



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ALINE KAZUMI NAKATA DA SILVA

OBTENÇÃO DE UM PRODUTO EM PÓ A PARTIR DE BANANA
VERDE, AÇAÍ E CONCENTRADO PROTEICO DO SORO DO
LEITE UTILIZANDO SECAGEM EM LEITO DE JORRO

BELÉM

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ALINE KAZUMI NAKATA DA SILVA

OBTENÇÃO DE UM PRODUTO EM PÓ A PARTIR DE BANANA
VERDE, AÇAÍ E CONCENTRADO PROTEICO DO SORO DO
LEITE UTILIZANDO SECAGEM EM LEITO DE JORRO

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Orientador: Prof. Dr. Antônio Manoel da Cruz Rodrigues

BELÉM

2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antonio Manoel da Cruz Rodrigues
(PPGCTA/ITEC/UFPA - Orientador)

Profa. Dra. Roseane Maria Ribeiro Costa
(PPGCF/ICS/UFPA - Membro externo)

Prof. Dr. Rosinelson da Silva Pena
(PPGCTA/ITEC/UFPA - Membro interno)

Prof. Dr. Raul Nunes de Carvalho Junior
(PPGCTA/ITEC/UFPA - Suplente)

BELÉM

2014

*“Para ser grande, sê inteiro: nada
Teu exagera ou exclui.
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és
No mínimo que fazes.
Assim em cada lago a lua toda
Brilha, porque alta vive.”*

Ricardo Reis

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida e pela sabedoria que me permitiu chegar tão longe quanto nunca tinha imaginado. Pela presença constante e por ser meu guia nos caminhos tortuosos da vida.

À minha mãe Sumie Nakata pelo carinho e dedicação, por nunca medir esforços para educar seus filhos, por ser esta pessoa única para mim, por ser este valioso exemplo de mãe e de mulher, no qual pretendo me espelhar sempre.

Agradecimentos em especial para os meus orientadores Antônio Manoel e Luiza Meller pela amizade, dedicação e paciência, e acima de tudo por me mostrar o quão fascinante é a Ciência e a Tecnologia de Alimentos. Sem palavras...!

Ao Laboratório de Medidas Físicas por ter me proporcionado experiências inesquecíveis e tantas oportunidades de crescimento profissional. À toda “família” LAMEFI pelos momentos de descontração e muito trabalho, em especial à Raphaela Rocha, Jacqueline Beckman e Marcus Vinicius por terem me ajudado muuuuuuuuuuito na parte experimental do meu trabalho. Aos meus amigos de sempre que me receberam de braços abertos no laboratório desde os primeiros dias (Rebeca, Dani, Danilo, Carol, Evelyn, Márlia, Rute) e aos amigos que fiz ao longo destes dois anos de mestrado.

Aos professores do curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos por facilitarem o aprendizado em sala de aula. Aos professores da banca examinadora pela disponibilidade e principalmente pelas valiosas contribuições que foram de grande importância para a melhoria deste trabalho. Aos amigos da turma de 2012, pela parceria, por fazerem dos meus dias mais alegres, e ainda, por transformarem as aulas em encontros realmente agradáveis.

Ao seu Mário e à dona Rosinha por toda paciência e disponibilidade SEMPRE que eu precisei qualquer coisa (uma placa de petri, uma bureta, um béquer, uma palavra amiga), sem palavras para agradecer... Muito obrigada pela disposição e amizade! Durante todo o mestrado me senti realmente à vontade, foi uma honra ter conhecido vocês.

Agradeço profundamente à minha amiga Lúcia por tudo (meeeeesmo!!! Pela companhia, paciência, amizade, por não me deixar desistir dos meus objetivos, etc., etc.); ao João Fernando por me receber tão bem em sua casa em um dia de estudo intenso rsrs; aos meus amigos Suenne, Geise, Luciana, Ted, Renata, Carina, Márcio, Kharen, Cintieley, Rafaella, Jézica, Paula,

Yasmin, Robson, Wasley, Dayala, Lauana, Homero, Gisele, Natália e a todos que esqueci de escrever o nome aqui me perdoem porque são muitos não dá pra lembrar assim de uma vez, mas que foram importantes em todos os sentidos na minha vida. Espero ter conseguido descrever os meus sinceros agradecimentos da forma como ele é (enorme!) em tão poucas palavras. Muito Obrigada!

Aline Nakata

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Palmeira e frutos do açazeiro	16
Figura 2 Núcleo flavano	18
Figura 3 Estruturas da cianidina-3-glucosídeo (A) e cianidina-3-rutinosídeo (B)	19
Figura 4 Comportamento espectral do ABTS	21
Figura 5 Bananeira e frutos do cultivar Nanicão	22
Figura 6 Estrutura química da amilose (a) e da amilopectina (b).....	24
Figura 7 Diagrama esquemático do leito de jorro convencional	28
Figura 8 Etapas da secagem de pastas em leito fluidizado com partículas inertes.....	29
Figura 9 Secador de leito de jorro	32
Figura 10 Correlação linear entre compostos fenólicos totais e antocianinas totais dos produtos em pó obtidos em leito de jorro	43
Figura 11 Correlação linear entre antocianinas totais e atividade antioxidante dos produtos em pó obtidos em leito de jorro.....	45
Figura 12 Difractogramas dos produtos em pó obtidos em diferentes temperaturas de secagem: (A) 70 °C; (B) 80 °C; (C) 90 °C	49
Figura 13 Microestrutura do açaí liofilizado	50
Figura 14 Microestrutura do CL 3984 (A) e CL 3986 (B)	51
Figura 15 Micrografias dos pós obtidos em diferentes temperaturas: (A) 70 °C, 1000x; (B) 70 °C, 2000x; (C) 80 °C, 1000x; (D) 80 °C, 2000x; (E) 90 °C, 1000x; (F) 90 °C, 2000x	52
Figura 16 Curvas de TG/DTA dos produtos em pó obtidos nas temperaturas de 70 °C (A), 80 °C (B) e 90 °C (C)	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Composição nutricional da polpa de açaí liofilizada	17
Tabela 2 Composição nutricional da polpa de banana verde	23
Tabela 3 Propriedades físico-químicas das proteínas do soro do leite	26
Tabela 4 Caracterização físico-química da polpa de açaí.....	37
Tabela 5 Caracterização físico-química dos produtos em pó obtidos em leite de jorro.....	39
Tabela 6 Solubilidade e higroscopicidade dos produtos em pó obtidos em leite de jorro	40
Tabela 7 Parâmetros de cor CIELab* dos produtos em pó obtidos em leite de jorro	41
Tabela 8 Cromo, ângulo hue e ΔE^* dos produtos em pó obtidos em leite de jorro	42
Tabela 9 Compostos fenólicos totais dos produtos em pó obtidos em leite de jorro	44
Tabela 10 Antocianinas totais dos produtos em pó obtidos em leite de jorro.....	45
Tabela 11 Capacidade antioxidante dos produtos em pó obtidos em leite de jorro	46

LISTA DE SIGLAS

ρ_{ap} – densidade aparente

Aa – atividade de água

ABTS – [ácido 2,2'-azino-bis-3-(etilbenzotiazolina-6-sulfônico)]

AGE – ácido gálico equivalente

AOAC – association of analytical communities

ATD – análise térmica diferencial

CFT – compostos fenólicos totais

CIE – Commission Internationale L'Eclairage

CPS – concentrado proteico do soro

DPPH – 2,2-difenil-1-picrilhidrazil

FAO – food and Agriculture organization

IDR – ingestão diária recomendada

MEV – microscopia eletrônica de varredura

NaCl – cloreto de sódio

TE – trolox equivalente

TEAC – trolox equivalence antioxidant capacity

TG – termogravimetria

UV – ultravioleta

RESUMO

O açaí é uma fruta que vem despertando interesse pelo seu elevado conteúdo em compostos bioativos. A secagem é uma alternativa para prolongar a vida útil da polpa do açaí, facilitando ainda o transporte, o armazenamento e o manuseio do produto. A proposta deste estudo foi obter um produto em pó de banana verde, açaí e concentrado proteico do soro do leite (CPS), com elevada funcionalidade e vasta aplicação no setor alimentício. Os pós foram obtidos a partir da mistura de polpa de banana verde com polpa de açaí na proporção de (2:1) seguido da adição de 10% de CPS. A mistura foi homogeneizada e submetida à secagem em leito de jorro nas temperaturas de 70, 80 e 90 °C. Os produtos apresentaram umidade dentro dos limites preconizados pela legislação brasileira assim como estão inseridos na faixa de atividade de água estável microbiologicamente. Os produtos apresentaram teor proteico em torno de 20%, baixa densidade aparente, baixa solubilidade e baixa higroscopicidade. Em relação à cor, os pós apresentaram forte tendência ao vermelho e valores elevados de variação total da cor (ΔE^*) para secagem a 80 e 90 °C. Os produtos podem ser considerados uma boa fonte de compostos fenólicos. A capacidade antioxidante observada nos produtos mostrou-se proveniente majoritariamente das antocianinas. Os pós apresentaram cristalinidade característica de grânulos de amido. A análise de morfologia mostrou uma microestrutura mais heterogênea para o produto em pó obtido 70 °C com grânulos de amido facilmente distinguíveis em relação aos produtos obtidos a 80 e 90 °C, sendo possível concluir que a temperatura do ar de secagem afetou a estrutura dos produtos de forma diferenciada. Na análise térmica os termogramas mostraram curvas características para produtos amiláceos, sendo observada elevada estabilidade dos pós já que as reações de decomposição térmica tiveram início por volta de 300 °C.

Palavras-chave: Euterpe oleracea, amido, secagem, pó

ABSTRACT

The açai berry is a fruit that has attracted interest for its high content of bioactive compounds. Drying is an alternative to prolong the life of açai pulp, facilitating their transport, storage and handling of the product. The purpose of this study was to obtain a powder mix of green banana, açai and whey protein concentrate (WPC), with high functionality and wide application in the food industry. The mix was obtained from the mixture of green banana pulp açai pulp in the ratio (2:1) followed by addition of 10% WPC. The mixture was homogenized and subjected to drying in spouted bed at temperatures of 70, 80 and 90 °C. The products presented moisture within the limits recommended by Brazilian legislation as are inserted in microbiologically stable range of water activity. The mix had a protein content around 20%, low bulk density, low hygroscopicity and low solubility. Regarding color, the mix showed a strong tendency to red and higher values of total color change (ΔE^*) for drying at 80 and 90 °C. The mix can be considered as a good source of phenolic compounds. The antioxidant capacity observed in the mix proved to be mostly from the anthocyanins. The mix showed characteristic crystallinity of starch granules. The analysis showed a heterogeneous morphology microstructure to mix 70 °C with starch granules readily distinguishable with respect to mix 80 and 90 °C, and concluded that the drying air temperature affect the product structure differently. In thermal analysis thermograms showed characteristic curves for starch products, high stability of the mix being observed as the reactions of thermal decomposition began around 300 °C.

Keywords: Euterpe oleracea, starch, drying, powder.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 GERAL.....	15
2.2 ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1 AÇAÍ	16
3.1.1 Compostos fenólicos	17
3.1.2 Antocianinas.....	19
3.1.3 Capacidade antioxidante	20
3.2 BANANA VERDE.....	21
3.2.1 Composição da banana verde.....	23
3.2.1.1 Amido.....	23
3.3 PROTEÍNA DO SORO DO LEITE	25
3.4 SECAGEM DE ALIMENTOS.....	26
3.4.1 Secagem em leito de jorro	27
3.4.1.1 Secagem de pastas em leito de jorro	29
4 MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1 MATERIAIS	30
4.1.1 Polpa de açaí.....	30
4.1.2 Banana verde	30
4.1.3 Concentrado proteico do soro do leite.....	30
4.2 MÉTODOS	31
4.2.1 Preparo da pasta	31
4.2.2 Secagem da pasta	31
4.2.3 Análises físico-químicas	33
4.2.3.1 Umidade	33
4.2.3.2 Atividade de água.....	33
4.2.3.3 Cor.....	33
4.2.3.4 Lipídeos	33
4.2.3.5 Proteínas	34

4.2.3.6 Compostos fenólicos totais.....	34
4.2.3.7 Antocianinas totais	34
4.2.3.8 Capacidade antioxidante	34
4.2.3.9 Higroscopicidade.....	34
4.2.3.10 Solubilidade.....	35
4.2.3.11 Densidade aparente	35
4.2.4 Morfologia das partículas.....	35
4.2.5 Difração de raios x	36
4.2.6 Análise térmica.....	36
4.2.7 Análises estatística	36
5 RESULTADOS	37
5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DE AÇAÍ.....	37
5.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS PRODUTOS EM PÓ.....	38
5.3 DIFRAÇÃO DE RAIOS-X	47
5.4 MORFOLOGIA DAS PARTÍCULAS	50
5.5 ANÁLISE TÉRMICA	53
6 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS	59
ANEXOS	72
ANEXO 1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS CL3984.....	72
ANEXO 2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS CL3986.....	73

1 INTRODUÇÃO

O açaí é um fruto que vem despertando o interesse, tanto do mercado consumidor quanto da comunidade científica, pelo seu elevado conteúdo em compostos bioativos. Entre estes, as antocianinas se destacam por apresentarem uma elevada capacidade antioxidante, sendo também responsáveis pela coloração característica deste fruto (SCHAUSS et al., 2006).

O açaí é um fruto de grande importância para o desenvolvimento da região amazônica, pois faz parte do hábito alimentar da população local e responde pela sustentação econômica das comunidades envolvidas no seu cultivo e processamento. Inúmeros trabalhos publicados relatam estudos da composição nutricional e funcional do açaí (SCHAUSS, 2006; NEIDA; ELBA, 2007, MENEZES; TORRES; SABAA-SRUR, 2008; NASCIMENTO et al., 2008; CANUTO et al., 2010, GORDON et al., 2012), entretanto, ainda são escassas pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de novos produtos a partir deste fruto.

O açaí é comumente consumido na forma de polpa, que é obtida a partir da maceração do fruto utilizando processos tecnológicos adequados e adição de água. Apesar dos benefícios à saúde e a boa aceitação no mercado, a baixa estabilidade da polpa do açaí é um fator limitante na sua comercialização (ALEXANDRE; CUNHA; HUBINGER, 2004). Neste sentido, a secagem é uma alternativa para prolongar a vida útil, além de facilitar o transporte, o armazenamento e o manuseio do produto, seja para consumo na forma direta ou como ingrediente na elaboração de outros alimentos.

Entre os diversos equipamentos utilizados na secagem de alimentos, os secadores de leito de jorro se destacam por proporcionar altas taxas de transferência de calor e massa e um bom controle da temperatura do leito (PALLAI; SZENTMARJAY; SZIJJÁRTÓ, 2001), permitindo uma rápida secagem do material e melhor conservação de alimentos sensíveis ao calor (CABRAL et al., 2007). Este equipamento tem se mostrado como boa alternativa em relação ao spray-dryer por fornecer produtos de qualidade similar com custos inferiores (BENALI; AMAZOUZ, 2006).

A utilização de agentes carreadores na secagem da polpa de açaí é importante para minimizar perdas quantitativas de antocianinas. Os agentes carreadores mais utilizados em alimentos são os amidos e seus derivados, algumas gomas, lipídeos e proteínas (CONSTANT; STRINGHETA, 2002, DESAI; PARK, 2005). O amido de banana verde e o concentrado proteico do soro do leite são produtos que podem ser utilizados como agentes carreadores para

minimizar a degradação dos compostos de interesse pelo calor e ainda conservar a qualidade do produto durante o armazenamento.

A banana (*Musa spp.*) é uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo produzida na maioria dos países tropicais (RAMOS; LEONEL; LEONEL, 2009). A polpa da banana verde é reconhecida pelo seu valor funcional devido à elevada composição em amido resistente. O amido é o principal componente da banana verde, podendo corresponder de 55 a 93% do teor de sólidos totais do fruto (EMBRAPA, 2009).

O concentrado proteico do soro do leite é um subproduto resultante da fabricação do queijo e da caseína que contém aproximadamente 20% das proteínas totais do leite de vaca. É considerado um subproduto de alto valor nutricional, por apresentar um balanço adequado de aminoácidos essenciais (NEVES, 2001). O concentrado proteico do soro do leite tem sido empregado com sucesso na indústria de alimentos, sendo que o valor nutricional e o custo razoável são fatores chave que estimulam essa utilização (ANTUNES; CAZETTO; BOLINI, 2004, MENEZES, 2011).

Neste contexto, a proposta deste estudo foi obter um produto em pó de banana verde, açaí e proteína do soro do leite, com elevada funcionalidade e vasta aplicação no setor alimentício.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Obter um produto em pó de banana verde, açaí e proteína do soro do leite e avaliar a qualidade do produto.

2.2 ESPECÍFICOS

- I. Determinar as características físico-químicas da polpa de açaí;
- II. Obter o produto em pó em sistema fluidizado do tipo leito de jorro nas temperaturas de 70, 80 e 90 °C;
- III. Determinar as características físico-químicas dos produtos obtidos;
- IV. Estudar as propriedades funcionais tecnológicas dos produtos obtidos;
- V. Estudar a morfologia e as propriedades térmicas dos produtos obtidos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 AÇAÍ

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira da família *Arecaceae* amplamente difundida e cultivada na Amazônia brasileira (Figura 1). Ocorre de forma espontânea na região amazônica e tem se destacado pela importância econômica para a fruticultura regional, sobretudo para o estado do Pará onde a produção e a comercialização da polpa movimentam grandes mercados (NASCIMENTO et al., 2008).

O açaí é uma fruta arredondada, com diâmetro entre 1,0 e 1,5 cm, de coloração violeta, quase negra quando madura. Tem um caroço proporcionalmente grande e pouca polpa. Quando transformado em suco, o açaí pode ser consumido *in natura* ou utilizado para produzir bebidas energéticas, sorvete, geléia e licor (EMBRAPA, 2006).



Figura 1 Palmeira e frutos do açaizeiro

Fonte: Schreckinger et al. (2010)

Menezes, Torres e Sabaa-Srur (2008) determinaram a composição da polpa de açaí liofilizada e constataram que é um alimento altamente calórico (489,39 kcal/100g) (Tabela 1), principalmente pelo elevado conteúdo lipídico (40,75%) dos quais 52,70% são representados pelo ácido oléico (ômega 9) e 25,56% pelo ácido palmítico. Observaram também 42,53% de carboidratos totais e 8,13% de proteínas. Quanto ao teor de minerais, os principais identificados foram o potássio (900 mg/100g), o cálcio (330 mg/100g) e o magnésio (124,4 mg/100g).

Tabela 1 Composição nutricional da polpa de açaí liofilizada

Determinações	Média	Desvio padrão
Energia (Kcal)	489,39	-
Umidade (g/100g)	4,92	0,12
Proteínas (g/100g)	8,13	0,63
Cinzas (g/100g)	3,68	0,08
Lipídeos (g/100g)	40,75	2,75
Carboidratos (g/100g)	42,53	3,56

Fonte: Menezes et al. (2008)

O açaí tem recebido muita atenção devido aos benefícios à saúde associados a sua elevada capacidade antioxidante e composição fitoquímica (LICHTENTHÄLER et al., 2005, SCHAUSS et al., 2006, PACHECO-PALENCIA; HAWKEN; TALCOTT, 2007). Esta capacidade antioxidante é atribuída, principalmente, às antocianinas, entretanto, outros compostos fenólicos tais como ácido ferúlico, epicatequina e ácido *p*-hidroxibenzóico, identificados por Del Pozo-Insfran, Brenes e Talcott (2004) também contribuem com a ação anti-radical livre observada na polpa desta fruta.

3.1.1 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários das plantas sintetizados em resposta a condições de estresse. Nos alimentos são responsáveis pela adstringência, amargor e aroma, além da estabilidade oxidativa dos produtos de origem vegetal (SHAHIDI; NACZK, 2004).

Diversos estudos têm demonstrado seus efeitos farmacológicos (bactericida, antiviral, antialérgico, antitrombótico, antiinflamatório, anticarcinogênico, hepatoprotetor, vasodilatador), despertando um crescente interesse pelo desenvolvimento de técnicas de extração e aplicação destes compostos (SHAHIDI; NACZK, 2004; CHEYNIER, 2005).

Os compostos fenólicos correspondem a um grupo formado por moléculas muito distintas entre si e podem ser caracterizados pela presença de pelo menos um grupo hidroxila ligado diretamente a um anel aromático. Estão divididos em duas classes: flavonóides e não-

flavonóides, que se subdividem em várias subclasses conforme a estrutura química (CHEYNIER, 2005).

A classe dos não-flavonóides não apresenta uma estrutura básica em comum, por isso é uma classe muito heterogênea, sendo composta por: ácidos fenólicos (ácido benzóico, ácido hidroxicinâmico e seus derivados), ligninas, lignanas, suberinas, estilbenos e taninos hidrolisáveis (CHEYNIER, 2005). Entre os compostos fenólicos não-flavonóides identificados no açaí destacam-se o ácido ferúlico, a epicatequina e o ácido *p*-hidroxibenzóico (DEL POZO-INSFRAN; BRENES; TALCOTT, 2004).

Por outro lado, a classe dos flavonóides caracteriza-se por apresentar uma estrutura comum composta por dois anéis aromáticos ligados por três carbonos e um átomo de oxigênio, formando um heterociclo oxigenado denominado núcleo flavano (Figura 2). É deficiente em elétrons e, portanto, muito reativo (GUIMARÃES; ALVES; FILHO, 2012).

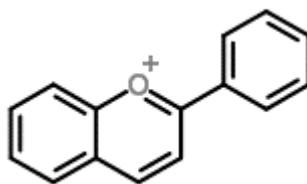


Figura 2 Núcleo flavano

Fonte: <http://www.chemspider.com>

As principais subclasses de flavonóides encontradas em vegetais utilizados como alimentos são as flavonas, os flavanóis e as antocianinas (SHAHIDI; NACZK, 2004). No açaí, a subclasse das antocianinas é a de maior interesse devido a sua maior prevalência (DEL POZO-INSFRAN; BRENES; TALCOTT, 2004).

Os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela capacidade antioxidante em alimentos. Funcionam como sequestradores de radicais e algumas vezes como quelantes de metais, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Ao mesmo tempo em que favorecem a ressonância, as insaturações das suas estruturas tornam estes compostos instáveis e suscetíveis à degradação por diversos fatores tais como pH, temperatura, presença de luz e oxigênio (SHAHIDI; NACKZ, 1995).

3.1.2 Antocianinas

É demonstrado em diversos estudos relatados na literatura que o fruto do açaí é rico em antocianinas (SCHAUSS, 2006, KUSKOSKI et al., 2006, ROSSO et al., 2008). Antocianinas são flavonóides, reconhecidos por possuírem ação antioxidante capaz de inibir ou reduzir processos oxidativos provocados por radicais livres no organismo (PORTINHO; ZIMMERMANN; BRUCK, 2012).

Antocianinas (do grego: *anthos* = flor e *kyanos* = azul) são pigmentos hidrossolúveis responsáveis pelas cores azul, vermelho, violeta e púrpura associadas a frutas e vegetais. Mais de 600 antocianinas já foram identificadas e descritas na literatura (SCHWARTZ; VON ELBE; GIUSTI, 2010). São encontradas sempre na forma de glicosídeos facilmente hidrolisáveis por aquecimento com HCl 2N, em açúcares e agliconas, denominadas antocianidinas (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Quando isoladas, as antocianinas são estruturas altamente instáveis e suscetíveis a degradação (GIUSTI; WROLSTAD, 2003). São instáveis frente ao processamento e armazenamento (TONON et al., 2008), e afetadas pelos seguintes fatores: estrutura química e concentração, luz, enzimas endógenas ou adicionadas, temperatura, pH, presença de co-pigmentos e relação molar destes com as antocianinas, oxigênio, ácido ascórbico, íons metálicos, açúcares e seus produtos de degradação, proteínas e dióxido de enxofre (WROLSTAD; DURST; LEE, 2005).

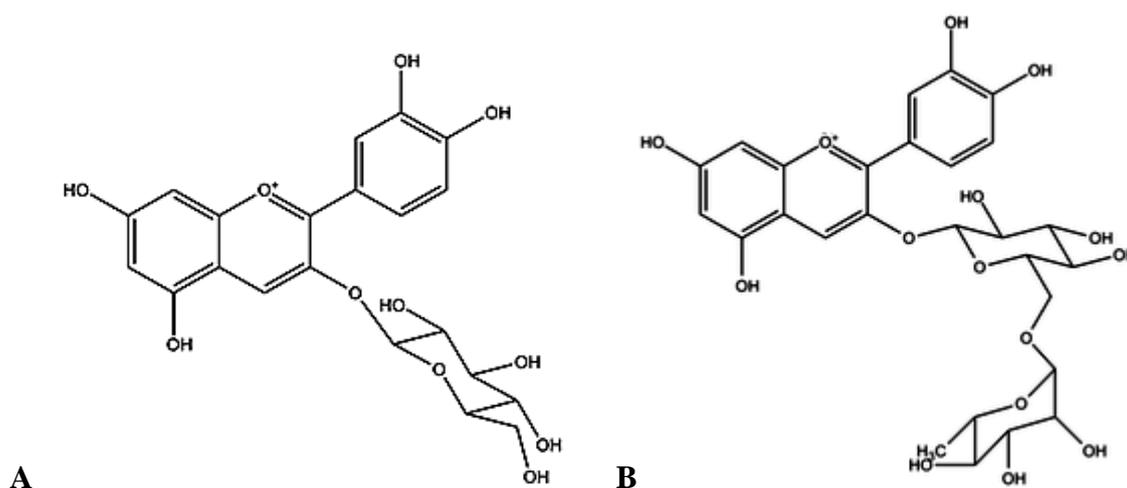


Figura 3 Estruturas da cianidina-3-glucosídeo (A) e cianidina-3-rutinosídeo (B)

Fonte: www.polyphenols.com (2013)

No fruto do açaí, a cianidina-3-glucosídeo e a cianidina-3-rutinosídeo (Figura 3) são as antocianinas de maior importância (GALLORI et al., 2004, SCHAUSS, 2006), entretanto, outras estruturas como a perlagonidina-3-glucosídeo (DEL POZO-INSFRAN; BRENES; TALCOTT, 2004), cianidina-3-sambiosídeo, peonidina-3-glucosídeo e peonidina-3-rutinosídeo também já foram identificadas (SCHAUSS et al., 2006).

3.1.3 Capacidade antioxidante

Diversos estudos apontam que existe uma correlação entre a concentração de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante observada em diferentes matrizes alimentícias (MANACH et al., 2004; ALVES, et al., 2007; ZULETA et al., 2007). O número e a configuração de grupamentos hidroxila doadores de hidrogênio, assim como as duplas conjugadas, parecem ser os principais fatores estruturais a contribuir para a capacidade antioxidante destes compostos. Nas antocianinas ocorre também devido à deficiência de elétrons do núcleo flavano (WADA et al., 2007).

Os métodos químicos para determinação da capacidade antioxidante estão divididos em dois grupos principais: os que envolvem transferência de elétrons e os que envolvem transferência de átomos de hidrogênio. Os métodos que envolvem transferência de elétrons baseiam-se na redução do substrato por ação dos componentes antioxidante presentes na amostra, em que tal substrato apresenta comportamento espectral distinto no estado oxidado e reduzido (BECKER; NISSEN; SHIBSTED, 2004, HUANG; OU; PRIOR, 2005).

Re et al. (1999) propuseram a metodologia ABTS para medir a capacidade antioxidante cujo mecanismo de ação envolve transferência de elétrons. Esta metodologia utiliza o reagente ABTS [ácido 2,2'-azino-bis-3-(etilbenzotiazolina-6-sulfônico)] como substrato e emprega o persulfato de potássio para formar quimicamente o radical ABTS^{•+}.

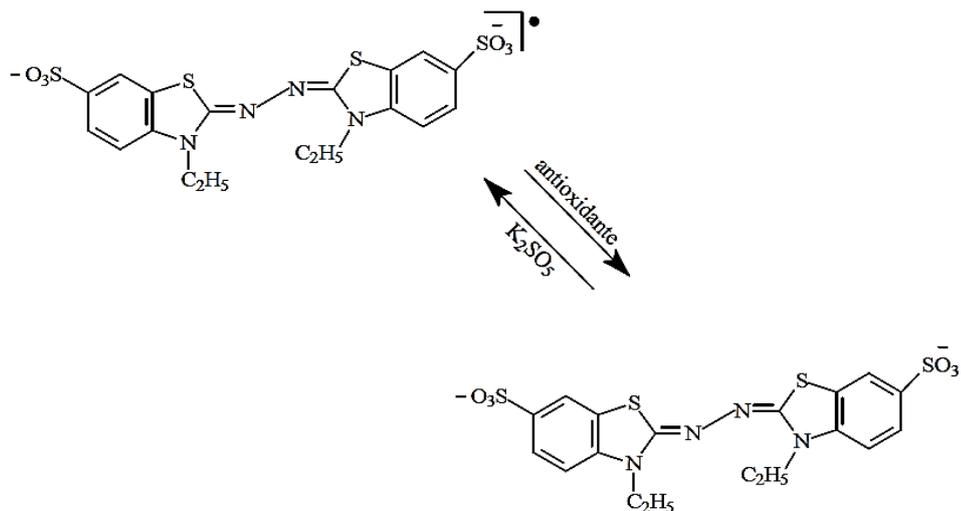


Figura 4 Comportamento espectral do ABTS

Fonte: Cruz (2008)

A metodologia baseia-se no comportamento espectral do ABTS, que absorve luz na região do visível (734nm) somente na forma radicalar (ABTS^{•+}). Portanto, a presença de substâncias com capacidade antioxidante na amostra irá regenerar o ABTS^{•+} (Figura 4), promovendo uma descoloração da solução cuja intensidade será correlacionada com a mesma intensidade observada pelo padrão analítico Trolox[®] (ácido 6-hidróxi-2-5-7-8-tetrametilcromo-2-carboxílico), um análogo hidrossolúvel da vitamina E (BECKER; NISSEN; SKIBETED, 2004). A capacidade antioxidante da amostra é dada em μmol de Trolox Equivalente em 1g ou 100g de amostra, originando o nome TEAC (*Trolox[®] equivalence antioxidant capacity*), capacidade antioxidante equivalente ao Trolox.

3.2 BANANA VERDE

A banana (*Musa* spp.) é uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo produzida na maioria dos países tropicais (RAMOS; LEONEL; LEONEL, 2009). É muito apreciada pelo seu valor nutritivo e sensorial e representa a quarta fonte de energia mais importante depois do milho, arroz e trigo (WALISZEWSKI et al., 2003).

Segundo dados da Food and Agriculture Organization (FAO, 2010), a produção mundial de banana atingiu 90,7 milhões de toneladas. O Brasil produziu 6,9 milhões de toneladas ocupando o quinto lugar entre os principais produtores, número que reflete a grande expressão econômica e o elevado alcance social desta cultura para o país.

Embora exista um número expressivo de variedades de banana no Brasil, quando são considerados aspectos como preferência dos consumidores, produtividade, porte, tolerância a pragas e doenças, resistência à seca e ao frio, restam poucos cultivares com potencial agrônômico para serem utilizados comercialmente. Os cultivares Prata, Prata-Anã, Pacovan, Nanica, Nanicão e Grande Naine são os mais difundidos no Brasil (EMBRAPA, 2009).



Figura 5 Bananeira e frutos do cultivar ‘Nanicão’

Fonte: <http://www1.folha.uol.com.br>

A bananeira da variedade Nanicão (Figura 5) apresenta porte médio baixo (3 a 3,5 metros de altura) e cachos cilíndricos pesando de 25 a 50 kg. Cada cacho possui de 10 a 15 pencas com 16 a 34 frutos, totalizando de 150 a 290 frutos por cacho. Os frutos com 15 a 26 cm de comprimento pesam entre 90 a 290 gramas. Devido a sua elevada produtividade, a variedade Nanicão é bastante utilizada no processamento industrial (EMBRAPA, 2009).

A polpa da banana verde é uma massa sem sabor, com baixo teor de açúcares e compostos aromáticos (RODRÍGUEZ-AMBRIZ et al., 2008). Esta é caracterizada por uma forte adstringência, atribuída à presença de compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos, que são polimerizados à medida que ocorre o amadurecimento do fruto (NASCENTE; COSTA; COSTA, 2005).

Tabela 2 Composição nutricional da polpa de banana verde

Determinações	Média	Desvio padrão
Lipídeos (g/100g)	4,68	0,25
Proteínas (g/100g)	0,51	0,04
Cinzas (g/100g)	2,52	0,32
Carboidrato (g/100g)	92,32	0,23
Amido total (g/100g)	78,43	0,11
Amido resistente (g/100g)	40,32	0,34
Fibra total (g/100g)	13,89	0,10

Fonte: Bezerra et al. (2013)

As principais vitaminas encontradas na banana são A, C e do complexo B (B1, B2 e niacina). Os minerais aparecem em maior quantidade no fruto ainda verde, principalmente potássio, fósforo, cálcio, sódio e magnésio (NASCENTE; COSTA; COSTA, 2005).

O amido é o principal componente da banana verde, podendo corresponder de 55 a 93% do teor de sólidos totais do fruto (EMBRAPA, 2009). Bezerra et al. (2013) observaram 78,43% de amido total, sendo 40,32% amido resistente, em polpa de banana verde da variedade nanicão (Tabela 2).

3.2.1 Amido

O amido encontra-se amplamente distribuído como um carboidrato de reserva em diversas espécies vegetais. É armazenado como corpos intracelulares parcialmente cristalinos e insolúveis em água fria, denominados grânulos. O amido é um homopolissacarídeo neutro constituído por uma mistura de dois polímeros, a amilose e a amilopectina, que podem ser evidenciados após solubilização e separação dos grânulos (LOBO, 2003, DENARDIN; SILVA, 2009).

A amilose (Figura 6a) é um polímero essencialmente linear formado por unidades de α -D-glicopiranosose unidas por ligações glicosídicas $\alpha(1\rightarrow4)$ e um pequeno número de ligações $\alpha(1\rightarrow6)$ (entre 0,3 e 0,5%). Esta molécula possui um grau de polimerização médio de 500-5000 unidades de resíduos de glicose (BEMILLER; HUBER, 2010).

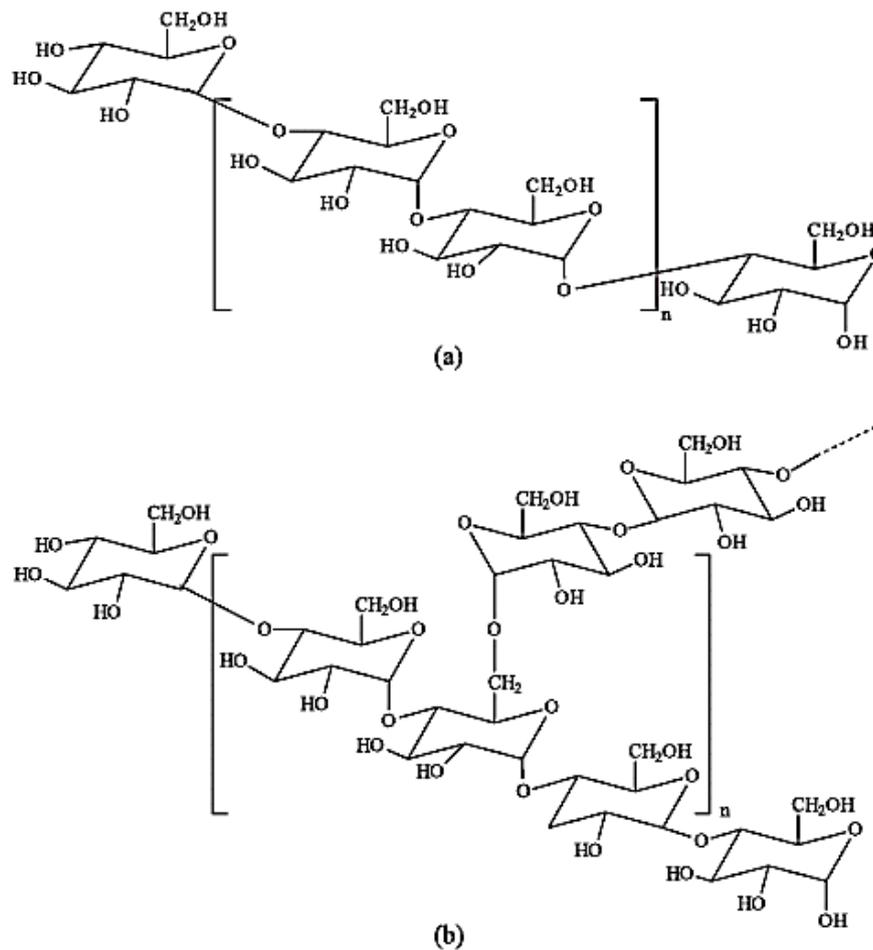


Figura 6 Estrutura química da amilose (a) e da amilopectina (b)

Fonte: Corradini et al. (2005)

A amilopectina (Figura 6b) é estrutural e funcionalmente a mais importante das duas frações, pois constitui cerca de 75% da composição da maioria dos amidos comuns. É formada por cadeias de resíduos de α -D-glicopirranose unidas em $\alpha(1\rightarrow4)$, sendo altamente ramificada, com 4 a 6% das ligações em $\alpha(1\rightarrow6)$ (DENARDIN; SILVA, 2009, BEMILLER; HUBER, 2010). A amilopectina é uma das maiores moléculas encontradas na natureza, com um número médio de grau de polimerização de 4.700 a 12.800 unidades de resíduos de glicose (VANDEPUTTE; DELCOUR, 2004).

Na indústria alimentícia, o amido é utilizado como ingrediente que, além de ter valor nutritivo, melhora as propriedades reológicas dos alimentos. De acordo com o tipo e a quantidade, pode agir facilitando o processamento, melhorando a textura e viscosidade, proporcionando aparência desejável e maior vida-de-prateleira ao produto. Além dessas

propriedades, o amido pode atuar também como agente estabilizante, espessante e emulsificante, sendo aproveitado na produção de diferentes produtos tais como bebidas, sopas, molhos, sobremesas, derivados de leite, biscoitos e pães (BELLO-PÉREZ et al., 1999, CHO; DREHER, 2001).

Os grânulos de amido revelam na análise de difração de raios-X diferentes formas de empacotamento das duplas hélices de amilopectina, chamados cristais do tipo A, B ou C (CEREDA et al., 2001). Estes padrões dependem, em parte, do comprimento das cadeias de amilopectina, da densidade de empacotamento dentro dos grânulos e da presença de água (SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006).

O tipo A é comumente encontrado em amido de cereais e consiste de duplas hélices formadas por amilose e amilopectina compactadas, dispostas em arranjo monocíclico. O tipo B é encontrado em amido de tubérculos, de *banana*, amido retrogradado e amido rico em amilose, possuindo uma estrutura aberta e altamente hidratada com duplas hélices dispostas em arranjo hexagonal. O tipo C corresponde a uma forma polimórfica considerada uma mistura dos tipos A e B característico de amido de leguminosas e sementes (SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006).

A cristalinidade exerce importante função na estrutura do grânulo e nas características físico-químicas, tais como a susceptibilidade a enzimas e a insolubilidade em água fria (TANG; MITSUNAGA; KAWAMURA, 2006).

3.3 PROTEÍNAS DO SORO DO LEITE

O soro do leite, um dos subprodutos resultantes da fabricação do queijo e da caseína, contém aproximadamente 20% das proteínas totais do leite de vaca. É considerado um subproduto de alto valor nutricional, por apresentar um balanço adequado de aminoácidos essenciais. A produção de concentrado proteico de soro (CPS) com conteúdo de proteínas entre 34-80%, é destinado para a utilização como ingrediente de elevada funcionalidade (NEVES, 2001).

As duas frações mais abundantes das proteínas do soro do leite são a β - Lactoglobulina e a α -Lactoalbumina, que correspondem, respectivamente, 50-75% e 10-15% do total de

proteínas presentes no soro. Além destas, são encontradas em menores proporções a soro albumina bovina, imunoglobulinas, peptonas, lactoferrina, transferrina e lisozima (CHATTERTON et al., 2006). A Tabela 3 apresenta algumas das propriedades físico-químicas das proteínas do soro.

Tabela 3 Propriedades físico-químicas das proteínas do soro do leite

Propriedades	β - Lactoglobulina	α - Lactoalbumina	Soro albumina bovina	Imunoglobulinas
Concentração no soro (%)	50-75	10-15	5	0.4-1.0
Ponto isoelétrico	5.14-5.41	4.8	4.71-4.84	5.5-8.3
Temperatura de desnaturação (°C)	74	63	87	79

Fonte: Modler (2000)

Além das propriedades nutricionais, as proteínas do soro apresentam propriedades funcionais tecnológicas de grande interesse para a indústria de alimentos, como a solubilidade em ampla faixa de pH, a alta capacidade de retenção de água e as propriedades emulsificantes, espessantes, gelificantes e espumantes (CHATTERTON et al., 2006).

O concentrado proteico do soro do leite tem sido empregado com sucesso na indústria de alimentos, sendo que o valor nutricional e o custo razoável são fatores chave que estimulam essa utilização. Pode ser utilizado na elaboração de produtos dietéticos, nos quais age como substituto de gordura, em produtos de panificação, confeitaria, cárneos, sopas, molhos para salada, alimentos infantis, bebidas para atletas, dietas enterais e em produtos lácteos (ANTUNES; CAZETTO; BOLINI, 2004, MENEZES, 2011).

3.4 SECAGEM DE ALIMENTOS

A secagem pode ser definida como a operação de remoção de água de um alimento sólido por meio de um mecanismo de vaporização térmica em temperatura inferior à de ebulição da água. O principal objetivo da secagem é reduzir o teor de água livre presente no alimento,

inibindo e/ou retardando reações químicas e enzimáticas e o crescimento de microrganismos responsáveis pela sua deterioração (CELESTINO, 2010).

De acordo com Ribas et al. (2000) a secagem é a operação unitária mais empregada na conservação de alimentos, tratando-se de um fenômeno complexo que envolve simultaneamente transferência de calor e massa, podendo abranger ainda a transferência de quantidade de movimento.

Algumas das vantagens da utilização da secagem em alimentos foram destacadas por Celestino (2010):

- I. Aumento da vida útil do produto;
- II. Concentração dos nutrientes do alimento devido à perda de água;
- III. Facilidade no armazenamento, transporte e comercialização;
- V. Redução nas perdas pós-colheita.

Inúmeras técnicas são empregadas na secagem de alimentos, dentre elas pode-se citar a secagem por ar convectivo, secagem por atomização, liofilização, secagem em leito de jorro, etc. Esta última é reconhecida por apresentar altas taxas de transferência de calor e massa, característica que é importante nos processos de secagem, uma vez que envolve menor tempo de residência do produto em condições de temperatura que possam alterar a sua qualidade (TARUNA; JINDAL, 2002).

3.4.1 Secagem em leito de jorro

A secagem em leito de jorro tem evoluído significativamente desde o seu desenvolvimento por Gishler e Mathur em 1954, ocupando um lugar relevante dentre as operações unitárias que envolvem contato entre um fluido e partículas sólidas (DUARTE, 2006).

Essa técnica caracteriza-se por permitir uma boa agitação do material e um efetivo contato gás-sólido, sendo aplicada com eficiência na secagem de pastas, suspensões e materiais particulados, e também na granulação e recobrimento de partículas. Os baixos custos de investimentos iniciais e de operação reiteram mais ainda o interesse pela utilização da secagem em leito de jorro (FREIRE; SARTORI, 1992).

O leito de jorro convencional (Figura 7) é constituído por uma câmara de secagem cilíndrica conectada a uma base cônica, a qual possui em sua extremidade inferior um orifício por onde o fluido de jorro é alimentado ao sistema (PALLAI; SZENTMARJAY; MUJUMDAR, 2001, ROCHA, 2006). A base cônica é utilizada para facilitar o movimento dos sólidos e eliminar espaços mortos no fundo do leito, entretanto, configurações cilíndricas ou retangulares também podem ser empregadas (DUARTE, 2006).

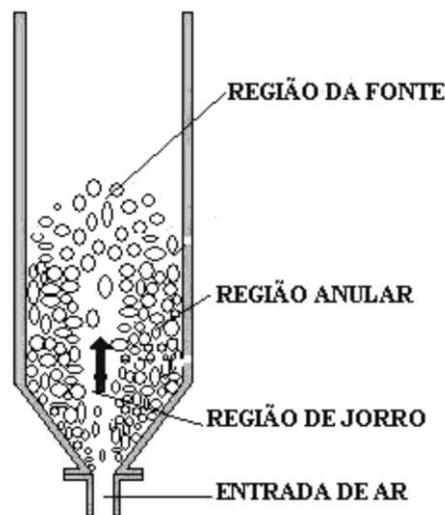


Figura 7 Diagrama esquemático do leito de jorro convencional

Fonte: Duarte (2006)

A intensa circulação das partículas sólidas inicia quando a vazão do ar é suficiente para promover o transporte pneumático das mesmas na região central do leito (região de jorro). Ao atingirem a região da fonte, as partículas perdem totalmente a sua energia cinética e caem na região anular fazendo um movimento descendente até regiões inferiores do leito (DUARTE, 2006).

As partículas sólidas retornam à região de jorro, seja após atingirem a base do leito ou através de fluxo cruzado, completando assim o movimento cíclico dos sólidos. A alimentação do jorro pode ser realizada por baixo do leito, junto com o gás entrante ou no topo do leito, perto da parede, unindo-se à massa móvel descendente de partículas na região anular (DUARTE, 2006; ROCHA, 2006).

3.4.2 Secagem de pastas em leito de jorro

A secagem de pastas em leito de jorro envolve necessariamente a utilização de um leito de partículas inertes, resultando na obtenção de um pó finamente disperso (FREIRE; SARTORI, 1992).

A alimentação da pasta no leito é realizada por nebulização ou gotejamento, em seguida, observa-se o espalhamento do material sobre a superfície das partículas inertes que são revestidas com uma fina camada do material (Figura 8). À medida que seca, a película se torna frágil, fragmentando-se devido aos efeitos de colisões entre as partículas. O material na forma de pó é então arrastado para fora do secador pela corrente de ar, onde um ciclone conectado ao secador promove a separação e recolhimento do pó (GRBAVCIC; ARSENIJEVIC; GARIC-GRULOVIC, 1991).

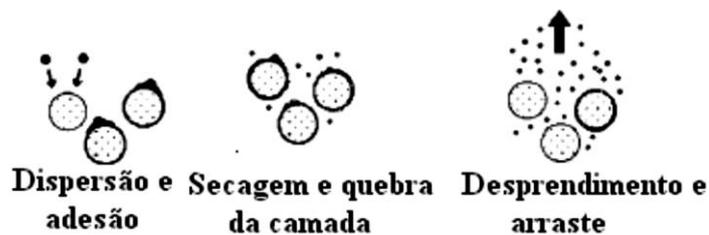


Figura 8 Etapas da secagem de pastas em leito fluidizado com partículas inertes

Fonte: Grbavcic, Arsenijevic e Garic-grulovic (1991)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

4.1.1 Polpa de açaí

A polpa de açaí utilizada neste trabalho foi coletada em um ponto comercial da cidade de Belém (PA), originária de um único lote.

A polpa foi transportada ao Laboratório de Medidas Físicas (LAMEFI) da Universidade Federal do Pará e armazenada em freezer à -18 °C até o momento da sua utilização.

4.1.2 Banana verde

Bananas da variedade Nanicão foram adquiridas verdes, antes do tratamento em estufas com etileno, numa fruteira localizada na Central de Abastecimento do Pará (CEASA-PA).

As bananas foram transportadas ao LAMEFI, onde foram armazenadas em temperatura ambiente (25 °C) e utilizadas até no máximo uma semana após a sua aquisição.

4.1.3 Concentrado proteico do soro do leite

O concentrado proteico do soro do leite (CPS) foi gentilmente doado pela empresa Alibra Ingredientes Ltda. As especificações técnicas dos produtos podem ser consultadas nos anexos deste trabalho.

Dois tipos de CPS foram adquiridos: o composto lácteo Alibra CL 3986 e o composto lácteo Alibra CL 3984, cuja principal diferença está na composição em proteínas e lactose. Os CPS foram armazenados na sua embalagem original em freezer à -18 °C até o momento da sua utilização.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Preparo da pasta

1° etapa: Descongelamento de aproximadamente 800 gramas de polpa de açaí em temperatura média de 25 °C. Em seguida a polpa descongelada foi completamente homogeneizada em misturador doméstico (marca Britânia, modelo Diamante Black).

2° etapa: Higienização de cerca de 15 unidades de bananas verdes (ou o equivalente a 1600 gramas de polpa de banana verde) em água corrente. Estas foram descascadas e homogeneizadas em misturador, sem adição de água, até completa homogeneização.

3° etapa: A polpa de banana verde foi misturada à polpa de açaí numa proporção de 2:1, sendo obtida uma massa de 2400 gramas da mistura. Em seguida foi adicionado 10% (ou 240 gramas) de CPS sob a mistura de banana verde e açaí.

4° etapa: A mistura polpa de banana verde + polpa de açaí + CPS foi homogeneizada e em seguida adicionada de ácido cítrico 10% reduzindo o pH da pasta para 4,5 com a finalidade de aumentar a estabilidade dos pigmentos antociânicos presentes na polpa de açaí que são mais estáveis em meio ácido (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009).

4.2.2 Secagem da pasta

A secagem da pasta de banana verde e açaí com CPS foi realizada em um secador de leite de jorro cujo esquema é ilustrado na Figura 9. O equipamento é composto por uma coluna cilíndrica de vidro de 4 mm de espessura, 30 cm de diâmetro e 40 cm de altura. Duas peças cônicas de aço inoxidável foram acopladas ao cilindro, uma delas na parte inferior por onde entra o ar aquecido e outra na parte superior por onde a amostra seca é conduzida. A pasta foi alimentada por gotejamento na região anular do leite utilizando uma bomba dosadora peristáltica (Milan, modelo 201, série 1705) e um ducto de silicone.

Um soprador centrífugo e um aquecedor elétrico foram utilizados para promover a circulação do ar aquecido pela câmara de secagem. As resistências do aquecedor foram ligadas a um indicador e controlador de temperatura para um melhor ajuste da temperatura do ar de

secagem através de um termopar localizado na saída do sistema de aquecimento. No total, três ensaios com diferentes temperaturas do ar de secagem (70, 80 e 90 °C) foram realizados.

Na Figura 9 estão ilustrados os componentes do secador de leito de jorro utilizado, onde: (1) soprador de ar; (2) aquecedor elétrico; (3) controlador de corrente elétrica; (4) válvula de regulação do ar de entrada; (5) indicador do fluxo de ar; (6) indicador de pressão; (7) alimentação da pasta; (8) bomba peristáltica; (9) leito de jorro; (10) ciclone; (11) psicrômetro.

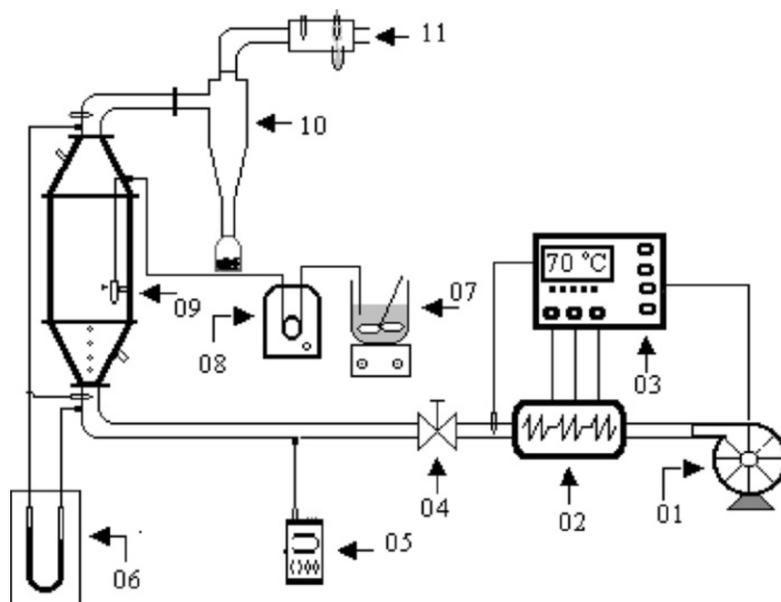


Figura 9 Esquema do secador de leito de jorro

Fonte: Bezerra et al. (2013)

Material inerte de polipropileno com densidade de 905 kg/m^3 , esfericidade de 0,85 e diâmetro médio de 0,36 cm foi utilizado na secagem da suspensão. Foram utilizadas 1500g do material inerte em todos os ensaios e a altura do leito foi fixada em 13 cm, determinada com base em estudos prévios.

O produto seco foi coletado com um kitassato acoplado na base do ciclone, em seguida pesado e armazenado em embalagens laminadas em freezer ($-18 \text{ }^\circ\text{C}$) até o momento das análises. O tempo de secagem dos produtos foi de 3 horas e 20 minutos pra a secagem a $70 \text{ }^\circ\text{C}$, 2 horas e 40 minutos pra secagem a $80 \text{ }^\circ\text{C}$ e 1 hora e 40 minutos pra secagem a $90 \text{ }^\circ\text{C}$.

Para cada ensaio amostras controles foram preparadas a partir de cerca de 300g de pasta, as quais foram congeladas e liofilizadas ($-40 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 horas), em seguida trituradas e armazenadas em embalagens laminadas a $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ até o momento das análises.

4.2.3 Análises físico-químicas

4.2.3.1 Umidade

A umidade foi determinada gravimetricamente, por secagem em estufa a 105 °C até peso constante, segundo a metodologia da AOAC (1997).

4.2.3.2 Atividade de água

A atividade de água foi determinada por leitura direta em termohigrômetro digital (Aqualab Séries, modelo 4TEV), com controle interno de temperatura a 25 °C.

4.2.3.3 Cor

A análise de cor foi realizada em colorímetro MINOLTA CR310, operando no sistema CIE (L*, a*, b*), onde (L) representa a luminosidade (L*); (a) define a transição da cor verde (-a*) para o vermelho (+a*) e (b) representa a transição da cor azul (-b*) para o amarelo (+b*). A partir destas coordenadas, foram calculados o índice de saturação ou croma (C*) (Eq.1), o ângulo hue ou de tonalidade (h*) (Eq.2) e a variação total da cor (ΔE^*) (Eq.3).

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad Eq. 1$$

$$h^* = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad Eq. 2$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{\frac{1}{2}} \quad Eq. 3$$

4.2.3.4 Lipídeos

A quantificação dos lipídios foi realizada por extração com éter de petróleo, em aparelho do tipo Soxhlet da marca QUIMIS, de acordo com o método nº 922.06 da AOAC (1997).

4.2.3.5 Proteínas

A quantificação das proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl, n° 920.87 da AOAC (1997). O teor de proteína bruta foi calculado através da multiplicação do nitrogênio total pelo fator de correspondência nitrogênio-proteína de 6,25 (%N x 6,25).

4.2.3.6 Compostos fenólicos totais

A extração dos compostos fenólicos foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Lago-Vanzela et al. (2011). A quantificação de compostos fenólicos totais foi realizada por espectrofotometria de absorção UV-Visível, com leitura da absorbância em comprimento de onda de 760 nm, segundo a metodologia de Singleton e Rossi (1965) e Cipriano (2011).

4.2.3.7 Antocianinas totais

A extração das antocianinas foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Lago-Vanzela et al. (2011). A quantificação de antocianinas totais foi realizada em pH único (2,0), segundo a metodologia de Teixeira, Stringheta e Oliveira et al. (2008), por espectrofotometria de absorção UV-Visível, com leitura da absorbância em comprimento de onda de 535 nm.

4.2.3.8 Capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante foi determinada por espectrofotometria de absorção UV-Visível, utilizando o radical ABTS (2,2-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)) e DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), de acordo com as metodologias descritas por Re et al. (1999) e Brand-Willians, Cuvier e Berset (1995).

4.2.3.9 Higroscopicidade

A higroscopicidade foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Cai e Corke (2000) e adaptada por Tonon et al. (2008) utilizando solução saturada de NaCl (umidade

relativa de 75%) a 25°C. A higroscopicidade foi expressa como g de umidade adsorvida por 100 g de massa seca da amostra (g/100g).

4.2.3.10 Solubilidade

A solubilidade foi determinada segundo a metodologia descrita por Cano-Chauca et al. (2005) e consiste na pesagem de 1g da amostra e posterior solubilização em 100 mL de água destilada, com agitação magnética por meio de um agitador magnético durante 5 minutos. Após agitação, a solução foi centrifugada a 3000 g por 5 minutos a 5 °C e uma alíquota de 25 mL do sobrenadante foi levada à estufa 105 °C até massa constante. A solubilidade foi calculada por diferença de peso a partir das Equações 4 e 5.

$$RS = \frac{CR - CV}{A} \quad Eq. 4$$

$$SOLUBILIDADE (\%) = \left(RS \times \frac{100}{25} \right) \times 100 \quad Eq. 5$$

Onde:

RS = massa de resíduo solúvel (g)

CR = massa do cadinho com resíduo após sair da estufa (g)

CV = massa do cadinho vazio (g)

A = massa da amostra (g)

4.2.3.11 Densidade aparente

Para a determinação da densidade aparente (ρ_{ap}) foi utilizada a metodologia proposta por Goula, Adamopoulos e Kazakis (2004), onde 2g do pó foram transferidos para uma proveta graduada e compactados batendo-se a proveta 50 vezes sobre a bancada.

4.2.4 Morfologia das partículas

A morfologia das partículas foi realizada no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura (LABMEV) do Instituto de Geociências da UFPA com o auxílio de um microscópio

eletrônico de varredura modelo LEO-1430. As amostras foram metalizadas com platina, com um tempo de recobrimento de 2 minutos. Para obtenção das imagens de elétrons secundários as seguintes condições de análises foram empregadas: corrente do feixe de elétrons igual a 90 μ A, voltagem de aceleração constante igual a 10 kv e distância de trabalho de 15 mm.

4.2.5 Difração de raios-X

As análises foram realizadas no Laboratório de Caracterização Mineral do Instituto de Geociências da UFPA, utilizando um Difratorômetro de Raios-X, modelo X'PERT PRO MPD (PW 3040/60), da PANalytical, com goniômetro PW3050/60 (θ / θ), tubo de Raios-X cerâmico e anodo de Cu ($K\alpha_1 = 1,540598 \text{ \AA}$), modelo PW3373/00, com foco fino (2200 W / 60 kV), e filtro $K\beta$ de Níquel. As condições instrumentais utilizadas foram as seguintes: varredura de 3 a 75° em 2θ , voltagem de 40 kV, corrente de 30 mA, tamanho do passo de 0,02° em 2θ e movimentação circular da amostra com frequência de 1 rotação/s. A aquisição de dados foi feita com o software X'Pert Data Collector, e o tratamento dos dados com o software X'Pert HighScore.

4.2.6 Análise térmica

A análise térmica foi realizada no Laboratório de Caracterização Mineral do Instituto de Geociências da UFPA, utilizando equipamento modelo PL Thermal Science, com analisador térmico simultâneo STA1000/1500, da Stanton Redcroft Ltda, forno cilíndrico vertical e conversor digital acoplado a um microcomputador. As amostras foram depositadas em cadinhos de alumina. A varredura ocorreu de 25 até 700 °C, com uma taxa de aquecimento de 20 °C/min. Os registros da variação de massa e da diferença de temperatura foram feitos simultaneamente.

4.2.7 Análise estatística

Os resultados das determinações foram submetidos à análise de variância e teste complementar de comparação de médias (Tukey), utilizando o Software Statistica® versão 8.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises realizadas na polpa de açaí e nos produtos em pó obtidos por secagem em leito de jorro estão apresentados a seguir.

5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DE AÇAÍ

A caracterização físico-química da polpa de açaí utilizada nos ensaios de secagem está apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 Caracterização físico-química da polpa de açaí

Determinações	Média	Desvio padrão
Umidade (g/100g)	85,36	0,01
Sólidos totais (g/100g)	14,64	0,01
Lipídeos (g/100g)	7,23	0,21
Proteínas (g/100g)	2,80	0,04
Compostos fenólicos totais (mg de AGE/100g)	346,14	8,62
Antocianinas totais (mg/100g)	73,54	2,59
Capacidade antioxidante (μ mol de TE/g)	17,15	0,24
Atividade de água	0,996	-

AGE=ácido gálico equivalente. TE=trolox equivalente (ABTS).

Os resultados da Tabela 4 mostram que a polpa de açaí é constituída principalmente de água e lipídeos. A polpa é um produto extraído da parte comestível do fruto após amolecimento através de processos tecnológicos e adição de água, portanto, a elevada umidade deste produto (85,36%) está vinculada aos meios de extração da polpa.

A polpa de açaí é classificada quanto ao teor de sólidos totais em: tipo A, grosso ou especial (acima de 14% de sólidos totais), tipo B, médio ou regular (entre 11 e 14% de sólidos totais) e tipo C, fino ou popular (8 a 11% de sólidos totais). A polpa de açaí utilizada nos ensaios

de secagem está enquadrada na classificação tipo A, de acordo com os padrões de identidade e qualidade para polpa de açaí (BRASIL, 2000).

A atividade de água (aa) está relacionada diretamente com a estabilidade química, enzimática e microbiológica dos alimentos (LABUZA, 1980, SILVA, 2000). A aa da polpa de açaí mostrou-se muito elevada (0,996), podendo resultar em perdas na qualidade geral do produto se armazenado de forma inadequada.

A polpa de açaí apresentou teor de compostos fenólicos totais mais elevados que frutas como cajá e bacuri (72 e 23,8 mg de AGE/100g, respectivamente), e valores abaixo de frutas como acerola e camu-camu (1063 e 1176 mg de AGE/100g, respectivamente) (RUFINO et al., 2010). A importância da ingestão de compostos fenólicos está relacionada com a sua atuação como agente redutor, exercendo proteção do organismo contra o estresse oxidativo (MELO et al., 2006). No açaí, as antocianinas figuram como os principais fenólicos e são responsáveis por grande parte da capacidade antioxidante observada neste fruto (DEL POZO-INSFRAN; BRENES; TALCOTT, 2004).

A polpa de açaí apresentou elevado teor de antocianinas totais (Tabela 4), se comparado à polpa de outras frutas tropicais consideradas fontes deste pigmento, como a jabuticaba e o jambolão (RUFINO et al., 2010). Santos et al. (2008) encontraram teores de 13,93 a 54,18 mg/100g de antocianinas totais ao analisar polpas de açaí de 12 pontos comerciais distintos de Fortaleza. Em outra pesquisa, Tonon, Brabet e Hubinger (2009) encontraram 32,81 mg/100g de antocianinas em polpa de açaí oriunda da cidade de Belém, Pará.

A capacidade antioxidante da polpa de açaí mostrou-se elevada em relação a frutas como murici e abacaxi (15,73 e 3,78 μmol de TE/g, respectivamente) (ALMEIDA et al., 2011). Santos et al. (2008) obtiveram para polpa de açaí valores entre 10,21 e 52,47 μmol de TE/g de capacidade antioxidante, mostrando que este parâmetro é muito variável mesmo entre produtos similares e é influenciado por fatores tais como variedade do açaizeiro, clima e solo da região e condições de processamento do fruto.

5.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS PRODUTOS EM PÓ

A caracterização físico-química dos produtos obtidos por secagem em leite de jorro está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 Caracterização físico-química dos pós obtidos em leite de jorro

Determinação	Temperatura (°C)		
	70	80	90
Umidade (g/100g)	11,84 ^a ± 0,23	10,06 ^b ± 0,28	8,98 ^c ± 0,31
Lipídeos (g/100g)	7,44 ^a ± 0,15	7,30 ^a ± 0,04	7,45 ^a ± 0,19
Proteínas (g/100g)	21,79 ^a ± 0,21	20,78 ^b ± 0,10	20,00 ^c ± 0,16
Atividade de água	0,431 ^a ± 0,004	0,331 ^b ± 0,003	0,290 ^c ± 0,007
Densidade aparente (g/cm ³)	0,589 ^a ± 0,011	0,582 ^a ± 0,001	0,550 ^b ± 0,010

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa entre diferentes temperaturas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A umidade dos mix obtidos em diferentes temperaturas de secagem diferiram significativamente entre si variando de 8,98 a 11,84%. Os pós obtidos a 80 e 90 °C apresentaram menor teor de água, estando de acordo com Tonon, Brabet e Hubinger (2008) que afirmaram que o uso de temperaturas mais elevadas implica num maior gradiente de temperatura entre o produto e o ar de secagem, aumentando assim a transferência de calor e a taxa de evaporação da água.

De acordo com a legislação vigente a umidade máxima preconizada para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos é de 15% (BRASIL, 2005). Neste sentido, todos os pós obtidos estão dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira. A atividade de água dos mix diferiram significativamente entre si, entretanto, todos estão na faixa de menor ocorrência de crescimento de microrganismos ($a_w < 0,60$).

A média do conteúdo em lipídeos não apresentou diferença significativa entre os produtos em pó, ficando em torno de 7% (Tabela 5). Em razão da adição de concentrado proteico do soro do leite na formulação dos mix, estes apresentaram elevado teor de proteínas, sendo o seu valor comparável com o de alimentos considerados ricos neste nutriente, tais como leite bubalino em pó com 24% de proteínas (GUERRA; NEVES; PENA, 2005) e algumas linhagens de feijão estudadas por Mesquita et al. (2007) com teor proteico de 23,28 a 36,28%. De acordo com a legislação vigente (BRASIL, 1998), os produtos podem ser considerados ricos neste nutriente, pois apresentam teor de proteínas mais elevados que a Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos (mínimo de 20% da IDR por 100g do produto).

A densidade aparente do pó diminuiu com a elevação da temperatura de secagem (Tabela 5). Segundo Walton (2000), quando a temperatura do ar de secagem é elevada ocorre um aumento da taxa de evaporação da água resultando num produto mais seco, poroso e fragmentado, o que provoca a queda da densidade da partícula. Comportamento semelhante para densidade foi observado por Souza et al. (2009) que estudaram a influência das condições de secagem por atomização nas propriedades físicas de polpa de tomate.

A densidade aparente considera o volume dos espaços presentes entre as partículas, portanto, quanto maior a densidade menor é a quantidade de ar ocluso dentro do material. O maior valor observado para as partículas produzidas na secagem a 70 °C pode ser benéfico no sentido de promover uma menor taxa de difusão do oxigênio, retardando reações de oxidação dos compostos fenólicos presentes no mix (OLIVEIRA et al., 2013).

Os resultados de solubilidade e higroscopicidade dos pós obtidos por secagem em leite de jorro estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 Solubilidade e higroscopicidade dos produtos em pó obtidos em leite de jorro

Temperatura (°C)	Solubilidade (%)	Higroscopicidade (g/100g ms)
70	39,52 ± 0,67 ^a	7,31 ± 0,06 ^a
80	37,10 ± 0,74 ^b	9,53 ± 0,08 ^b
90	32,59 ± 0,24 ^c	9,69 ± 0,11 ^c

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa entre diferentes temperaturas pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Os resultados de solubilidade mostraram diferença significativa entre si como apresentado na Tabela 6. Os maiores valores de solubilidade foram encontrados para os pós obtidos a 70 e 80 °C. De acordo com Chegeni e Ghobadian (2005), em altas temperaturas de secagem pode se formar uma crosta sobre a superfície das partículas impedindo a difusividade das moléculas de água através destas, diminuindo a molhabilidade e reduzindo a dissolução do pó.

Todos os produtos apresentaram baixa solubilidade a temperatura ambiente (25 °C) e esta característica limita a sua utilização em alimentos instantâneos (BEZERRA et al., 2013). Entretanto, podem ser utilizados como ingredientes em alimentos processados, como produtos de panificação, sobremesas, biscoitos, bebidas e produtos lácteos (CHO; DREHER, 2001).

Rocha (2012) observou valores inferiores de solubilidade (18,06%) para o mix banana verde e açaí (2:1) obtido à 70 °C (sem adição do CPS), justificando que a baixa solubilidade do produto é devido a elevada concentração de amido e fibra proveniente da banana verde. Para polpa de morango obtida por spray-dryer, Oliveira et al. (2013) encontraram valores de solubilidade entre 87,15 a 91,44%.

A higroscopicidade é uma propriedade física que mede a capacidade de adsorção de água das partículas (TONON; BRABET; HUBINGER, 2008). Para os produtos estudados, os valores diferiram significativamente entre si, variando de 7,31 a 9,69 gramas de água adsorvida por 100g de massa seca (Tabela 6). A higroscopicidade dos pós aumentou quando aplicadas maiores temperaturas de secagem. A mesma tendência foi observada por Ferrari et al. (2012) ao secar polpa de amora preta utilizando maltodextrina como agente carreador e secagem em spray-dryer, onde o valor da higroscopicidade variou entre 18,77 a 29,51 g/100g de matéria seca.

De acordo com Tonon, Brabet e Hubinger (2008), temperaturas de secagem mais altas produzem pós com umidades mais baixas e maior facilidade em adsorver água. Isto está relacionado ao gradiente de concentração de água que existe entre o produto e o ambiente, ou seja, quanto maior o gradiente, maior é a higroscopicidade de um material. Segundo Almeida et al. (2013) o conhecimento da higroscopicidade é importante para determinar as condições de armazenamento de um produto.

Os resultados de compostos fenólicos totais (CFT) dos pós obtidos por secagem em leito de jorro estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 Compostos fenólicos totais dos produtos em pó obtidos em leito de jorro

Temperatura (°C)	Compostos fenólicos totais (mg de AGE/100g)	Retenção (%)
70	805,70 ± 18,34 ^a	96,83 ± 0,85 ^a
80	758,14 ± 11,56 ^b	93,31 ± 0,73 ^b
90	745,68 ± 18,19 ^b	91,21 ± 0,91 ^b

AGE=ácido gálico equivalente. Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa entre diferentes temperaturas pelo teste de Tukey (p≤0,05)

Os resultados da quantificação de compostos fenólicos totais mostraram que não houve diferença significativa entre os pós obtidos a 80 e 90 °C. Por outro lado, o produto obtido a 70

°C apresentou maior concentração, e conseqüentemente maior retenção de fenólicos (Tabela 7). Rocha (2012) encontrou 917,44 mg de AGE/100g de compostos fenólicos totais para o mix banana verde e açai (2:1) obtido em leite de jorro a 70 °C.

O teor de fenólicos nos pós foram bem próximos aos encontrados em frutas como caju e umbu (830 e 742 mg de AGE/100g de matéria seca, respectivamente) (RUFINO et al., 2010), sendo possível considerar que o produto em pó de banana verde e açai com CPS pode ser uma boa fonte de compostos fenólicos.

Os elevados valores de retenção dos CFT (91,21 a 96,83%) sugerem que não houve alta taxa de degradação destes compostos sob as condições de secagem e temperaturas do ar utilizadas. Pacheco-Palencia, Duncan e Talcott (2009) estudaram a estabilidade térmica das frações fenólicas antociânicas e não antociânicas do fruto do açai aquecidas a 80 °C durante 60 minutos. Foi observado nesse estudo que a fração não antociânica manteve-se constante durante os 60 minutos de aquecimento, demonstrando significativa estabilidade térmica desses compostos. Por outro lado, uma extensa degradação das antocianinas ocorreu sob as mesmas condições de aquecimento, provavelmente devido a aceleração da formação de chalconas com a exposição prolongada a altas temperaturas (DELGADO-VARGAS; JIMÉNEZ; PAREDES-LOPEZ, 2002).

Os resultados de antocianinas totais dos pós obtidos por secagem em leite de jorro estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 Antocianinas totais dos produtos em pó obtidos em leite de jorro

Temperatura (°C)	Antocianinas totais (mg/100g)	Retenção (%)
70	230,10 ± 7,03 ^a	82,42 ± 0,13 ^a
80	194,08 ± 4,27 ^b	74,91 ± 0,61 ^b
90	197,65 ± 6,42 ^b	73,91 ± 0,53 ^b

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Para antocianinas totais foi observado que não houve diferença significativa entre os tratamentos a 80 e 90 °C (Tabela 8), seguindo a mesma tendência dos resultados de CFT. A concentração de antocianinas e o valor de retenção foi maior para o pó obtido na temperatura de secagem mais branda (70 °C), pois o aumento da temperatura leva a maiores perdas desses

pigmentos devido à sua alta sensibilidade a temperaturas elevadas (TONON; BRABET; HUBINGER, 2008).

Resultados semelhantes para retenção de antocianinas foram encontrados por Tonon, Brabet e Hubinger (2008) analisando suco de açaí obtido por spray-dryer em diferentes temperaturas do ar de entrada (77,21 a 84,62% de retenção). Em outro estudo, Ferrari et al. (2012) observaram retenção entre 69,09 e 80,56% de antocianinas ao secar polpa de amora preta em spray-dryer com temperaturas do ar de entrada de 160 e 180 °C.

A correlação linear entre os valores de compostos fenólicos totais e antocianinas totais obtidos para os produtos em pó de banana verde e açaí com CPS está apresentada na Figura 10.

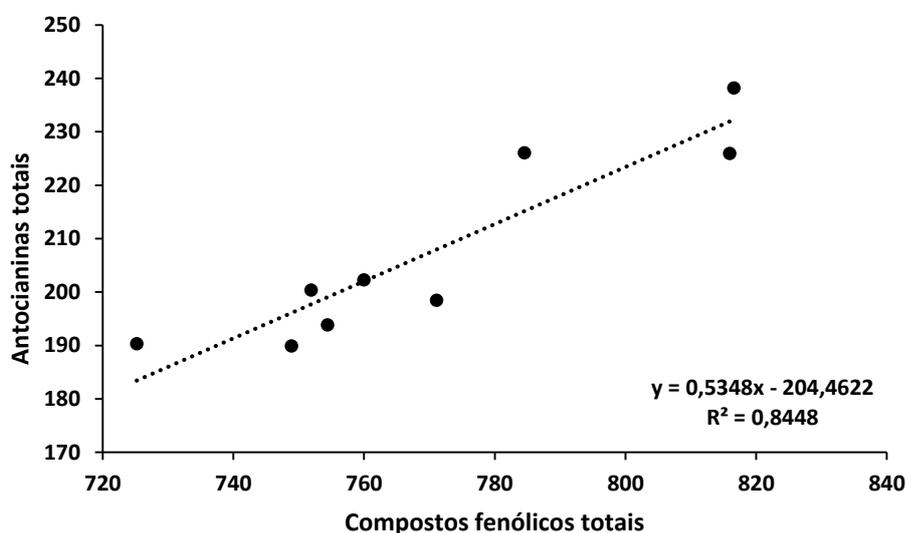


Figura 10 Correlação linear entre compostos fenólicos totais e antocianinas totais dos pós obtidos em leito de jorro

O gráfico aponta para uma correlação positiva entre os compostos analisados com coeficiente de determinação de $R^2=84,48\%$, sugerindo que grande parte dos CFT presentes nos pós são de origem antociânica. Esta mesma tendência foi observada por Azevedo (2010) que obteve $R^2=94,61\%$ ao correlacionar CFT e antocianinas de jambo desidratado por secagem em leito de jorro a 60 °C.

Os resultados de capacidade antioxidante dos pós obtidos por secagem em leito de jorro estão apresentados na Tabela 9.

A capacidade antioxidante foi quantificada utilizando dois radicais distintos e os resultados foram expressos como TEAC (capacidade antioxidante equivalente ao trolox®). Para o radical ABTS não foi observada diferença significativa na capacidade antioxidante entre os três produtos analisados (Tabela 9).

Tabela 9 Capacidade antioxidante dos produtos em pó obtidos em leite de jorro

Temperatura (°C)	Capacidade antioxidante (µmol de TE/g)	
	ABTS	DPPH
70	28,40 ± 0,79 ^a	37,55 ± 1,75 ^a
80	26,27 ± 0,62 ^a	30,68 ± 0,80 ^b
90	27,54 ± 0,75 ^a	27,54 ± 0,24 ^b

TE=trolox equivalente. Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Por outro lado, os resultados obtidos através do radical DPPH sugerem uma correlação positiva com a retenção dos compostos fenólicos e de antocianinas. Não houve diferença significativa entre os pós obtidos a 80 e 90 °C, entretanto, para o produto obtido a 70 °C a capacidade antioxidante foi maior, da mesma forma que nesta temperatura houve maior retenção de compostos fenólicos e de antocianinas (Tabelas 7 e 8).

O valor da capacidade antioxidante dos pós obtidos a partir do radical DPPH foram bem próximos aos encontrados por Vasco, Ruales e Kamal (2008) para polpa de frutas como goiaba e graviola (30 e 23 µmol de TE/g). Entretanto, a grande maioria das polpas de frutas analisadas no estudo citado apresentaram valores de capacidade antioxidante entre 17 e 0,5 µmol de TE/g, sendo possível considerar que o produto em pó de banana verde e açaí com CPS possui uma boa capacidade antioxidante *in vitro*.

A Figura 11 mostra que houve moderada correlação entre a concentração de antocianinas e a capacidade antioxidante (DPPH) dos produtos em pó de banana verde e açaí com CPS. O valor do coeficiente de determinação ($R^2=75\%$) sugere que grande parte da capacidade antioxidante dos pós é proveniente de compostos antociânicos, entretanto, esta funcionalidade deve estar ligada também com a presença de outros compostos fenólicos presentes na polpa de açaí como o ácido ferúlico, a epicatequina e o ácido *p*-hidroxibenzóico (DEL POZO-INSFRAN; BRENES; TALCOTT, 2004) e na polpa de banana verde, como os taninos (NASCENTE; COSTA; COSTA, 2005).

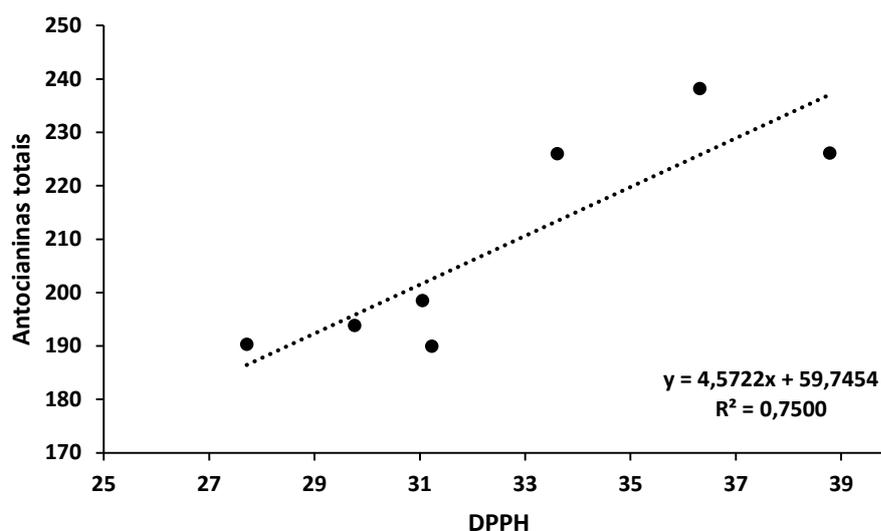


Figura 11 Correlação linear entre antocianinas totais e atividade antioxidante dos pós obtidos em leito de jorro

Azevedo (2010) encontrou $R^2 = 52,20\%$ para correlação entre antocianinas e capacidade antioxidante de jambo desidratado em leito de jorro. Em outro estudo com uvas das variedades *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L., Abe et al. (2007) encontraram forte correlação positiva ($R^2 = 93,00\%$), concluindo que as antocianinas são os compostos de maior importância para a capacidade antioxidante das uvas estudadas.

Os resultados de cor dos pós obtidos por secagem em leito de jorro estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 Parâmetros de cor CIELab* dos produtos em pó obtidos em leito de jorro

Temperatura (°C)	L*	a*	b*
70	44,08 ± 0,16 ^a	4,81 ± 0,07 ^a	6,60 ± 0,15 ^a
80	41,82 ± 0,51 ^b	4,17 ± 0,11 ^b	6,68 ± 0,34 ^a
90	42,80 ± 0,01 ^b	4,14 ± 0,17 ^b	6,92 ± 0,69 ^a

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa entre diferentes temperaturas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Não houve diferença significativa entre os pós obtidos a 80 e 90 °C para os parâmetros de cor analisados (Tabela 10). Todos os pós apresentaram valores positivos para as coordenadas

de cromaticidade a^* e b^* , que representam, respectivamente, a tendência ao vermelho e ao amarelo, dentro do sistema CIELab*.

A luminosidade (L^*) foi menor para os pós obtidos nas maiores temperaturas de secagem (80 e 90 °C). Ahmed et al. (2010) atribuíram as diferenças na luminosidade de batata-doce-roxa em pó obtida por spray-dryer à formação de antocianinas poliméricas decorrentes de reações de degradação. Estas possuem tonalidade marrom e contribuem para o escurecimento do pó (menores valores de L^*). Da mesma forma, os menores valores de luminosidade observados nos pós obtidos a 80 e 90 °C podem estar ligados com a formação de produtos da degradação das antocianinas, já que nestas amostras houve menor retenção (ou maior degradação) destes compostos.

O produto obtido na temperatura de 70 °C apresentou maior valor de a^* , o que pode estar ligado com a maior retenção das antocianinas do pós nessa mesma temperatura de secagem (Tabela 8).

A variação total da cor (ΔE^*) foi usada para verificar possíveis alterações na cor durante a secagem do produto, tendo como padrão (controle) a pasta liofilizada. Os valores de ΔE^* diferiram significativamente entre as amostras, sendo mais elevado nas maiores temperaturas de secagem (80 e 90 °C) (Tabela 11). De acordo com Mattietto, Lopes e Menezes (2007) um ΔE^* de 2 já pode ser bastante significativo em amostras de sucos de frutas tratados termicamente.

Tabela 11 Cromo, ângulo hue e ΔE^* dos produtos em pó obtidos em leite de jorro

Temperatura (°C)	C^*	h°	ΔE^*
70	$8,16 \pm 0,16^a$	$0,941 \pm 0,004^a$	$1,10 \pm 0,10^a$
80	$7,88 \pm 0,29^a$	$1,012 \pm 0,026^b$	$4,18 \pm 0,33^b$
90	$8,07 \pm 0,65^a$	$1,029 \pm 0,035^b$	$6,34 \pm 0,63^c$

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa entre diferentes temperaturas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os valores do croma encontrados ficaram entre 7,88 a 8,16, não diferindo significativamente entre si (Tabela 11). De acordo com Borguini e Silva (2005) a cromaticidade

define a saturação e intensidade da cor determinada pelo ângulo hue (h°), portanto, um maior valor do croma indica uma cor mais intensa. O croma assume valores entre 0 e 60: 0 indica aproximação a cores neutras (tendendo ao cinza) e 60 indica aproximação a cores vívidas, logo, é possível concluir que os pós apresentaram coloração pouco intensa, pois os valores de croma foram baixos em relação ao intervalo abrangido por este parâmetro.

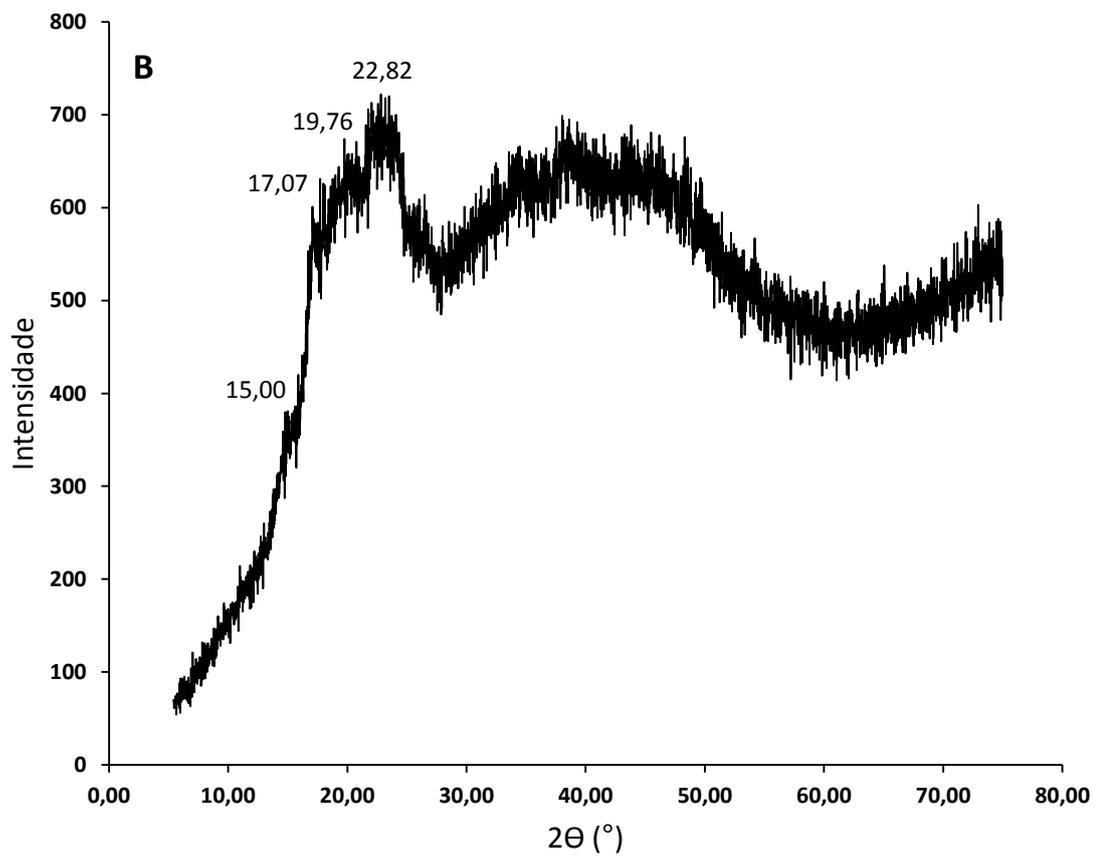
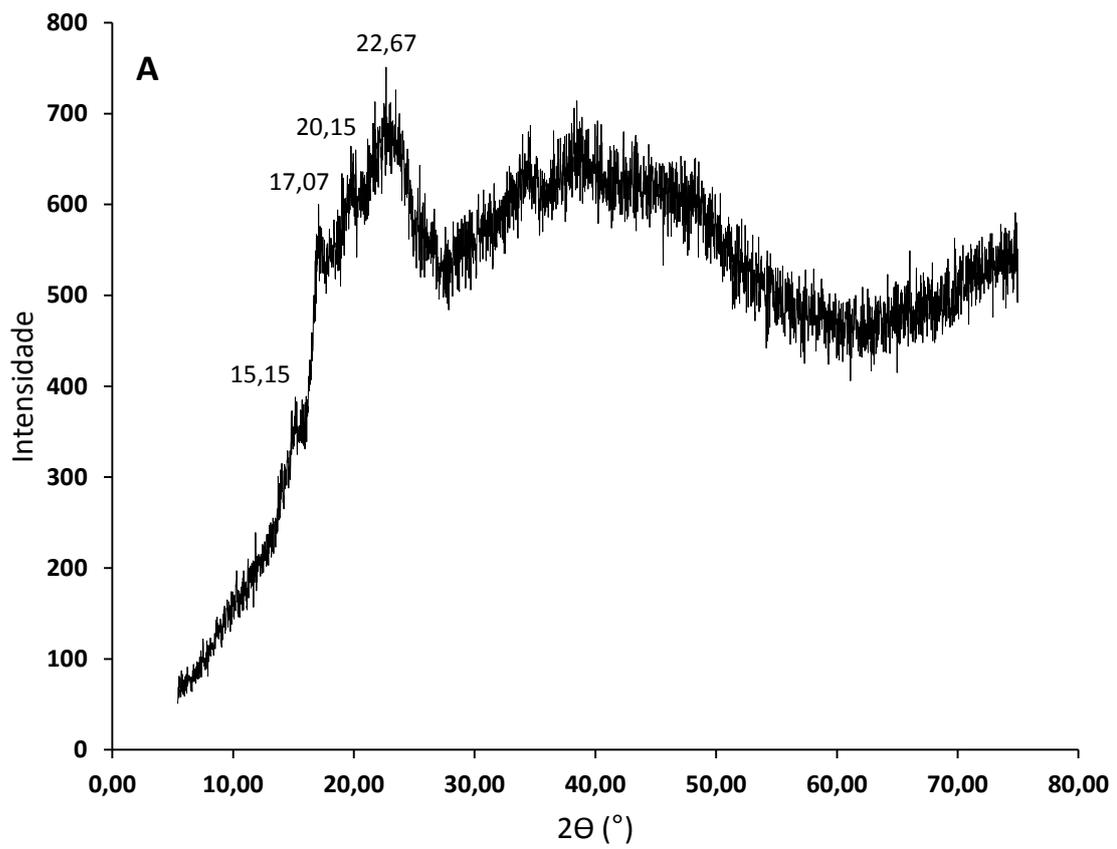
O ângulo hue ou de tonalidade varia de 0 a 360° . O ângulo 0 representa o vermelho; o 90 representa o amarelo; o 180 representa o verde e o 270 representa o azul (MCGUIRRE, 1992, SILVA et al., 2010). Os pós apresentaram h° entre 0,941 e 1,029, indicando a sua forte tendência para o tom avermelhado (Tabela 11). O produto obtido a 70°C mostrou o menor valor de h° , indicando maior tendência ao vermelho em relação aos outros produtos, embora esta diferença seja muito pequena.

5.3 DIFRAÇÃO DE RAIOS-X

Quando raios-X interagem com um material cristalino eles geram um padrão de difração, que é único para cada substância. Quanto maior o número de cristais no plano de uma estrutura, mais intensos, pontiagudos e estreitos são os picos na difração de raios-X. Por outro lado, as partes amorfas geram picos mais largos e menores (NETO, 2004).

Os difratogramas de raios-X dos produtos obtidos a 70°C , 80°C e 90°C estão apresentados nas Figuras 12-A, 12-B e 12-C, respectivamente.

Os diferentes pós apresentaram difratogramas muito semelhantes entre si (Figura 12), sugerindo que a diferença na temperatura de secagem não afetou a cristalinidade dos produtos. Foram observados quatro picos principais em torno dos ângulos de difração 2θ de 15° , 17° , 20° e 22° , aproximadamente. Este mesmo padrão foi encontrado por Rocha (2012) ao analisar o mix de banana verde e açaí (2:1), sem adição de CPS, onde picos mais intensos em 17° e 20° foram relatados.



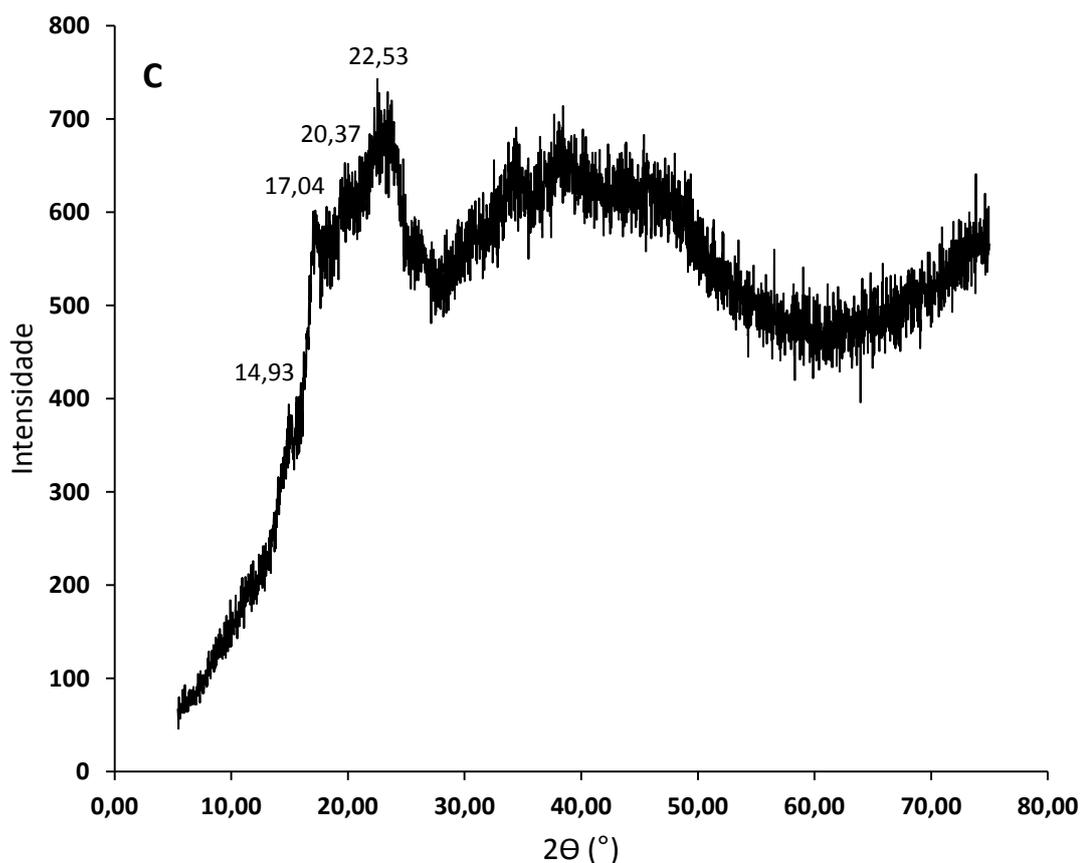


Figura 12 Difratogramas dos produtos em pó obtidos em diferentes temperaturas de secagem:
(A) 70 °C; (B) 80 °C; (C) 90 °C

Padrões de cristalinidade semelhantes foram encontrados por Rocha, Demiate e Franco (2008) para amido de mandioca-salsa com picos a 15°, 17,2°; 19,8° e 22,6°. Freitas e Tavares (2005) encontraram um padrão de difração tipo B ao estudar a cristalinidade de amido de banana verde.

Amidos com padrão de difração tipo B são mais rapidamente atacados por enzimas devido à heterogeneidade dentro do grânulo, com regiões resistentes separadas por áreas mais abertas e acessíveis. Isso tem sido explicado pela existência de micelas cristalinas fortemente associadas separadas por regiões amorfas (ROSENTHAL et al., 1973, LEONEL et al., 2003).

O difratograma da polpa de açaí liofilizada foi estudado por Rocha (2012) que não observou picos que indicassem a presença de estruturas cristalinas.

5.4 MORFOLOGIA DAS PARTÍCULAS

Através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram verificadas as características morfológicas e estruturais da polpa de açaí liofilizada e dos pós produzidos.

A Figura 13 mostra as micrografias da polpa de açaí liofilizada com um aumento de 500 (A) e 1000 vezes (B).

A polpa de açaí liofilizada apresentou uma estrutura homogênea, íntegra e irregular, o que pode indicar a presença de superfícies amorfas, comuns em produtos liofilizados. Uma possível adsorção de água pode ter ocorrido durante a manipulação da amostra, pois as micrografias mostraram uma forte aderência com formação de aglomerados e superfícies rugosas (CHERIEGATE, 2012).

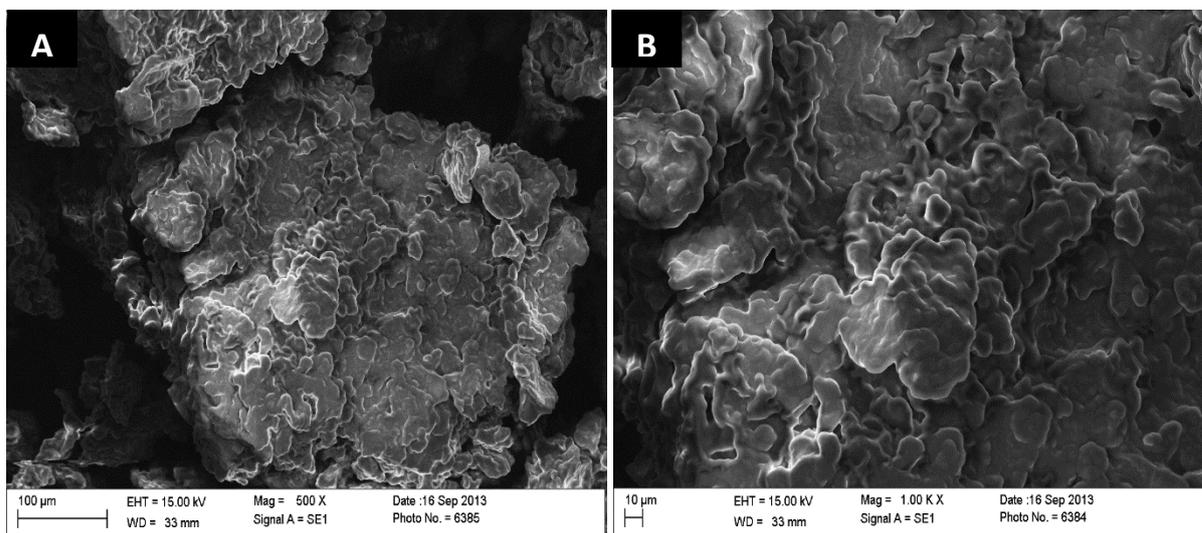


Figura 13 Microestrutura do açaí liofilizado: (A) 500x; (B) 1000x

Na Figura 14 é possível observar as microestruturas dos concentrados proteicos do soro do leite utilizados nos ensaios de secagem. Ambas as proteínas apresentaram formato predominantemente esférico com algumas concavidades ou achatamentos. Em termos de microestrutura não foram observadas grandes diferenças entre os tipos de CPS, entretanto, em termos de composição o CL 3984 possui menor quantidade de proteínas e maior quantidade de lactose.

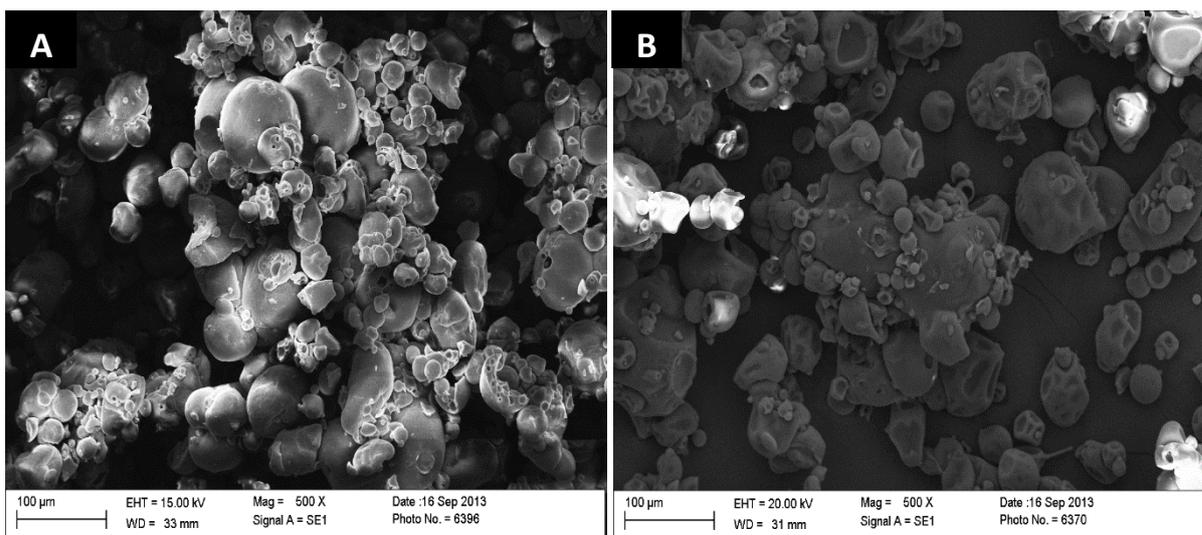
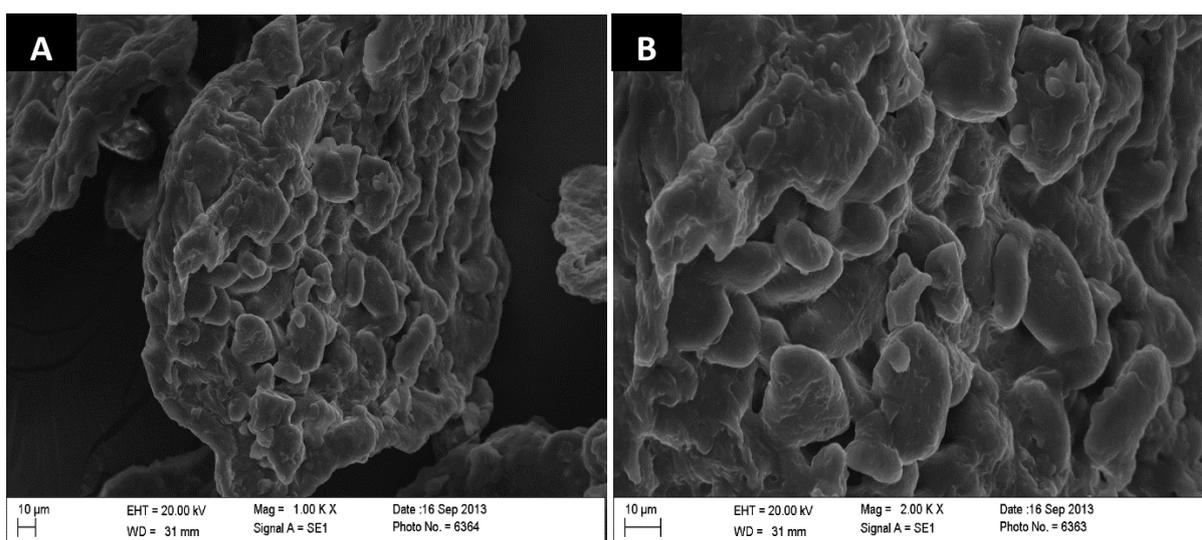


Figura 14 Microestrutura do CL 3984: (A) 500x e CL 3986: (B) 500x

A Figura 15 mostra as micrografias referentes aos produtos em pó obtidos nas temperaturas de 70, 80 e 90 °C com um aumento de 1000 e 2000 vezes.

O produto obtido a 70 °C apresentou uma microestrutura peculiar onde é possível distinguir alguns grânulos de amido de banana verde com diferentes formas e tamanhos (Figura 15 A-B). Rocha (2012) observou estruturas semelhantes ao analisar a morfologia do mix banana verde e açaí (2:1) obtido por secagem em leito de jorro também a 70 °C, concluindo que a estrutura dos grânulos de amido não sofre grandes alterações nestas condições de secagem.



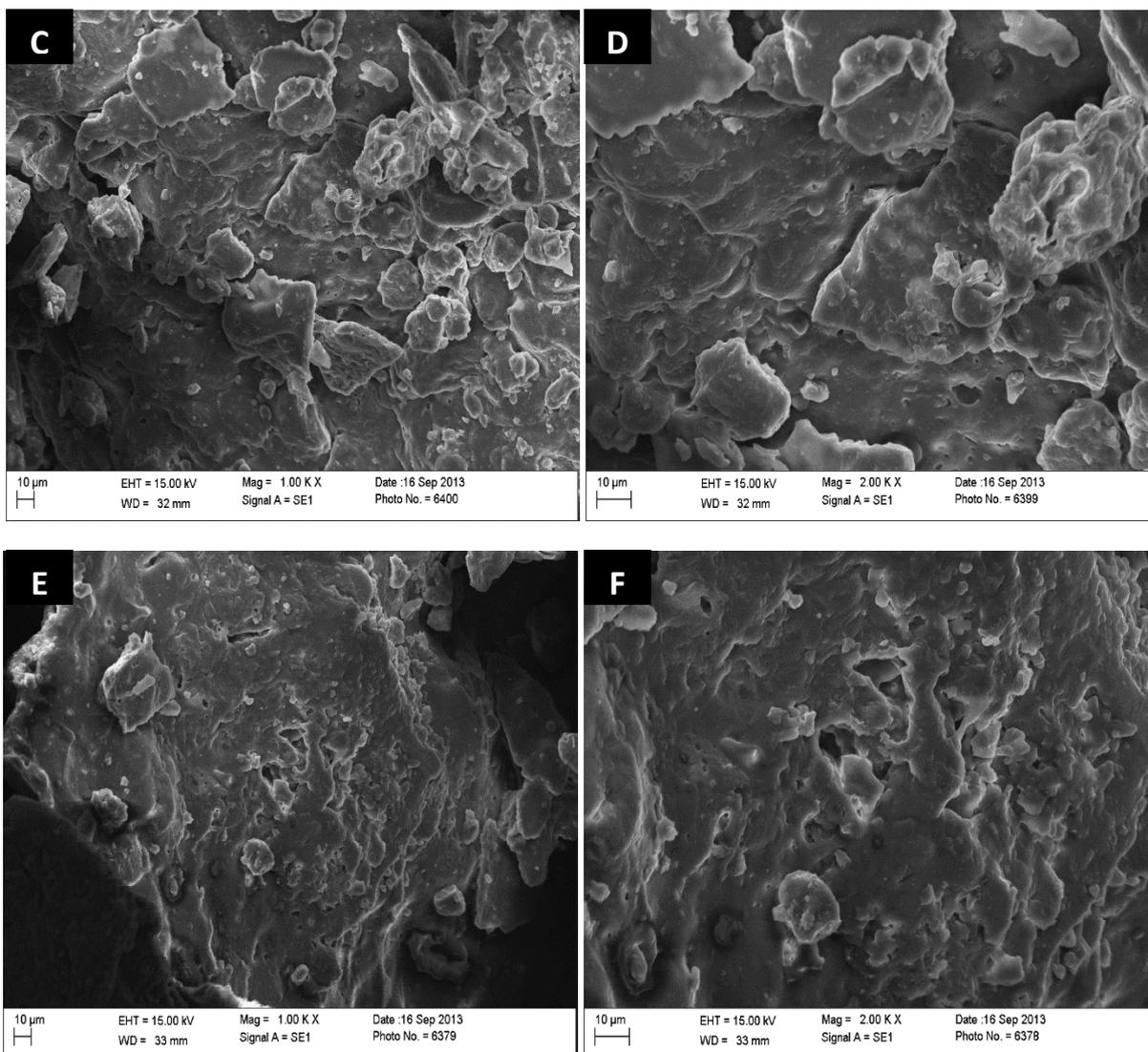


Figura 15 Micrografias dos produtos obtidos em diferentes temperaturas: (A) 70 °C, 1000x; (B) 70 °C, 2000x; (C) 80 °C, 1000x; (D) 80 °C, 2000x; (E) 90 °C, 1000x; (F) 90 °C, 2000x

Os pós obtidos a 80 e 90 °C apresentaram uma microestrutura similar entre si, com uma matriz irregular e poucos grânulos de amido dispersos numa fase contínua (Figura 15 C-F). Uma parte do amido pode ter gelatinizado nestas amostras, pois em temperaturas iguais ou acima de 75 °C ocorre a gelatinização do amido de banana verde com mudanças estruturais, como quebra, inchamento, deformação e erosão dos grânulos (ZHANG; HAMAKER, 2012).

A Figura 15 indica que pode ter ocorrido uma boa solubilização da proteína do soro do leite com a polpa de açaí, pois não é possível distinguir tais estruturas separadamente nos mix. Por outro lado, a observação de grânulos de amido intactos, principalmente na amostra obtida a 70 °C, sugere que a polpa de banana verde como agente carreador agiu como um veículo para

facilitar o processo de secagem, mas não necessariamente na proteção dos compostos fenólicos sobre o calor.

5.5 ANÁLISE TÉRMICA

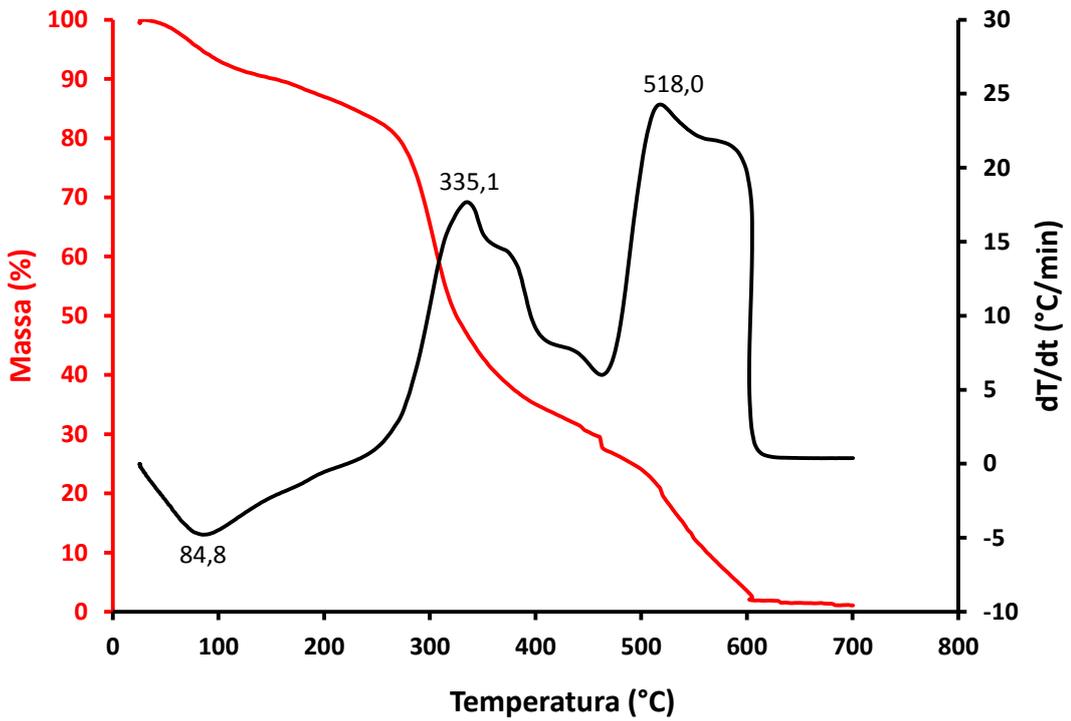
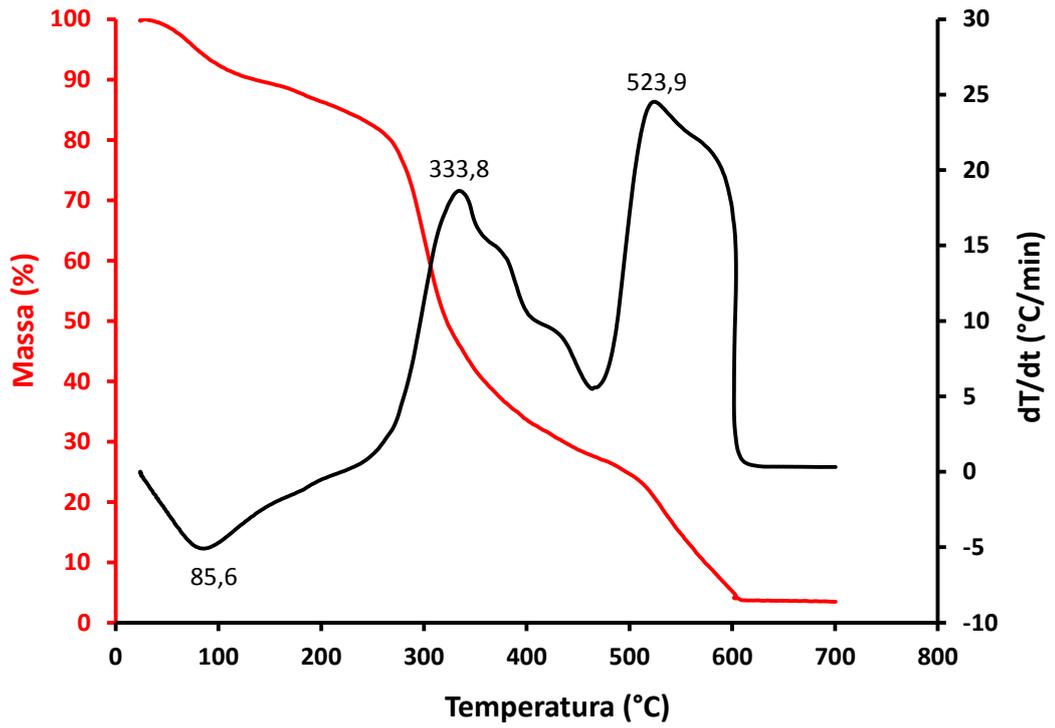
Análise térmica é o termo atribuído à um conjunto de técnicas que tem um princípio em comum: quando uma amostra é aquecida ou resfriada de acordo com uma programação controlada de temperatura, alguma propriedade física ou química pode ser observada e registrada (WENDLANT, 1986). As técnicas termoanalíticas utilizadas neste trabalho foram: termogravimetria (TG) e análise térmica diferencial (ATD).

A termogravimetria é a técnica na qual a variação de massa de um material é medida em função da temperatura (aquecimento ou resfriamento). O registro é a curva termogravimétrica ou curva TG, através da qual é possível obter conclusões quanto a estabilidade térmica e composição da amostra (IONASHIRO, 2005).

A análise térmica diferencial é uma técnica de medição contínua das temperaturas da amostra e de um material de referência termicamente inerte, à medida que ambos vão sendo aquecidos ou resfriados em um forno. Estas medições de temperatura são diferenciais pois é registrada a diferença entre a temperatura do material de referência (T_r) e da amostra (T_a), ou seja, ($T_r - T_a = \Delta T$) em função da temperatura ou do tempo, dado que o aquecimento ou resfriamento são sempre feitos em ritmo linear ($dT/dt = Cte$) (IONASHIRO, 2005).

A Figura 16 mostra as curvas TG/ATD dos mix banana verde e açaí com CPS obtidos nas diferentes temperaturas de secagem. As três amostras apresentaram perfis muito similares, onde as curvas mostram perdas de massa em três etapas: uma desidratação e duas decomposições.

As curvas de ATD apresentaram um pico descendente endotérmico em torno de 84,8 a 89,1°C provavelmente associado à desidratação das amostras.



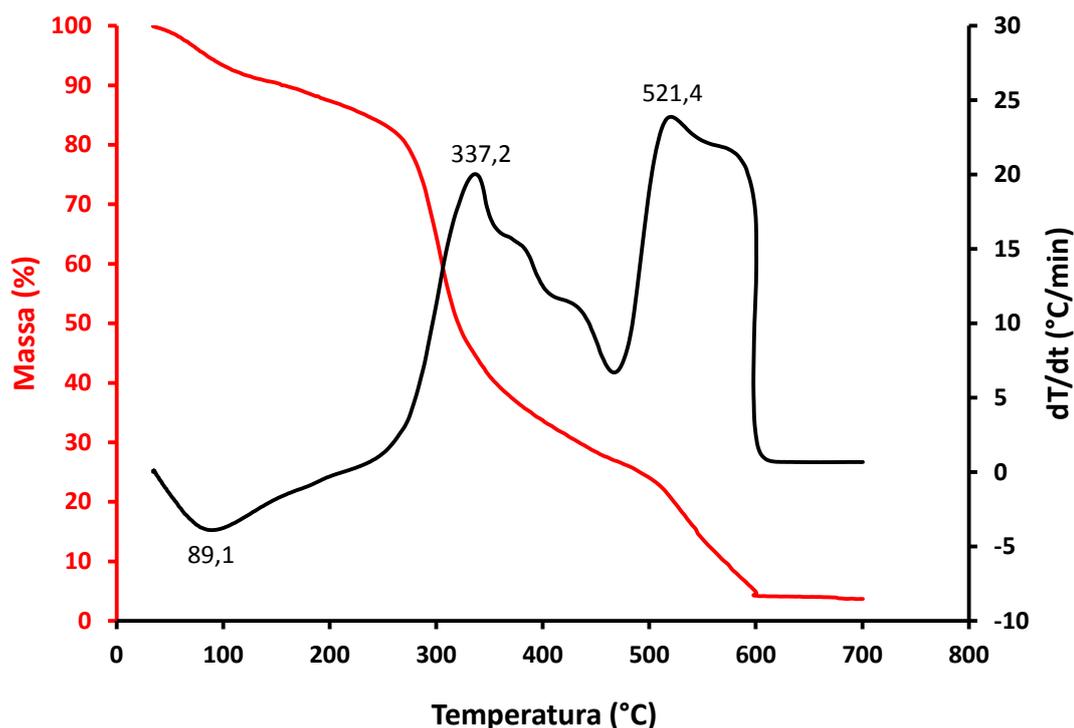


Figura 17 Curvas de TG/ATD dos produtos em pó obtidos nas temperaturas de 70 °C (A), 80 °C (B) e 90 °C (C)

As curvas de ATD dos pós apresentaram dois picos exotérmicos nas temperaturas em torno de 335 e 520 °C, que de acordo com Teixeira et al. (2009) estão associados com o início da decomposição térmica do amido e da celulose (primeira fase) e com a degradação da lignina e de resíduos carbonáceos na segunda fase. Num primeiro momento a alteração estrutural do amido leva à formação de pirodextrinas e em temperaturas mais elevadas, a despolimerização das macromoléculas levam à formação de produtos de baixa massa molecular, como levoglucosana, furfural, compostos voláteis e cinzas. Dentre os resíduos podem haver também produtos da reação de Maillard, devido a interação entre aminoácidos e açúcares redutores (lactose) provenientes do CPS (ADEBOWALE; AFOLABI; OLU-OWALABI, 2006).

De acordo com Boye e Alli (2000) uma mistura α -lactoalbumina/ β -lactoglobulina apresenta dois picos de temperatura de desnaturação a 37,5 °C (correspondente a desnaturação da α -lactoalbumina) e a 69,1 °C (relacionada à β -lactoglobulina). Nos termogramas obtidos para os produtos em pó não foram detectados picos nesta faixa de temperatura, podendo indicar que as proteínas do CPS já estavam desnaturadas antes mesmo da análise. O processamento e secagem durante a obtenção dos pós podem ter provocado a desnaturação das proteínas do CPS.

A perda de massa total na faixa de temperatura estudada para os pós foi de 96,52, 98,92 e 96,31% para secagem a 70, 80 e 90 °C, respectivamente. Após o segundo intervalo de decomposição todas as amostras apresentaram massa final próxima a zero. É possível observar que as temperaturas em que ocorrem os eventos térmicos são bem próximas entre os mixes, o que pode indicar que a temperatura de secagem não afetou significativamente as propriedades térmicas dos produtos.

6 CONCLUSÃO

Todos os produtos em pó obtidos apresentaram umidade dentro dos limites preconizados pela legislação brasileira, assim como, estão inseridos na faixa de aa segura microbiologicamente ($aa < 0,60$).

Os produtos em pó de banana verde e açaí com CPS podem ser considerados ricos em proteínas devido à adição da proteína do soro do leite na sua formulação.

Os pós apresentaram baixa densidade aparente, baixa solubilidade e higroscopicidade não sendo adequado para utilização em alimentos instantâneos preparados em temperatura ambiente, entretanto podem ser utilizados como ingredientes em alimentos processados como produtos de panificação, sobremesas, biscoitos, bebidas e produtos lácteos.

Em relação à cor, os pós apresentaram cor característica da polpa de açaí. Valores de variação total da cor (ΔE^*) elevados que mostraram a forte influência da secagem sobre este parâmetro sobretudo para os pós obtidos a 80 e 90 °C.

Os pós, com destaque para a secagem a 70 °C, podem ser considerados boas fontes de compostos fenólicos e antocianinas. Os pós obtidos nas temperaturas de secagem mais elevadas (80 e 90 °C) apresentaram menor retenção destes compostos, sendo as antocianinas as mais afetadas devido a sua reconhecida sensibilidade à elevada temperatura.

Os pós apresentaram valores relevantes para capacidade antioxidante, principalmente para a secagem a 70 °C. A maior parte da capacidade antioxidante foi atribuída às antocianinas presentes nos pós.

Com base nos resultados das análises de difração de raios-X é possível afirmar que todos os mixes apresentaram cristalinidade característica de grânulos de amidos.

A análise de morfologia mostrou uma microestrutura heterogênea para todos os produtos em pó, mas principalmente para a secagem a 70 °C com grânulos de amido facilmente distinguíveis ao contrário dos pós obtidos a 80 e 90 °C com microestruturas mais homogêneas. Desta forma é possível concluir que a temperatura do ar de secagem afetou a estrutura dos produtos de forma diferenciada, além disso, nas secagens a 80 e 90 °C pode ter ocorrido uma gelatinização parcial dos grânulos de amidos de banana verde.

Na análise térmica foram detectados picos características de produtos amiláceos, sendo observada elevada estabilidade térmica dos mixes já que as reações de decomposição tiveram início acima dos 300 °C.

REFERÊNCIAS

ABE, L. T.; MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007.

ADEBOWALE K.O.; AFOLABI. T.A.; OLU-OWOLABI, B.I. Functional, physicochemical and retrogradation properties of sword bean (*Canavalia gladiata*) acetylated and oxidized starches. **Carbohydrate Polymers**, n. 65, p. 93–101, 2006.

ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 24(1): 114-119, jan.-mar. 2004.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, Essex, v. 44, n. 7, p. 2.155-2.159, 2011.

ALMEIDA, D. P.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; MENDES, U. C. Higroscopicidade das sementes de feijão adzuki. **Científica**, Jaboticabal, v.41, n.2, p.130–137, 2013.

ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; SAURA-CALIXTO, F. D.; RUFINO, M. S. M.; PÉREZ-JIMENEZ, J. Compostos com propriedades funcionais em frutas. **II Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita**, p. 179 – 187, 2007.

AHMED, M.; AKTER, M. S.; LEE, J. C.; EUN, J. B. Encapsulation by spray drying of bioactive components, physicochemical and morphological properties from purple sweet potato. **LWT - Food Science and Technology**, Zurich, v. 43, n. 9, p. 1307-1312, 2010.

ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO, T. F.; BOLINI, H. M. A. Skim yogurts added by whey protein concentrate: texture profile, syneresis and sensorial analysis. **Alimentos e Nutrição**, Marília, v. 15, n. 2, p. 105-114, 2004.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists International. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 17th ed. Washington: AOAC, 1997.

ASP, N.G. Resistant Starch-Proceedings from the second plenary meeting of EURESTA: European FLAIR Concerted Action, 11 on physiological implications of the consumption of resistant starch in man. Preface. **European Journal of Clinical Nutrition**. v.46, S1, 1992.

AZEVEDO, J. C. S. **Estratégias de obtenção do corante do jambo vermelho (*Syzygium malaccense*) e avaliação de sua funcionalidade**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

BECKER, E. M.; NISSEN, L. R.; SKIBSTED, L. H. Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects review. **Eur. Food. Res. Technol.**, v. 219, p. 561-571, 2004.

BELLO-PERÉZ, L. A.; AGAMA-ACEVEDO, E.; SANCHEZ-HERNANDEZ, L.; PAREDES-LÓPEZ, O. Isolation and partial characterization of banana starches. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 47:854-857, 1999.

BEMILLER, J. N.; HUBER, K. C. Carboidratos. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. Tradução Adriano Brandelli [et al.]. 4 ed. Porto Alegre: Artmed. P. 75-130, 2010.

BENALI, M.; AMAZOUZ, M. Drying of vegetable starch solutions on inert particles: quality and energy aspects. **Journal of Food Engineering**, v.74, n.4, p.484-489, 2006.

BEZERRA, C. V.; AMANTE, E. R.; OLIVEIRA, D. C.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. Green banana (*Musa cavendishii*) flour obtained in spouted bed – Effect of drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch. **Industrial Crops and Products**, 41 (2013) 241– 249.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Varela. 238 p. 2003.

BORGUINI, R. G.; SILVA, M. V. Características físico-químicas e sensoriais do tomate (*lycopersicon esculentum*) produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v.16, p.355-361, 2005.

BOYE; J.I., ALLI, I. Thermal denaturation of mixture of α -lactoalbumin and β -lactoglobulin : a differential scanning calorimetric study. **Food Research International**, 33,673-682, 2000.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. **Regulamento Técnico sobre a Informação Nutricional Complementar**. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de janeiro de 1998.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 1, de 07 de janeiro de 2000**. Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta. 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº263 de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília 22 ago. 2005.

CABRAL, R. A. F.; TELIS-ROMERO, J.; TELIS, V. R. N.; GABAS, A. L.; FINZER, J. R. D. Effect of apparent viscosity on fluidized bed drying process parameters of guava pulp. **Journal of Food Engineering**, 80, p. 1096–1106, 2007.

CAI, Y.Z; CORKE, H. Production and Properties of Spray-dried Amaranthus Betacyanin Pigments. **Journal of Food Science: Sensory and Nutritive Qualities of Food**. Vol.65, nº06, 1-5 p, 2000.

CLAS, S. D.; DALTON, C. R.; HANCOCK, B. C. Differential scanning calorimetry: applications in drug development. **PSTT**, v.2, n.8, p. 311-320, 1999.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, Dezembro 2010.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P.C.; RAMOS, A.M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Oxford, v. 6, n. 4, p. 420-428, 2005.

CHATTERTON, D. E. W. et al. Bioactivity of β -lactoglobulin and α -lactalbumin: technological implications for processing. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 11, p. 1229-1240, 2006.

CASTAÑEDA-OVANDO, A; PACHECO-HERNÁNDEZ, M.L; PAÉZ-HERNÁNDEZ, M.E; RODRÍGUEZ, J.A; GÁLAN-VIDAL, C.A. Chemical studies of anthocyanins: A review. **Food Chemistry**. n°113, 859-871 p, 2009.

CHERIEGATE, A. P. S. C. **Análise microestrutural da polpa de amora-preta (*Rubus spp.*) co-cristalizada por sacarose**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 51 p.

CEREDA, M.P.; FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, J.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; VILPOUX, D.F.; SARMENTO, S.B.S. **Propriedades gerais do amido**. Campinas, Fundação Cargill, 2001.

CHAMP, M.; FAISANT, N. Resistant starch: analytical and physiological aspects. **Boletim SBCTA**, v. 30, n.1, p. 37- 43, 1996.

CHEGENI, G. R.; GHOBADIAN, B. Effect of spray-drying conditions on physical properties of orange juice powder. **Drying Technology**, 23, 657–668. 2005.

CHEYNIER, V. Polyphenols in foods are more complex than often thought. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, supl., p. 223S-229S, 2005.

CHO, S. S.; DREHER, M. L. **Handbook of Dietary Fiber**. New York, NY: Marcel Dekker, Inc., 2001.

CIPRIANO, P. A. **Antocianinas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e casca de jaboticaba (*Myrciariajaboticaba*) na formulação de bebidas isotônicas**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 131 p., 2011.

CONSTANT, P.B.L.; STRINGHETA, P.C. Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Boletim SBCTA**, v.36, n.1, p.12-18, 2002.

CORRADINI, E.; LOTTI, C.; MEDEIROS, E. S.; CARVALHO, A. J. F.; CURVELO, A. A. S.; MATTOSO, L. H. C. Estudo comparativo de amidos termoplásticos derivados do milho com diferentes teores de amilose. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, vol. 15, n° 4, p. 268-273, 2005.

CRUZ, A. P. G. **Avaliação do efeito da extração e da microfiltração do açaí sobre sua composição e atividade antioxidante**. 2008. 104f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, agosto 2008.

DEL POZO-INSFRAN, D.; BRENES, C. H.; TALCOTT, S. T. Phytochemical composition and pigment stability of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Journal of Food Chemistry**, v.52, p.1539-1545, 2004.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Amherst, v. 40, n. 3, p. 173-289, 2002.

DENARDINI, C. C.; SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.945-954, mai-jun, 2009.

DESAI, K. G. H.; PARK, H. J. Recent developments in microencapsulation of food ingredients. **Drying Technology**, London, v. 23, n. 7, p. 1361-1394, 2005.

DUARTE, C. R. **Estudo experimental e de simulação da fluidodinâmica e recobrimento em leite de jorro**. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2006.

EMBRAPA. **Sistema de Produção da Bananeira Irrigada**. Sistemas de Produção, 4. Embrapa Semiárido. Versão Eletrônica, Jul/2009.

EMBRAPA. **Sistema de Produção do Açaí**. Sistemas de produção, 4 - 2ª Edição. Versão eletrônica. Embrapa Amazônia Oriental. Dez/2006.

ENGLYST, H. N.; KINGMAN, S. M.; CUMMINGS, J. H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European Journal of Clinical Nutrition**. v. 46, n. 2, p. S33–50, 1992.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Faostat**, 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org.br/>>. Acesso em: 13 fev. 2013.

FERRARI, C. C.; GERMER, S. P. M.; ALVIM, I. D.; VISSOTTO, F. Z.; AGUIRRE, J. M. Influence of carrier agents on the physicochemical properties of blackberry powder produced by spray drying. **International Journal of Food Science & Technology**, Malden, v. 47, n. 6, p. 1237-1245, 2012.

FREIRE, J. T., SARTORI, D. J. M. Editores, **Tópicos especiais em sistemas particulados**. São Carlos, Editora da UFSCar, 330p, 1992.

FREITAS, M. C. J.; TAVARES, D. Q. Caracterização do grânulo de amido de banana (*Musa* AAA-Nanicão e *Musa* AAB Terra). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 2005.

GALLORI, S.; BILIA, A. R.; BERGONZI, M. C.; BARBOSA, L. R.; VINCIERI, F. F. Polyphenolic constituents of fruit pulp of *Euterpe oleracea* Mart. (açai palm). **Chromatographia**, 59, pp. 739–743, 2004.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. **Biochemical Engineering Journal**, 14(3), 217–225. 2003.

GOULA, A. M.; ADAMOPOULOS, K. G. Spray drying of tomato pulp: Effect of feed concentration. **Drying Technology**, Philadelphia, v. 22, n. 10, p. 2309-2330, 2004.

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

GUERRA, R. B.; NEVES, E. C.; PENA, R. S. Caracterização e processamento de leite bubalino em pó em secador por nebulização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 443-447, 2005.

GUIMARÃES, W.; ALVES, M. I. R. A.; FILHO, N. R. A. Antocianinas em extratos vegetais: aplicação em titulação ácido-base e identificação via cromatografia líquida/espectrometria de massas. **Química Nova**, Vol. 35, No. 8, 1673-1679, 2012.

GRBAVIIC, Z. B.; VUKOVIC, D. V.; HADZISMAJLOVIC, D. Z. E.; GARIC, R. V. Prediction of maximum spoutable bed height in spout – fluid beds. **The Canadian Journal of Chemical Engineering**, Ottawa, v. 69, p. 386-389, Feb. 1991.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays – review. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 53, p. 1841-1856, 2005.

IONASHIRO, M. **Fundamentos de Termogravimetria e Análise térmica Diferencial / Calorimetria Exploratória Diferencial**. 1. ed. São Paulo: Giz, 2005, 80p.

JENKINS, D. J. A.; VUKSAN, V.; KENDALL, C. W. C.; WURCH, P.; JEFFCOAT, R.; WARING, S.; MEHLING, C. C.; VIGDEN, E.; AUGUSTIN, L. S. A.; WONG, E. Physiological effects of resistant starches on fecal bulk, short chain fatty acids, blood lipids and glycemic index. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 17, n. 6, p. 609-16; 1998.

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

LABUZA, T. P. The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. **Food Technology**, Chicago, v.34, n.4, p.36-41, 1980.

LAGO-VANZELA, E. S.; DA-SILVA, R.; GOMES, E.; GARCÍA-ROMERO, E.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Phenolic composition of the brazilian seedless table grape varieties BRS Clara and BRS morena. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. Vol. 59, 8314-8323 p, 2011.

LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; CEREDA, M. P.; CAMARA, F. L. A. Extração e caracterização de amido de jacaupé (*Pachyrhizus ahipa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 2003, vol.23, n.3.

LICHTENTHALER, R.; BELANDRINO, R.; MAIA, J.; PAPAGIANNPOULOS, M.; FABRICIUS, H.; MARX, F. Total antioxidant scavenging capacities of Euterpe oleracea Mart. (açai) fruits. **International Journal of Food Science and Nutrition**, 56, 53–64. 2005.

LOBO, A. R.; SILVA, G. M. L. S. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista de Nutrição**. v. 16 n. 2, 2003.

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

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

McGUIRRE, R.G. Reporting of objective color measurements, **Hort Science**, v.27, p. 1254-1255, 1992.

MELO, A. F. M.; SANTOS, E. J. V.; SOUZA, L. F. C.; CARVALHO, A. A. T.; PEREIRA, M. S. V.; HIGINO, J. S. Atividade antimicrobiana in vitro do extrato de *Anacardium occidentale* L. sobre espécies de *Streptococcus*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. 16: 202-205. 2006.

MENEZES, E. M. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S.; Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amazonica**. Vol. 38(2) 311-316, 2008.

MENEZES, A.C.S. **Desenvolvimento de bebida láctea fermentada à base de soro de leite e polpa de cajá (*Spondias Mombin* L.) com potencial atividade probiótica**. 2011. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MESQUITA, F.R. et al. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1114-1121, 2007.

MODLER, H.W. **Milk processing**. In: NAKAI, S.; MODLER, H.W. (Ed.). Food proteins: processing applications. Canada: Wiley-VCH, 2000. p.1-88.

NASCENTE, A. S.; COSTA, J. N. M.; COSTA, R. S. C. **Cultivo da banana em Rondônia. Embrapa Rondônia**. Sistemas de Produção, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/CultivodaBananaRO/autos.htm>>. Acesso em: 01/03/2013.

NASCIMENTO, R. J. S.; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p. 498-502, Junho 2008.

NEIDA, S.; ELBA, S. Caracterización del açaí o manaca (*Euterpe oleracea* Mart.): um fruto del amazonas. **Archivos latinoamericanos de nutrición**, v.57 n.1, p.94-98, 2007.

NETO, R.B. Raios X. In: **Técnicas de caracterização de polímeros**. CANEVAROLO, S.V. Artliber Editora Ltda. 448P. 2004.

NEVES, B.S. **Aproveitamento de subprodutos da indústria de laticínios**. In: EMBRAPA GADO DE LEITE. Sustentabilidade da pecuária de leite no Brasil: qualidade e segurança alimentar. Juiz de Fora, MG, 2001. p.97-108.

OLIVEIRA, M. I. S.; TONON, R.V.; NOGUEIRA, R. I.; CABRAL, L. M .C. Estabilidade da polpa de morango atomizada utilizando diferentes agentes carreadores. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 4, p. 310-318, out./dez. 2013

PACHECO-PALENCIA, L. A.; HAWKEN, P.; TALCOTT, S. T. Juice matrix composition and ascorbic acid fortification affects on the phytochemical, antioxidant and pigment stability of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Food Chemistry**, v.105, p.28-35, 2007.

PACHECO-PALENCIA, L.A.; DUNCAN, C.E.; TALCOTT, S.T. (2009) Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açaí species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatória*. **Food Chemistry**. v.115, p.1199–1205.

PALLAI, E.; SZENTMARJAY, T.; SZIJJÁRTÓ, E. Effect of partial processes of drying on inert particles on product quality. **Drying Technology**, New York, v. 19, n. 8, p. 2019-2032, 2001.

PORTINHO, J. A.; ZIMMERMANN, L. M.; BRUCK, M. R. Efeitos Benéficos do Açaí. **International Journal of Nutrology**, v.5, n.1, p. 15-20, jan./abr. 2012.

RAMOS, D. P.; LEONEL, M.; LEONEL, S. Amido resistente em farinhas de banana verde. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v.20, n.3, p. 479-483, jul./set. 2009.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M. and RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay Free Radical. **Biology & Medicine**, Vol. 26, n. 9/10, p. 1231–1237, 1999.

RIBAS, A. I.; CÁNOVAS, G. V. B.; GARZA, S. G.; AÑÓ, V. G. **Métodos experimentales en La ingeniería alimentaria**. Zaragoza (Espanha): Acribia, 2000. 292 p.

ROCHA. **Secagem em leite de jorro do mix banana verde e açaí: influência da composição da mistura na qualidade do produto**. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

ROCHA, A. P. T. **Estudo do processo de recobrimento contínuo de extratos fitoterápicos secos em leite de jorro**. 2006. 149p. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2006.

ROCHA, S.T.; DEMIATE, M.I.; FRANCO, L.C.M. Características estruturais e físico-químicas de amidos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.620-628, 2008.

RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S. L.; ISLAS-HERNÁNDEZA, J. J.; AGAMA-ACEVEDO, E.; TOVARB, J.; BELLO-PÉREZ, L. A. Characterization of fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. **Food Chemistry**, v. 107, p. 1515-1521, 2008.

ROSSO, V. V.; HILLEBRAND, S.; MONTILLA, E. C.; BOBBIO, F. O.; WINTERHALTER, P.; MERCADANTE, A. Z. Determination of anthocyanins from acerola (*Malpighia emarginata* DC.) and açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) by HPLC–PDA–MS/MS. **Journal of Food Composition and Analysis**. 21 291–299, 2008.

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

ROSENTHAL, F.R.T., MELLO, A.P. ; PELEGRINO, S.L.; NAKAMURA, T. Amido de mandioca. 2. Estudo de estrutura em variedades de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Tecnologia**, v. 4, p. 7-17, 1973.

SAJILATA, M.G.; SINGHAL, R.S.; KULKARNI, P.R. Resistant starch – a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 5, n. 1, p. 1-17, 2006.

SANTOS, G. M.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M. C. C.; FIGUEIREDO, R. W.; PRADO, G. M. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). **Archivos latinoamericanos de nutricion**. Vol. 58 N° 2, 2008.

SCHAUSS, A. G.; WU, X.; PRIOR, R. L.; OU, B.; PATEL, D.; HUANG, D.; KABABICK, J. P. Phytochemical and nutrient composition of freeze-dried Amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* Mart. (açaí). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p.8598-8603, 2006.

SCHRECKINGER, M. E.; LOTTON, J.; LILA, M. A.; DE MEJIA, E. G. Berries from south america: A comprehensive review on chemistry, health potential and commercialization. **Journal of Medicinal Food**, v. 13, n. 2, p. 233-246, Apr 2010.

SCHWARTZ, S. J.; VON ELBE, J. H.; GIUST, M. M. Corantes. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. Tradução Adriano Brandelli [et al.]. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. P. 445-498.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications**. Estados Unidos: Technomic Publishing, 1995. 331p.

SHAHIDI, F. e NAZCK, M. Extration and analysis of phenolics in food review. **Journal of Chromatography**, v. 1054, p. 95-111, 2004.

SILVA, J. A. **Tópicos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 227 p. 2000.

SILVA, D. F. P.; CABRINI, E. C.; ALVES, R. R.; SALOMÃO, L.C.C. Uso do ácido ascórbico no controle do escurecimento do pericarpo de lichia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 618-627, 2010.

SINGLETON, V .L; ROSSI, J.A, Jr. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, p. 144-158, 1965.

SOUZA, A. S.; BORGES, S. V.; MAGALHÃES, N. F.; RICARDO, H. V.; CEREDA, M. P.; DAIUTO, E. R. Influence of spray drying conditions on the physical properties of dried pulp tomato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 291-294, 2009.

TANG, H.; MITSUNAGA, T.; KAWAMURA, Y. Molecular arrangement in blocklets and starch granule architecture. **Carbohydrate Polymers**, nº 63, p. 555-560, 2006.

TARUNA, I; JINDAL, V. K. Drying of soy pulp (okara) in a bed of inert particles. **Drying Technology**. v.20 n.4-5, p.1035-1051. 2002.

TEIXEIRA, L. N; STRINGHETA, P. C; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Ceres**. Vol. 55, nº4, 297-304 p, 2008.

TEIXEIRA, E. M.; PASQUIN, D.; CURVELO, A.A.S.; CORRADINI, E.; BELGACEM, M.N.; DUFRESNE, A. Cassava bagasse cellulose nanofibrils reinforced thermoplastic cassava starch. **Carbohydrate Polymers**, 28, 422-431. 2009.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influence of process conditions on the physicochemical properties of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced by spray drying. **Journal of Food Engineering**.88 411-418, 2008.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açai em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 444-450, jun./Jul. 2009.

VANDEPUTTE, G. E.; DELCOUR, J. A. From sucrose to starch granule to starch physical behavior: a focus on rice starch. **Carbohydrate Polymers**, v.58, p.245-266, 2004.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**. 2008;111(4):816-23.

WADA, M.; KIDO, H.; OHYAMA, K.; ICHIBANGASE, T.; KISHIKAWA, N.; OHBA, Y.; NAKASHIMA, M. N.; KURODA, N.; NAKASHIMA, K. Chemiluminescent screening of quenching effects of natural colorants against reactive oxygen species: Evaluation of grape seed, monascus, gardênia and red radish extracts as multi-funcional food additives. **Food Chemistry**, v. 101, p. 980-986, 2007.

WALISZEWSK, K. N.; APARÍCIO, M. A.; BELLO, L. A.; MONROY, J. A. Changes of banana starch by chemical and physical modification. **Carbohydrate Polymers**, 52: 237-42, 2003.

WALTON, D. E. The morphology of spray-dried particles a qualitative view. **Drying Technology**, v. 18, n. 9, p. 1943-1986, 2000.

WENDLANDT, W. W. **Thermal analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1986.

WROLSTAD, R. E.; DURST, R. W.; LEE, J. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p. 423-428, 2005.

YUE, P.; WARING, S. Resistant starch in food applications. **Cereal Food World**, v. 43, n. 9, p. 690-695, 1998.

ZHANG, G.; HAMAKER, B. R. Banana starch structure and digestibility. **Carbohydrate polymers**. 87:552-1558, 2012.

ZULETA, A.; ESTEVE, M. J.; FRASQUET, I.; FRÍGOLA, A. Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain **Food Chemistry**, v. 103, p. 1365-1374, 2007.

ANEXO 1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS CL3984

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Alibra CL 3984

Composto Lácteo

1. DESCRIÇÃO DO PRODUTO

O composto lácteo Alibra CL 3984 é um produto contendo proteínas do soro de leite de alto valor nutricional formulado para aplicações na indústria alimentícia.

2. INGREDIENTES

Concentrado protéico de soro de leite e leite em pó desnatado. **NÃO CONTÉM GLÚTEN.**

3. ESPECIFICAÇÕES

3.1. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

- Pó uniforme sem grumos.
- Sabor e odor lácteos, característicos.
- Cor: branco a amarelado.
- Boa dissolução.

3.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Contagem Padrão de Mesófilos (UFC/g)	< 50.000
Coliformes à 30°C (UFC/g)	< 100
Coliformes à 45°C (UFC/g)	< 10
Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	< 100
Bolores e Leveduras (UFC/g)	< 50

3.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

pH (solução 10%)	6,1 a 6,7
Acidez Titulável (% ác. Láctico)	1,0 a 2,0
Umidade (%)	Max 5,0
Lipídeos (%)	Max 4,0
Proteínas (%)	Min 33
Lactose (%)	Aprox 48
Cinzas (sais minerais) (%)	Max 8,0
Partículas Queimadas (ADPI)	Max Disco B

4. APLICAÇÃO

Pode ser utilizado para várias aplicações na indústria de alimentos tais como shakes e bebidas, entre outros, em diferentes níveis, dependendo dos resultados desejados.

5. INFORMAÇÕES NUTRICIONAIS

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL	
Porção de 100g	
Valor Energético	370 kcal / 1549 kJ
Carboidratos	50 g
Proteínas	34 g
Gorduras totais	4,0 g
Gorduras saturadas	1,0 g
Gorduras trans	0 g
Fibras alimentares	0 g
Cálcio	595 mg
Ferro	0,90 mg
Sódio	461 mg

6. ARMAZENAMENTO/CONSERVAÇÃO

Na embalagem original, à temperatura ambiente, ao abrigo da luz e calor, em local fresco, seco e arejado.

7. VALIDADE

12 meses a partir da data de fabricação, quando estocado nas condições recomendadas.

8. EMBALAGEM

Sacos de papel multifolhados, com saco de polietileno interno, contendo 25 kg.

9. TRANSPORTE

Transportar em veículo limpo, protegido contra umidade e calor, não devendo ser transportado com outros materiais que possam de alguma forma contaminar o produto.

10. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Nº do Registro - SIF/MAPA DIPOA sob nº 0097/4080 - Código - CL - 3984

alibra ingredientes ltda

R. Pedro Stancato, nº 320 – Bairro Amarais – Campinas – SP / Brasil – CEP 13082-050 - Tel.: 55 (19) 3716-8888 – FAX: 55 (19) 3246-1800
<http://www.alibra.com.br> e-mail: alibra@alibra.com.br

As informações contidas nesse documento expressa o melhor de nosso conhecimento do produto. A Alibra Ingredientes Ltda reserva-se o direito de modificar as especificações do produto.
ET398- CL 3984-02

Pág. 01/01

ANEXO 2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS CL3986

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Alibra CL 3986

Composto Lácteo

1. DESCRIÇÃO DO PRODUTO

O composto lácteo Alibra CL 3986 é um produto lecitinado, contendo um elevado conteúdo de proteínas do soro de leite, obtendo-se como resultado um produto com facilidade de dissolução e boa solubilidade para diversas aplicações na indústria alimentícia.

2. INGREDIENTES

Concentrado protéico de soro de leite, leite em pó desnatado e emulsificante lecitina de soja. **NÃO CONTÉM GLÚTEN.**

3. ESPECIFICAÇÕES

3.1. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

- Pó uniforme sem grumos.
- Sabor e odor lácteos, característicos.
- Cor: branco a amarelado.
- Boa dissolução.

3.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Contagem Padrão de Mesófilos (UFC/g)	< 50.000
Coliformes à 30°C (UFC/g)	< 100
Coliformes à 45°C (UFC/g)	< 10
Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	< 100
Bolores e Leveduras (UFC/g)	< 50

3.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

pH (solução 10%)	6,0 a 6,6
Umidade (%)	Max. 4,5
Lípídeos (%)	Max. 8,0
Proteínas (%) (base seca)	Min. 80,0
Proteínas (%)	Min. 75,0
Lactose (%)	Max. 5,0
Cinzas (sais minerais) (%)	Max. 3,5
Partículas Queimadas (ADPI)	Max. Disco B

4. APLICAÇÃO

Pode ser utilizado para várias aplicações na indústria de alimentos como produtos de panificação, sobremesas, confeitaria, laticínios, snack, entre outros, em acordo com as boas práticas de fabricação.

5. INFORMAÇÕES NUTRICIONAIS

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL	
Porção de 100g	
Valor Energético	406 kcal / 1698 kJ
Carboidratos	7,4 g
Proteínas	76 g
Gorduras totais	7,7 g
Gorduras saturadas	3,5 g
Gorduras Poliinsaturadas	1,2 g
Gorduras Monoinsaturadas	1,6 g
Gorduras trans	0 g
Colesterol	213 mg
Fibras alimentares	0 g
Cálcio	404 mg
Ferro	1,4 mg
Sódio	202 mg
Potássio	570 mg
Magnésio	60 mg
Fósforo	290 mg
Vitamina A	129 mcg

PERFIL DE AMINOÁCIDOS

Aminoácido	g/100g de proteína	Aminoácido	g/100g de proteína
Ácido Aspártico	10,2	Tirosina	2,3
Treonina	5,3	Fenilalanina	2,6
Serina	3,8	Histidina	1,4
Ácido glutâmico	13,9	Lisina	6,5
Glicinia	1,4	Arginina	1,8
Alanina	3,8	Prolina	4,5
Valina	4,4	Cistina	2,2
Isoleucina	4,7	Metionina	1,9
Leucina	7,8	Triptofano	1,8

6. ARMAZENAMENTO/CONSERVAÇÃO

Na embalagem original, à temperatura ambiente, ao abrigo da luz e calor, em local fresco, seco e arejado.

7. VALIDADE

12 meses a partir da data de fabricação, quando estocado nas condições recomendadas.

8. EMBALAGEM

Sacos de papel multifolhados, com saco de polietileno interno, contendo 20 kg.

9. TRANSPORTE

Transportar em veículo limpo, protegido contra umidade e calor, não devendo ser transportado com outros materiais que possam de alguma forma contaminar o produto.

10. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Nº do Registro - SIF/MAPA DIPOA sob nº 0098/4080 - Código - CL - 3986

alibra ingredientes ltda

R. Pedro Stancato, nº 320 - Bairro Amarais - Campinas - SP / Brasil - CEP 13082-050 - Tel.: 55 (19) 3716-8888 - FAX: 55 (19) 3246-1800
<http://www.alibra.com.br> e-mail: alibra@alibra.com.br

As informações contidas nesse documento expressa o melhor de nosso conhecimento do produto. A Alibra Ingredientes Ltda reserva-se o direito de modificar as especificações do produto.
 ET439 - CL 3986-03

Pág. 01/01