a espécie *B. capitata* (TONIETTO et al., 2008) e de 3,06 e 3,04 para a espécie *capitata* em duas safras subseqüentes (SCHWARTZ, 2008).

O teor de acidez não diferiu estatisticamente entre as espécies avaliadas, sendo que o conteúdo encontrado na espécie *B. capitata* foi inferior que os conteúdos descritos por Schwartz (2008) para diferentes populações da mesma espécie em duas safras (2,20 e 2,61% de ácido cítrico) e condizente a faixa de acidez descrita por Tonietto et al. (2008) para frutos oriundos do litoral do Rio Grande do Sul, os quais apresentaram valores de 1,10 a 2,65% em ácido cítrico. O

valor médio de acidez encontrado para a espécie *B. eriosphata* (1,88% em ácido cítrico) foi superior aos valores descritos para esta espécie nos estados do Paraná e Santa Catarina (DAL MAGRO et al., 2006), equivalentes a 1,43 e 1,22% de ácido cítrico, respectivamente. O teor de acidez é importante, pois contribui para a manutenção das características do fruto durante o armazenamento pela inibição do crescimento microbiano, principalmente de mofos e leveduras, e pelo maior rendimento nas indústrias de suco (ANDRADE et al., 1993).

O conteúdo de açúcares totais na polpa dos frutos de butiá das espécies analisadas é bastante inferior a maioria das outras frutas nativas do Rio Grande do Sul, em sua maioria pertencentes à família das Mirtáceas. Na literatura apenas foram encontrados valores para açúcares redutores em frutos da espécie *B. eriosphata* oriundos dos estados do Paraná e Santa Catarina, com valores de 3,70 e 5,45% de glicose, respectivamente (DAL MAGRO et al., 2006), os quais foram superiores aos encontrados neste estudo. Estas diferenças observadas quanto ao conteúdo em açúcares redutores deve-se principalmente à procedência das amostras, uma vez que as condições climáticas, em especial a insolação, influenciam na produção de açúcares pelos frutos. Franco (1999) encontrou, para o butiá (espécie não especificada), 11,40g de açúcares totais em 100g de amostra, conteúdo bem superior ao observado nas análises realizadas nas duas espécies, sendo que esta diferença pode ser atribuída, também, ao grau de maturação dos frutos.

Com o tratamento estatístico dos dados da composição físico-química foi observada correlação positiva forte entre teor de sólidos solúveis e o conteúdo de acidez (0,994) para a espécie *B. eriosphata*. Ao considerar também os dados obtidos na análise de cor (Capítulo I), foi possível estabelecer correlações elevadas entre o parâmetro b^* e o conteúdo em açúcares totais para as duas espécies, 0,990 para a espécie *B. capitata* e de 0,980 para a espécie *B. eriosphata*.

A composição centesimal da polpa dos frutos de butiá das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* está descrita na tabela 3. O valor calórico total foi equivalente a 53,21 kcal.100g⁻¹ para a espécie *B. capitata* e de 42,30 kcal.100g⁻¹ para a espécie *B. eriosphata*. Esses valores são conseqüência, principalmente, do teor de carboidratos e foram inferiores ao valor calórico (108,6 kcal.100g⁻¹) encontrado para polpa do fruto de licuri, o qual é pertencente a mesma família botânica (CREPALDI et al., 2001). O valor calórico da polpa dos frutos de butiá

(42,30 e 53,21 kcal.100g⁻¹) foram próximos aos valores apresentados para goiaba vermelha, maçã, pêra e uva, respectivamente, 54, 56, 53 e 53 kcal.100g⁻¹ (NEPA, 2004).

Tabela 3 – Composição centesimal da polpa de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*, em base úmida

<i>Parâmetros avaliados</i>	<i>Espécies</i>		<i>CV(%)**</i>
	<i>B.capitata</i>	<i>B.eriosphata</i>	
Umidade (%)	84,99b*	88,15a	1,33
Cinzas (%)	0,63a	0,59a	12,24
Fibra bruta (%)	1,22a	0,88b	4,84
Lipídios (%)	0,11a	0,15a	13,79
Proteínas (%)	0,94a	1,07a	37,44
Carboidratos (%)	12,11a	9,16a	12,27
Valor calórico (kcal.100 ⁻¹)	53,21a	42,30b	9,95

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ para o parâmetro avaliado entre as espécies. **Coeficiente de variação.

O teor de umidade encontrado foi significativamente inferior para a espécie *B. capitata* (84,99%) em comparação com a espécie *B. eriosphata* (88,15%), justificando também a diferença de valor calórico para a polpa destas duas espécies que estatisticamente não diferiram quanto aos teores de lipídios, proteínas e carboidratos (BRASIL, 1998).

Os valores para o teor de umidade da polpa das espécies de butiá avaliadas foram similares ao teor encontrado para frutos de açai (*Euterpe oleracea*), equivalente a 84,73% (PEREIRA et al., 2002), e superiores aos teores relatados por Crepaldi et al. (2001) em frutos de licuri (*Syagrus coronata*) (77,4%), e também aos valores relatados para frutos de outras palmeiras como o tucumã e a palma, que possuem menos de 50% de umidade em virtude do maior conteúdo lipídico (BORA et al., 2003; FERREIRA et al., 2008). Comparando-se os resultados obtidos com os disponíveis para frutos de butiá destas espécies, observa-se grande similaridade, sendo que para a espécie *B. capitata* foi reportado 85,4% de umidade (FARIA et al., 2008) e para a espécie *B. eriosphata* 86,78% de umidade (DAL MAGRO et al., 2006).

O teor de fibra bruta foi significativamente superior ($p \leq 0,05$) na espécie *B. capitata* (1,22%) quando comparado com a espécie *B. eriosphata* (0,88%), mas em ambas espécies estes conteúdos encontram-se abaixo de valores reportados para outras espécies pertencentes à família *Palmae*, como para o fruto da palma (4,3%) e o tucumã (10,93%) (BORA et al., 2003; FERREIRA et al., 2008).

Quanto aos teores de cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos, não se observam diferença estatística entre as amostras das duas espécies de frutos de butiá. Os teores de cinzas encontrados para a espécie *B. capitata* (0,63%) e para a espécie *B. eriosphata* (0,59%) foram superiores que o valor reportado por Faria et al. (2008), de 0,3% em frutos da espécie *B. capitata* e, apresentaram-se inferiores aos teores encontrados para frutos de outras espécies da mesma família botânica como de licuri (3,2%), palma (3,4%) e tucumã (3,54%). O mesmo é observado para os teores de lipídios, enquanto os frutos de butiá apresentaram 0,11 e 0,15% de lipídios, a polpa dos frutos de licuri, palma e tucumã continham, respectivamente, 4,5, 73,2 e 40,49% de lipídios em sua composição (CREPALDI et al., 2001; BORA et al., 2003; FERREIRA et al., 2008).

Assim como a maioria das frutas normalmente consumidas, a polpa dos frutos de butiá apresentou baixo teor protéico (0,94 % para a espécie *B. capitata* e de 1,07% para a espécie *B. eriosphata*), conteúdos similares ao presente no dendê (0,90%), e inferiores àqueles apresentados pelos frutos de outras palmeiras, como no buriti (2,9%) (FRANCO, 1999). Em relação ao conteúdo de carboidratos totais, os valores obtidos para as espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* encontram-se de acordo com valores estabelecidos para frutos de outras palmeiras, que compreendem uma faixa de 8,54% a 13,30% de carboidratos totais (CREPALDI et al., 2001; BORA et al., 2003; FERREIRA et al., 2008).

A dispersão gráfica, utilizando-se dos dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para as variáveis da composição centesimal (umidade, cinzas, fibra bruta, lipídios, proteínas e carboidratos) e físico-químicas (teor de sólidos solúveis, pH, acidez, açúcares totais e açúcares redutores) da polpa (Figura 1) foi utilizada na verificação da significância dos grupos formados. Observou-se a formação de dois grupos distintos (marcados com círculos), os quais representam a diferenciação entre a polpa das espécies de butiás *B. capitata* e *B. eriosphata*. Essa dispersão gráfica mostrou que os dois primeiros componentes principais explicaram 77% da variabilidade total, CP1 (60%) e CP2 (17%). Os parâmetros pH, sólidos solúveis e

fibra bruta estão relacionados no CP1; enquanto que no CP2 o parâmetro proteína, representou 64% da resposta.

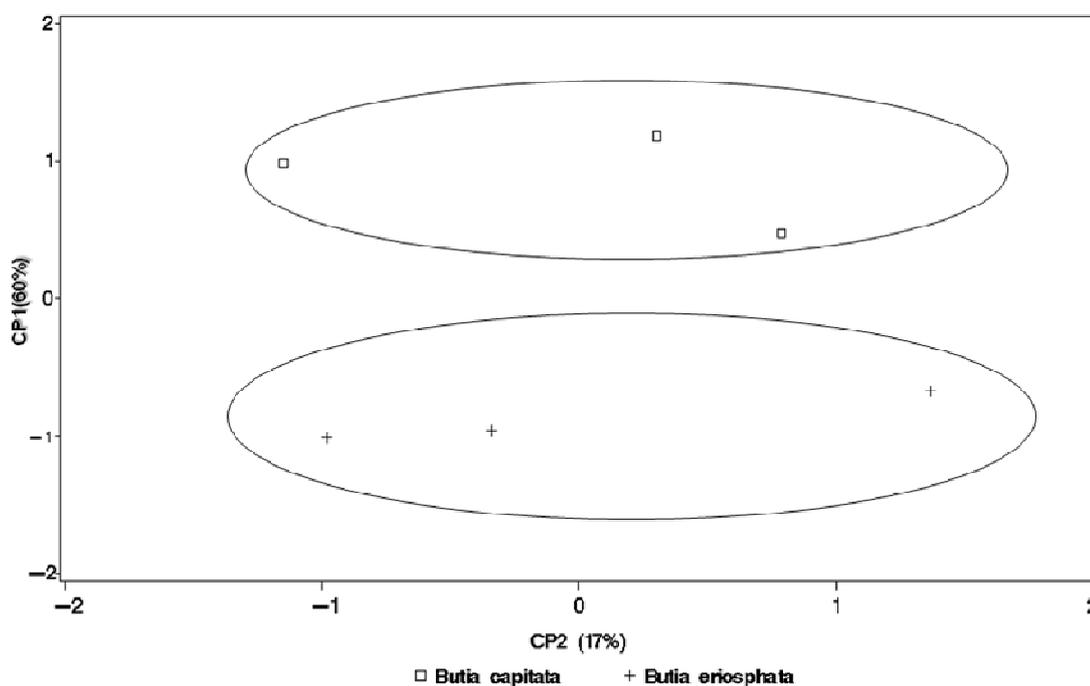


Figura 1 - Dispersão gráfica utilizando-se dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para variáveis centesimais (umidade, cinzas, fibra bruta, lipídios, proteínas e carboidratos) e físico-químicas (teor de sólidos solúveis, pH, acidez, açúcares totais e açúcares redutores) da polpa da polpa de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*.

3.3.2 Fitoquímicos e capacidade antioxidante da polpa de butiá das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*

De acordo com Silveira et al. (2005), as espécies pertencentes à família *Palmae* são muito atraentes do ponto de vista químico e farmacológico, considerando planta e frutos. O crescente interesse nos últimos anos pelas espécies nativas pouco exploradas se deve ao possível benefício que podem proporcionar à saúde humana, fazendo com que aumente o número de pesquisas sobre as características nutricionais e de qualidade dos frutos dessas espécies, no que se refere principalmente à composição de compostos do metabolismo vegetal secundário, denominados de fitoquímicos.

As espécies de butiás *Butia capitata* e *Butia eriosphata* foram citadas na obra de D'Ávila ainda em 1910, como integrantes da lista da flora medicinal do Rio Grande do Sul devido a benefícios medicinais relatados pela população (MENTZ et al., 1997).

A composição em fitoquímicos e a capacidade antioxidante da polpa dos butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* pode ser observada na tabela 4.

Tabela 4 – Composição em fitoquímicos da polpa de frutos de butiá das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*

Parâmetros avaliados	Espécies		CV (%)**
	<i>B. capitata</i>	<i>B. eriosphata</i>	
Vitamina C ¹	23,86a*	21,34a	5,18
Antocianinas totais ²	2,20a	0,73b	0,91
Carotenóides totais ³	14,80a	17,27a	13,65
Fenóis totais ⁴	260,41a	278,38a	7,11
Capacidade antioxidante ⁵	211,92a	237,22a	8,79

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ para o parâmetro avaliado entre as espécies. **Coeficiente de variação.

¹Expresso em $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de ácido L-ascórbico. ²Expresso em $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de cianidina-3-glicosídeo. ³Expresso $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ em β -caroteno de acordo com Rodriguez-Amaya (1999). ⁴Expresso em equivalente a $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de ácido gálico (GAE). ⁵Capacidade antioxidante expressa em equivalente de mg de Trolox por 100g .

Os conteúdos desses compostos nas frutas apresentam diferenças entre as diversas espécies e variedades, e até mesmo entre lotes diferentes, de uma mesma variedade, cultivados em diferentes condições ambientais (TAIZ; ZIGER, 2004).

O ácido L-ascórbico (AA), além de ser a forma biologicamente mais ativa da vitamina C, é também a forma mais comumente presente. Os valores encontrados para a polpa das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* (23,86 e 21,34 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, respectivamente) não diferiram entre si e foram inferiores ao teor de vitamina C, determinado pelo mesmo método por Schwartz (2008), que encontrou um valor médio entre as populações de *B. capitata* de 39,13 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

Um fator que deve ser considerado ao comparar-se o teor de vitamina C entre diversas frutas é o método utilizado para a determinação de vitamina C. O método por HPLC quantifica isoladamente o ácido L-ascórbico (Figura 2), com base em uma curva de calibração feita com padrão de L-ascórbico com pureza de 99,99%. Portanto, não há quantificação das formas oxidadas. Estudos nesta linha foram realizados por Pilecco, Chim e Zambiasi (2006), os quais relatam valores bem inferiores de ácido L-ascórbico em frutos de amora, obtidos por HPLC, quando comparados com valores totais de vitamina C obtidos para a mesma amostra de amora através de método titulométrico.

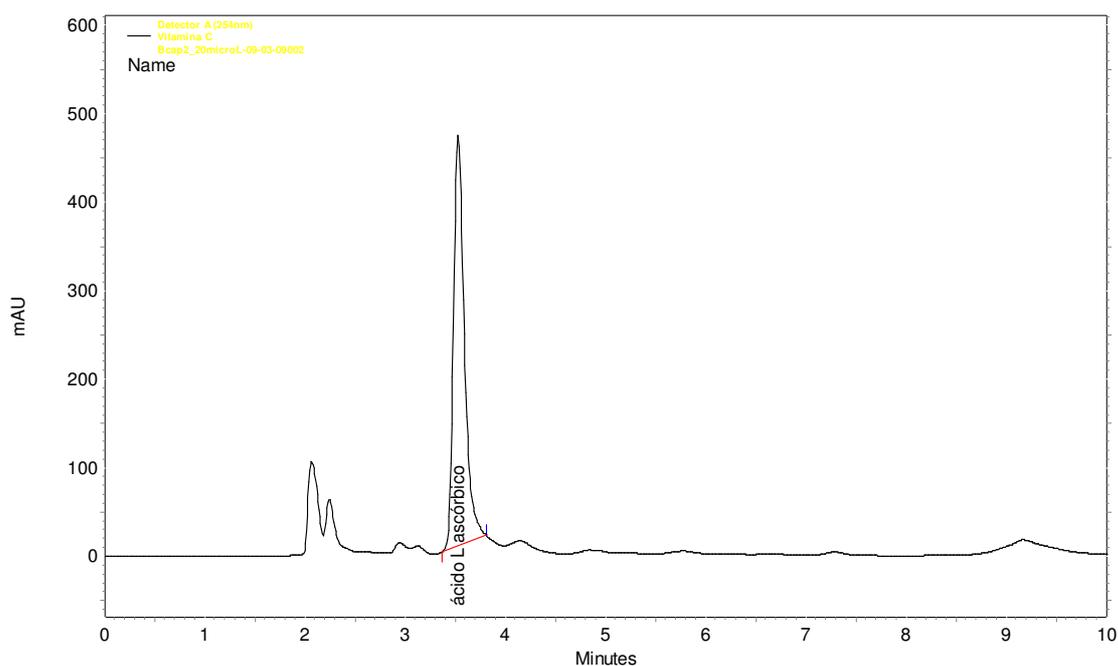


Figura 2 – Cromatograma típico de separação dos ácidos dehidro L-ascórbico e L-ascórbico em butiás, via HPLC, com coluna de fase reversa e detector UV a 254nm, usando como fase móvel um gradiente de eluição de uma solução de água ultra pura: ácido acético (99,9:0,1 v/v) e metanol.

Com o uso do método titulométrico, Dal Magro et al. (2006) verificaram diferenças no conteúdo de vitamina C total entre amostras de frutos de *Butia eriosphata* colhidas no Paraná (70,44mg.100g⁻¹) e em Santa Catarina (17,61mg.100g⁻¹).

Segundo Lorenzi et al. (2006), o conteúdo de vitamina C em frutos de buriti (*Mauritia flexuosa*) e de tucumã (*Bactris setosa*), duas palmeiras nativas do Brasil, é de 23,4 e 28mg 100g⁻¹, respectivamente; portanto, conteúdos muito similares aos encontrados neste trabalho para polpa dos butiás.

As antocianinas são compostos que não estão comumente presentes na composição de frutos de palmeiras do gênero *Butia*, tendo sido encontrados valores bastante baixos que, no entanto, diferiram entre si, apontando para teor mais elevado na polpa dos frutos da espécie *B. capitata*, com um valor total de 2,20mg expresso em cianidina-3-glicosídeo.100g⁻¹. Este valor é inferior ao relatado para polpa de frutos de açaí (*Euterpe oleracea*), que ultrapassa 200mg.100g⁻¹ (BOBBIO et al., 2000; COHEN et al., 2006). Ainda, o maior conteúdo de antocianinas nos frutos da espécie *B. capitata* pode estar relacionado com a presença de pigmentação avermelhada mais acentuada, principalmente pela maior concentração

no epicarpo dos frutos, bem como com os valores superiores de a* verificados na análise colorimétrica (Capítulo I).

A fim de caracterizar esta fração, buscou-se a identificação e quantificação das antocianinas por análise cromatográfica, cujos resultados estão apresentados na tabela 5 e na figura 3.

Tabela 5 – Antocianinas identificadas na polpa de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*

Antocianinas (mg.100g ⁻¹)	Espécies		CV(%)**
	<i>B. capitata</i>	<i>B. eriosphata</i>	
Keracianina	6,890a*	0b	1,73e ⁻⁰⁰⁶
Kuromanina	0,493a	0,054b	1,27e ⁻⁰⁰⁶

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ para o parâmetro avaliado entre as espécies. **Coeficiente de variação.

Ao avaliar o conteúdo das antocianinas individuais percebe-se que a soma do conteúdo de keracianina e kuromanina para a espécie *B. capitata* (7,383 mg.100g⁻¹) é superior ao valor encontrado para antocianinas totais (2,20mg.100g⁻¹). Isto pode ser uma indicação que o processo de extração para quantificação de antocianinas totais não tenha sido 100% eficiente para esta amostra; ou que o coeficiente de extinção usado no cálculo com o valor de 98,2, correspondente a uma mistura de antocianinas purificadas do extrato de *cranberry* encontrado por Lees e Francis (1972), não seja o mais adequado para o cálculo de antocianinas em butiá; ou ainda, como houve a sobreposição dos picos das duas antocianinas identificadas, pode ter ocorrido que o conteúdo das antocianinas estejam superestimadas.

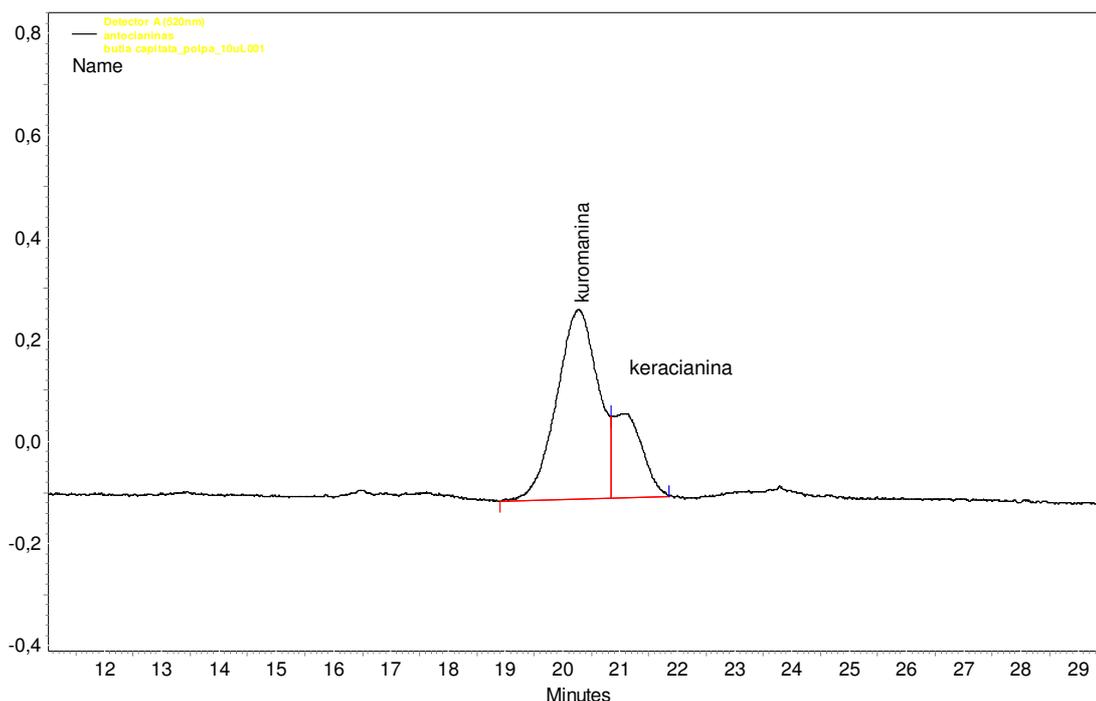


Figura 3 – Cromatograma típico da separação de antocianinas em butiá via HPLC, com coluna de fase reversa C₁₈ e detector UV a 520 nm, usando um gradiente de eluição com solução aquosa de ácido acético (98:2 v/v), metanol e acetonitrila.

De acordo com a figura 3, observa-se que não foi possível a separação completa das antocianinas, Keracianina e Kuromanina, pois possuem estruturas muito similares, diferindo apenas no açúcar glicosilado na antocianina, cianidina-3-rutinosídeo e cianidina-3-glicosídeo, respectivamente. Estes dois compostos apresentaram tempos de retenção muito próximos, tornando possível apenas uma separação parcial.

De modo geral, os frutos de palmeiras são fontes ricas de carotenóides. Algumas palmeiras brasileiras vêm se destacando como alimentos funcionais devido a presença destes compostos. Os frutos de palmeiras geralmente são fontes de carotenóides, como a *Mauritia vinifera* e a *Astrocaryum vulgare*, que apresentam em média, respectivamente, 360 e 107 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de β -caroteno (RODRIGUEZ-AMAYA, 1996), o licuri (*Syagrus coronata*) 26,1 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (CREPALDI et al., 2001) e o bacuri (*Scheelea phalerata*) 17,28 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (HIANE et al., 2003). Os butiás neste estudo não diferiram entre si em conteúdo de carotenóides totais e se assemelharam ao conteúdo dos frutos de bacuri, com 14,80 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para a espécie *B. capitata* e de 17,27 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para a espécie *B. eriosphata*, valores abaixo do valor médio encontrado por Schwartz (2008) em frutos de diferentes populações de *B. capitata* (24,23 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Segundo Shils et al. (2003), a composição de carotenóides em vegetais é afetada por diversos fatores, como a variedade, parte do vegetal, grau de maturação, clima, tipo de solo, condições de cultivo e área geográfica da produção, condições de colheita, processamento e armazenamento.

Em relação ao efeito nutricional dos carotenóides, os relatos de estudos epidemiológicos observacionais sugerem que a ingestão de cerca de 4 mg por dia de carotenóides, quantidade presente em uma alimentação rica em frutas e hortaliças, pode proteger contra o câncer sem apresentar riscos à saúde (ZIEGLER, 1991; NAVES, 1998).

Na tabela 6 pode-se avaliar a composição de carotenóides dos butiás.

Tabela 6 – Carotenóides identificados na polpa de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*

Carotenóides (μg^{-1})	Espécies		CV (%)**
	<i>B. capitata</i>	<i>B. eriosphata</i>	
β -caroteno	19,50a*	0,13b	0,24
β -criptoxantina	183,90b	263,42a	4,26e ⁻⁰⁰⁷
Licopeno	0b	0,133a	1,4e ⁻⁰⁰⁶
Luteína+zeaxantina	0,07b	1,19a	1,18e ⁻⁰⁰⁶

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ para o parâmetro avaliado entre as espécies. **Coeficiente de variação.

Na separação cromatográfica de carotenóides observou-se um perfil diferenciado para as duas espécies analisadas (Fig. 4 e 5), onde foi possível a identificação de quatro picos, através da utilização de padrões cromatográficos, incluindo o β -caroteno, Licopeno, β -criptoxantina e Luteína+Zeaxantina. Não foi possível a separação dos isômeros geométricos dos carotenóides apolares, Luteína e Zeaxantina, os quais não apresentaram boa resolução na coluna monomérica C₁₈, concordando com citações da literatura que enfatizam a necessidade de colunas C₃₀ (poliméricas) para que haja a separação destes compostos (NUNES; MERCADANTE, 2006).

Quanto ao perfil cromatográfico obtido, de acordo com a rota biossintética dos carotenóides (BOUVIER et al., 2005; TANAKA et al., 2008; KEGG, 2009) observa-se maior tendência ao acúmulo de β -caroteno nos frutos da espécie *B. capitata* por supressão de algumas enzimas que degradariam o β -caroteno ou que desviariam a rota para outro caminho que não a síntese de seu precursor (γ -caroteno) necessário

a própria síntese do β -caroteno. Nos frutos da espécie *B. eriosphata*, as reações de transformação dos carotenóides seguem mais intensamente, sendo metabolizadas a partir do β -caroteno até que se forme a β -criptoxantina, além de que maior parte de substrato (licopeno) é desviado para a rota alternativa de síntese do α -caroteno, que é precursor necessário à síntese da luteína.

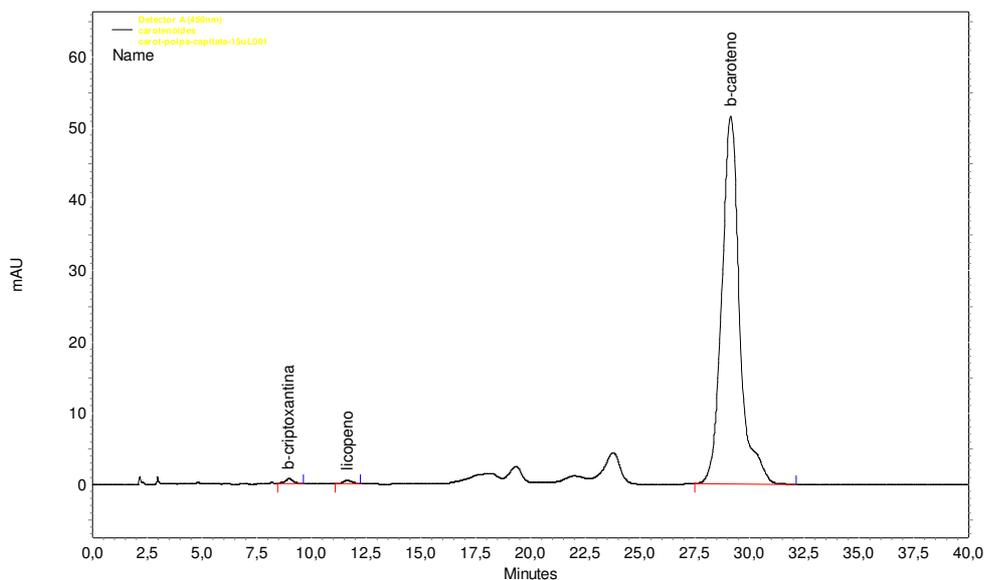


Figura 4 – Cromatograma típico da separação de carotenóides em butiá (*B. capitata*) via HPLC, com coluna de fase reversa C_{18} e detector UV a 480nm, tendo como fase móvel um gradiente com metanol, acetonitrila e acetato de etila.

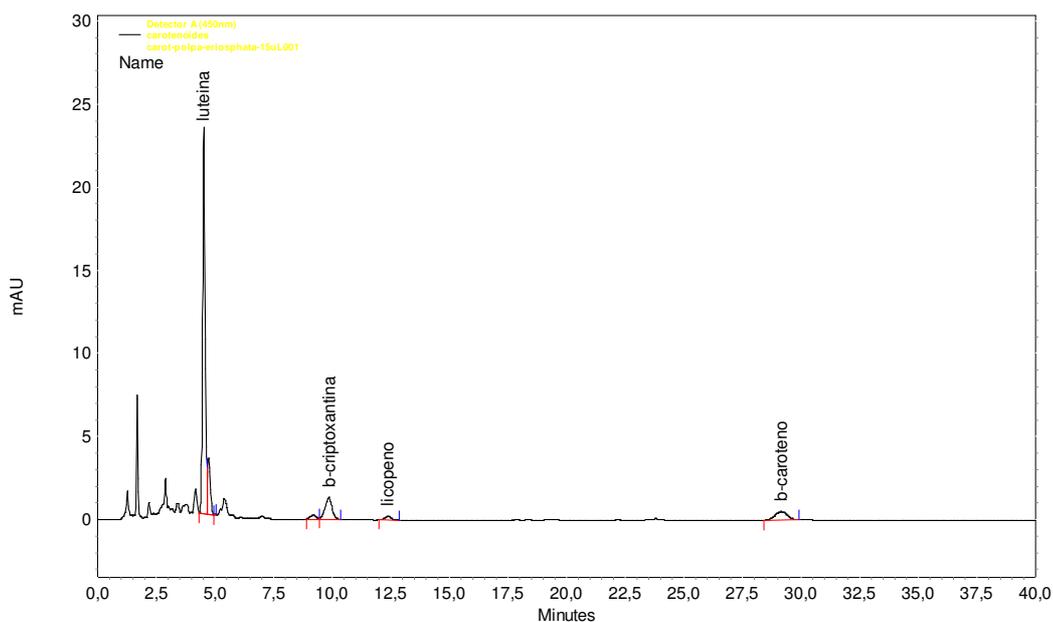


Figura 5 – Cromatograma típico da separação de carotenóides em butiá (*B. eriosphata*) via HPLC, com coluna de fase reversa C_{18} e detector UV a 480nm, tendo como fase móvel um gradiente com metanol, acetonitrila e acetato de etila.

Os métodos realizados para a análise de compostos fenólicos podem ser classificados pela determinação de compostos fenólicos totais, quantificação individual e/ou de um grupo ou classe de compostos fenólicos (MOURE et al., 2001). A análise de compostos fenólicos 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.

O método que utiliza a solução de Folin-Ciocalteu é mais sensível à redução pelos fenóis e reduz a tendência à precipitação quando comparado ao reativo Folin-Denis. Um aspecto importante a ser considerado neste método é a escolha do padrão. Os padrões mais utilizados têm sido o ácido tânico, a catequina e o ácido gálico; entretanto, estes compostos apresentam reatividades diferentes, dificultando o estabelecimento de relações quando se usa o mesmo método, porém com pequenas modificações.

Os teores de fenóis totais encontrados para os frutos de butiá das espécies *B. capitata* (260,41mgGAE.100g⁻¹) e *B. eriosphata* (278,38mgGAE.100g⁻¹) não diferiram entre si e apresentaram-se inferiores aos conteúdos descritos por Jacques et al. (2009) em frutos da espécie *B. capitata* (328,6mg de ácido gálico.100 g⁻¹), os quais utilizaram uma metodologia que envolve uma etapa de clarificação da amostra, o uso do reativo Folin-Ciocalteu e padrão de ácido gálico para a elaboração de curva de calibração. Outras comparações foram comprometidas em função de que ou autores expressaram os dados com utilização de padrões de ácido clorogênico (KROLOW et al., 2008), ácido tânico e catequina (FARIA et al., 2008).

A metodologia para a determinação de fenóis totais não é um método específico, pois quantifica o conjunto dos grupos fenólicos presentes no extrato, incluindo as proteínas que são extraídas pelo sistema de solventes utilizado. Outra desvantagem é a interferência por reduzir substâncias como o ácido ascórbico (NACZK; SHAHIDI, 2004). Em contrapartida, as técnicas de CLAE (cromatografia líquida de alta eficiência) são extensamente usadas tanto na separação quanto na quantificação de misturas fenólicas. Várias fases móveis estão disponíveis para a análise de antocianinas, procianidinas, flavononas e flavonóis, flavonas e ácidos fenólicos (SENER et al., 1989; GÓMEZ-ALFONSO et al., 2002). Com o intuito de melhor caracterizar essa fração tão importante nos frutos de butiá, buscou-se a identificação e quantificação dos fenóis individuais (tabela 7 e figura 6).

Tabela 7 – Compostos fenólicos identificados na polpa de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*

Fenóis (mg.100g ⁻¹)	Espécies		CV (%)**
	<i>B. capitata</i>	<i>B. eriosphata</i>	
Ácido gálico	85,98a*	51,43a	42,56
p-hidroxibenzóico	54,18a	25,58b	5,98e ⁻⁰⁰⁷
Ferúlico	0,44b	0,75a	4,43e ⁻⁰⁰⁷
Epicatequina	9,69a	8,97b	2,39e ⁻⁰⁰⁷
Quercetina	1,44b	1,98a	2,18e ⁻⁰⁰⁷

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ para o parâmetro avaliado entre as espécies. **Coeficiente de variação.

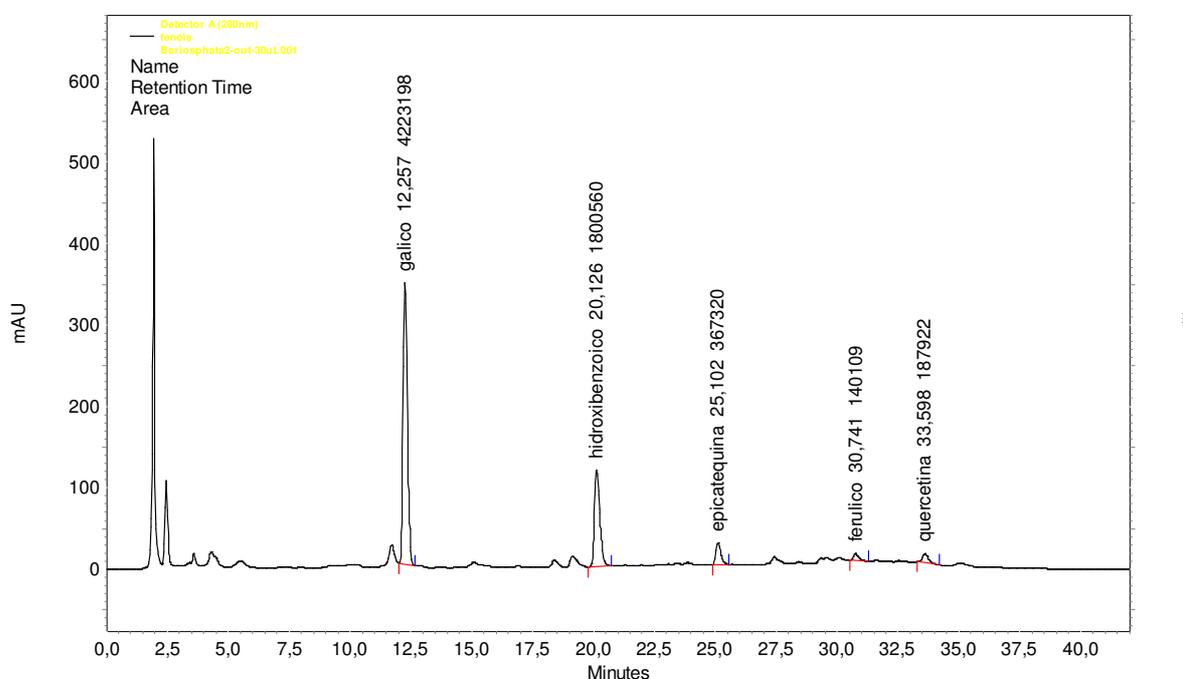


Figura 6 - Cromatograma típico da separação de ácidos fenólicos, flavonóis e flavanóis em frutos de butiá (*B. eriosphata*) via HPLC, com coluna de fase reversa C₁₈ e detector UV a 280 nm e um gradiente de eluição com solução aquosa de ácido acético (99:1 v/v) e metanol.

A soma do conteúdo dos fenóis individuais quantificados através da análise cromatográfica presentes nos frutos de butiá resultou em 31,87% do teor quantificado por método espectrofotométrico de fenóis totais (tabela 3) para a espécie *B. eriosphata* e em 58,26% para os frutos da espécie *B. capitata*. Os resultados indicam que o conteúdo total de fenóis determinado por cromatografia líquida não concordam com o conteúdo total de fenóis determinado pelo método com Folin-Ciocalteu em espectrofotômetro, o que também foi observado por

Seneviratne (2008) e por Pertuzatti (2009). Esta discrepância de valores se deve fundamentalmente devido as características de cada método, sendo que no método para quantificação total de fenóis por espectrofotometria são quantificadas todas as substâncias que possuem ao menos um anel fenólico, inclusive as antocianinas, além de que as variações também dependem do padrão utilizado na elaboração da curva de calibração. No método por cromatografia líquida de alta eficiência são quantificados apenas os compostos que coincidiram seus tempos de retenção com o de padrões utilizados.

Os ácidos fenólicos mais comumente encontrados nas frutas são os ácidos cinâmicos e benzóicos. Os ácidos cinâmicos frequentemente encontrados são o ácido caféico, p-cumárico e o ferúlico, e os ácidos benzóicos mais comuns em pequenas frutas são p-hidroxibenzóico, ácido gálico e elágico, sendo o último mais encontrado em membros da família *Rosaceae*, especificamente em morango, framboesa e amora (SKREDE; WROLSTAD, 2002).

O ácido gálico foi o principal ácido fenólico encontrado nos butiás, correspondendo a mais de 50% do total de compostos fenólicos encontrados nas duas espécies avaliadas, 56,67% na espécie *B. capitata* e 57,98% na espécie *B. eriosphata*.

Os teores de tocoferóis totais e individuais nas espécies de butiá analisadas não diferiram estatisticamente, em parte devido aos elevados coeficientes de variação obtidos na análise (Tabela 8); no entanto, verificou-se a tendência dos frutos da espécie *B. capitata* apresentarem maior teor desses compostos.

Tabela 8 – Tocoferóis identificados na polpa de butiás das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*

Tocoferóis (mg.100g ⁻¹)	Espécies		CV (%)**
	<i>B. capitata</i>	<i>B. eriosphata</i>	
̑-tocoferol	0,066a*	0,053a	68,68
̒+̓-tocoferol	0,361a	0,099a	62,19
Total	0,426a	0,152a	54,80

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a $p \leq 0,05$ para o parâmetro avaliado entre as espécies. **Coeficiente de variação.

Na separação cromatográfica foram observados três picos distintos (Fig.7), correspondentes aos componentes dos tocoferóis. Pela comparação com os padrões, identificou-se o δ -, $\gamma+\beta$ - e α - tocoferol, correspondentes ao 1º, 2º e 3º picos respectivamente. Observou-se que nas condições estabelecidas neste estudo (coluna de fase reversa) o β -tocoferol não se separou de seu isômero γ -tocoferol e, portanto o pico 2 corresponde ao conteúdo do ($\gamma+\beta$)–tocoferol. Contudo, para análise de tocoferóis em frutas e outros vegetais, este método é satisfatório, pois o β -tocoferol não tem sido quantificado nesse tipo de amostra devido sua ausência ou insignificância (CHUN et al., 2006), além das vantagens operacionais que este método oferece.

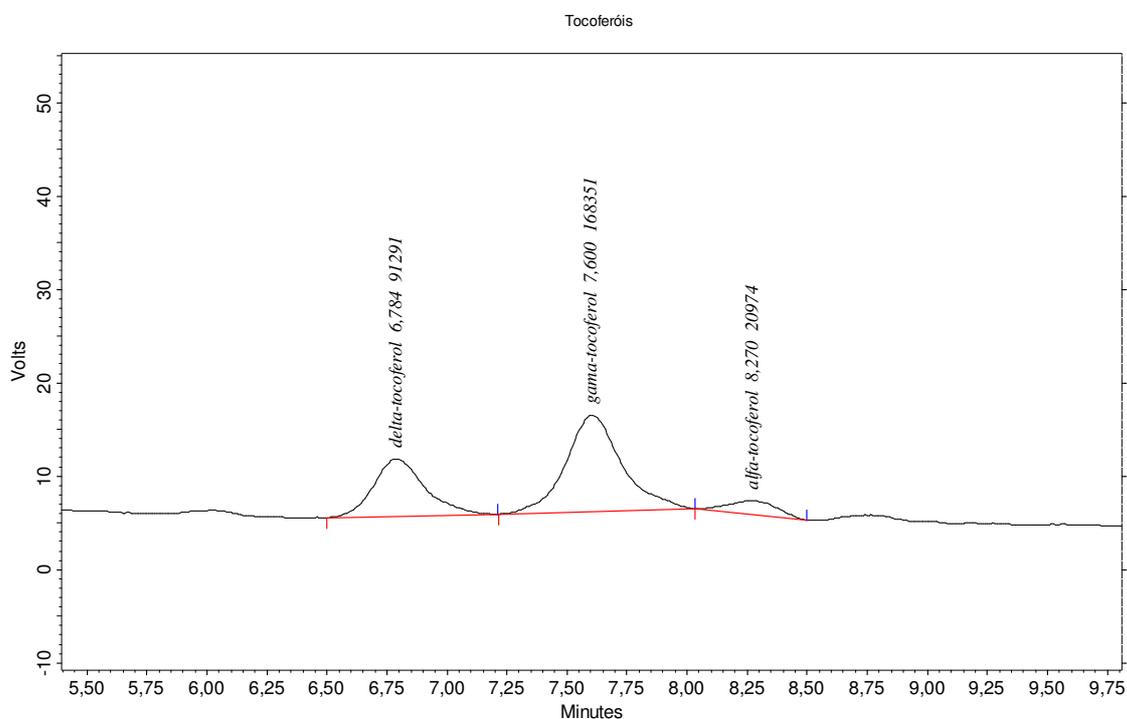


Figura 7 - Cromatograma típico da separação de tocoferóis em butiás via HPLC com coluna de fase reversa e detector de fluorescência, 290nm de excitação e 330 nm de emissão, usando como fase móvel um gradiente com metanol, acetonitrila e isopropanol.

Os tocoferóis são reconhecidos pelo seu potencial como antioxidantes. De acordo com Halliwell (1994), o mecanismo de ação antioxidante inclui suprimir a formação de espécies reativas tanto pela inibição enzimática ou por quelar elementos-traço ou absorvendo parte da energia envolvida no processo de formação de radicais livres; eliminar espécies reativas de oxigênio e, manter o mecanismo antioxidante de defesa regulado e protegido. Diante da importância dessa função fez-se a determinação da capacidade antioxidante *in vitro* para a polpa dos frutos de

butiá.

As polpas dos butiás apresentaram capacidade antioxidante elevada, que não diferiram entre si, com tendência de maior valor para polpas da espécie *B. eriosphata* com $237,22\text{mgTE}\cdot 100\text{g}^{-1}$ e $211,92\text{mgTE}\cdot 100\text{g}^{-1}$ para a espécie *B. capitata*. Estes valores foram maiores que a capacidade antioxidante da polpa de frutos de *Butia capitata* apresentada por Genovese et al. (2008), que foi de $160,19\text{mgTE}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

Ao estabelecer a correlação de Pearson entre os compostos fitoquímicos e a capacidade antioxidante (CA), para a polpa de butiá da espécie *B. capitata* obteve-se correlação positiva forte e altamente significativa entre vitamina C e CA (0,995 com valor de p equivalente a 0,0001). Para a espécie *B. eriosphata* foi observada a existência de correlação positiva forte e significativa entre o teor de fenóis totais e a CA (0,990 ao valor de p 0,0010).

A dispersão gráfica para os parâmetros fitoquímicos (carotenóides totais e individuais, fenóis totais e individuais, antocianinas totais e individuais, tocoferóis e vitamina C) e capacidade antioxidante da polpa (Figura 8), utilizando-se dois primeiros componentes principais, mostrou que eles explicaram 89% da variabilidade total, CP1 (78%) e CP2 (11%). O CP1 está relacionado às variáveis de β -caroteno, antocianinas totais, keracianina, kuromanina, ácido gálico, p -hidroxibenzóico, epicatequina, pois apresentaram grande similaridade; enquanto que o CP2 encontra-se associado aos fenóis totais e o delta-tocoferol, essas variáveis responderam a 59% e 57% respectivamente, da resposta. Para os parâmetros fitoquímicos foi possível realizar o agrupamento; pode-se afirmar pelo gráfico, que as espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*, apresentam características fitoquímicas distintas.

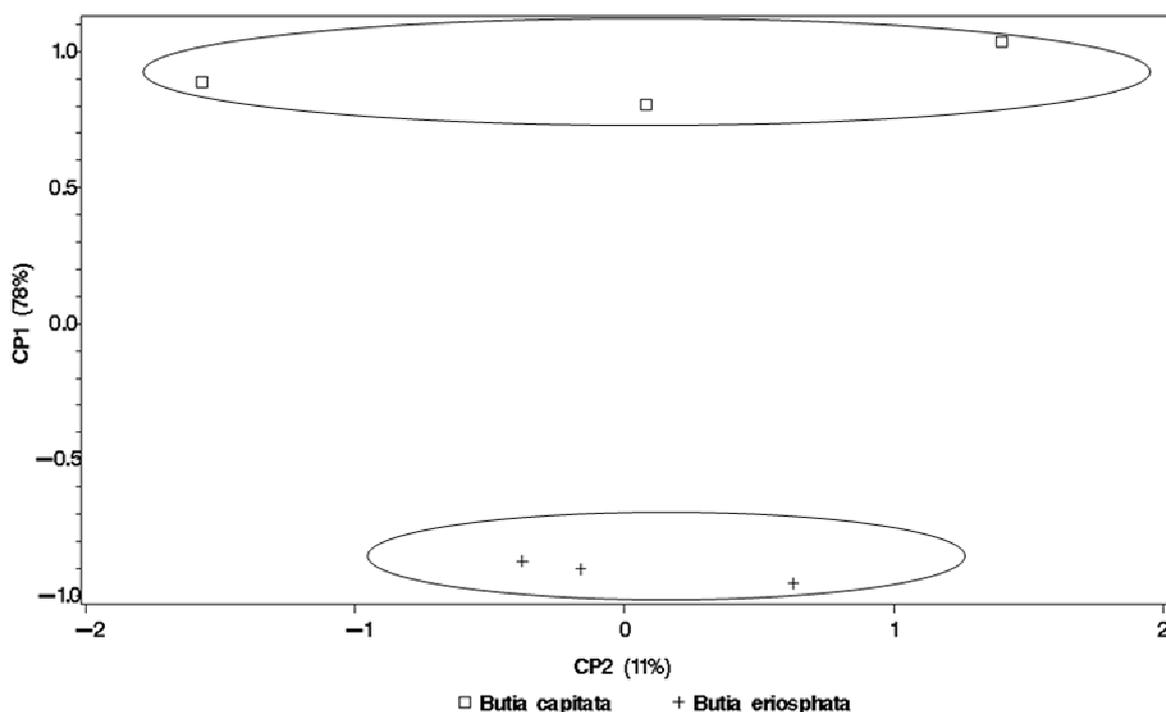


Figura 8 - Dispersão gráfica utilizando-se dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para os parâmetros fitoquímicos (carotenóides totais e individuais, fenóis totais e individuais, antocianinas totais e individuais, tocoferóis e vitamina C) e capacidade antioxidante da polpa de frutos de butiá das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*.

3.4 Conclusão

Constatou-se uma correlação positiva forte entre teor de sólidos solúveis e acidez (0,994) para a espécie *B. eriosphata*.

O valor calórico total foi equivalente a $53,21 \text{ kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para a espécie *B. capitata* e de $42,30 \text{ kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$ na espécie *B. eriosphata*, decorrentes principalmente do teor de carboidratos. Os teores de fibra bruta nas espécies *B. capitata* (1,22%) e *B. eriosphata* (0,88%) foram inferiores que os valores reportados para outras espécies pertencentes à família *Palmae*. Os teores de cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos não diferiram estatisticamente entre as duas espécies de frutos de butiá. Através da análise de componentes principais, considerando a caracterização físico-química e centesimal, foi possível diferenciar as duas espécies de butiás.

Na composição fitoquímica de butiás destacam-se os teores de fenóis, vitamina C e carotenóides. Foram observadas correlações entre os compostos fitoquímicos e a capacidade antioxidante (CA); para a polpa da espécie *B. capitata* obteve-se correlação positiva forte e altamente significativa entre vitamina C e CA

(0,995, $p=0,0001$) e para a espécie *B.eriosphata* entre o teor de fenóis totais e a CA (0,990 ao valor de p 0,0010). Pela análise de componentes principais para os compostos fitoquímicos e capacidade antioxidante foi possível estabelecer grupos distintos e bem definidos para as duas espécies avaliadas.

CONCLUSÕES GERAIS

Os frutos de butiá das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* apresentaram-se com forma achatada visto às maiores medidas de diâmetro comparado as medidas de comprimento, principalmente nos frutos da espécie *B. capitata* que apresentaram também maior tamanho e rendimento de polpa, com 70,97%.

Através da análise dos componentes principais para as características biométricas não foi possível realizar o agrupamento das variáveis devido à similaridade das espécies *B. capitata* e *B. eriosphata* em relação aos parâmetros biométricos avaliados, enquanto que para a cor, a análise de componentes principais resultou em dois grupos distintos, demonstrando a diferenciação entre as espécies *B. capitata* e *B. eriosphata*, onde os dois primeiros componentes principais explicaram 98% da variabilidade total, com participação do parâmetro b^* tanto CP1 (46%) e CP2 (83%), indicando que este parâmetro influenciou na diferenciação dessas cultivares.

Na composição da amêndoa, foram verificados altos teores de fibras, carboidratos e, principalmente lipídios, que consiste em um bom indicativo para extração de óleo, cuja composição é rica em ácidos graxos de cadeia média (C6-C12), obtendo 56,48% para a espécie *B. capitata* e 43,70% para a espécie *B. eriosphata*, com utilização de ultrassom na extração. Quanto aos compostos do metabolismo secundário, destaca-se o teor de fenóis totais de 416,73 nas amêndoas das espécies *B. capitata* e de 443,19 mgGAE.100g⁻¹ para *B. eriosphata*, e a ausência de tocoferóis nas amêndoas de ambas as espécies.

A polpa dos butiás apresentou valor calórico total de 53,21 kcal.100g⁻¹ para a espécie *B. capitata* e de 42,30 kcal.100g⁻¹ na espécie *B. eriosphata*, decorrentes principalmente do teor de carboidratos. Através da análise de componentes principais, considerando a caracterização físico-química, centesimal, fitoquímica e a capacidade antioxidante foi possível diferenciar as duas espécies de butiás. Na composição fitoquímica destacam-se os teores de fenóis, vitamina C e carotenóides.

REFERÊNCIAS

ADEGOKE, G. O.; KUMAR, M. N.; GOPALAKRISHNA, A. G.; VARDARAJ, M. C.; SAMBAIAH, K.; LOKESH, B. R. Antioxidants and lipid oxidation in food – a critical appraisal.. **J. Food Sci. Technol.**, v. 35, p. 283-298, 1998.

AGUIAR, J.P.L., MARINHO, H.A., REBÊLO, Y.S. & SHRIMPTON, R. Aspectos nutritivos de alguns frutos da Amazônia. **Acta Amazônica** v.10, p.755-758. 1980.

AGUIAR, L. M. de S.; MACHADO, R. B.; MARINHO-FILHO, J. **A diversidade biológica do Cerrado** in Cerrado: ecologia e caracterização. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 249p.

ALBUQUERQUE, M. L. S.; GUEDES, I.; ALCÂNTARA, P.; MOREIRA, S. G. C.; NETO, N.M.B.; CORREA D.S. Characterization of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil by absorption and emission spectroscopies, **Journal Braz. Chem. Soc.** v.16, p. 1113-1117, 2005.

ALCAIN, F. J.; BURON, M. I.; **J. Bioenerg. Biomembr.**, v.26, p.393. 1994.

AMARANTE, Cassandro Vidal Talamini do; MEGGUER, Clarice Aparecida. Qualidade pós-colheita de frutos de butiá em função do estágio de maturação na colheita e do manejo da temperatura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.46-53. 2008.

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, C. P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista Nutrição**, Campinas, v.19, n.2, p. 233-243, mar./abr. 2006.

AMES, B. N.; GOLD, L. S.; WILET, W. C. The causes and prevention of cancer. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, U.S.A. v. 92, p. 5258-5265, 1995.

AMORIM, I.L.; DADIVE, A.C.; CHAVES, M.M.F. Morfologia do fruto e da semente, e germinação da semente de *Trema micrantha* (L.) Blum. **Cerne**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 138-152, 1997.

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.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.66, n.1, p.1-9, 2007.

ANJOS, A. M. G.; FERRAZ, I. D. K. Morfologia, germinação e teor de água das

sementes de araçá-boi (*Eugenia stipitata* ssp. *sororia*). **Acta Amazônica**, Manaus, v.29, n.3, p.337-348, 1999.

ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.151-158, 2002.

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

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

AOCS. American Oil Chemists Society. **Official and tentative methods of the American Oils Chemists' Society**, Champaign, 1995.

ARAÚJO, Maria Gracimar Pacheco de; LEITÃO, Antonio Machado; MENDONÇA, Maria Sílvia de. Morfologia do fruto e da semente de inajá (*Attalea maripa* (aubl.) mart.) - Palmae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p.31-38, 2000.

ARAÚJO, E.C.; MENDONÇA, A.V.R.; BARROSO, D.G.; LAMÔNICA, K.R.; SILVA, R.F. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.104–109. 2004.

ASSUNÇÃO, S.L.; FELFILI, J.M. Fitossociologia de um fragmento de cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasília. **Acta Botânica Brasílica**, v.18, n.4, p.903-909, 2004.

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 Agriculture Food Chemistry**, v.49, n. 2, p.669-674, 2001.

BALDIVIANO, P.F.; MENDOZA, E.M.T. ; LAURENA, A.C.. Phenolic compounds in maturing coconut (*Cocos nucifera* L.) endosperm. **14. Annual Scientific Conference of the Federation of Crop Science Societies of the Philippines**, Cebu City (Philippines), 1998.

BALICK, M. J. Amazonian oil palms of promise: a survey. **Economic Botany**. v.33, p.1-28. 1979.

BASKIN, C.S.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. London: Academic Press. 2001. <Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=uGJLYs6wIQC&pg=PP1&dq=baskin+seeds&cd=1#v=onepage&q=&f=false>> Acesso em 12 de dezembro de 2009.

BASTOS, A. C. L. M.; ASSUNÇÃO, F. P. Oxidação dos óleos de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart) e buriti (*Mauritia fl exuosa* Mart). In.: _____. **Tópicos especiais em tecnologia de produtos naturais**. Belém:UFPA, NUMA, POEMA, 152p. 1998.

BECKERMAN, S.. The use of palms by the barí indians of the Maracaibo basin. **Príncipes**. v. 21, p. 43-154. 1977.

BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo; OLIVEIRA, Maria Isaura Pereira da. Oleaginosas Potenciais do Nordeste para a Produção de Biodiesel. **Documentos 177**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Campina Grande, PB. 2007. 53p.

BERNOTTI, S.; SEIDMAN, E.; SINNETT, D.; BRUNET, S.; DIONNE, S.; DELVIM, E.; LEVY, E.; Inflammatory reaction without endogenous antioxidant response in Caco-2 cells exposed to iron/ascorbate-mediated lipid peroxidation. **Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.**, v. 285, p. 896-906. 2003.

BLIGH, E. G. and DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**. n.37, p.911-917, 1959.

BOBBIO, Florinda O.; DRUZIAN, Janice I.; ABRÃO, Patrícia A.; BOBBIO, Paulo A.; FADELLI, Sandra. Identificação e quantificação das antocianinas do fruto do açazeiro (*Euterpe oleracea*) Mart. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 20 n.3. Campinas, p. 388-390. 2000.

BORA, P.S.; ROCHA, R.V.M.; NARAIN, N.; MOREIRA-MONTEIRO, A. C.; MOREIRA, R.A.. Characterization of Principal Nutritional Components of Brazilian Oil Palm (*Eliaes guineensis*) Fruits, **Bioresource Technology**, v.87, p. 1-5., 2003.

BORGTOFT-PEDERSEN, H. Moco palm-fibers: use and management of *Astrocaryum standleyanum* (Arecaceae) in Ecuador. **Economic Botany**. v.48, p.310-325. 1994.

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (baru). **Revista Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p.09-18, 2000.

BOUVIER, Florence; RAHIER, Alain; CAMARA, Bilal. Biogenesis, molecular regulation and function of plant isoprenoids. **Progress in Lipid Research**. v. 44, p.357-429. 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, Leis, decretos, etc.- Portaria No 33/98 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 30 mar. 1998. Seção. 1, n. 60-E, p.5-6. Adota os valores constantes das tabelas do anexo desta portaria como níveis de IDR-Ingestão Diária Recomendado para as vitaminas, minerais e proteínas. 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC/ANVISA/MS nº 270, de 22 setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial da República**

Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 04 janeiro de 2009 .

BROSCHAT, T.K. Palm seed propagation. **Acta Horticulturae**, n.360, p.141-147, 1994.

BROSCHAT, T. K. Endocarp removal enhances *Butia capitata* (Mart.) Becc. (Pindo Palm) seed germination. **HortTechnology**, Alexandria, v.8, n.4, p.586-587, 1998.

BRUM, Aelson Aloir Santana; ARRUDA, Lia Ferraz de; REGITANO-d'ARCE, Marisa Aparecida Bismara. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Quim. Nova**, v. 32, n. 4, p.849-854. 2009.

BUENO, S. M.; LOPES, M. R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; GARCIA-CRUZ, C. H. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 61, n. 2, p. 121-126, 2002.

BURDULU, H. S.; KOCA, N.; KARADENIZ, F. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. **J. Food Eng.**, v.71, p.335-339, 2005.

CAETANO, M. O desafio do biodiesel. **Globo Rural**. São Paulo, n.253. p.40-49. 2006.

CARPENTER, W. J. Seed after ripening and temperature influence in *Butia capitata* germination. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.4, p.702-703, 1988.

CARPENTER, William J.; OSTMARK, Eric R.; RUPPERT, Kathleen C. Promote the rapid germination of needle palm seed. **Proc. Fla. State Hort. Society**. v.106, p.336-338. 1993.

CARVALHO, J. E. U.; NAZARÉ, R.F.R.; OLIVEIRA, W. M. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura**.Cruz das Almas, v. 25, p. 326-328, 2003.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP. 2000. 588p.

CATANI, M. V.; CONSTANZO, A.; SAVINI, I.; LEVIERO, M.; De LAURENZI, V.; WANG, J. Y. J.; MELINO, G.; AVIGILIANO, L.. **Biochem. J.**, v.364, p.441. 2002.

CÉSPEDES, C. L.; EL-HAFIDI, M.; PAVON, N.; ALARCON, J. Antioxidant and cardioprotective activities aff phenolic extracts from fruits of Chilean blackberry *Aristotelia chilensis* (Elaeocarpaceae), Maqui. **Food Chemistry**, v.107, p.820-829, 2008.

CHEN, M.H.; BERGMAN, C.J. A rapid procedure for analysing rice bran tocopherol, tocotrienol and g-oryzanol contents. **J. Food Comp. Anal.** v.18, p.139–151, 2005.

CHRISTEN, Yves. Oxidative stress and Alzheimer disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, n. 2, p. 621-629. 2000.

CHUN, J.; LEE, J.; YE, LIN; EXLER, J.; EITENMILLER, R.R. Tocopherol and tocotrienol contents of raw and processed fruits and vegetables in the United States diet. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.19, p.196–204, 2006.

CIE. Comission Internationale de L'éclairage. **Industrial Colour-Difference Evaluation**. Viena, Austria: CIE 116-1995.

CLEMENT, C. R.; ROCHA, S. F. R.; COLE, D. M.; VIVAN, J. L. Conservação *on farm*. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2007. 860p.

COHEN, Kelly de Oliveira; OLIVEIRA, Maria do Socorro Padilha de; CHISTE, Renan Campos; PALLET, Jean Pierre Dominique; MONTE, Damares de Castro. Quantificação do Teor de Antocianinas Totais da Polpa de Açaí de diferentes Populações de Açaizeiro. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 60**. Belém-PA. 2006. 16p.

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.

DAHER, R. F. et al. Estabilidade da produção forrageira de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 788-797, 2003.

DAL MAGRO, N. G.; COELHO, S. R. M.; HAIDA, K. S.; BERTÉ, S. D.; MORAES, S.S. de. Comparação físico-química de frutos congelados de *Butia eriosphata* (Mart.) Becc. do Paraná e Santa Catarina – Brasil. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v.6, n.11, p.33-42. 2006.

DANTAS, Adriana C. M. **Butia sp.** 1997. 38f. Monografia de curso de pós-graduação em Agronomia na área de concentração fruticultura de clima temperado. UFPEL, Pelotas.

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

DIAZ, M. N.; FREI, B.; KEANEY, J. F. Jr. Antioxidants and atherosclerotic heart disease. **New Engl. J. Med**, v. 337, n. 6, p. 408-416, 1997.

DÍAZ, T.G. Chemometrics for the resolution of co-eluting peaks of β - and γ -tocopherols in RP-HPLC: Determination in edible oils and dietary supplements. **Food Chemistry**, v. 105, p. 1583-1590, 2007.

DIN. DEUTSCHE INSTITUT für NORMUNG. DIN 6174. **Farbmetrische Bestimmung von Farbabständen Bei Körperfarben nach der CIELAB-Formel.** Berlim und Köln: Beuth Verlag, 1979.

FACCHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; SANTOS, A.M. dos. Amoreira-preta, framboesa e mirtilo: pequenos frutos para o sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, 1994, Salvador. **Resumos...** Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994. v.3, p.989-990.

FARIA, J.P.; ARELLANO, D.B.; GRIMALDI, R.; SILVA, L.C. R.; VIEIRA, R.F.; SILVA, D.B.; AGOSTINI-COSTA, T.S. Caracterização química da amêndoa de coquinho-azedo (*Butia capitata* var *capitata*). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p. 549-552. 2008.

FARIAS NETO, J. T.; CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H. Estimativas de correlação e repetibilidade para caracteres do fruto de bacurizeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, p. 302-307, 2004.

FELFILI, J.M.; NOGUEIRA, P.E.; SILVA JÚNIOR, M.C.; MARIMON, B.S.; DELITTI, W.B.C. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa, MT. **Acta Botânica Brasílica**, v.16, p.103-112, 2002.

FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**. Third Edition. Marcel Dekker, Inc. New York, 1996. 1069p.

FENNER, M; THOMPSON, K.. **The ecology of seeds**. Cambridge University Press: Cambridge, 2005. <Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=bzflp9q5tNIC&printsec=frontcover&dq=Seed+ecology&cd=4#v=onepage&q=Seed%20ecology&f=false>> Acesso em 12 de dezembro de 2009.

FERREIRA, Ederlan de Souza; LUCIEN, Vitória Georgina; AMARAL, André Siqueira; SILVEIRA, Catia da Silva. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*astrocaryum vulgare* mart). **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.19, n.4, p. 427-433. 2008.

FERRERO, Ana Heloísa. Mais fruta: mais saúde. **Frutas e derivados**. Ano 4, Ed.13, p.25-26, 2009.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Amino acid content foods**. Roma. (Nutritional Studies no 24). 1981. 287p.

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

FRASER, P. D.; BRAMLEY, P. M.; **Prog. Lipid Res**. v.43, p.228. 2004.

FREIRE, R.M.M.; DOS SANTOS, R.C.; BELTRÃO, N.E. Qualidade nutricional e industrial de algumas oleaginosas herbáceas cultivadas no Brasil. **Óleos & Grãos**. São Paulo, v 5. n.28. p.49-53. 1996.

FREITAS, Lisiane dos Santos. **Desenvolvimento de procedimentos de extração do óleo de semente de uva e caracterização química dos compostos extraídos.** 2007. 227f. Tese (Doutorado em Química) Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Porto Alegre.

FREITAS, S.M. Semente de girassol, um mercado em expansão. **Óleos & Grãos.** São Paulo, v.10, n°55. p.30-34. 2000.

GALEANO, G.; BERNAL, R.; HENDERSON, A.; **Field guide to the palms of the Americas.** Princeton: Princeton University Press, 363 p. 1997.

GALETTI, M., M. A. PIZO; P. MORELLATO. **Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes.** Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Paraná, p. 395-422, 2003.

GARBELOTTI, M. L. **Fibra alimentar e valor nutritivo de preparações servidas em restaurantes por quilo (Cerqueira César) de São Paulo, SP.** 2000. 90f. Dissertação (Mestrado em Nutrição), Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

GARCIA-QUEIROZ, A.; MOREIRA, S. G. C.; MORAIS, A. V.; SILVA, A. S.; ROCHA, G. N.; ALCÂNTARA JUNIOR, P. Physical and chemical analysis of dielectric properties and differential scanning calorimetry techniques on buriti oil. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 31,n. 1, p. 93-101, 2003.

GENOVESE, M. I.; PINTO, M. da Silva; GONÇALVES, A. E. de Souza Schmidt; 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.

GEORGE, S; ARUMUGHAN, C. 'Distribution of Lipids in Exocarp and Mesocarp of Three Varieties of Oil Palm Fruit *Eliaes guineensis*', **J. Sci. Food Agr.** v.56, n.2, p.210-222. 1991.

GOLD, M. D.. **Integr. Cancer Ther.** v.2, p.158. 2003.

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

GÓMEZ-ALFONSO, S.; SALVADOR, M.D.; FREGAPANE, J. Phenolic compounds profile of cornicabra virgin olive oil. **J Agric Food Chem.** v.50, n.23, p.6812-6817. 2002.

GRANADO-LORENCIO, F. et al. In Vitro bioaccessibility of carotenoids and tocopherols from fruits and vegetable. **Food Chemistry**, v. 102, p.641-648. 2007.

GUSMÃO, Eduardo; VIEIRA, Fábio de Almeida; FONSECA, Élcio Meira da. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. Ex A. Juss.). **Cerne.** Lavras, v. 12, n.1, p. 84-91, 2006.

HÄKKINEN, S. H.; KÄRENLAMPI, S. O.; HEINONEN, M. HPLC Method for Screening of Flavonoids and Phenolic Acids in Berries. **Journal Science Food Agriculture**, v.77, p.543-551, 1998.

HALLIWELL, B. Free radical and antioxidants: a personal view. **Nutrition Reviews**. v.52, n. 8, p.253-265, 1994.

HAMINIUK, C. W. I.; SIERAKOWSKI, M.; MACIEL, G. M.; VIDAL, J. R. M. B.; BRANCO, I. G.; MASSON, M. L. Rheological properties of butia pulp. **International Journal of Food Engineering**, Berkeley, v.2, n. 1, p. 1-10, 2006.

HANMOUNGJAI, PYLE, D.L.; NIRAJAN, K. Enzymatic process for extracting oil and protein from rice bran. **Journal of AOCS**, v. 78, n. 8, p. 817-821, 2001.

HANSON, S.W.F.; OLLEY, J. Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. **Biochem. J.** v.89 p.101-102, 1963.

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

HARDY TROPICALS. Disponível em: <http://www.hardytropicals.co.uk/Palms/Butia_capitata.php>. Acesso em 23 de abril de 2009.

HASHEM, FA; SALEH, M.M. Antimicrobial components of some Cruciferae plants (*Diplotaxis harra* Foresk and *Erucaria microcarpa* Bioss). **Phytother Res.** v.13, p.329-332. 1999.

HERTOG, M. G. L.; FESKENS, E. J. M.; HOLLMAN, P. C. H.; KATAN, M. B.; KROMHOUT, D. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen elderly study. **American Journal Epidemiology**, p.1007-1011, 1993.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field Guide to the Palms of Americas**. 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**, v.23, n.2, p.206-209, 2003.

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

IPS, International Palm Society. Disponível em: < <http://www.palms.org>>. Acesso em 23 de abril de 2009.

ISAACS, CE, LITOV, RE; THORMAR, H.. Antimicrobial activity of lipids added to human milk, infant formula, and bovine milk. **J Nutr Biochem.** v.6, p.362-366. 1995.

IVERSON, S. J.; LANG, S. L. C. and COOPER, M. Compararison of the Bligh and Dyer and Folch Methods for total lipid determination in a broad range of marine tissue. **Lipids**. v.36, n.11. p.1283-1287. 2001.

JENSEN, William B.. The Origin of the Soxhlet Extractor. **J. Chem. Educ.** v.84, p.1913-1914. 2007.

KEGG PATHWAY Database. Carotenoid biosynthesis . Disponível em: <http://www.genome.jp/kegg/pathway/map/map00906.html>> Acesso em junho de 2009.

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. Frutas e hortaliças silvestres, um grande potencial inexplorado. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Genéticos de Frutas e Hortaliças, 1, 2005, Pelotas. **Resumos e Palestras...** Pelotas, 2005. Editores: Barbieri, R. L.; Castro, C.M.; Mittelman; Heiden, G.: Embrapa de Clima Temperado, 2005. p.139-143 (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 135).

KIRSZBERG, C.; ESQUENAZI, D.; ALVIANO, C. S.; RUMJANEK, V. M. The effect of a catechin-rich extract of *Cocos nucifera* on lymphocytes proliferation. **Phytotherapy Research**. v.17, n.9, p.1054-1058. 2003.

KROLOW, A. C. R. ; CORREA, A. P. A. . **Caracterização física e química e quantificação de compostos fenólicos, carotenóides e determinação da atividade antioxidante de frutos de Butiá (Butia Capitata)**. In: XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2008, Belo Horizonte - MG. XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2008.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G. ; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicacion de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidant en pulpa de frutos. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.25, n.4, p.726-732, 2005.

LAJOLO, F.M. Grupo de trabalho: composição de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.1, p.57-69, 1995.

LANG, A. E.; LOZANO, A. M. Parkinson's disease. First of two parts. **N. Engl. J. Med**, v. 339, n. 16, p. 111-114, 1998.

LAURELES,L. R.; RODRIGUEZ, F. M.; REANO, C. E.; SANTOS, G. A.; LAURENA, A. C.; MENDOZA, E. M. T. Variability in fatty acid and triacylglycerol composition of the oil of coconut (*Cocos nucifera* L.) hybrids and their parentals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 50, p. 1581-1586, 2002.

LAYRISSE, M. New property of vitamin A and β -carotene on human iron absorption: effect on phytate and polyphenols as inhibitors of iron absorption. **Arch. Latinoam. Nutr.**, Guatemala, v. 50, p.243-248, 2000.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analysis in Cranberries. **Hortiscience**, v.7, n.1, p.83-84, 1972.

LIMA, E.D.P.A.; LIMA, C.A.A.; ALDRIGUES, M.L.; GONDIM, P.J.S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias* spp) em cinco estádios de maturação da polpa congelada e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas, v.24, p. 338-343, 2002.

LIMA, J. R. O.; SILVA, R. B. S.; SILVA, C. C. M.; SANTOS, L. S. S.; SANTOS JUNIOR, J. R.; MOURA, E. M.; MOURA, C. V. R. Biodiesel de Babaçu (*Orbignya* sp.) obtido por via etanólica. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 600-603, 2007.

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. 672p.

LORENZI, H.; MOREIRA, H. de S.; MEDEIROS, J. T. C.; COELHO, L. S. C.; FERREIRA, E. **Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2004. 416 p.

MACIEL, M.A.M.; PINTO, A.C.; VEIGA-JR, V.F.; GRYNBERG, N.F.; ECHEVARRIA, A. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, São Paulo, v.25, n.3, p.429-438, 2002.

MANELA-AZULAY, M.; MANDARIM-DE-LACERDA, C. A.; FILGUEIRA, A. L. P.; CUZZI, T. Vitamin C. **Anais Dermatologia Brasileira**, Rio de Janeiro, v.78, n.3, p.265-274, maio/jun. 2003.

MANIRAKIZA, P.; CORACI, A. and SCHEPENS, P. Comparative study on total lipid determination using Soxhlet, Roese-Gottlieb, Bligh & Dyer, and Modified Bligh & Dyer extraction methods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.14, p.93-100, 2000.

MARCATO, A. C. **Revisão taxonômica do gênero *Butia* (Becc.) Becc. e filogenia da subtribo Butiinae Saakov (Palmae)**. 2004. 147f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo-USP, São Paulo.

MARIATH, J.G.R. et al. Vitamin A activity of buriti (*Mauritia vinifera* Mart) and its effectiveness in the treatment and prevention of xerophthalmia. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.49, p.849-853, 1989.

MARIN, R.; PIZZOLI, LIMBERGER, R.; APEL, M.; ZUANAZZI, J. A. S.; HENRIQUES, A. T. **Propriedades nutracêuticas de algumas espécies frutíferas do sul do Brasil**. In: Espécies Frutíferas Nativas do sul do Brasil. Pelotas: Embrapa de Clima Temperado, 2004. p.107-122. (Embrapa Clima Temperado. Documento, 129).

MARTEN, B.; PFEUFFER, M.; SCHEREZENMEIR, J. Medium-chain triglyceride (review). **International Dairy Journal**. v.16, p.1374–1382. 2006.

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.

MCCORD, J. M. Free radicals and pro-oxidants in health and nutrition. **Food Technol.** v. 48, n. 3, p. 106-110, 1994.

Mc GUIRE, R.G., Reporting of objective color measurements. **HortScience**. Alexandria, v. 27, p. 1254-1255. 1992.

MCSWEENEY, K.. The cohune palm (*Orbignya cohune*, Arecaceae) in Belize: a survey of uses. **Economic Botany**. v.49, p.162-171. 1995.

MDH. Minnessota Departament of Health. 5 to 9 a day – The easy way. Saint Paul-MN. 2p. 2003. Disponível em: < www.health.state.mn.us>. Acesso em 30 de outubro de 2009.

MEGGUER, C. A. **Fisiologia e preservação da qualidade póscolheita de frutos de butiá [*Butia eriospatha* (Martius) Beccari]** . 2006. 60f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages.

MENSINK, R. P.; ZOCK, P. L.; KESTER, A. D. M.; KATAN, M. B. Effects carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a metaanalysis of 60 controlled trials. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Davis, v. 77, p. 1146-1155, 2003.

MENTZ, L.A.; LUTZEMBERGER, L.C.; SCHENKEL, E.P. Da flora medicinal do Rio Grande do Sul: Notas sobre a obra de D'Ávila (1910). **Caderno de Farmácia**, v. 13, n. 1, p. 25-48, 1997.

MERROW, A. W. Palm seed germination. **IFAS Cooperative Extension Bulletin**, Florida, n. 274, p. 1-10, jun. 2004.

MIKIROVA, Nina A.; ICHIM, Thomas E.; RIORDAN, Neil H. Anti-angiogenic effect of high doses of ascorbic acid. **Journal of Translational Medicine**, v.6, n.50. p. 1-10. 2008.

MOLINA, B. Biología y conservación del palmar de butiá (*Butia capitata*) en la Reserva de la biosfera bañados del este. **Avances de investigación**. Probidés: Montevideo, n. 34, 33 p., 2001.

MOURE, A; CRUZ, J.M.; FRANCO, D; DOMÍNGUEZ, J.M.; SINEIRO, J. DOMÍNGUEZ, H. et al. Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**. v.72, n.2, p.145-71. 2001.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**. v.1054, n.1-2, p.95-111. 2004.

NANDI, S.; GANGOPADHYAY, S.; GHOSH, S.. Production of medium chain glycerides from coconut and palm kernel fatty acid distillates by lipase catalyzed reaction. **Enzyme and Microbial Technology**. v.36, p.725–728. 2005.

NASCIMENTO, Janice Ferreira do; FERREIRA, Evandro J. L.; CARVALHO, Anelena L.; REGIANI, Anelise Maria. Parâmetros Biométricos dos Cachos, Frutos e Sementes da Palmeira Mururu (*Astrocaryum ulei* Burret.) Encontrada na Região de Porto Acre, Acre. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p.90-92, jul. 2007

NASCIMENTO, Janice Ferreira do; FERREIRA, Evandro José L.; REGIANI, Anelise Maria. Parâmetros biométricos dos cachos, frutos e sementes da palmeira Tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. MEYER), no estado do Acre, Brasil. **Rev. Bras. de Agroecologia**. v.2, n.2, p.1314-1318. 2007

NAVES, M. M. V. Beta-caroteno e câncer. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.11, n.2, p.99-115, 1998.

NAZIF, N.M.. Phytoconstituents of *Zizyphus spina-christi* L. fruits and their antimicrobial activity. **Food Chem**. v.76, p.77–81. 2002.

NEPA (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação). **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Campinas: UNICAMP. 2004, 42p.

NEVIN, K.G.; RAJAMOHAN, T. Beneficial effects of virgin coconut oil on lipid parameters and in vitro LDL oxidation. **Clinical Biochemistry**. v.37, p.830–835, 2004.

NOBRE, S. A. M. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa*) e angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) em função de tratamentos diferenciados de frutos e sementes. 1994. 73f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras. Minas Gerais: ESAL.

NUNES, A. M. **Caracterização morfológica, físico-química e molecular de butiazeiros**. 2007. 40f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

NUNES, Adrise Medeiros; BIANCHI, Valmor João; FACHINELLO, José Carlos; CARVALHO, Alexandre Zanardo de; CARDOSO, Guilherme. Caracterização molecular de butiazeiro por marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 3, p.702 - 707, 2008.

NUNES, Itaciara Larroza; MERCADANTE, Adriana Zerlotti. Vantagens e desvantagens das colunas C18 e C30 para a separação de carotenóides por CLAE. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 42, n. 4, p. 539-546, 2006.

OLIVEIRA, Inez Vilar de Moraes; COSTA, Raquel Silva; ANDRADE, Renata Aparecida de; MARTINS, Antonio Baldo Geraldo. Influência do tamanho da semente

na emergência das plântulas de Longan (*Dimocarpus longan* LOUR). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.27, n.1, p.171-172. 2005.

OLSON, J. A. Carotenoids and human health. **Archivos Latinoamericanos Nutrición**, v. 49, n.1, p.7-11, 1999.

ONG, A.S; GOH, S.H. Palm oil, "A Healthful Cost-Effective Dietary Component", **Food Nutr Bull**. v.23, n.1, p.11-22. 2002.

PARANHOS, Sandra Jammal; ARAÚJO, Carlos Barros de; MARCONDES-MACHADO, Luiz Octavio. Comportamento alimentar do Periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogeris chiriri*) no interior do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v.15, n.1, p.95-101. 2007.

PEDRON, F.A.; MENEZES, J.P.; MENEZES, N.L. Parâmetros biométricos de fruto, endocarpo e semente de butiazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.585-586, 2004.

PEREIRA, Edimir A.; QUEIROZ, Alexandre J. de M.; FIGUIREDO, Rossana M. F. de. Massa específica de polpa de açaí em função do teor de sólidos totais e da temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.526-530, 2002.

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

PERTUZATTI, Paula Becker. **Compostos bioativos em diferentes cultivares de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade)**. 2009. 86f. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial – UFPEL) Pelotas.

PETERSON, J.; DWYER, J. Flavonoids: Dietary occurrence and biochemical activity. **Nutrition Research**, v.18, n.12, p.1995-2018, 1998.

PILECCO, J. L.; CHIM, J. F.; ZAMBIAZI, R. C. Vitamina C em amora-preta: Comparação entre método titulométrico e cromatográfico. IN: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA e ENCONTRO DE PÓS GRADUAÇÃO DA UFPEL, 15., 8., 2006, Pelotas. **Anais do...** Pelotas: UFPel, 2006. 1 CD-ROM.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; AGUIAR, I.B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p.215-274. 1993.

PIVARI, Marco Otávio; FORZZA, Rafaela Campostrini. A família Palmae na Reserva Biológica da represa do Grama - Descoberto, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**. v.55, n.85, p.115-124. 2004.

POSTMAN, J.; HUMMER, K. Fruit and nut genebanks in the U.S. National Plant Germplasm System. **Hortscience**, Alexandria, v. 45, n. 5, p. 1188-1194. 2006.

RARE PALM SEEDS. Disponível em: <<http://www.rarepalmseeds.com/index2.shtml>>. Acesso em 14 de maio de 2009.

RASEIRA, M., C., B.; ANTUNES, L., E., C.; A Cultura do Mirtilo. Pelotas, 29-36, 2004. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicações>> Acesso em 1º de abril de 2009.

REITZ, R. Palmeiras. In: **Flora Ilustrada Catarinense**. Herbário Barbosa Rodrigues: Itajaí, 189p. 1974.

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.

RIVAS, M.; BARILANI, A. Diversidad, potencial productivo y reproductivo de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. de Uruguay. **Agrociência**, Montevideo, v.3. p.11-21, 2004.

ROBINSON, M. L.. Cultivated Palm Seed Germination. University of Nevada Cooperative Extension – UNCE Publications. SP-02-09 p.1-10. Disponível em:< <http://www.unce.unr.edu/publications/files/ho/2002/sp0209.pdf>>. Acesso em 23 de abril de 2009.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI Press. 2001. 64p.

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

ROOS, N. M.; SCHOUTEN, E. G.; KATAN, M. B. Consumption of a solid fat rich in lauric acid results in a more favorable serum lipid profile in healthy men and women than consumption of a solid fat rich in trans-fatty acids. **The Journal of Nutrition**, Penn State, v. 131, p. 242-245. 2001.

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**, v. 27, n.4, p.837-846, 2007.

ROSA, L.; CASTELLANI, T.T.; REIS, A. Biologia reprodutiva de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae) na restinga do município de Laguna, SC. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v. 21. n. 3, p.281-287. 1998.

ROSSATO, M.; BARBIERI, R.L.; SCHÄFER, A.; ZACARIA, J. Caracterização molecular de populações de palmeiras do gênero *Butia* do Rio Grande do Sul através de marcadores ISSR. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 19, n. 4, p. 311-318, 2007.

ROSSATO, M. **Recursos genéticos de palmeiras do gênero *Butia* do Rio Grande do Sul**. 2007. 136f. Tese (Doutorado em Ciências) Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SANGUINETTI, E. E. **Plantas que curam**. Porto Alegre: Rigel, 1989. 102p.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado-ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC, 1998. 368 p.

SANTOS, Fabiana Silva dos; PAULA, Rinaldo César de; SABONARO, Débora Zumkeller; VALADARES, Jane. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chryso-tricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 163-173. 2009.

SANTOS, Renata Dinnies; FERRARI, Roseli Aparecida. Extração aquosa enzimática de óleo de soja. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.25, n.1, p.132-138. 2005.

SAS INSTITUTE. 2002. **SAS user's guide: statistics**, version 9.1. Cary: SAS Institute.

SCHWARTZ, E. **Produção, fenologia e qualidade dos frutos de *Butia capitata* em populações de Santa Vitória do Palmar**. 2008. 94f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SEBRAE. **Simpósio debate produção de pequenas frutas**. Agência Sebrae de Notícias – RS, 2008. Disponível em: <sebraers.interjornal.com.br/noticia_pdf.kmf?noticia=7587763>. Acesso em 26 de agosto de 2009.

SEMA. Espécies da flora ameaçada de extinção no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: **Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul**, 2002. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/pdf/especies_ameacadas.pdf>. Acesso em: 01 de abril de 2009.

SENEVIRATNE, Kapila N.; DISSANAYAKE, Dissanayake M. Sudarshana. Variation of phenolic content in coconut oil extracted by two conventional methods. **International Journal of Food Science and Technology**. v.43, p.597–602. 2008.

SENER, S.D.; ROBERTSON, J.A.; MEREDITH, F.I. Phenolic compounds of the mesocarp of crethaven peaches during storage and ripening. **Journal of Food Science**. v.54, n.5, p.1259-62. 1989.

SHAHIDI, F.; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P. D.; Phenolic antioxidants. **CRC – Critical Review in Food Science and Nutrition**. v. 32, n.1, p.67-103. 1992.

SHAHIDI, F. **Natural Antioxidants: An Overview "in" Natural Antioxidants Chemistry, Health Effects, and Applications**. AOCS Press: Champaign, Illinois, p. 1-11. 1996.

SHANKAR, D.; AGRAWAL, Y.C.; SARKAR, B.C.; SINEH, B.P.N. Enzymatic hydrolysis in conjunction with conventional pretreatments to soybean for enhanced oil availability and recovery. **Journal of AOCS**, v. 74, n. 12, p. 1543-1547, 1997.

SHAHRZAD, S.; BITSCH, I. Determination of some pharmacologically active Phenolic acids in juices by high-performance liquid chromatography. **Journal of chromatography**, v.741, p.223-231, 1996.

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

SILVA, R. A.; PETTER, C. O.; SCHNEIDER, I. A.H. Avaliação da perda da coloração artificial de ágatas. **REM: R.Esc.Minas**, v.60, n.3, p.477-482, 2007.

SILVEIRA, C.S. PESSANHA, C.M.; LOURENÇO, M.C.S.; NEVES Jr., I.; MENEZES, F.S.; KAPLAN, M.A.C.. Atividade antimicrobiana dos frutos de *Syagrus oleracea* e *Mauritia vinifera*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, (Brazilian Journal of Pharmacognosy). v.15, n.2, p.143-148. 2005.

SILVEIRA, M.A. M; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A.A. Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p.31-37, 2002.

SIMARELLI, Marlene. Frutas do Brasil. **Frutas e derivados**. Ano 1, Ed. 1, p. 15-27, 2006.

SIMARELLI, Marlene. Frutas nativas compõem o acervo riquíssimo da biodiversidade brasileira, que o fruticultor pode ajudar a preservar. **Frutas e derivados**. Ano 2,Ed. 8, p.33-35, 2007.

SINGLETON, V. L.; ROSSI Jr., Joseph A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. **Am. J. Enol. Vitic.** v.16, n.3, p.144-158. 1965.

SIQUEIRA, F. M. Nutrientes antioxidantes. **Bol SBCTA**, n.2, v. 31, p. 192-199, 1997.

SKREDE, G.; WROLSTEAD, R. E. Flavonoids from berries and grapes. **Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects**. v.2, CRC Press., p.71-133. 2002.

SUNDRAM, K. 'Modulation of Human Lipids and Lipoproteins by Dietary Palm Oil and Palm Olein: A Review', **Asia Pacific J Clin Nutr**. v..6, n..1, p.12-16. 1997.

TABARELLI, M.; VICENTE, A.; BARBOSA, D. C. A. Variation of seed dispersal spectrum of woody plants across a rainfall gradient in northeastern Brazil. **Journal of Arid Environmental**, [S.l.], v. 53, p. 197-210, 2003.

TAIZ, L.; ZIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Artmed:Porto Alegre (Brasil), 3ª Ed. 2004. 719p.

- TANAKA, Yoshikazu; SASAKI, Nobuhiro; OHMIYA, Akemi. Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. **The Plant Journal**. v.54, p.733–749. 2008.
- TANGO, João Shojiro; CARVALHO, Cássia Regina Limonta; SOARES, Nilberto Bernardo. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p.17-23. 2004.
- 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.
- TEMME, E. H. M.; MENSINK, R. P.; HORNSTRA, G. Comparison the effects diets enriched in lauric, palmitic, or oleic acids on serum lipids and lipoproteins in healthy women and men. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Davis, v. 63, p. 897-903, 1996.
- THOMAS, S. R.; STOCKER, R.. Molecular action of vitamin E in lipoprotein oxidation: implications for atherosclerosis. **Free Radical Biol. Med.** v.28, p.1795-1805. 2000.
- TOGASHI, M.; SCARBIERI, V. C. Caracterização química parcial do fruto do Baru (*Dipteyx alata* Vog.) **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.14, n.1, p.85-95, 1994.
- TONIETTO, Adilson; SCHLINDWEIN, Gilson; TONIETTO, Solange Machado. **Usos e potencialidades do butiazeiro**. Circular Técnica, Porto Alegre: FEPAGRO. n° 26. 2009. 28p.
- TONIETTO, Adilson; TONIETTO, Solange Machado; SCHLINDWEIN, Gilson; DUPRAT, Andréia Carolina Duarte; COSTA, Álvaro Araújo; CARGNELUTTI-FILHO, Alberto. Parâmetros biométricos de frutos de butiá e sua correlação com o rendimento de polpa. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2008, Vitória. Anais... Vitória: Embrapa, CD-ROOM. 2008.
- UNDELAND, I.; HÄRRÖD, M.; LINGNERT, H. Comparison between methods using low-toxicity solvents for the extraction of lipids from herring (*Clupea harengus*). **Food Chemistry**. v.61, n.3, p.355-365. 1998.
- VALLILO, Maria Isabel; CRESTANA, Cybele de Souza Machado; AUED-PIMENTEL, Sabria; TAVARES, Mário; KUMAGAI, Edna Emy; GARBELOTTI, Maria de Lima. Composição química das sementes de *Archontophoenix alexandrae* H. Wendl. & Drude (ARECACEAE). **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.5, p.676-679, 2004.
- VINCI, G.; ROT, F.; MELE, G. Ascorbic acid in fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, v.53, n.2, p.211-214, 1995.

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.

WARD, Robert DeC. A Note on the Classification of Climates. **Bulletin of the American Geographical Society**. v. 46, n. 2, p.108-116. 1914.

WEISBURGER, J. H. Mechanism of action of antioxidants as exemplified in vegetables, tomatoes and tea. **Food Chem. Toxicol.**, v. 37, n. 9-10, p. 943-948, 1999.

WETTASINGHE, M.; BOLLING, B.; PLHAK, L.; PARKIN, K. Screening for Phase II Enzyme inducing and Antioxidant Activities of Common Vegetables. **J. Food Science**, v. 67, n. 7, p. 2583-2588, 2002.

YOUNG, A.; LOWE, G. M. Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. **Arch. Biochem. Biophys.**, v.385, n.1, p.20-27. 2001.

YUYAMA, L. K. O. et al. Biodisponibilidade dos carotenóides do buriti (*Mauritia fl exuosa* L.) em ratos. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 28, n. 4, p. 409-415, 1998.

ZAMBIAZI, R.C. **The role of endogenous lipid components on vegetable oil stability**. Tese. Foods and Nutritional Sciences Interdepartmental Program. 1997. 304p. University of Manitoba Winnipeg, Manitoba, Canada.

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, p.503-509, 2004.

ZHANG, Zhen-Shan; WANG, Li-Jun; LI, Dong; JIAO, Shun-Shan; CHEN, Xiao Dong; MAO, Zhi-Huai. Ultrasound-assisted extraction of oil from flaxseed. **Separation and Purification Technology**. v.62, p.192–198. 2008.

ZHANG, Z.; KOU, X. L.; FUGAL, K.; MCLAUGHLIN, J. Comparison of HPLC methods for determination of anthocyanins and anthocyanidins in bilberry extracts. **J. Agric. Food Chem.** v.52, n.4, p.688-691, 2004.

ZIEGLER, R. G. Vegetables, fruits, and carotenoids and the risk of cancer. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.53, n.1, p.251S-259S, 1991.