BIBLIOTECA DO INPA

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
Programa de Pós-Graduação em
Agricultura no Trópico Úmido - ATU

Efeito do branqueamento na qualidade da polpa do açaí (*Euterpe precatoria* Mart.)

Emanoel Afonso Silva Leite

MANAUS-AM,

Novembro de 2010

T
664.828
L533e

BIBLIOTECA DO INPA

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
Programa de Pós-Graduação em
Agricultura no Trópico Úmido - ATU

Efeito do branqueamento na qualidade da polpa do açaí (*Euterpe precatoria* Mart.)

Emanoel Afonso Silva Leite

ORIENTADORA: Jerusa de Souza Andrade

FONTE FINANCIADORA: projeto interno INPA PRJ-154 "Tecnologia Bioquímica e Fisiologia Pós-colheita de Frutos da Amazônia" e projeto "Cadeia produtiva do açaí de Codajás", Edital 02/08 chamada pública do SEBRAE-NA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, área de concentração em Tecnologia de Produtos Agrícolas.

MANAUS-AM,

Novembro de 2010

L533 Leite, Emanoel Afonso Silva

Efeito do branqueamento na qualidade da polpa do açaí (*Euterpe precatoria* Mart.) / Emanoel Afonso Silva Leite. — Manaus : [s.n.], 2010.

xi, 34 f. : il. color.

Dissertação (mestrado)– INPA, Manaus, 2010

Orientador : Jerusa de Souza Andrade

Área de concentracão : Agricultura no Trópico Úmido

Sinopse:

Foram avaliadas as alterações químicas, microbiológicas e sensoriais na polpa de açaí quando e submetido há diferentes tempos e temperatura de branqueamento, com a finalidade de aumentar a qualidade da polpa de açaí.

Palavras-chave: Inativação térmica, Antocianinas, Controle de Qualidade, Peroxidase

INSTITUTO NACIONAL DE
PESQUISAS DA AMAZÔNIA
BIBLIOTECA
Nº REG. 0049
DATA 18.01.12
MFN
AQUIS. d

Biblioteca do INPA/AM
Reg. nº 12-0049

Dedico

O meu trabalho a DEUS e a MINHA FAMÍLIA (Mãe, Pai, Irmão e Irmã) pelo amor dedicado a mim.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, que me motivou em todos os momentos do meu trabalho e Nossa Senhora que sempre me protegeu com seu manto;

A minha família em especial a minha mãe Raimunda, meu pai Manoel e meu irmão João Leite, que sempre estiveram comigo em todos os momentos;

A banca examinadora pelas correções sugeridas

Ao PPGATU-INPA em especial a todos os professores pela minha formação profissional;

A CPTA-INPA que forneceu estrutura física, para execução do meu trabalho;

Ao laboratório de microbiologia de alimentos da FCF da UFAM pela realização das análises microbiológicas;

A FAPEAM que forneceu minha bolsa que permitiu me dedicar para meu trabalho;

Ao SEBRAE e a equipe do Projeto Cadeia produtiva do açaí de Codajás, que financiou o meu trabalho;

Aos meus colegas (Raimundo Souza, Carlos Victor, Lacione Maia, Danielle Milene, Shirley Gonçalves, Natasha Veruska, Robson Marinho e Kátia) dos diversos cursos de pós-graduação, que, ao dividir o Laboratório de Bioquímica de Alimentos e Fisiologia Pós-colheita e INPA multiplicaram a amizade e o companheirismo; Aos meus colegas do Mestrado ATU (Etevino, Elizabeti, Erica, Bianca, Jonh, Jone, Carlos Albero e Edinaldo) pela amizade e companheirismo;

Aos meus amigos do grupo RUAH (Marcelo, Angelica, Wendell, Vanessa, Bosco, Rivair, Walter, Elba, Romulo, Rosana, Elivandro, Paulo, Rita, Victor, Fabiola, Edival e Daniele) que sempre rezaram comigo me motivando a sempre seguir em frente;

A Luty e a Marta pela amizade que sempre se dedicaram a mim;

Ao Dr Edson Lessi uma homenagem ao meu eterno MESTRE;

Ao Falcão pela amizade e orientação em microbiologia de alimentos;

A Bety pela realização do experimento de microbiologia;

A Beatriz e a Keilane da secretaria do PPG-ATU do INPA, pelo apoio em todos os momentos;

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos

Para conseguir algo que você não tem, tem de fazer algo que você ainda não fez

Chico Xavier

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores médios das características físico-químicas e bioquímicas das polpas de açaí branqueado e do controle	18
Tabela 2	Contagens de microrganismos mesofilos a 35 °C, fungos filamentos e leveduras e coliformes totais e fecais em amostra de frutos de açaí branqueados e o controle	21
Tabela 3	Porcentagem de rendimento real e aparente das polpas de açaí branqueado e o controle	22
Tabela 4	Valores médios da composição química e do valora energético das polpas de açaí branqueadas e o controle.	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fluxograma de processamento para obtenção da polpa de açaí	6
Figura 2	Gráfico dos valores de pH das polpas de açaí branqueadas e o controle	19
Figura 3	Gráfico do perfil característico das polpas de açaí branqueado e do controle	24
Figura 4	Gráfico de aceitabilidade das polpas de açaí branqueado e do controle	25

RESUMO

A polpa de açaí produzida de forma artesanal comercializada nos grande centro da região norte do Brasil apresenta sérios problemas quanto à conservação e este fato está ligado ao manejo empregado ao fruto desde a colheita até o beneficiamento. Com isso este trabalho tem como objetivo aperfeiçoar o processo de obtenção da polpa de açaí (*Euterpe pecatoria*, Mart), utilizando o branqueamento do fruto como alternativa tecnológica. O efeito da temperatura e do tempo de branqueamento foi avaliado sobre as polpas de açaí, obtidas em escala de laboratório, com um experimento fatorial com seis tratamentos (60 e 70 °C x 20, 40 e 60 segundos) e um controle em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. As polpas foram avaliadas quanto aos: sólidos totais; antocianinas; atividade da peroxidase; acidez; pH; contagens de mesofilos a 35 °C, coliformes termotolerantes, fungos filamentosos e leveduras. Analisando os resultados do experimento foram selecionados dois tratamentos que foram comparados ao controle quanto ao rendimento aparente e real, composição química e atributos sensoriais do perfil característico e aceitabilidade das polpas de açaí. O branqueamento concentrou os constituintes das polpas causando aumento na acidez e redução o pH à medida que aumentou a temperatura e tempo. As antocianinas apresentaram perda, porém não significativa enquanto que, foi observado um aumento na atividade da peroxidase quando comparada ao controle. Quanto à carga microbiana inicial foi observado que os tratamentos com 70 °C apresentaram as maiores reduções acima de 99% para mesofilos a 35 °C e fungos filamentos e leveduras e 97% para coliformes termotolerantes. A análise dos dados indicou que os tratamentos 70 °C a 40 e 60 segundos foram os melhores tratamentos. Quando comparado ao controle, foi observado que o branqueamento causou uma redução na capacidade de extração dos sólidos dos frutos de 9,5 e 20,9 % para os tratamentos 70 °C por 40 e 60 respectivamente. Esses valores são condizentes com a composição das polpas obtidas, onde o controle apresenta o maior valor de rendimento e também de sólidos totais (lipídeos, proteína, carboidratos) seguidos dos tratamentos a 70 °C por 40 e 60, reduzindo assim, o valor energético das polpas. Não foi observado alterações no perfil característico e na aceitabilidade das polpas. Assim, conclui-se que o branqueamento do fruto do açaí é uma alternativa viável para melhorar a qualidade da polpa de açaí.

Palavra chave: Inativação térmica, Antocianinas, Controle de Qualidade, Peroxidase

ABSTRACT

The acai pulp produced in a craft market in the large center in northern Brazil, have serious problems with regard to conservation, this fact is linked to the management practices used on fruit from harvest to processing, thus this study aims to improve process of obtaining the açaí (Euterpe pecatoria Mart), using the bleaching of the fruit as an alternative technology. The effect of temperature and time of blanching was assessed on the pulp of acai obtained in laboratory scale with a factorial experiment with six treatments (60 and 70 ° C x 20, 40 and 60 seconds) and a control in a randomized design with three repetitions. The pulps were analyzed for total solids, anthocyanins, peroxidase activity and acidity, pH, mesophilic at 35 ° C, coliform organisms, filamentous fungi and yeast. Analyzing the results of the experiment were selected two treatments were compared to control as to yield gravity; chemical composition and sensory attributes of a characteristic and acceptability, the pulp of acai. The bleaching of pulp concentrated constituents causing an increase in acidity and pH reduction as we increased the temperature and time. The anthocyanins were lost, but no significant charm that has been shown to increase peroxidase activity compared to control. As for the initial microbial load was observed that treatments with 70 ° C showed the greatest reductions above 99% for mesophyll at 35 ° C and filamentous fungi and yeasts and 97% for thermotolerant coliforms. The data indicated that the treatments 70 to 40 ° C and 60 seconds were the best treatments. When compared with controls was observed that it was observed that the bleaching caused a reduction in pumping capacity of the solids of the fruits of 9.5 and 20.9% for treatment 70 ° C for 40 and 60 respectively, these values are consistent with The composition of the pulps obtained, where the control has the highest value of income also shows the highest levels of total solids (lipids, protein, carbohydrates), followed by 70 ° C treatments for 40 and 60, thereby reducing the energy value of the pulps, was not observed changes in the characteristic profile and acceptability of the pulp obtained. We can conclude that the bleaching of the fruit of the acai is a viable alternative to improve the quality of açaí.

Keyword: Thermal Inactivation, Anthocyanins, Quality Control, Peroxidase

SUMÁRIO

Agradecimentos v

Lista de Tabelas vii

Lista de Figuras vii

Resumo viii

Abstract ix

1. INTRODUÇÃO 1

2. OBJETIVOS 4

2.1. GERAL *4*

2.2 ESPECÍFICOS *4*

3. MATERIAL E MÉTODOS 5

3.1. Modelo do estudo *5*

3.2. Material *5*

3.3. Avaliação do tempo e temperatura de branqueamento *5*

3.3.1Obtenção das polpas de açaí em escala laboratorial 7

3.3.2. Análises físico-químicas e bioquímicas das polpas 8

3.3.3Análise microbiológica 11

3.4. Aplicação do branqueamento no processo de obtenção da polpa de açaí *12*

3.4.2 Rendimento 13

3.4.3. Composição química das polpas de açaí 13

3.4.4. Análise Sensorial 14

3.5 Estatística *17*

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 18

4.1. Alterações nas características físico-químicas e bioquímicas das polpas branqueadas e controle *18*

4.2. Alterações nas características microbiológicas das polpas branqueadas e controle *20*

4.3. Rendimento do açaí em polpa *22*

4.4. Composição química das polpas de açaí branqueadas e do controle *22*

4.5. Analise sensorial *24*

5. CONCLUSÕES 26

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 27

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é conhecida pela diversidade de ecossistemas que abrigam uma vasta variedade de fruteiras que tem grande importância econômica e cultural para a região, e muitas delas, ainda pouco estudadas. Algumas já são cultivadas, como o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e a pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth), e outras ainda são exploradas pelo extrativismo como o patauá (*Oenocarpus bataua* Mart.), camu camu (*Myrciaria dubia* McVaugh) e o açaí (*Euterpe spp.* Mart.).

Dentro do gênero *Euterpe* existem duas espécies de açaí, ou seja, a *E. precatoria* e a *E. oleracea* Mart. A semelhança entre os frutos e a polpa dessas duas espécies dificulta a diferenciação entre as mesmas. As principais diferenças referem-se à distribuição fitogeográfica e ao hábito de crescimento. O *E. precatoria* Mart. é monocaule e as populações ocorrem na Amazônia central e oriental enquanto o *E. oleracea* Mart. é cespitoso (forma touceira) e as populações ocorrem na região do baixo Amazonas e seu estuário.

Independente da espécie, os frutos de açaí (*Euterpe spp.* Mart.) que abastecem o mercado de polpas são procedentes do sistema extrativista. Na Amazônia, há safra durante todo o ano, pois o período de colheita varia de uma localidade para outra. Assim, com a variação cronológica e geográfica da safra e com a necessidade de manter constante o comércio de polpa fresca nos grandes centros consumidores, a cadeia produtiva do açaí se organiza com colheita e transporte de frutos de várias localidades abastecendo os grandes centros consumidores durante todo o ano (Castro, 1992).

Recentemente o consumo da polpa conquistou o interesse internacional, não só pelo sabor exótico, mas principalmente, em decorrência de sua composição fitoquímica estar

associada aos efeitos benéficos à saúde (Pacheco-Palencia; Talcott, 2010). Apesar de ser um produto industrializado, a produção de polpa ainda é artesanal. A grande maioria das polpas não apresenta padrão de qualidade exigido na legislação. Sousa *et al.* (2006) analisaram microbiologicamente as polpas de açaí comercializadas na cidade de Manaus-AM, Brasil e obtiveram contagens consideradas elevadas, com valores de >110 NMP mL^{-1}) para coliformes totais, >110 NMP mL^{-1} para termotolerantes e fungos filamentosos (bolores) e $4,2x10^4$ UFC mL^{-1} para leveduras.

Alexandre *et al.* (2004) avaliando o efeito da pasteurização na redução da carga microbiana, observaram que embora esse tratamento reduza os microrganismos na polpa, produz uma modificação nas características sensoriais do produto, comportamento semelhante também foi observado por Souza *et al.* (2006). Menezes *et al.* (2008) avaliando o efeito da pressão hidrostática na inativação de enzimas responsáveis pelas modificações da cor e sabor da polpa de açaí, concluíram que quando foi utilizada pressão de 500 MPa, a 25 °C por 5 minutos houve aumento em 32,98% na atividade peroxidase em relação ao controle.

Reduzir a carga microbiológica dos frutos de açaí sem alterar de forma significativa as características sensoriais da polpa é possível se utilizar tecnologias alternativas como o branqueamento. O branqueamento é um pré-tratamento que utiliza água fervente, vapor ou outras fontes de calor seco com um tempo e temperatura pré-estabelecidos. É empregado com a finalidade de inativar as enzimas oxidativas que causam alterações sensoriais e nutricionais, além de promover o amaciamento de tecidos vegetais, remover o ar dos espaços intercelulares e reduzir a carga microbiana inicial (Silva, 2000).

Segundo Veloso e Santos (1994), os principais fatores responsáveis pela deterioração do açaí são o longo tempo de transporte do fruto em condições de alta temperatura e umidade,

juntamente com a manipulação inadequada durante o processamento. Assim, aliando a manipulação higiênica e o branqueamento do fruto pode-se melhorar a qualidade da polpa e a adoção destas medidas permitirá que os pequenos produtores melhorem a qualidade da polpa de açaí.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

- Aperfeiçoar o processo de obtenção da polpa de açaí (*Euterpe pecatoria*, Mart), utilizando o branqueamento do fruto como alternativa tecnológica.

2.2. Específicos

- Avaliar o efeito do tempo e temperatura de branqueamento nas características físico-químicas, bioquímicas e microbiológicas da polpa de açaí;
- Avaliar o efeito do branqueamento no rendimento e na composição química da polpa de açaí;
- Avaliar o efeito do branqueamento no perfil característico e aceitabilidade da polpa de açaí;
- Estabelecer o binômio e temperatura de branqueamento do fruto de açaí.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Modelo do estudo

O tipo do estudo foi experimental. Os experimentos foram conduzidos para avaliar o efeito dos tempos e das temperaturas de branqueamento do fruto na qualidade da polpa de açaí (*E. pecatoria*, Mart.) selecionando os melhores resultados para recomendar a aplicação do branqueamento no processo de obtenção da polpa de açaí.

Para avaliar o efeito da temperatura e do tempo de branqueamento sobre as polpas de açaí foi conduzido o experimento (escala de laboratório) com um delineamento inteiramente casualizado, três repetições, com seis tratamentos de branqueamento (temperaturas de 60 e 70°C x tempos de 20, 40 e 60 segundos) e um controle. As polpas foram avaliadas quanto ao teor de antocianinas totais, atividade da peroxidase, características físico-químicas e contagens microbiológicas.

Após analisar os resultados dos experimentos do efeito da temperatura e do tempo de branqueamento foram selecionados dois tratamentos que foram comparados ao controle quanto ao rendimento, composição química e características sensoriais (perfil característico e aceitabilidade) das polpas de açaí.

3.2. Material

A aquisição dos frutos foi feita junto aos batedores de polpa da cidade de Manaus – AM. Os frutos acondicionados em sacos (capacidade de 2 kg) plásticos foram transportados para a Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos (CPTA) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

3.3. Avaliação do tempo e temperatura de branqueamento

A obtenção das polpas, análises químicas e avaliação sensorial foram realizadas na CPTA/INPA. As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Ciências Farmacêuticas (FCF) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). As etapas de obtenção das polpas estão sumarizadas no fluxograma mostrado na Figura1.

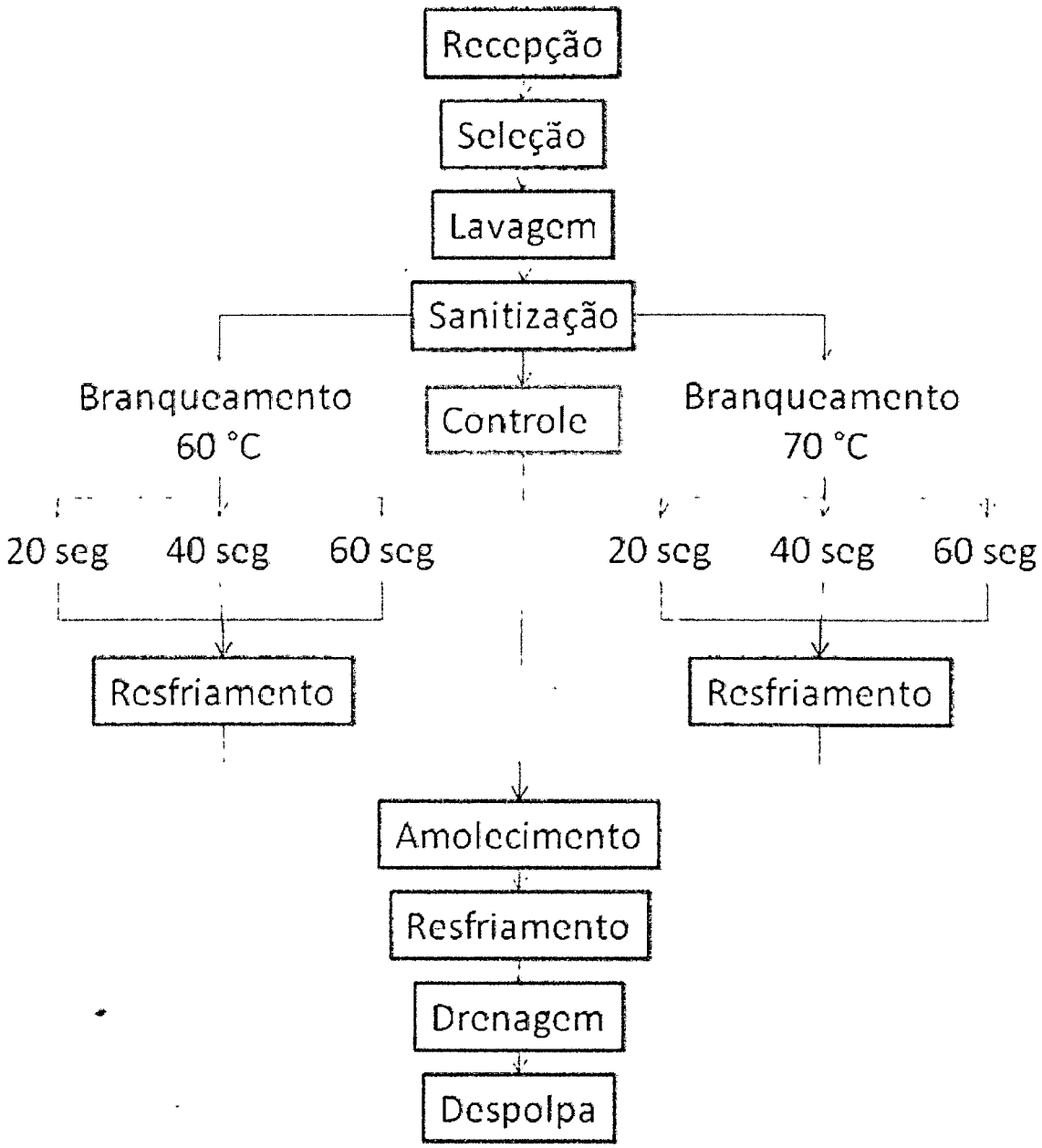

Figura 1 – Fluxograma de processamento para obtenção da polpa de açaí

3.3.1.Obtenção das polpas de açaí em escala laboratorial

Os frutos foram selecionados quanto à maturidade e injúrias, sendo descartados os frutos verdes e os danificados. Dos frutos selecionados foram retiradas, aleatoriamente, amostras de 1 kg de frutos. As etapas seguintes de lavagem e sanitização dos frutos foram feitas em lotes compostos de 0,1 Kg de frutos para 1 L de água mantendo a relação de 1:10 (p/v). Seguindo o sistema tradicional, a lavagem foi feita por meio de imersão, com agitação, dos frutos em água durante por 1 minuto. A remoção da água juntamente com os resíduos foi feita por drenagem sobre peneiras.

Imediatamente após a lavagem os frutos foram sanitizados por imersão durante 15 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 0,5 %, imersão em água para remover os resíduos de cloro e drenagem sobre peneira.

Para os experimentos de branqueamento, os frutos foram divididos em lotes de 100 g os quais constituíram a unidade amostral dos tratamentos. As condições de branqueamento foram: temperaturas de 60 e 70 °C ± 2 °C e tempos de 20, 40 e 60 segundos, na proporção fruto:água de 1:10 (v/p) e tempo de resfriamento de 1 minuto. O processo foi conduzido em recipientes de vidro borossilicato (dessecadores sem tampa) de espessura grossa para retardar as mudanças de temperatura da água. Após o tempo de imersão na água de branqueamento os frutos foram removidos, transferidos para o banho de água com gelos para o resfriamento e em seguida drenados. O controle não foi submetido ao branqueamento.

Imediatamente após o branqueamento procedeu-se o amolecimento da polpa dos frutos (tratamentos e controle). As condições de amolecimento foram: imersão dos frutos em água com temperatura de 45 °C ± 5 °C; tempo de 30 minutos; proporção fruto:água de 1:10 (v/p);

resfriamento em água fria por um minuto; drenagem. O processo também foi conduzido nos mesmos recipientes utilizados para o branqueamento.

A despolpa de cada lote de 100 g, foi realizada sem adição de água, em liquidificador marca Osterizer® modelo Blende de copo invertido e capacidade de 300 mL. O processo consistiu de 15 pulsos rápidos e suficientes para o desprendimento da polpa completado pela remoção manual da polpa já desprendida das sementes.

3.3.2. Análises físico-químicas e bioquímicas das polpas

Para as análises (realizadas em triplicata) a polpa desprendida em liquidificador e separada manualmente ainda passou por trituração em gral de porcelana para formar uma massa homogênea e ser utilizada nas seguintes análises:

a) Sólidos totais

O teor de sólidos totais foi determinado por dessecação da amostra em estufa com circulação forçada de ar em temperatura controlada de 105 °C até peso constante, segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005).

b) Acidez e pH

Para as determinações do pH, acidez e antocianinas a polpa de açaí foi diluída em água. Quantidades de ± 1 g de polpa foram maceradas em gral de porcelana. Durante a maceração procedeu à adição gradativa de água destilada até volume próximo a 50 mL. Esse extrato foi filtrado em algodão, o filtrado coletado em balão volumétrico de 50 mL e o volume completado com água destilada. As análises foram feitas em triplicata e os resultados correspondem às médias das repetições.

O pH foi aferido por leitura direta do extrato em pHmetro digital marca Tecnal® modelo TEC 3 MP, previamente calibrado com tampão 7,01 e 4,01. A acidez titulável foi determinada por volumetria potenciométrica. Quantidades de 10 mL do extrato foram transferidas para Becker de 100 mL e acrescidas de 50 mL de água destilada. A titulação foi feita com solução de NaOH 0,1 N até atingir o pH na faixa de 8,2 a 8,4. Na análise foi utilizado o pH-metro digital marca Tecnal® modelo TEC 3 MP, devidamente calibrado com tampões 7,01 e 4,01. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico por 100 g de polpa (A. O. A. C., 1995).

c) Antocianinas totais

O conteúdo de antocianinas totais foi obtido pelo método de diferença de pH segundo GIUSTI e WROLSTAD (2001) conforme padronização e recomendação de Albarici *et al.* (2009). Do extrato obtido da diluição de 1 g de polpa em 50 mL de água destilada (obtido conforme descrição anterior) foram tomadas alíquotas de 100 μL. Essas alíquotas foram transferidas para tubos de ensaio contendo 4,5 mL do tampão correspondente. Na análise foram utilizados o tampão cloreto de potássio 25 mM, pH 1, e o tampão acetato de sódio 0,4 M, pH 4,5. Todas as repetições são formadas de quatro leituras distintas. Para todos os pHs foram realizadas as leituras de absorbância a 520 e a 700 nm utilizando-se espectrofotômetro FEMTO, modelo 600Plus.

O branco foi obtido da mesma forma substituindo-se o extrato por água destilada e as absorbâncias foram descontadas das absorbâncias das amostras. A absorbância (A) e a concentração de pigmentos monoméricos expressa em mg cianidina-3-glicosídeo $100g^{-1}$ (AT) foram obtidas pelas seguintes equações:

$$A = [(A_{520nm} - A_{700nm})pH1,0] - [(A_{520nm} - A_{700nm})pH\,4,5]$$

$$AT\ (mg\ 100g^{-1}) = \frac{A \times PM \times FD \times 100}{(\varepsilon \times 1)}$$

Onde: A= absorbância; **PM**= peso molecular da cianidina-3-glicosídeo, 449,2; ε = absortividade molar, 26900; **FD**= fator de diluição

d) Atividade enzimática

Para avaliar a eficiência do branqueamento foi determinada a atividade de peroxidase segundo metodologia por Khan & Robinson (1994). As soluções hidro-alcoólicas de guaiacol a 0,4 M e a solução de peróxido de hidrogênio a 0,04 M utilizaram com diluente tampão fosfato a 0,05 M, pH 7, tanto as soluções quanto as amostra a foram mantidas refrigeradas utilizando banho de água com gelo.

Na obtenção do extrato enzimático 1 g de polpa foi macerada com 0,1 g de povinilpirolidona (PVP) e 20 mL de solução tampão fosfato de sódio pH 7,0 a 100 mM. O macerado foi filtrado em algodão e transferido para Becker, onde foi mantido sob agitação a 100 rpm por 20 minutos em mesa agitadora. Após agitação foi transferido para tubo com tampa rosqueável e centrifugado a 10.000 rpm a 4 °C por 20 minutos. O sobrenadante foi filtrado em algodão, transferido para balão de 50 mL e o volume completado com tampão fosfato de sódio 100 mM, pH 7,0 (Fatibelo-Filho; Oliveira, 2002).

Para determinar a atividade da peroxidase foram transferidos, para a cubeta do espectrofotômetro contendo 2,5 mL de guaiacol e 0,3 mL de peróxido de hidrogênio e levados para aquecer em banho Maria juntamente com o extrato enzimático por dois minutos a temperatura de 25 °C. Após atingir a temperatura de equilíbrio foi adicionado na cubeta, 0,1 mL do extrato enzimático. O aumento da absorbância a 470nm foi monitorado durante 1 minuto de reação a 25 °C. As análises foram feitas em triplicata. Uma unidade de atividade de

peroxidase (U) foi definida como a quantidade de enzima que causa aumento na concentração de tetraguaicol por segundo a 470nm, tendo o guaiacol como doador de H^+

3.3.3.Análise microbiológica

Após o processo de amolecimento as amostras foram resfriadas, drenadas e 25g de cada tratamento foram transferidas para frasco estéril com tampa e identificados. Os frascos foram transportados imediatamente para o laboratório de microbiologia de alimentos da Faculdade de Ciências farmacêuticas da Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

Os frutos foram transferidos para Erlenmeyer contendo 90 mL de solução peptonada e homogeneizados, para obter a diluição a 10^{-1}. A partir dessa foram obtidas as diluições sucessivas de 1 mL com 9 mL de peptona a 0,1% para obter as diluições 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} e 10^{-5} (Silva *et al.*, 2007).

A contagem de microrganismos aeróbios mesófilos em placa foi obtida pelo método de espalhamentos (superfície), utilizando o Agar padrão para contagem (PCA). Cada diluição foi realizada em triplicata e as placas foram incubadas a 35 °C por 48 horas (Silva *et al.*, 2007).

A contagem de Fungos filamentosos (Bolores) e Leveduras em placa foram obtidas pelo método de espalhamento (superfície), utilizando o Agar batata dextrose acidificado com ácido tartárico a 10%. Cada diluição foi realizada em triplicata e as placas foram incubadas a 25 °C por 3 dias (Silva *et al.*, 2007).

A contagem de coliformes termotolerantes (fecais) foi obtida pelo método do número mais provável (NMP). Para indicar a presença de coliformes totais, as amostras foram semeadas em Caldo Lauril Sulfato Tripitose (LST) e os tubos foram incubados as 35 °C por 48 horas. Para confirmação de coliformes termotolerantes os tubos que apresentaram turbidez

e formação de gás no tubo de Durhan foram repicados, para um tubo de caldo para *Escherichia coli* que foram incubados em banho Maria a 45,5 °C por 24 horas. Os tubos que apresentaram turbidez e formação de gás no tubo de Durhan foram utilizados para determinar o NMP (Silva *et al.*, 2007).

3.4. Aplicação do branqueamento no processo de obtenção da polpa de açaí

Para verificar a possibilidade de aplicar o branqueamento no processo de obtenção de polpa de açaí utilizando despolpadeira vertical de 10 L, foram comparados ao tratamentos controle os melhores tratamentos de branqueamento, visando verificar as alterações no rendimento em polpa, nas características sensoriais e na composição química das polpas obtidas.

3.4.1. Obtenção da polpa de açaí em escala comercial

Os frutos foram selecionados quanto à maturidade e injúrias, sendo descartados os frutos verdes e os danificados. Dos frutos selecionados foram retiradas, aleatoriamente, amostras de 15 Kg de frutos que foram imersos em recipiente plástico com água para remover as sujidades sob agitação por 5 minutos, após foram drenados retendo somente os frutos.

Na sanitização, os frutos foram imersos em solução de hipoclorito de sódio a 0,5 % por 15 minutos, drenados, imersos em água para remover os resíduos de cloro e novamente drenados.

Para os experimentos do branqueamento no processo de obtenção da polpa de açaí foram divididos em lotes de 5 Kg os quais constituíram a unidade amostral dos tratamentos. A temperatura foi de 70 °C ± 2 °C e dois tempos 40 e 60 segundos. Em todos os tratamentos na proporção fruto:água de 1:10 (v/p) e o resfriamento durante 5 minutos em banho de água com gelo.

Imediatamente após o branqueamento procedeu-se o amolecimento da polpa dos frutos por imersão durante 30 minutos em água a 45 °C± 5°C na proporção fruto:água de 1:10(p/v), seguida por resfriamento em banho de gelo por 5 minutos e drenagem.

Após a drenagem, os frutos foram despolpados em despolpadeira vertical BRAESI®, linha nobre, modelo Des-10, com capacidade para 10 L. Foram colocados 5 Kg de frutos na máquina, acionada, e lentamente acrescidos 3 L de água durante 5 minutos, sendo a polpa coletada em recipiente plástico.

3.4.2 Rendimento

Foram determinados os rendimentos aparente e real da polpa de açaí e os resultados expressos em percentagem de polpa (rendimento aparente) e de sólidos extraídos (rendimento real) respectivamente, segundo as seguintes fórmulas:

$$Rendimento\ aparente\ (\%\ de\ polpa) = \frac{PP \times 100}{PF}$$

$$Rendimento\ real\ (\%\ sólidos) = \frac{(PP \times 100/MS) \times 100}{PF}$$

Onde: $PP = peso\ da\ polpa$; $PF = peso\ da\ polpa$; $MS = matéria\ seca$

3.4.3. Composição química das polpas de açaí

A umidade foi determinada por dessecação da amostra em estufa com circulação forçada de ar em temperatura controlada de 105 °C até peso constante, segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

A fração lipídica foi obtida através do método de extração de fluxo intermitente utilizando-se hexano com solvente em aparelho de Soxhlet e os resultados expressos em g de lipídeos em 100g de matéria fresca, segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Os teores de cinza foram determinados por incineração da matéria seca 550 °C em forno mufla e os resultados expressos em g de cinza em 100g de matéria fresca, segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

O teor de carboidratos totais foi pelo cálculo da diferença entre 100 g da amostra e a soma total dos resultados de umidade, lipídeos, cinza e proteína e foram expressos em g carboidratos em 100g de matéria fresca, segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

O valor energético foi calculado a partir dos teores em proteínas, lipídios e carboidratos totais, utilizando os coeficientes específicos 4, 9 e 4 kcal/g respectivamente sendo expresso em Kcal em 100g de polpa.

3.4.4. Análise Sensorial

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do INPA, com número de protocolo 224-09.

A avaliação sensorial foi realizada na CPTA, por painelistas não treinados, maiores de 18 anos. Na análise fizeram parte os funcionários, bolsistas e estagiários do INPA, campus V8, formando um grupo de 51 provadores. O tamanho da amostra foi estimado segundo fórmula sugerida por Costa *et al.* (2006): Resultante do erro tolerável na amostra (e = 6%);

para uma proporção (p = 5%); com nível de significância de 5%, isto é, (1-α)100%, com intervalo de confiança 95%.

Aos provadores foram entregues a ficha de avaliação sensorial segundo Monteiro (1984) e duas copias do Termo de Consentimento Livre Esclarecido-TCLE. Foram oferecidas as polpas geladas em copos plásticos com capacidade de 25 mL, codificados com números de três dígitos.

a) Perfil Característico

Para o perfil característico foi utilizado questionário de avaliação sensorial com escala variando de 1 (um) nota mínima a 5 (cinco) nota máxima. Os provadores atribuíram notas para sabor, acidez, cor e aroma (Monteiro, 1984).

b) Aceitabilidade

A aceitabilidade foi avaliada por meio de escala hedônica estruturada de nove pontos, na qual, os provadores expressaram o grau de gostar e desgostar do produto. O índice de aceitabilidade (IA) foi calculado pela seguinte fórmula (Monteiro, 1984).

$$IA = \frac{\propto \times 100}{n}$$

Onde: $\propto$= *média das respostas obtidas pela amostra*; n = *nota máxima na escala hedônica*

Ficha de avaliação sensorial

Nº_____

Nome:_____**idade:**_____**Data**__/__/_____

1. Perfil característico

Indique através das notas abaixo, sendo 1 (nota mínima) e 5 (nota máxima) o quanto desgostou ou gostou das amostras de açaí em ralação aos atributos de sabor, acidez, cor e aroma.

320	Atributos	NOTAS				
		1	2	3	4	5
	Sabor					
	Acidez					
	Cor					
	Aroma					
451	Atributos	NOTAS				
		1	2	3	4	5
	Sabor					
	Acidez					
	Cor					
	Aroma					
132	Atributos	NOTAS				
		1	2	3	4	5
	'Sabor					
	Acidez					
	Cor					
	Aroma					

Teste de aceitabilidade:

Indique através das notas abaixo sendo 1 (nota mínima) e 9 (nota máxima) quanto desgostou ou gostou das amostras de açaí.

NOTAS		**Amostra**		
		320	**451**	**132**
9	**Gostei muitíssimo**			
8	**Gostei muito**			
7	**Gostei regularmente**			
6	**Gostei ligeiramente**			
5	**Indiferente**			
4	**Desgostei ligeiramente**			
3	**Desgostei regularmente**			
2	**Desgostei muito**			
1	**Desgostei muitíssimo**			

OBS:_____

_____

_____

3.5 Estatística

Os experimentos que avaliaram os efeitos da temperatura e do tempo de branqueamentos do fruto do açaí foram montados em delineamentos inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3. As médias obtidas de sólidos totais, acidez, antocianinas totais e atividade enzimática foram comparadas pelo teste Anova ao nível de 5% de significância e quando apresentaram diferenças foram submetidas ao Teste Dunett ao nível de 1% de significância.

As médias de umidade, lipídeos, proteína, cinza, fibras digestivas e carboidratos foram comparadas pelo teste Anova ao nível de 5% de significância e quando apresentaram diferenças foram submetidas ao Teste Tukey ao nível de 1% de significância.

Os resultados do teste de aceitação foram avaliados mediante análise de variância (ANOVA) com fator duplo (amostra e provador) para verificar diferença entre os tratamentos. Todos dados foram analisados estatisticamente através do programa computacional ASSISTAT, versão 7.2 (SILVA e AZEVEDO, 2002).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Alterações nas características físico-químicas e bioquímicas das polpas branqueadas e controle

As características físico-químicas e bioquímicas das polpas de açaí branqueadas e do controle podem ser observadas na Tabela 1. Os resultados apresentaram diferença significativa entre os teores de sólidos totais e o controle diferiu dos tratamentos 60 °C por 20 e 40 seg e 70 °C por 20 seg. Isso pode ser explicado pois durante o processo de branqueamento além dos tecidos do frutos serem rompidos facilitando a perda de umidade ainda podemos atribuir a perda por cozimento. Os valores de sólidos totais das polpas de açaí ficaram entre 52,96 a 55,86g $100g^{-1}$ de polpa, permanecendo dentro dos parâmetros para polpa sem adição de água da legislação vigente (Brasil, 2000) que é de 40 a 60g $100g^{-1}$.

Tabela 1. Valores médios das características físico-químicas e bioquímicas das polpas de açaí branqueados e controle

Tratamentos	Sólidos totais g $100g^{-1}$	Acidez* g $100g^{-1}$	Antocianinas** mg $100g^{-1}$	Peroxidase*** U g^{-1} seg
Controle	52,96 a	0,6363 a	227,93 a	254,39 a
60 °C 20 seg	55,86 b	0,6475 a	184,98 a	1550,12 b
60 °C 40 seg	54,46 a	0,6856 a	170,38 a	2499,38 b
60 °C 60 seg	55,70 b	0,7033 a	169,13 a	2860,79 b
70 °C 20 seg	54,83 b	0,7577 b	206,46 a	1558,55 b
70 °C 40 seg	54,79 a	0,7670 b	218,69 a	1074,58 b
70 °C 60 seg	53,84 a	0,7479 b	196,41 a	818,73 b

*Expressa em g ácido cítrico $100g^{-1}$; ** Expressa mg cianidina-3-glicosídeo $100g^{-1}$; ***Corresponde a quantidade de enzima que causa aumento da concentração de tetra guaiacol por segundo em 1 g de polpa.
As médias seguidas pela mesma letra, na vertical não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Dunett ao nível de 5% de probabilidade

Em relação à acidez os tratamentos que utilizaram a temperatura de 70 °C se diferenciaram dos demais tratamentos e do controle ao nível de 1% pelo teste de Dunett. Pode-se observar que os valores

de acidez das polpas tiveram um discreto acréscimo conforme o aumento da temperatura e do tempo, variando de 0,6363 a 0,7670, comportamento semelhante ao encontrado por Souza *et al.*(2006) que trabalharam com pasteurização e fervura da polpa de açaí indicando que pode ser explicado pela concentração dos ácidos durante os tratamentos térmicos. Quanto ao pH as amostras ficaram na faixas de 5,2 até 5,54, e também, apresentaram tendência crescente conforme aumentos da temperatura e do tempo como pode ser observado na Figura 2. Os pHs ácidos das amostras contribuem para a manutenção das antocianinas, que são mais estáveis em meio ácido do que em soluções alcalinas. A natureza iônica de antocianinas permite que alterações na estrutura da molécula de acordo com o pH em vigor, resultando em diferentes cores e tonalidades em diferentes valores de pH.

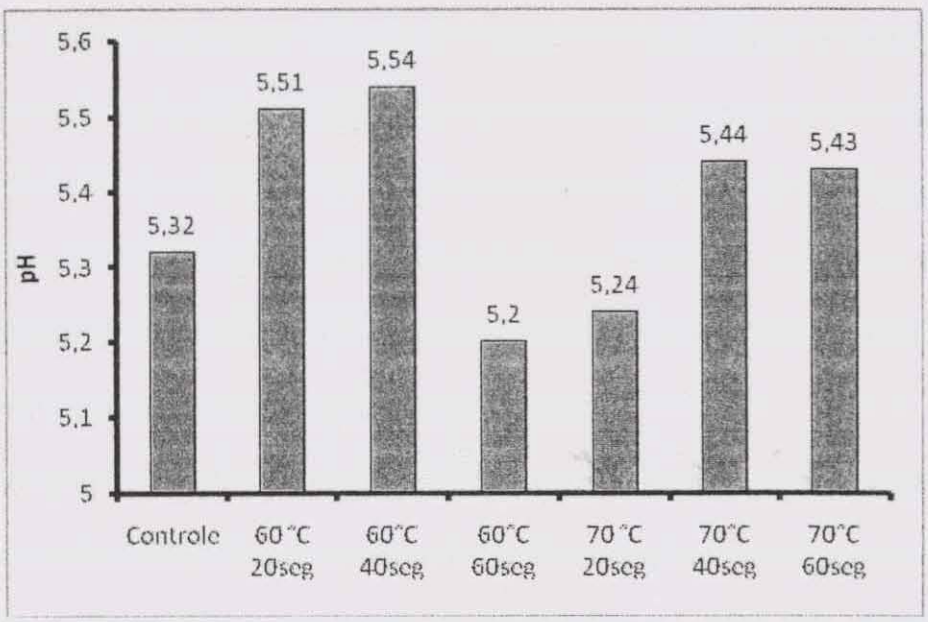

Figura 2. Gráfico dos valores de pH das polpas de açaí branqueadas e do controle

As polpas analisadas apresentaram valores médios de antocianinas totais entre 227,93 a 169,13 mg de cianidina-3-glicosídeo $100g^{-1}$ e não diferiam entre se ao nível de 1% pelo teste de Dunett. Porém, pode ser observada uma tendência de decréscimos nos valores de antocianinas conforme o aumento da temperatura e do tempo de branqueamento. Isso se deve a sensibilidade das antocianinas quando submetidas a tratamentos térmicos.

O tratamento controle deferiu dos demais tratamentos apresentando os valores mais baixos, porém a atividade da peroxidase não diferiu entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Dunett. O fator temperatura influenciou a atividade enzimática de forma diferente. Na temperatura de 60 °C houve um acréscimo, enquanto que, a 70 °C houve um decréscimo à medida que aumentou o tempo de branqueamento. Esse comportamento também foi observado por Menezes *et al.*(2008) quando aplicaram a pressão de 300 MPa por 15 minutos na polpa de açaí. Os tratamentos térmicos comercialmente usados no processo de extração de polpa de frutas são pouco efetivos para uma inativação irreversível principalmente da peroxidase (Valderrama *et al.*, 2001).

4.2. Alterações nas características microbiológicas das polpas branqueadas e controle

Os fatores temperatura e tempo de branqueamento dos frutos de açaí apresentaram um efeito deletério nas populações dos microrganismos estudados como pode ser observado na Tabela 2. Os tratamentos com 70 °C apresentaram as maiores reduções, acima de 99% para mesofilos a 35 °C e fungos filamentos e leveduras e 97% para coliformes termotolerantes. Comportamento semelhante foi observado por Alexandre *et al.*, (2004) trabalhando com polpa de açaí aplicando aquecimento de 85 °C por 1 minutos.

As polpas de açaí produzidas de forma artesanal e comercializadas nos grande centros da região norte do Brasil apresentam sérios problemas quanto à carga microbiana. Sousa *et al.*(2006) fizeram um levantamento da qualidade microbiológica das polpas de açaí comercializadas na cidade Manaus e identificaram um quadro de contaminação por coliformes termotolerantes e fungos filamentos e leveduras acima dos valores estabelecidos na legislação (Brasil, 2000).

Tabela 2. Contagens de microrganismos mesofilos a 35 °C, fungos filamentos e leveduras e coliformes termotolerantes em amostras de frutos de açaí branqueados e o do controle

Tratamentos	Mesofilos 35 °C (UFC g^{-1*})	Fungos filamentos e leveduras (UFC g^{-1*})	Coliformes termotolerantes (NMP g^{-1**})

Controle	$8,7x10^4$	$6,5x10^5$	11
60 °C 20 seg	$3,5x10^5$	$5,9x10^4$	110
60°C 40 seg	$4,3x10^4$	$7,0x10^3$	3,5
60°C 60 seg	$8,3x10^4$	$1,8x10^4$	29
70 °C 20 seg	$4,1x10^2$	$7,0x10^3$	0,3
70°C 40 seg	$1,1x10^1$	$1,0x10^1$	<0,3
70°C 60 seg	$6,0x10^1$	$5,1x10^1$	<0,3

*UFC- Unidade formadora de colônia por g de fruto; ** NMP Numero mais provável por g de fruto

A contaminação das polpas de açaí se deve principalmente as condições de colheita, pós-colheita e processamento do fruto. Nassar *et al.*(1999) verificaram a presença de bolores e leveduras em 100% das amostras analisadas por swabs, nas superfícies de equipamentos utensílios e mão de funcionários e coliformes termotolerantes em 55,5%, com confirmação positiva de *Escherichia coli* em indústrias de Belém – PA.

Para selecionar os melhores tratamentos de branqueamento foram levadas em consideração tantos as alterações químicas e bioquímicas quantos as alterações microbiológicas das polpas de açaí branqueado, buscando produto sem alterações na acidez, pH e antocianinas, porém, com uma redução tanto da atividade da peroxidase quanto das contagens microbiológicas. Assim, foram selecionados os tratamentos de 70 °C a 40 e 60 segundos.

4.3. Rendimento do açaí em polpa

Os rendimentos aparentes analisados não apresentaram grandes variações devido à padronização da quantidade de água e o tempo de despolpa. Já quanto ao rendimento real que leva em consideração o teor de sólidos totais da polpa, avaliando, além da quantidade produzida, também a capacidade de extração dos sólidos da polpa, foi observado que, com o branqueamento houve uma redução na capacidade de extração dos sólidos dos frutos de 9,5 e 20,9% para os tratamentos a 70 °C por 40 e 60 respectivamente, Esses valores são condizem com a composição das polpas obtidas, onde o controle que apresenta o maior valor de rendimento também apresenta os maiores valores de sólidos totais seguidos dos tratamentos de 70 °C por 40 e 60 segundos (tabela 3).

Tabela 3. Percentagem de rendimento real e aparente das polpas de açaí branqueado e o do controle

Rendimentos (%)	Aparente	Real
Controle	46,60	8,00
70 °C por 40 segundos	47,68	7,24
70 °C por 60 segundos	46,80	6,33

4.4. Composição química das polpas de açaí branqueadas e do controle

Os valores da composição química das polpas de açaí são apresentados na Tabela 4. Observa-se que os valores de umidade das polpas apresentaram diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade segundo o teste Tukey, sendo o tratamento controle superior aos tratamentos de 70 °C por 40 e 60 segundos, respectivamente. As polpas obtidas ficaram classificadas como açaí grosso ou especial (Tipo A) segundo a legislação vigente (Brasil, 2000) e ficaram superiores aos valores encontrados por Alexandre *et al* (2004) 86,01g $100g^{-1}$.

Foi observada diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade segundo o teste Tukey, para os teores de lipídeos com uma redução de 13,73 e 23,12% para os tratamentos de

70 °C por 40 e 60 segundos, respectivamente, em relação ao controle. Os valores encontrados estão dentro dos limites estabelecidos na legislação (Brasil, 2000).

A polpa de açaí é rica em ácidos graxos e Menezes *et al.*, (2008) identificaram e quantificaram percentual médio dos principais ácidos graxos: Palmítico (C16:0) = 25,56; Palmitoléico (C16:1) = 3,54, Esteárico (C18:0) = 1,84; Olêico (C18:1) = 52,7 e Linolêico (C18:2) = 0,95. Sun *et al.*, (2010) avaliando o efeito da polpa de açaí na dieta de rato concluiram que o açaí tem o potencial para antagonizar os efeitos nocivos da gordura na dieta e diminuir stress no envelhecimento. Pacheco-Palencia *et al.*, (2008) afirmam que óleos da fruta é alternativa promissora para alimentação e possui aplicações cosméticas.

Tabela 4. Valores médios da composição química e do valor energético das polpas de açaí branqueadas e do controle.

Constituintes g $100g^{-1}$	Controle	70 °C/40 seg	70 °C/60 seg
Umidade	82,82 c	84,82 b	86,48 a
Lipídeos	9,06 a	7,82 b	6,96 c
Proteínas	0,31 a	0,24 b	0,24 b
Cinza	0,33 a	0,30 a	0,29 a
Carboidratos	7,48 a	6,82 b	6,04 c
Valor Energético Kcal $100g^{-1}$	112,70	98,57	87,78

As médias seguidas pela mesma letra, na horizontal não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade

As polpas de açaí não apresentaram diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade segundo o teste Tukey nos teores de cinza avaliados demonstrando que não há perda de minerais durante o processo de branqueamento da polpa de açaí. Os resultados encontrados são semelhantes aos encontrados por Alexandre *et al.*(2004) em polpa de (0,50 g $100g^{-1}$) açaí.

Os valores de carboidratos apresentaram diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade segundo o teste Tukey, observando uma redução nos valores de 8,82 e 19,25% para os tratamentos de 70 °C por 40 e 60 segundos, respectivamente, em relação ao tratamento controle. Esse comportamento pode ser explicado, pois o branqueamento favorece a lixiviação dos açúcares solúveis contidos nos frutos e verduras branqueadas.

O branqueamento do fruto contribui para redução em 12,55 e 22,12 % do valor energético das polpas dos tratamentos de 70 °C por 40 e 60 segundos, respectivamente em relação ao tratamento controle. Foi observado que a fração lipídica contribui com 71 a 72 % do valor calórico das amostras analisadas seguido dos carboidratos com 26 a 27%.

4.5. Analise sensorial

O tratamento controle apresentou as maiores notas quanto ao sabor, aroma, acidez (Figura 3.), provavelmente deve estar ligado com maiores teores de sólidos totais, lipídeos e carboidratos. Quanto aos critérios avaliados, as amostras receberam notas medianas e isso se deve a grande heterogeneidade do grupo de avaliadores.

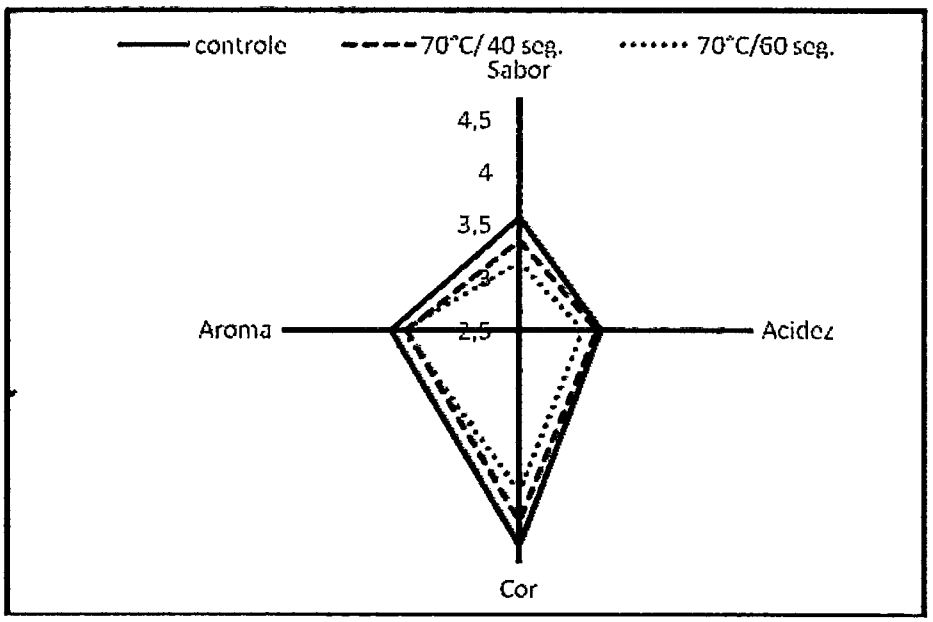

Figura 3. Perfil característico das polpas de açaí branqueado e do controle

Na Figura 4 são apresentados os valores percentuais de aceitação das polpas de açaí. Os resultados da aceitabilidade não apresentaram diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade segundo o teste da Anova, porém o de 70 °C por 40 segundos apresentou a melhor percentagem de aceitação segundo a avaliação dos provadores, seguido do tratamento controle.

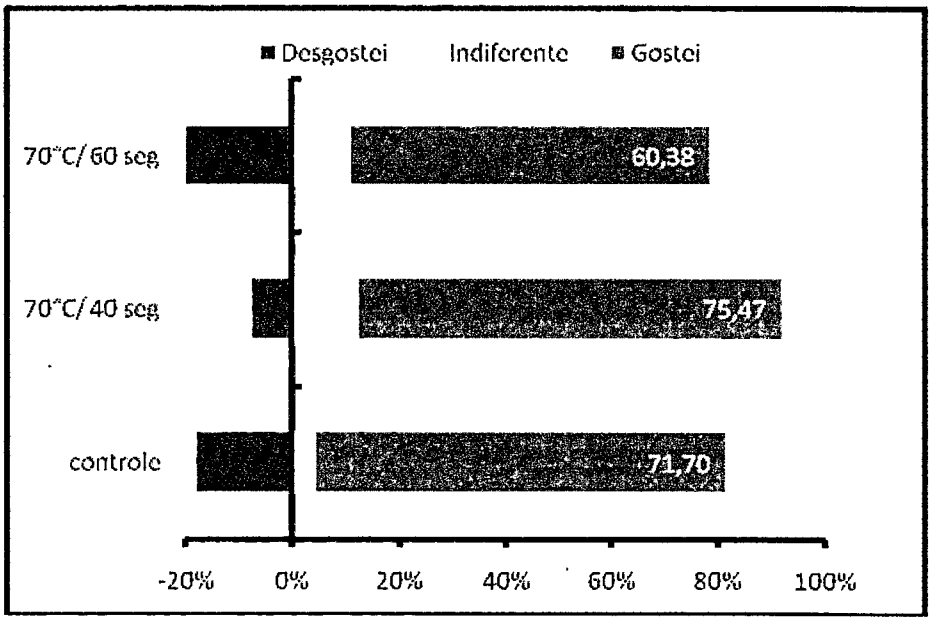

Figura 4. Aceitabilidade das polpas de açaí branqueado e do controle

5. CONCLUSÕES

- O branqueamento do fruto do açaí causa alterações nos sólidos totais, acidez e atividade enzimática da polpa do fruto obtida em escala de laboratório, porém não alteram o conteúdo de antocianinas.
- Os tratamentos de 70°C por 40 e 60 segundos foram eficientes na redução da carga microbiana inicial do fruto.
- Os tratamentos de 70°C por 40 e 60 segundos reduziram o rendimento real, teor de sólidos totais, lipídeos, carboidratos e proteína quando comparados ao tratamento controle.
- O Tratamento de 70°C por 40 segundo não alterou as características sensoriais do produto quando comparado ao tratamento controle, podendo ser aplicado como pré-tratamento na elaboração e obtenção da polpa de açaí.

BIBLIOTECA DO INPA

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexandre, D.; Cunha, R. L.; Hubinger, M.D. 2004. *Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos,* Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 24: (1), p 114-119.

A. O. A. C. – Association of Official Analytical Chemistry.1990. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.* 15th ed. Washington: A. O. A. C.

Brasil; 2000. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n°01 de 07/01/2000.

Castro, P.; 1992, *O extrativismo do açaí no Amazonas.* Relatório de resultado do Projeto de pesquisa: Extrativismo na Amazônia central, viabilidade e desenvolvimento. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – Coordenação de Pesquisas em Ecologia. 73p

Costa, S. S.; Cardoso Neto, J.; Nascimento, S. A. 2006, *Metodologia Quantitativa Aplicada às Ciências Sociais.* Manaus: UEA. 96p.

Fatibelo-Filho, O.; Vieira, I. C. 2002, Uso *Analítico de Tecidos e de Extratos Brutos Vegetais como Fonte Enzimática.* Química Nova, v. 25: (3), p 455-464.

Giusti, M. M.; Wrostad, R. E.; 2001. Anthocyanins*: characterization and measurement with uv-visible spectroscopy.* In: Wrostad, R. E. Current protocols in food analytical chemistry. New York: John Wiley & Sons, Unit. F1.2.1-13.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2005. Normas *analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.* São Paulo: EPU, p. 1010

Khan, A. A.; Robinson, D. S.; 1994, *Hydrogen donor specifity of mango isoperoxidases.* Food Chemistry, Londres, v. 49: (4), p. 407-410.

Pacheco-Palencia, L. A.; Talcott, S. T.; 2010, *Chemical stability of açai fruit (Euterpe oleracea Mart.) anthocyanins as influenced by naturally occurring and externally added polyphenolic cofactors in model systems.* Food Chemistry, v 118: p 17–25

Pacheco-Palencia, L. A.; Talcott, S. T.; Talcott, S. 2008, *Chemical Composition, Antioxidant Properties, and Thermal Stability of a Phytochemical Enriched Oil from Ac¸ai (Euterpe oleracea Mart.),* Journal of. Agricultural and Food Chemistry, *56, 4631–4636*

Menezes, E. M. S.; Rosenthal, A.; Sabaa-Srur, A.; Camargo, L.; Calado, V.; Santos, A. 2008, *Efeito da alta pressão hidrostática na atividade de enzimas da polpa de açaí.* Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28 (Sup.I), p 14-19.