

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DE
JABUTICABA E USO EM BEBIDAS LÁCTEAS
SABORIZADAS COM MAMÃO**

Autora: Diene Gonçalves Souza
Orientador: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Coorientadora: Dr^a. Geovana Rocha Plácido
Coorientador: Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira

Rio Verde - GO
Agosto - 2016

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DE
JABUTICABA E USO EM BEBIDAS LÁCTEAS
SABORIZADAS COM MAMÃO**

Autora: Diene Gonçalves Souza
Orientador: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Coorientadora: Dr^a. Geovana Rocha Plácido
Coorientador: Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde – Área de concentração Produção animal.

Rio Verde - GO
Agosto - 2016

Souza, Diene Gonçalves

S719c Caracterização da farinha da casca de jabuticaba e uso em
bebidas lácteas saborizada com mamão/ Diene Gonçalves Souza.
– Rio Verde. – 2016.
69f. : Il. 21.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio
Verde, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva.

1. *Carica papaya* L. 2. Coproducts. 3. Fermented milk drying. I.
Título II. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde.

CDD:634

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

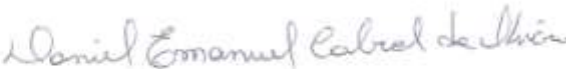
**CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DE
JABUTICABA E USO EM BEBIDAS LÁCTEAS
SABORIZADAS COM MAMÃO**

Autora: Diene Gonçalves Souza
Orientador: Marco Antônio Pereira da Silva

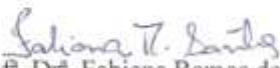
TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia – Área de concentração Zootecnia
– Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

APROVADA em 04 de agosto de 2016.


Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau
Avaliador externo
UFG/Goiânia


Prof. Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira
Avaliador externo
IF Goiano/Iporá


Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Presidente da banca
IF Goiano/RV


Prof. Dr. Fabiana Ramos dos Santos
Avaliadora interna
IF Goiano/RV

Aos meus Pais, José Donizete de Souza e Marivalda de Angelis Gonçalves Souza, aos meus Irmãos Carlos Eduardo de Oliveira (in memorian) e Leonardo Gonçalves Souza e aos meus Avós José Nelito de Souza (in memorian) e Maria da Conceição de Jesus (in memorian) pelo amor, carinho e confiança.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem Ele nada disso seria possível, pela força e amparo nos momentos difíceis no decorrer dessa caminhada.

Aos meus Pais, José Donizete de Souza e Marivalda de Angelis Gonçalves Souza, pelo amor incondicional, paciência, incentivo, dedicação e esforço. Aos meus Irmãos Carlos Eduardo de Oliveira (*in memorian*) e Leonardo Gonçalves Souza, pela força e carinho.

A toda minha família a quem devo enorme gratidão e carinho pelas palavras de incentivo e torcida na minha jornada, principalmente meus avós José Nelito de Souza (*in memorian*) e Maria da Conceição de Jesus (*in memorian*), por tudo que me ensinaram, eles não tiveram a oportunidade de presenciar a concretização deste sonho, mas tenho certeza que ajudaram, apoiaram e torcem de onde estão, para que tenha sucesso nesta nova jornada.

Ao Professor Dr. Marco Antônio Pereira da Silva, pela orientação, colaboração, paciência e amizade. Agradeço a ele também por dispor de seu tempo para me orientar.

Ao Professor Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira, pelo auxílio, paciência e colaboração para realização deste trabalho.

À minha grande amiga Lígia, pela ajuda, amizade, carinho e confiança. No momento em que mais precisei você esteve sempre ao meu lado, muito obrigada.

As minhas amigas Nayane e Bruna, pelas palavras de incentivo, apoio, carinho e amizade.

Aos meus queridos amigos e colegas que conheci durante esta caminhada: Yasmine, Núbia, Amanda, Kênia, Juliana, Ruthete, Guilherme, Matheus, Laís, Karoline, Marília, Gustavo, Norton, Ranio, Thiago, Geyniane, Samuel e Luiz Eduardo, pela colaboração direta ou indireta na realização deste trabalho e por tornar minha vida mais leve e sorridente.

Aos Professores Dr. Osvaldo Resende e Dr^a. Geovana Rocha, pela disponibilização de reagentes, vidrarias e equipamentos para a realização das análises.

Aos Professores Dr. Edmar Soares Nicolau e Dr^a. Fabiana Ramos dos Santos, por disponibilizar o seu tempo para contribuição desta pesquisa.

A equipe do Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, pela realização das análises eletrônicas do leite refrigerado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa de Mestrado concedida e pelo incentivo a pesquisa no Estado de Goiás. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), pelo incentivo a realização da pesquisa.

Ao Laticínio San Marino, pela ajuda e disponibilização da matéria-prima para realização da pesquisa.

Ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelo incentivo a pesquisa.

A todos que me apoiaram diretamente, indiretamente e acreditaram no meu potencial.

Muito obrigada!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Diene Gonçalves Souza, filha de José Donizete de Souza e Marivalda de Angelis Gonçalves Souza, irmã de Leonardo Gonçalves Souza e Carlos Eduardo de Oliveira. Nasceu em 05 de setembro de 1989, na cidade de Ituiutaba, localizada no Triângulo Mineiro. Deu início a formação acadêmica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde – GO, no curso de Graduação de Bacharelado de Engenharia de Alimentos no primeiro semestre do ano de 2009 e concluiu o curso no final do primeiro semestre de 2014. No segundo semestre de 2014, iniciou o Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na área de Produção Animal com ênfase na Qualidade do Leite e Derivados no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde – GO, e foi bolsista pela CAPES, tendo concluído o mesmo no início do segundo semestre de 2016.

ÍNDICE

	Página
INTRODUÇÃO GERAL	15
REVISÃO DA LITERATURA	17
OBJETIVOS	26
OBJETIVO GERAL	26
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
CAPÍTULO I: CINÉTICA DA SECAGEM E PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS DA CASCA DA JABUTICABA	27
INTRODUÇÃO	27
MATERIAL E MÉTODOS	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
CAPÍTULO II: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DA CASCA DE JABUTICABA	40
INTRODUÇÃO	40
MATERIAL E MÉTODOS	41
RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
CAPÍTULO III: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA SABORIZADA COM MAMÃO E FARINHA DA CASCA DE JABUTICABA	51
INTRODUÇÃO	52
MATERIAL E MÉTODOS	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
CONCLUSÃO GERAL	69

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
CAPITULO I: CINÉTICA DA SECAGEM E PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS DA CASCA DA JABUTICABA	28
TABELA 1. Modelos matemáticos utilizados para predizer a secagem de produtos vegetais.	30
TABELA 2. Valores para o teste de <i>Qui</i> -quadrado (χ^2 , x 10 ⁻³ decimal) e erro médio estimado (SE, decimal) calculados para os onze modelos utilizados na representação da cinética de secagem da casca de jabuticaba.	34
TABELA 3. Coeficientes de determinação (R ² , %) e erro médio relativo (P, %) para os modelos analisados, durante a secagem da casca da jabuticaba nas diversas condições de temperatura (°C).	34
TABELA 4. Parâmetros do modelo Midilli ajustados para as diferentes condições de secagem da casca de jabuticaba, com a respectiva equação em função da temperatura.	35
TABELA 5. Valores de entalpia (H, J mol ⁻¹), entropia (S, J mol ⁻¹ K ⁻¹) e energia livre de Gibbs (G, J mol ⁻¹) para diferentes condições de ar de secagem da casca da jabuticaba.	38
CAPÍTULO II: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DA CASCA DE JABUTICABA	41
TABELA 1. Pârametros do teor de água, cinzas, proteína, extrato etéreo (EE), parâmetros instrumentais de cor (L*, a* e b*), atividade antioxidante (AA) e fenólicos totais (FT) das farinhas da casca de jabuticaba temperaturas de secagem 45,55, 65 e 75°C.	46
CAPÍTULO III: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA SABORIZADA COM MAMÃO E FARINHA DA CASCA DE JABUTICABA	52
TABELA 1. Resultados médios e desvio padrão do teor de água (g.100 g ⁻¹), cinzas (g.100 g ⁻¹), proteína (g.100 g ⁻¹), gordura (g.100 g ⁻¹), parâmetros instrumentais de cor (L*, a* e b*), atividade antioxidante (AA) (EC ₅₀ (µg.mL ⁻¹) e fenólicos totais (FT) (mg EAG.100g ⁻¹) das bebidas lácteas fermentadas saborizadas com mamão e farinha da casca de jabuticaba.	62
TABELA 2. Resultados médios e desvio padrão da cor, aroma, sabor, textura, aparência e intenção de compra (IC) das bebidas lácteas fermentadas saborizadas com mamão e farinha da casca da jabuticaba.	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO I: CINÉTICA DA SECAGEM E PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS DA CASCA DA JABUTICABA	28
FIGURA 1. Razão de teor de água da casca de jabuticaba ao longo do tempo de secagem nas temperaturas de 45; 55; 65 e 75°C.	32
FIGURA 2. Valores dos teores de água experimentais e estimados pelo modelo de Page para a secagem da casca da jabuticaba nas diversas condições de temperatura.	36
FIGURA 3. Coeficiente de difusão efetivo (A) e a representação de Arrhenius para o coeficiente de difusão efetivo (B) obtido para a secagem da casca de jabuticaba nas temperaturas de 45,55,65 e 75°C.	37
CAPÍTULO II: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DA CASCA DE JABUTICABA	41
FIGURA 1. Eletromicrografias de varredura, em aproximações de 50x e 300x, da farinha da casca da jabuticaba submetida à secagem nas temperaturas de 45°C, 55°C, 65°C e 75°C.	48
CAPÍTULO III: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA SABORIZADA COM MAMÃO E FARINHA DA CASCA DE JABUTICABA	52
FIGURA 1 - pH de bebidas lácteas fermentadas saborizadas com mamão e farinha da casca de jabuticaba (FCJ).	60
FIGURA 2 Acidez titulável de bebidas lácteas fermentadas saborizadas com mamão e farinha da casca de jabuticaba.	61
FIGURA 3 Contagem de bactérias lácteas viáveis das bebidas lácteas fermentadas saborizadas com mamão e farinha da casca de jabuticaba.	66

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo	Sigla
%	Por cento
Σ	Somatória
ΔG	Energia livre de Gibbs ($J.mol^{-1}$)
ΔH	Entalpia ($J.mol^{-1}$)
ΔS	Entropia ($J.mol^{-1}$)
A	Comprimento (m)
a*	Cromaticidade do verde (-80) a vermelho (+100)
a, b, c, n	Coefficientes dos modelos de secagem
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
B	Largura (m)
b*	Cromaticidade do azul (-50) ao amarelo (+70)
b.s.	Base seca
BDA	Ágar batata dextrose
C	Espessura (m)
C*	Chroma
cm	Centímetro
D	Coefficiente de difusão efetivo ($m^2.s^{-1}$)
D_0	Fator pré-exponencial ($m^2.s^{-1}$)
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil
E_a	Energia de ativação ($kJ.mol^{-1}$)
EC_{50}	Concentração inibitória (concentração eficiente ou equivalente controle)
FCJ	Farinha da casca da jabuticaba
IF Goiano	Instituto Federal Goiano
k, k_0 , k_1	Constantes de secagem (hs^{-1})
Kg^{-1}	Por quilo
L*	Luminosidade do preto (0) ao branco (+100)
LST	Caldo lauril triptose
m	Metro
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
mg	Miligramma
mL	Mililitro
N	Número de observações experimentais
NMP	Número mais provável
n_t	Número de termos
P	Erro médio relativo
pH	Potencial hidrogeniônico
ppm	Parte por milhão
R	Constante universal dos gases ($8,134 kJ.kmol^{-1}.K^{-1}$)
R^2	Coefficiente de determinação (%)
RX	Razão de teor de água (adimensional)
S	Área superficial (m^2)
t	Tempo de secagem (s, hs)
T_{ab}	Temperatura absoluta (K)
UFC	Unidades formadoras de colônia
UV	Ultravioleta
V	Volume (m^3)

X	Teor de água (decimal, b.s.)
X_e	Teor de água de equilíbrio (decimal, b.s.)
X_i	Teor de água inicial (decimal, b.s.)
Y	Valor observado experimentalmente
\hat{Y}	Valor estimado pelo modelo

RESUMO

SOUZA, Diene Gonçalves. Caracterização da farinha da casca de jabuticaba e uso em bebidas lácteas saborizada com mamão. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2015. 69p.

Objetivou-se estudar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de bebidas lácteas fermentadas saborizadas com Mamão (*Carica papaya* L.) e enriquecidas com farinha da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). Foi avaliada a cinética de secagem para obtenção da farinha da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*); caracterizá-la para aproveitamento alimentício e avaliar o comportamento físico-químico funcional, microbiológico e sensorial de bebidas lácteas fermentadas saborizadas com mamão e enriquecidas com farinha da casca de jabuticaba. Foram desenvolvidas cinco formulações das bebidas lácteas fermentadas saborizadas com polpas de mamão enriquecidas com FCJ: A = Bebida láctea sem adição de polpa e FCJ, B = Bebida láctea com adição de 1% de FCJ, C = Bebida láctea com adição de 5% de polpa e 1% de FCJ, D = Bebida láctea com adição de 10% de polpa e 1% de FCJ e E = Bebida láctea com adição de 15% de polpa e 1% de FCJ. O melhor modelo ajustado às curvas de secagem foi o Page, o coeficiente de difusão efetivo diminuiu com a elevação da temperatura e a energia de ativação para a difusão líquida na secagem foi de 32,63 kJ mol⁻¹. A entalpia e entropia decresceram com o aumento da temperatura de secagem. Enquanto a energia livre de Gibbs aumentou com o acréscimo da temperatura de secagem. A composição físico-química pouco variou entre as temperaturas de secagem da casca da jabuticaba, a FCJ apresentou características funcionais, pelo alto teor de compostos fenólicos, além de possuir atividade antioxidante. Em relação a bebida láctea a incorporação da FCJ aumentou os níveis de sólidos totais e a adição da polpa de mamão elevou os teores de água e de proteínas das bebidas lácteas e também teve influência na redução dos teores de gordura. A capacidade antioxidante e compostos fenólicos das bebidas lácteas aumentaram conforme o incremento da FCJ e polpa de mamão. Diante dos resultados dos parâmetros avaliados na análise sensorial a formulação E (bebida láctea com 15% de mamão e 1% de FCJ) é a mais indicada para o desenvolvimento de lácteos fermentados. A adição de polpa de mamão exerceu influência positiva provocando aumento no número de bactérias lácteas viáveis quando comparada às demais formulações.

Palavras-chave: *Carica papaya* L; coprodutos; lácteos fermentados; *Myrciaria cauliflora* ; secagem.

ABSTRACT

It aimed to study the physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of fermented milk drinks flavored with papaya (*Carica papaya* L.) and enriched with flour of jabuticaba peel (*Myrciaria cauliflora*). The drying kinetics was evaluated to obtain the jabuticaba peel flour (*Myrciaria cauliflora*); characterize it for food use and to evaluate the physico-chemical functional sensory and microbiological behavior of fermented dairy beverages flavored with papaya and enriched with jabuticaba peel flour. Five formulations of fermented dairy beverages flavored with papaya pulp and enriched FJC were developed: A = fermented dairy beverages without adding pulp and FJC, B = fermented dairy beverages with addition of 1% FJC; C = fermented dairy beverages with addition of 5% pulp and 1% FJC; D = fermented dairy beverages with addition of 10% pulp and 1% FJC and E = fermented dairy beverages with addition of 15% pulp and 1% FJC. The best fitted model the drying curves was the Page, the effective diffusion coefficient decreased with increasing temperature and the activation energy for liquid diffusion in drying was 32.63 kJ mol⁻¹. The enthalpy and entropy decreased with increasing drying temperature. While Gibbs free energy increased with drying temperature increase. The physical and chemical composition varied little between drying temperatures of jabuticaba peel, the FCJ presented functional characteristics due to the high content of phenolic compounds, as well as having antioxidant activity. Regarding fermented dairy beverages incorporating the FCJ increased total solids levels and the addition of papaya pulp increased the water content and protein, and also had influence in reducing the fat content. Antioxidant capacity and phenolic compounds of milk drinks increased with increased FCJ and papaya pulp. Given the results of the parameters evaluated in sensory analysis the E formulation (milk drink with 15% of papaya and 1% FCJ) is the most suitable for the development of fermented milk. The papaya pulp addition had positive influence causing increase in the number of viable lactic bacteria when compared to other formulations.

Key words: *Carica papaya* L; coproducts; fermented milk; drying; *Myrciaria cauliflora*;

INTRODUÇÃO GERAL

O uso dos alimentos como forma de melhoria do bem-estar, saúde e como redutores dos riscos de certas doenças tem incentivado as pesquisas de desenvolvimento de novos ingredientes, possibilitando o aperfeiçoamento em produtos alimentícios (MATSUBARA, 2001).

Na elaboração de lácteos, uma tendência que vem surgindo é a produção de leites fermentados funcionais e iogurtes, pois além da ampla aprovação pelo público em geral, são meios em potencial para o consumo de probióticos (ANTUNES et al., 2007).

A incorporação do soro em bebidas lácteas fermentadas é uma alternativa para processos industriais de lácteos, devido à simplicidade do processo, a possibilidade de uso dos equipamentos já existentes na usina de beneficiamento de leite, além de promover redução de problemas provenientes ao seu descarte (CUNHA et al., 2008).

A adição de frutos em derivados lácteos, tem se destacado por causa do potencial de crescimento do mercado, pois são sensorialmente agradáveis (ZULUETA et al., 2007).

Os frutos contêm várias substâncias que possuem potencial para fornecer proteção antioxidante ao organismo humano, sendo os principais a vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos. Entre os antioxidantes presentes nos frutos, os mais frequentemente encontrados são os compostos fenólicos (OLIVIERA et al., 2011).

Nos últimos anos, a Organização Mundial da Saúde, tem promovido o consumo de alimentos ricos em vitaminas antioxidantes A, C e E. O mamão ocupa um dos primeiros lugares neste aspecto, tanto pelo valor nutritivo, como pelo poder medicinal. Um dos mais importantes princípios é a papaína, enzima reconhecida como superior à pepsina e muito usada nos casos de indigestão aguda (ZUBIOLO, 2012).

De acordo com Sato & Cunha (2007) a jabuticaba é um fruto de elevado valor nutricional, apresentando boa quantidade de niacina, ferro e antocianinas na composição. No entanto, a quantidade de informações sobre a jabuticaba na literatura é bastante escassa, principalmente no que se refere às propriedades físicas e as potencialidades na indústria alimentícia.

Com o intuito de minimizar perdas econômicas significativas, foram estudados processos de produção de diferentes tipos de bebidas alcoólicas que poderiam ser

fabricados a partir do fruto de jabuticaba. Para aproveitar o bagaço obtido da prensagem das massas vínicas, da indústria de vinhos de jabuticaba, produziram farinhas pré-gelatinizadas. O bagaço pode fornecer fibras, sais minerais e proteínas remanescentes do agente biológico utilizado para a fermentação do suco de jabuticaba. Para isto, há necessidade de caracterizar o resíduo a fim de conhecer as propriedades que possam facilitar o uso em produtos alimentares (ASCHERI et al., 2006).

Nesse contexto, objetivou-se estudar a cinética e propriedades termodinâmicas da secagem da casca de jabuticaba para obtenção de farinha alimentícia, avaliar as propriedades nutricionais e funcionais e a aplicação em bebidas lácteas com diferentes concentrações de polpa de mamão com o intuito de agregar valor a esse resíduo e melhorar as qualidades nutricionais da bebida láctea. Avaliar também a melhor formulação e aceitabilidade do produto por meio de análise sensorial, assim como características físico-químicas e atividade antioxidante das formulações propostas.

REVISÃO DA LITERATURA

Jaboticaba

A jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg.) pertence à família Myrtaceae, é um fruto nativo do Brasil, ocorre na maior parte do território brasileiro do Pará ao Rio Grande do Sul (SASSO et al., 2010). Segundo Marquetti (2014) é uma planta de clima subtropical e têm propriedades de alto valor nutricional com elevado teor de fibras, carboidratos, flavonoides, antocianinas, vitaminas, e as frações podem ter grande aplicabilidade tanto para a indústria, como para a comercialização *in natura*. O fruto é uma baga escura com polpa branca, suculenta e doce. A polpa é rica em vitamina C e minerais, especialmente potássio e cálcio (TEIXEIRA et al., 2011).

Segundo Ascheri et al. (2006) a jaboticaba apresenta grande quantidade de água, carboidratos, fibras, vitaminas e minerais, como, ferro, cálcio e fósforo. O teor nutricional das jaboticabas está relacionado à presença de compostos fenólicos, especialmente na casca (LIMA et al., 2008). Os mais importantes são os flavonoides que apresentam propriedades antioxidantes (SIMÕES et al., 2000).

OLIVEIRA et al. (2003) pesquisaram jaboticabas da variedade Sabará, e constataram que as características físico-químicas são influenciadas pela região de cultivo.

Concentrações elevadas de compostos fenólicos que são agentes antioxidantes encontrados, principalmente, na casca (que representa 43% da jaboticaba), na maior parte são descartadas, além de ser fonte de fibras e minerais (LIMA et al., 2008).

Segundo Lima et al. (2008) as maiores concentrações de polifenóis em jaboticabas são encontradas na casca do fruto, apresentando concentração 25 vezes maior que a polpa. O autor encontrou valores de 0,49 g 100 g⁻¹ de polifenóis na polpa e 11,99 g 100 g⁻¹ na casca.

As características sensoriais da jaboticaba são um atrativo que amplia o potencial de venda, principalmente em mercados que buscam novidades em época de escassez de outros frutos, a jaboticaba também pode ser utilizada pela indústria farmacêutica e alimentícia, em razão do alto teor de substâncias antioxidantes (DANNER et al., 2006).

A jaboticaba pode ser consumida *in natura*, e utilizada na fabricação de geleia, xaropes, suco, sorvete, bebidas fermentadas, vinho, vinagre e licores (SASSO et al.,

2010).

Os frutos são utilizados na indústria farmacêutica, por causa da alta concentração de substâncias oxidantes. Apresenta importância econômica e social por ser forma de renda a famílias carentes que coletam os frutos de planta nativa (CITADIN et al., 2010).

Aproveitamento de Resíduos

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), 64% da produção anual dos alimentos é perdida, o que influencia no preço final do produto, como também a quantidade e qualidade (FAO, 2008).

O aproveitamento dos componentes de frutos e hortaliças, como polpa, cascas, talos, no desenvolvimento de novos produtos, é uma maneira tecnológica que está disponível a todos, que pode ser utilizada em indústrias e residências. Utilizar de maneira sustentável diminui a produção de lixo orgânico, aumenta a vida útil dos alimentos, propicia a segurança alimentar e beneficia a renda da família (SILVA & RAMOS, 2009).

Algumas pesquisas têm demonstrado que frutos e hortaliças são de extrema importância na nutrição humana por serem fonte de micronutrientes (vitaminas e minerais), apresentando como fontes de fitoquímicos que previnem doenças degenerativas como câncer e doenças cardiovasculares (SHAHIDI, 2009).

Não são somente os consumidores que desperdiçam os alimentos. O desperdício ocorre desde o início da produção e prossegue em todas as etapas da produção até o destino final. Este fator influencia, diretamente, os índices de desenvolvimento econômico e impactam a sociedade e meio ambiente (GONDIM et al., 2005). Uma forma de combate ao desperdício é o aproveitamento de todas as partes dos frutos e hortaliças (cascas e talos) na elaboração de novos produtos.

Pesquisas acerca da utilização de resíduos e subprodutos demonstram resultados relevantes em relação à diminuição do desperdício de alimentos nas etapas de produção e no desenvolvimento de novos produtos, além de promoverem economia financeira na alimentação, diversificar e acrescentar valores nutricionais nas elaborações (DAMIANI et al., 2011). Esta alternativa é uma maneira sustentável, diminui a produção de lixo, ajuda na renda familiar e propicia a segurança alimentar.

O processamento industrial da jabuticaba é sob a forma de sucos, compotas,

vinhos e licores destilados. Na fabricação de compotas e produtos fermentados, as cascas de jabuticaba e sementes representam aproximadamente 50% do fruto e são considerados como resíduos (ASQUIERI et al., 2009).

A casca da jabuticaba tem propriedades adstringentes, eficazes contra diarreia e irritações da pele. Estudos demonstram que sucos e chás feitos com a casca de jabuticaba podem ajudar no tratamento de problemas de saúde como amigdalite, asma, alergias, varizes, fragilidade capilar, infecções intestinais e erisipela (OLIVEIRA et al., 2002).

Os bagaços de jabuticaba são fonte de compostos bioativos, com alta atividade antioxidante, pode ser uma opção adequada, para ser adicionado como ingredientes funcionais, na fabricação de alimentos e ração animal com a consequente redução de resíduos do processamento industrial de jabuticabas (MORALES et al., 2016).

Em se tratando da utilização da jabuticaba, buscando evitar o desperdício das partes normalmente não consumidas (cascas, sementes e bagaços), destaca-se a utilização de cascas na produção de farinha (AZIZ et al., 2012).

Como alternativa de aproveitamento da casca de jabuticaba está a elaboração de farinhas pré-gelatinizadas que são obtidas por extrusão, esta farinha, define-se como um produto desidratado, em pó, composta por partículas irregulares com coloração roxo-clara, possui aroma característico do fruto e sabor azedo-adstringente ligeiramente salgado, propicia relevantes quantidades de fibras, proteínas e sais minerais (ASCHERI et al., 2006).

Mamão

A origem da cultura do mamoeiro não é definida com precisão, sendo que a grande parte dos pesquisadores considera que o cultivo teve início na América do Sul, América Central ou no sul do México, tendo daí se propagado por, praticamente, todas as regiões do mundo (MOURA & RESENDE, 1986).

O mamoeiro é um fruto cultivado em quase todo o território brasileiro, sendo o Nordeste a maior região produtora, destacando-se o Estado da Bahia, seguido pela Região Sudeste, destacando-se o Espírito Santo (SILVA et al., 2004).

Segundo Serrano & Cattaneo (2010) o mamoeiro (*Carica papaya*) é encontrado em quase todos os países da América Tropical, e os frutos são excelentes fontes de cálcio, pró-vitamina A e vitamina C, sendo por isso amplamente utilizado em dietas

alimentares.

O mamão papaia (*Carica papaya* L.) é uma fonte de substâncias biologicamente ativas, tais como carotenoides (SENTANIN & AMAYA RODRIGUEZ, 2007) que estimulam o sistema imunológico e previnem a incidência de doenças degenerativas (McGRAW & ARDIA, 2003).

O mamão apresenta polpa com sabor agradável, cujas características sensoriais (textura, cor e aroma), químicas (baixa acidez e bom equilíbrio entre açúcares e ácidos orgânicos) e digestivas, tornam o fruto um alimento ideal e saudável para pessoas de todas as idades (FABI et al., 2010).

A principal maneira de utilização é como sobremesa, porém, diferentes formas de processamento fornecem distintas utilizações, como doces, geleias e sucos. Já existe o mamão processado em formato de cubos prontos para serem consumidos (SALOMÃO et al., 2007).

Utilização do Soro do Leite na Indústria Alimentícia

O soro é um subproduto obtido a partir da fabricação do queijo. Apresenta cor amarelo esverdeada, proteínas de alto valor biológico, poucos lipídeos e aproximadamente metade dos sólidos totais do leite. É um subproduto com grande oferta, pois 10 L de leite produzem 1 kg de queijo e 9 L de soro (BALDASSO, 2008).

Durante muito tempo no Brasil o soro não apresentava um destino tecnológico, sendo tratado como simples resíduo, geralmente descartado em mananciais. Em relação à questão ambiental, apresenta-se como um poluente com várias consequências, em que o nível de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) é de aproximadamente 42.000 mg L⁻¹, enquanto o esgoto doméstico apresenta cerca de 500 mg L⁻¹ (PAULA, 2005).

Segundo Barbosa et al. (2010) o soro é composto de muitos nutrientes, dentre estes proteínas de alto valor biológico e lactose, porém, tem se tornado um problema ambiental a ser solucionado pela indústria de queijo, devido a elevada DBO. Buscando evitar essa perda de nutrientes, reduzir gastos com tratamentos de resíduos e aumentar a receita das indústrias, criou-se as bebidas lácteas.

A utilização do soro de leite em pó e frações do soro como ingredientes nos gêneros alimentícios para consumo humano e animal, transformou o então subproduto, em produto valioso para a indústria de laticínios. Ingredientes lácteos à base de soro podem substituir, com eficiência e baixo custo, os sólidos do leite e dar origem a

fórmulas alternativas para diversos alimentos (MEILGAARD et al., 1999).

Segundo Zavareze et al. (2010) a adição de soro de leite teve influência positiva na composição química e características tecnológicas e sensoriais dos bolos, podendo ser utilizado na elaboração de produtos de panificação.

Utilizar os derivados do soro de leite agrega mais valor e minimiza os impactos ambientais causados pelo descarte, além de aproveitar um resíduo rico em nutrientes (ZACARCHENCO et al., 2012).

Alimentos Funcionais

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) alimentos funcionais são alimentos ou ingredientes que afirmam possuir características funcionais ou saudáveis, que além de fornecerem as fontes nutricionais básicas, geram efeitos no metabolismo ou na fisiologia, devendo ser aptos para o consumo humano, com segurança, sem qualquer supervisão médica (ANVISA, 1999).

Os alimentos e ingredientes funcionais podem ser distribuídos em duas classes: sendo fonte de origem vegetal ou animal, já em relação aos benefícios que oferecem, podem atuar em seis áreas do organismo: sistema gastrointestinal, sistema cardiovascular, metabolismo de substratos, crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular, comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes (SOUZA et al., 2003).

Houve crescente demanda no consumo dos alimentos funcionais, que apresentam os atributos nutricionais e tecnológicos característicos, além de atender as necessidades do consumidor em relação à procura por alimentos inovadores (ARAÚJO, 2007). A busca do consumidor brasileiro por produtos mais saudáveis, inovadores, seguros e de prática utilização, aliada à consolidação dos produtos no mercado, contribuíram para o crescimento da indústria de bebidas lácteas, fazendo com que estas ganhassem popularidade (LIMA et al., 2002).

Os probióticos são microrganismos vivos que podem ser adicionados como suplementos na dieta, atuando de forma benéfica no desenvolvimento da flora microbiana do intestino. São também denominados como bioterapêuticos, bioprotetores e bioprofiláticos e são utilizados para prevenir as infecções entéricas e gastrointestinais (REIG & ANESTO, 2002).

Dentre tais benefícios, causados ao consumidor pela ingestão de alimentos

contendo probióticos, podem ser citados: a síntese de vitaminas e proteínas, inibição de agentes patogênicos, reconstituição da flora intestinal causada pelo consumo de antibióticos e melhoria na imunidade, sendo de extrema importância a presença nos alimentos consumidos (SAAD, 2006; GOLDIN & GORBACH, 2008).

Segundo Roberfroid (2002) alguns efeitos atribuídos aos prebióticos são: a modulação de funções fisiológicas chaves, como a absorção de cálcio, metabolismo lipídico, modulação da composição da microbiota intestinal, que exerce papel primordial na fisiologia intestinal e redução do risco de câncer de cólon.

Os prebióticos estimulam o crescimento dos grupos endógenos de população microbiana, tais como as Bifidobactérias e os Lactobacilos, que são ditos como benéficos para a saúde humana (BLAUT, 2002).

Um alimento que possua prebióticos e probióticos na composição é considerado simbiótico, pois a união desses dois substratos confere vantagem mútua e o consumo fornece vários benefícios (SANTOS et al., 2011).

Por apresentarem bactérias lácticas na composição, os leites fermentados são considerados alimentos funcionais, pois favorecem a saúde de quem os consome. Essas bactérias formam culturas probióticas que sintetizam metabólitos enquanto realizam o processo de fermentação (ANTUNES et al., 2007; MAZOCHI et al., 2010).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos Para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 03 mai. 1999. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/>. Acesso em: 28 maio 2016.
- ANTUNES, A. E. C. GRAEL, E. T.; MORENO I.; LUANA RODRIGUES, G.; DOURADO. F, M.; MARQUES S. D.; LERAYER A. L. S. Desenvolvimento de buttermilk probiótico. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n.1, p. 83-90, 2007.
- ANTUNES, A. E. C.; MARASCA, E.T.G.; MORENO, I.; DOURADO, F.M.; RODRIGUES, L.G.; LERAYER, A.L.S.. Desenvolvimento de buttermilk probiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 83-90, 2007.
- ARAÚJO, E. A. **Desenvolvimento e caracterização de queijo tipo Cottage adicionado de *Lactobacillus delbreuckii* UFV H2b20 e de inulina**. 2007. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007.
- ASCHERI, D.P.R.; ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C.W.P. Caracterização da farinha do bagaço da jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência de Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 867-905, 2006.

- ASCHERI, D.P.R.; ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C.W.P. Caracterização da farinha de bagaço de jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 26(4): 897-905, out.-dez. 2006.
- ASQUIERI, E. R., SILVA, A. D. M., & CÂNDIDO, M. A. Aguardente de jabuticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jabuticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 896–904p, 2009.
- ASQUIERI, E. R.; RODRIGUES, J. P. de M.; CALIARI, M. Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 12, p. 2196-2202, 2011.
- AZIZ, N. A. A. ; WONG, L. M.; BHAT, R. ; CHENG, L. H. Evaluation of processed green and ripe mango peel and pulp flours (*Mangifera indica* var. Chokanan) in terms of chemical composition, antioxidant compounds and functional Properties. **Journal of Science Food of Agriculture**, London, v. 92, n. 92, p. 557–563, 2012.
- BALDASSO, C. **Concentração, Purificação e Fracionamento das Proteínas do Soro Lácteo através da Tecnologia de Separação por Membranas**. Porto Alegre-RS, 163p. Dissertação de Mestrado, Engenharia Química, Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, 2008.
- BARBOSA, DOS S. A.; FLORENTINO, R. E.; FLORÊNCIO, M. I.; ARAÚJO, DOS S. A. BECKER, L. V. **Iogurte probiótico com teor reduzido de lactose adicionado de óleo de linhaça**. 2009. 110 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- BLAUT, M. Relationship of prebiotics and food to intestinal microflora. **European Journal of Nutrition**. v. 41, supplement 1, p.1-16, 2002.
- CITADIN, I.; DANNER, M. A.; SASSO, S. A. Z. Jabuticabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 343-656, jun. 2010.
- CUNHA. T.M; CASTRO, F.P; BARRETO, P.L.M; BENEDET, H.D; PRUDÊNCIO, E.S. Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 103-116, jan./mar. 2008.
- DAMIANI, C.; ALMEIDA, A. C. S.; FERREIRA, J.; ASQUIERI, E. R.; VILAS BOAS, E. V. B.; SILVA. F. A. Doces de corte formulados com casca manga. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p.360-369, 2011.
- DANNER, M. A.; CITADIN, I.; FERNANDES JUNIOR, A. A.; ASSMANN, A.P.; MAZARO, S.M.; DONAZZOLO, J. SASSO, S.A.Z. Enraizamento de jabuticabeira (*Plinia Trunciflora*) por mergulhia aérea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p.530-532, 2006.
- FABI, J.P.; PERONI, F.H.G.; GOMEZ, M.L.P.A. Papaya, mango and guava fruit metabolism during ripening: postharvest changes affecting tropical fruit nutritional content and quality. **Fresh Produce**, v. 1, p. 56-66, 2010.
- FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Corporate Document Repository. **Crop Prospects and Food Situation** – N°. 4, 2008. Disponível em: www.fao.org.br . Acesso em: 20 maio 2016.
- GOLDIN, B. R.; GORBACH, S. L. Clinical Indications for probiotics: an overview. **Clinical Infectious Diseases**, Chicago, v. 46, n.1, p. 96-100, 2008.
- GONDIM, J. A. M; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, K. M. S. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.
- LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C.; ABREU, C. M. P.; DANTAS-BARROS, A. M. Caracterização do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latino Americanos de Nutricion**, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

- LIMA, S. M. C. G., MADUREIRA, F. C. P., PENNA, A. L. B. Bebidas lácteas: nutritivas e refrescantes. **Milkbizz Tecnologia**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 4-11, 2002.
- MARQUETTI, C. **Desenvolvimento e obtenção de farinha de casca de jabuticaba (Plinia cauliflora) para adição em biscoito tipo cookie**. 2014. 116 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.
- MATSUBARA, S. Alimentos Funcionais: uma tendência que abre perspectivas aos laticínios. **Revista Indústria de Laticínios**, São Paulo, v. 6, n. 34, p. 10-18, 2001.
- MCGRAW, K. J., & ARDIA, D. R.. Carotenoids, immunocompetence, and the information content of sexual colors: an experimental test. **The American Naturalist**, 162, 704e712p, 2003.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3 ed. Florida: Press, 1999. p. 106-107.
- MORALES P, BARROS L, DIAS M. I, SANTOS-BUELGA C, FERREIRA I. C, ASQUIERI E. R, BERRIOS J. J. Non-fermented and fermented jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Mart.) pomaces as valuable sources of functional ingredients. **Food Chemistry**. 220–227p, 2016.
- MOURA, P. A. M. de; RESENDE, L. M. A. Aspectos econômicos da cultura do mamoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.134, p.3-7, 1986.
- OLIVEIRA, A.L.; BRUNINI, M. A.; SALANDINI, C. A. R. Caracterização tecnológica de jabuticabas 'Sabará' provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, p. 397-400, 2003.
- OLIVEIRA, D.S; AQUINO, P.P; RIBEIRO, S.M.R; PROENZA, R.P.C; SANT'ANA, H.M.P. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences** Maringá, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.
- OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V.; RIBEIRO, P. C. N.; RUBACK, V. R.. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. FLAVICARPA) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 259-262, 2002.
- PAULA, J. C. J. **Elaboração e estabilidade de bebida carbonatada aromatizada à base de soro de leite**. Viçosa-MG, 57p. Dissertação de Mestrado, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- REIG, A. L. C.; ANESTO, J. B. Prebióticos y probióticos, una Relación Beneficiosa. Instituto de Nutrición e Hiene de los Alimentos. **Revista Cubana de Alimentación e Nutrición**. v. 16, n. 1, p. 63-8, 2002.
- ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**. v. 34, Suppl. 2, p. 105-10, 2002.
- SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.
- SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L.; SANTOS, D.; BORBA, A.N. **Cultivo do mamoeiro**. Viçosa: Ed UFV, 2007. 73p.
- SANTOS, R. B; BARBOSA, L. P. J. L; BARBOSA, F. H. F. Probióticos: microrganismos funcionais. **Ciência Equatorial**, Amapá, v. 1, n. 2, p. 26-38, 2011.
- SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de Jabuticabeira por estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.2, p. 577-583, 2010.
- SATO, A.C.K; CUNHA, R.L. Influência da temperatura no comportamento reológico da polpa de jabuticaba. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 27(4): 890-896, out.-dez. 2007.
- SENTANIN, M. A., & RODRIGUEZ AMAYA, D. B. (2007). Carotenoid levels in

- papaya and peach determined by high performance liquid chromatography. **Food Science and Technology**, 27, 13e19.
- SERRANO, L.A.L.; CATTANEO, L.F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.3, 2010.
- SHAHIDI, F. Nutraceuticals and functional foods: whole versus processed foods. **Trends in Food Science & Technology**, Norwich, v. 20, p.376-387, 2009.
- SILVA, M. B. de; RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n.5, p. 551-554, 2009.
- SILVA, M. C. A.; TARSITANO, M. A. A.; CORREA, L.S. Análise do custo de produção e lucratividade do mamão formosa, cultivado no município de Santa Fé do Sul (SP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v. 26, n.1, p. 40-43, 2004.
- SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia, da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS/UFSC, 2000. 821 p
- SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**. v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.
- TEIXEIRA, G.H.A., DURIGAN, J.F., SANTOS, L.O., HOJO, E.T.D., CUNHA JUNIOR, L.C. Changes in the quality of jaboticaba fruit (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg. cv. Sabara) stored under different oxygen concentrations. **J. Sci. Food** . 2844–2849p, 2011.
- ZACARCHENCO, P. B.; VAN DENDER, A. G. F; SPADOTI, L.M.; GALFINA, D. A.; TRENTO, F. K. H.S.; SILVA, ADRIANA T. ALVES. Permeado de soro: Aplicações que agregam valor aos coprodutos do leite. **ITAL. Anuário Leite e Derivados**, Campinas, Nº 131, p. 48-55, 2012.
- ZAVAREZE, E. R.; MORAES, K. S.; SALASMELLADO, M. M. Qualidade tecnológica e sensorial de bolos elaborados com soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.1, p.102-106, 2010.
- ZUBIOLO, C; RODRIGUES, M.A.S; OLIVIERA, M.C; AQUINO, L.C.L; NUNES, M.L; CASTRO, A.A. Estudo do desenvolvimento de bebida láctea funcional com adição de polpa de mamão e aveia. **Scientia Plena**, Sergipe, vol. 8, n. 3, 2012.
- ZULUETA, A.; ESTEVE, M.J.; FRASQUET, I.; FRIGOLA, 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, n. 4, p. 1365-1374, 2007.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Determinar a cinética de secagem para obtenção da farinha da casca de jabuticaba (FCJ) (*Myrciaria cauliflora*), caracterizá-la para aproveitamento alimentício, e avaliar o comportamento físico-químico funcional, microbiológico e sensorial de bebidas lácteas fermentadas saborizadas com mamão e enriquecidas com FCJ.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar a cinética de secagem nas temperaturas de 45°C, 55°C, 65°C e 75°C;

Calcular as propriedades termodinâmicas da farinha da casca de jabuticaba;

Caracterizar a composição química quanto ao teor de água, cinzas, proteína, extrato etéreo, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante;

Caracterizar as coordenadas colorimétricas L*, a*, b* da farinha da casca de jabuticaba;

Verificar a estrutura física da farinha da casca de jabuticaba por microscopia eletrônica de varredura;

Desenvolver bebidas lácteas fermentadas saborizadas com polpas de Mamão (*Carica papaya* L.) e enriquecidas com farinha da casca de jabuticaba;

Caracterizar as bebidas lácteas saborizadas com mamão e enriquecidas com farinha da casca de jabuticaba quanto ao pH, acidez titulável, proteína, gordura, cinzas e umidade;

Analisar instrumentalmente as coordenadas de cor das bebidas lácteas saborizadas com mamão e enriquecidas com farinha da casca de jabuticaba;

Determinar os compostos fenólicos totais e atividade antioxidante das bebidas lácteas saborizadas com mamão e enriquecidas com farinha da casca de jabuticaba;

Realizar as análises microbiológicas de bactérias lácteas viáveis, coliformes totais, fungos filamentosos e leveduras;

Proceder à análise sensorial do novo produto desenvolvido, através do teste de aceitação e intenção de compra.

CAPÍTULO I

CINÉTICA DA SECAGEM E PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS DA CASCA DA JABUTICABA

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa ajustar diferentes modelos matemáticos aos dados experimentais da secagem da casca da jabuticaba, determinar o coeficiente de difusão efetivo, obter a energia de ativação e as propriedades termodinâmicas em diferentes condições de secagem. Os resíduos da jabuticaba foram submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada nas temperaturas de 45°C; 55°C; 65°C e 75°C. Dentre os modelos analisados, Page foi o selecionado para representar o fenômeno de secagem. O coeficiente de difusão efetivo diminuiu com a elevação da temperatura e a energia de ativação para a difusão líquida na secagem foi de 32,63 kJ mol⁻¹. A entalpia e entropia decresceram com o aumento da temperatura de secagem, enquanto, a energia livre de Gibbs aumentou com o acréscimo da temperatura de secagem.

Palavras-chave: Energia de ativação; Modelagem matemática; Modelo de Page *Myrciaria cauliflora*.

ABSTRACT

The objective of this research was to fit different mathematical models to experimental data of drying jabuticaba peel, to determine the effective diffusion coefficient to get the activation energy and the thermodynamic properties in different drying conditions. The residues of jabuticaba were dried in forced ventilation oven at temperatures of 45° C; 55° C; 65° C and 75° C. Of the models examined, the Page has been selected to represent the drying phenomenon. The effective diffusion coefficient decreases with increasing temperature and the activation energy for diffusion in liquid drying was 32.63 kJ mol⁻¹. The enthalpy and entropy decreased with increasing drying temperature, whereas the Gibbs free energy increased with increased drying temperature.

Key words: Activation energy; Mathematical modeling; *Myrciaria cauliflora*; Page template.

INTRODUÇÃO

A jabuticaba apresenta curto período de comercialização, por ser um fruto bastante perecível, logo após a colheita apresenta rápida alteração da aparência, decorrente da intensa perda de umidade, deterioração e fermentação da polpa, proveniente do alto teor de água e açúcares, depois de colhida, o fruto tem vida útil de até três dias, dificultando bastante a comercialização (ASCHERI et al., 2006; SATO & CUNHA, 2009).

A desidratação da casca da jabuticaba é uma alternativa para agregar valor ao produto e diversificar a utilização. Com a desidratação da casca é possível fazer a

farinha, que pode ser facilmente incluída nas dietas através de bolos, biscoitos, massas e até mesmo bebidas isotônicas (ASCHERI et al., 2006).

No entanto, a secagem é um processo de transferência de calor e massa que deve ser bem compreendido, a fim de atingir a eficiência, a partir de perspectivas técnicas e econômicas.

São de fundamental importância as informações contidas nas curvas de secagem para o desenvolvimento de processos e para o dimensionamento de equipamentos, com estas, pode-se estimar o tempo de secagem de certa quantidade de produtos e, com o tempo necessário para a produção, estima-se o gasto energético que refletirá no custo de processamento e, por sua vez, influenciará no preço final do produto (VILELA & ARTUR 2008).

A aplicação dos modelos matemáticos confiáveis permite prever o comportamento dos diversos fenômenos que ocorrem durante o processo de secagem, o que implica na redução do custo operacional (DIONELLO et al., 2009). É também importante o conhecimento das propriedades termodinâmicas, pois fornecem informação para cálculo da energia requerida no processo de secagem (CORRÊA et al., 2010).

Desta forma, objetivou-se estudar a modelagem matemática da secagem da casca de jabuticaba para obtenção de farinha, bem como determinar e avaliar o coeficiente de difusão efetivo, obter a energia de ativação e as propriedades termodinâmicas nas temperaturas de secagem de 45, 55, 65 e 75°C.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde. Foram utilizados os resíduos da jabuticaba, com o teor de água inicial de 3,796 ±0,018 base seca. As cascas de jabuticaba foram submetidas à secagem em estufa com ventilação de ar forçada, em quatro condições de temperatura: 45, 55, 65 e 75 °C, que promoveram as umidades relativas médias de 23,3%; 14,2%; 8,9% e 5,8%, respectivamente. A secagem prosseguiu até que as cascas de jabuticaba atingissem massa constante (teor de água de equilíbrio), determinado em estufa a 105 °C ±3 °C, até massa constante das cascas.

A redução do teor de água ao longo da secagem foi acompanhada pelo método gravimétrico (perda de massa), conhecendo-se o teor de água inicial do produto até atingir massa constante. O acompanhamento da redução da massa durante a secagem foi feito com auxílio de uma balança com resolução de 0,01 g.

As temperaturas do ar de secagem e temperatura ambiente foram monitoradas por meio de um termômetro no interior e exterior do secador, sendo a umidade relativa no interior da estufa obtida por meio dos princípios básicos de psicrometria, com o auxílio do programa computacional GRAPSI.

Para a determinação das razões de teor de água da casca da jabuticaba durante a secagem, utilizou-se a seguinte expressão:

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad (1)$$

Em que: RX: razão de teor de água do produto, adimensional; X: teor de água do produto (b.s.); X_i: teor de água inicial do produto (b.s.); e X_e: teor de água de equilíbrio do produto (b.s.).

Os modelos matemáticos frequentemente utilizados para representação da secagem de produtos vegetais (Tabela 1) foram ajustados aos dados experimentais da secagem da casca da jabuticaba.

TABELA 1 - Modelos matemáticos utilizados para prever a secagem de produtos vegetais.

Designação do modelo	Modelo	
$RX = 1 + a \cdot t + b \cdot t^2$	Wang e Sing	(2)
$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \exp(-k_1 \cdot t)$	Verma	(3)
$RX = \exp\left(\frac{\left(-a - \left(a^2 + 4 \cdot b \cdot t\right)^{0,5}\right)}{2 \cdot b}\right)$	Thompson	(4)
$RX = \exp(-k \cdot t^n)$	Page	(5)
$RX = \exp(-k \cdot t)$	Newton	(6)
$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$	Midilli	(7)
$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + c$	Logarítmico	(8)
$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t)$	Henderson e Pabis	(9)
$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \exp(-k \cdot a \cdot t)$	Exponencial de Dois Termos	(10)
$RX = a \cdot \exp(-k_0 \cdot t) + b \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$	Dois Termos	(11)
$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \cdot \exp(-k \cdot b \cdot t)$	Aproximação da Difusão	(12)

Em que: t: tempo de secagem, h; k, k₀, k₁: constantes de secagem h⁻¹; e a, b, c, n: parâmetros dos modelos.

Os modelos matemáticos foram ajustados por meio de análise de regressão não linear pelo método Gauss-Newton, para o grau de ajuste, considerou-se a magnitude do coeficiente de determinação (R^2), do teste de *Qui*-quadrado (χ^2), do erro médio relativo (P) e do desvio padrão da estimativa (SE).

O modelo da difusão líquida para a forma geométrica de placa plana, com aproximação de oito termos (Equação 13), foi ajustado aos dados experimentais de secagem da casca da jabuticaba, considerando a área superficial e o volume, de acordo com a seguinte expressão:

$$RU = \frac{U^* - U_e^*}{U^* - U_e^*} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n_i=0}^{\infty} \frac{1}{(2n_i+1)^2} \exp \left[-\frac{(2n_i+1)^2 \cdot \pi^2 \cdot D \cdot t}{4} \cdot \left(\frac{S}{V} \right)^2 \right] \quad (13)$$

em que: RU: razão de umidade do produto, adimensional; n_i : número de termos; S: área da superfície do produto, m^2 ; e V: volume do produto, m^3 .

A área superficial (S) da casca da jabuticaba foi calculada de acordo com a expressão:

$$S = \pi \cdot D_g \quad (14)$$

$$D_g = (A \cdot B \cdot C)^{1/3} \quad (15)$$

em que: D_g : diâmetro geométrico médio; A: comprimento, mm; B: largura, mm; e C: espessura, mm.

O volume da casca de jabuticaba foi obtido de acordo com a expressão proposta por Mohsenin (1986):

$$V = \frac{\pi \cdot A \cdot B \cdot C}{6} \quad (16)$$

A relação entre o coeficiente de difusão efetivo e a elevação da temperatura do ar de secagem foi descrita por meio da equação de Arrhenius.

$$D = D_0 \cdot \exp \left(\frac{-E_a}{R \cdot T_{ab}} \right) \quad (17)$$

Em que: D_0 : fator pré-exponencial; E_a : energia de ativação, kJ mol^{-1} ; R: constante universal dos gases, $8,134 \text{ kJ kmol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; e T_{ab} : temperatura absoluta, K.

Os coeficientes da expressão de Arrhenius foram linearizados com a aplicação do logaritmo na seguinte forma:

$$\text{LnD} = \text{LnD}_0 - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T_{ab}} \quad (18)$$

As propriedades termodinâmicas do processo de secagem da casca da jabuticaba foram obtidas pelo método descrito por Jideani & Mpotokwana (2009):

$$H = E_a - R \cdot T \quad (19)$$

$$S = R \cdot \left(\ln k - \ln \frac{k_B}{h_p} \right) - \ln T_{abs} \quad (20)$$

$$G = H - T_{abs} \cdot S \quad (21)$$

Em que: H = entalpia, J mol⁻¹; S = entropia, J mol⁻¹; G = energia livre de Gibbs, J mol⁻¹; k_B = constante de Boltzmann, 1,38 x 10⁻²³ J K⁻¹; e h_p = constante de Planck, 6,626 x 10⁻³⁴ J s⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, pode-se observar o tempo de secagem da casca de jabuticaba em horas e as razões do teor de água (decimal) (RX) para as temperaturas de secagem de 45; 55; 65 e 75°C.

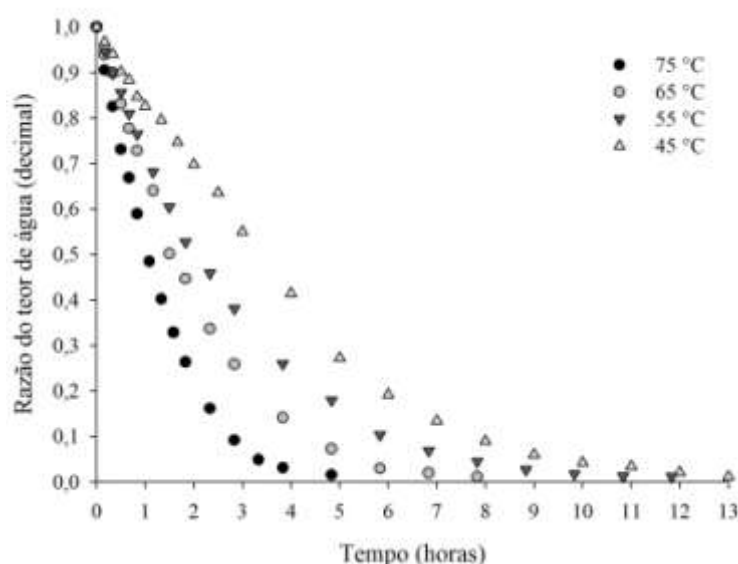


FIGURA 1 - Razão de teor de água da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) ao longo do tempo de secagem nas temperaturas de 45; 55; 65 e 75°C.

Observou-se que as diferentes temperaturas influenciaram na perda de água do produto, sendo que nos primeiros 10 minutos foram observados a razão de teor de água

maior para a temperatura de 45°C correspondente a 0,967, enquanto para as temperaturas de 55°C o RU foi igual a 0,9472, para a de 65°C o RU foi de 0,9388 e para a de 75°C o valor do RU foi 0,9052.

Considerando o tempo gasto, foi observado que para secar a casca de jabuticaba à temperatura de 45 °C gastou-se 13 horas, para a temperatura de 55 °C foram necessárias 11,83 horas, para temperatura de 65 °C, 7,83 horas e para a temperatura de 75 °C, 4,83 horas.

Segundo Fiorentin et al. (2010) o aumento da temperatura de secagem acelera o processo, fazendo com que a amostra sofra redução de umidade mais rapidamente no início da secagem e conseqüentemente menor tempo de secagem é requerido.

Resultados semelhantes a secagem da casca de jabuticaba foi relatado por Nunes et al. (2014) ao realizarem a secagem da polpa da jabuticaba. Observaram que o tempo gasto para secar a polpa em temperaturas mais baixas (50°C) foi acima do dobro do tempo utilizado para temperaturas mais elevadas (70°C).

Observa-se que o aumento da temperatura promoveu diminuição do teor de água em tempo menor, comportamento também verificado por Ferreira et al. (2010) ao secarem casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), Gouveia et al. (2003) ao secarem cajá e Fiorentin et al. (2010) ao secarem bagaço de laranja.

A Tabela 2 apresenta os valores para o teste de *Qui*-quadrado (χ^2) e erro médio estimado (SE) calculados para os onze modelos utilizados na representação da cinética de secagem da casca de jabuticaba.

Em relação à análise de erro médio estimado (SE) e *Qui*-quadrado (χ^2), os modelos Verma, Page, Midilli e Dois Termos, obtiveram menores valores em comparativo com os outros modelos.

Somente os valores de erro médio estimado (SE) e *Qui*-quadrado (χ^2) não são suficientes para determinar a qualidade do ajuste do modelo. Então, foi realizada análise conjunta do coeficiente de determinação (R^2) e erro médio relativo (P) para determinação do melhor modelo, conforme a Tabela 3.

Observa-se que os modelos se ajustaram para todas temperaturas, apresentando coeficientes (R^2) entre 98,03% e 99,97%. De acordo com Madamba et al. (1996) esses resultados indicam uma representação satisfatória do fenômeno em estudo em que os valores de R^2 são maiores que 95%.

TABELA 2 - Valores para o teste de *Qui*-quadrado (χ^2 , x 10^{-3} decimal) e erro médio estimado (SE, decimal) calculados para os onze modelos utilizados na representação da cinética de secagem da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*).

Modelo	75 °C		65 °C		55 °C		45 °C	
	SE	χ^2	SE	χ^2	SE	χ^2	SE	χ^2
Wang e Sing	0,0256	0,655	0,0321	1,033	0,0525	2,757	0,0253	0,639
Verma	0,0085	0,072	0,0099	0,099	0,0062	0,038	0,0190	0,360
Thompson	0,0310	0,964	0,0324	1,050	0,0150	0,224	0,0484	2,342
Page	0,0100	0,101	0,0101	0,102	0,0072	0,052	0,0199	0,397
Newton	0,0299	0,894	0,0313	0,980	0,0146	0,212	0,0473	2,239
Midilli	0,0090	0,082	0,0105	0,111	0,0068	0,046	0,0158	0,249
Logarítmico	0,0173	0,301	0,0201	0,402	0,0091	0,083	0,0330	1,092
Henderson e Pabis	0,0264	0,697	0,0259	0,669	0,0128	0,164	0,0423	1,788
Exponencial de Dois Termos	0,0310	0,963	0,0324	1,050	0,0150	0,224	0,0484	2,341
Dois Termos	0,0084	0,071	0,0103	0,107	0,0080	0,064	0,0168	0,281
Aproximação da Difusão	0,0161	0,260	0,0214	0,460	0,0077	0,060	0,0327	1,068

TABELA 3 - Coeficientes de determinação (R^2 , %) e erro médio relativo (P, %) para os modelos analisados, durante a secagem da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) nas diversas condições de temperatura (°C).

Modelos	75 °C		65 °C		55 °C		45 °C	
	P	R^2	P	R^2	P	R^2	P	R^2
Wang e Singh	35,90	99,46	55,82	99,26	84,64	98,03	69,77	99,59
Verma	6,03	99,95	3,59	99,93	5,51	99,97	11,87	99,78
Thompson	28,86	99,21	35,34	99,24	20,15	99,84	78,08	98,48
Page	6,58	99,92	4,01	99,93	7,32	99,96	7,14	99,74
Newton	28,86	99,21	35,33	99,24	20,13	99,84	78,06	98,48
Midilli	8,63	99,94	5,47	99,93	7,88	99,97	4,86	99,85
Logarítmico	19,84	99,77	22,92	99,73	14,40	99,94	62,46	99,33
Henderson e Pabis	23,85	99,43	27,22	99,52	16,68	99,88	63,01	98,84
Exponencial de dois termos	28,86	99,21	35,33	99,24	20,13	99,84	78,06	98,48
Dois termos	5,83	99,95	3,64	99,93	12,34	99,96	8,33	99,83
Aproximação da difusão	19,34	99,80	24,03	99,69	12,34	99,96	65,27	99,34

Nos valores do erro médio relativo (P), observou-se que apenas o modelo de Page e Midilli apresentou valores inferiores a 10%, para todas as condições testadas, destacando então como os modelos mais adequados para representação do fenômeno de secagem.

Os modelos considerados satisfatórios em todas as condições de temperatura avaliadas foram os de Page e Midilli. Esses dois modelos apresentaram valores de R^2 acima de 99,91% e valores de P abaixo de 10%. Assim, por meio da análise conjunta

dos parâmetros estatísticos (R^2 , P, SE e χ^2) os mesmos apresentaram melhor ajuste ao processo de secagem.

Verificou-se que todos os coeficientes do modelo de Page foram significativos pelo teste t, mostrando que estes podem ser utilizados satisfatoriamente para representar a secagem de casca de jabuticaba. Os coeficientes a, k e n observados no modelo de Midilli foram significativos e o coeficiente b não foi significativo pelo teste t.

TABELA 4 - Parâmetros do modelo Midilli ajustados para as diferentes condições de secagem da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*), com a respectiva equação em função da temperatura.

Parâmetros	Temperatura (°C)			
	45	55	65	75
Page				
K	0,15807**	0,324221**	0,400014**	0,665383**
N	1,282048**	1,074624**	1,183366**	1,175819**
Midilli				
A	0,964404**	0,994669**	0,993704**	0,989197**
K	0,127023*	0,318749**	0,392097**	0,645312**
N	1,39825**	1,07558**	1,193930**	1,180682**
B	0,000107 ^{ns}	-0,00057 ^{ns}	-0,000362 ^{ns}	-0,00247 ^{ns}

**Significativo a 1% pelo teste t. *Significativo a 5% pelo teste t. ^{ns}Não significativo pelo teste t.

Para a representação gráfica das curvas de secagem, utilizou-se o modelo de Page por ser mais simples e apresentar menor número de coeficientes comparativamente ao Midilli.

Correia et al. (2007) na secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) dentre os modelos que apresentaram bons ajustes aos dados experimentais, o modelo de Page foi selecionado para representar o fenômeno de secagem do feijão devido a simplicidade de aplicação e por ser, tradicionalmente, recomendado e aplicado para prever o fenômeno de secagem de diversos produtos agrícolas.

Resende et al. (2014) na secagem de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) em grãos da cultivar AS4620, também obtiveram mais de um modelo que se ajustou aos dados experimentais, selecionando assim o modelo de Page para representação do fenômeno de secagem.

Na Figura 2, estão representados os valores dos teores de água experimentais e estimados pelo modelo de Page para a secagem da casca da jabuticaba nas diversas condições de temperatura.

Verifica-se pela correspondência entre os valores experimentais e estimados, um ajuste satisfatório do modelo de Page para descrição da casca de jabuticaba nas temperaturas de 45, 55; 65 e 75°C.

Nunes et al. (2014) modelaram a secagem de polpa de jabuticaba na temperaturas de 50, 60 e 70 °C, e concluíram que o modelo de Page representou satisfatoriamente o comportamento desse fenômeno. Hofsky et al. (2013) avaliando a secagem do resíduo (casca) de abacaxi (*Ananas comosus* L.) verificaram que o modelo de Page representou de forma satisfatória a secagem dos resíduos do abacaxi. Santos et al. (2013), verificando a aplicação dos modelos na secagem de grãos residuais de urucum, com e sem a camada de óleo proveniente do processo de extração, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C observaram que todos os modelos avaliados, incluindo o modelo de Page, representaram de forma satisfatória a secagem para obtenção da farinha dos grãos.

A Figura 3 apresenta os valores de coeficiente de difusão efetivo (A) e a representação de Arrhenius para o coeficiente de difusão efetivo (B) obtido para a secagem da casca de jabuticaba nas temperaturas de 45, 55, 65 e 75°C.

Na Figura 3(A), estão representados os valores do coeficiente de difusão efetivo para as condições de secagem estudadas. O coeficiente diminuiu com o acréscimo da temperatura, respectivamente, os valores de $1,5 \times 10^{-9}$; $2,30 \times 10^{-9}$; $3,04 \times 10^{-9}$ e $4,71 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ para as temperaturas de 45; 55; 65 e 75°C. Comportamento semelhante foi relatado por Ferreira et al. (2012) que observaram valores médios de difusividade efetiva variando de $1,0091 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ a $3,0421 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ para a secagem de bagaço de uva entre 50 e 90°C, respectivamente. Segundo Madamba et al. (1996), os valores da difusividade efetiva para secagem de produtos agrícolas apresentam magnitudes na ordem de 10^{-9} , 10^{-10} e 10^{-11} .

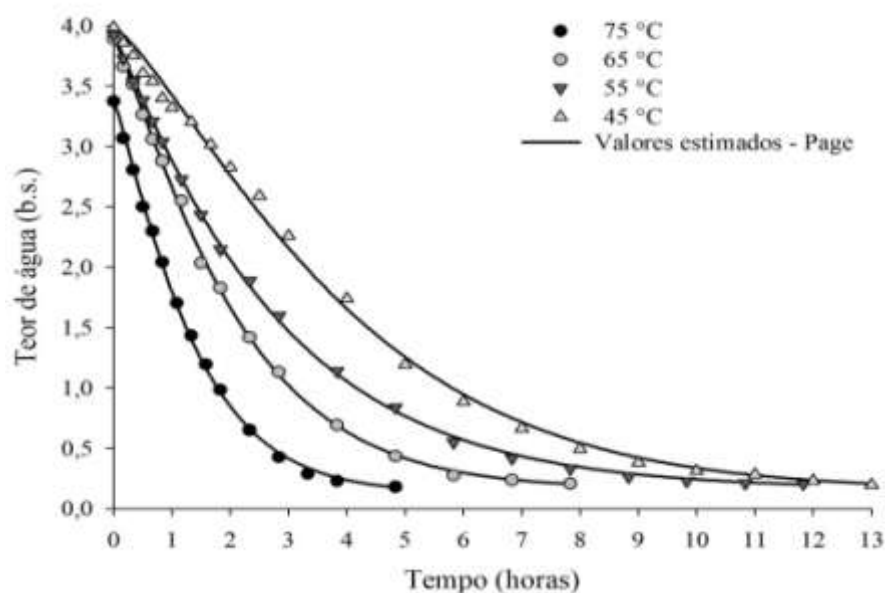


FIGURA 2 - Valores dos teores de água experimentais e estimados pelo modelo de Page para a secagem da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*), nas diversas condições de temperatura.

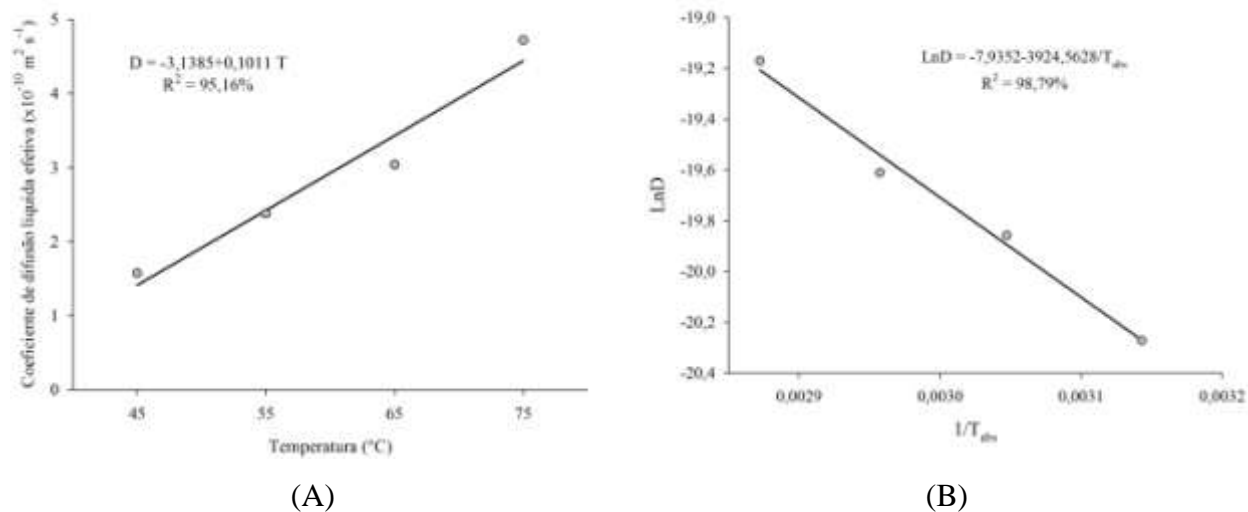


FIGURA 3 - Coeficiente de difusão efetivo (A) e a representação de Arrhenius para o coeficiente de difusão efetivo (B) obtido para a secagem da casca de jabuticaba nas temperaturas de 45, 55, 65 e 75°C.

A dependência do coeficiente de difusão efetivo de casca de jabuticaba com relação à temperatura e velocidade do ar de secagem foi representada pela expressão de Arrhenius (Figura 3 (B)).

A energia de ativação para a difusão líquida de casca de jabuticaba foi de 32,63 kJ mol⁻¹, para a faixa de temperatura entre 45°C a 75°C, valor que corresponde aos encontrados na literatura. Kashaninejad et al. (2007) encontraram valor de 30,79 kJ mol⁻¹ para secagem de nozes de pistachio. Sacilik (2007) obteve valor de 33,15 kJ mol⁻¹ para secagem de semente de abóbora. Costa et al. (2016) observaram valor de 37,29 kJ mol⁻¹ para secagem da casca de jabuticaba.

Segundo Corrêa et al. (2010), nos processos de secagem, quanto menor a energia de ativação, maior será a difusividade de água no produto, ou seja, será necessária menor quantidade de energia para que as transformações físicas ocorram, o que remete a transformação da água líquida para vapor.

Na Tabela 5, estão apresentadas as propriedades termodinâmicas: os valores de entalpia, entropia e energia livre de Gibbs para diferentes condições de ar de secagem da casca da jabuticaba.

A entalpia reduziu com o aumento da temperatura (45, 55, 65 e 75 °C), indicando que menor quantidade de energia foi necessária para a secagem em temperaturas mais elevadas. O mesmo comportamento foi observado por Costa et al. (2016) com a secagem de casca de jabuticaba em temperaturas de 40, 50, 60 e 70°C.

TABELA 5 - Valores de entalpia (H, J mol⁻¹), entropia (S, J mol⁻¹ K⁻¹) e energia livre de Gibbs (G, J mol⁻¹) para diferentes condições de ar de secagem da casca da jabuticaba.

Temperatura (°C)	Propriedades termodinâmicas		
	H	S	G
45	29984,03	-228,23	102593,93
55	29900,89	-228,48	104877,48
65	29817,75	-228,73	107163,56
75	29734,61	-228,97	109452,10

A entropia apresentou resultados negativos e diminuiu com o aumento da temperatura de 45 para 75 °C. Segundo Corrêa et al. (2010) os valores negativos de entropia podem ser atribuídos à existência de alteração química ou modificações na estrutura, durante o processo de secagem.

Verifica-se que a energia livre de Gibbs observada neste estudo foi positiva e aumentou com o incremento da temperatura de secagem. Este comportamento também foi observado por Rodvalho et al. (2015) ao secar semente de pimenta bode, os autores ainda ressaltaram que o processo de secagem não foi espontâneo, sendo necessária a

adição de uma energia proveniente do ar em que o grão esteve envolvido, para que ocorresse a redução do teor de água.

CONCLUSÃO

O tempo de secagem diminuiu conforme aumentou a temperatura. Dentre os modelos estudados Midilli e Page apresentaram bons ajustes aos dados experimentais, porém, o modelo de Page foi selecionado para representar o fenômeno de secagem devido a simplicidade de aplicação.

O coeficiente de difusão efetivo diminuiu com a elevação da temperatura e a energia de ativação para a difusão líquida na secagem que foi de 32,63 kJ mol⁻¹. A entalpia e entropia decresceram com o aumento da temperatura de secagem. Enquanto a energia livre de Gibbs aumentou com o acréscimo da temperatura de secagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRE, H.V., SILVA, F.L.H., GOMES, J.P., SILVA, O.S., CARVALHO, J.P.D., LIMA, E.E. Cinética de secagem do resíduo de abacaxi enriquecido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 640–646, 2013.
- ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Caracterização da farinha de bagaço de jaboticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p.897-905, 2006.
- CORRÊA, P. C.; OLIVEIRA, G. H. H.; BOTELHO, F. M.; GONELI, A. L. D.; CARVALHO, F. M. Modelagem matemática e determinação das propriedades termodinâmicas do café (*Coffea arabica* L.) durante o processo de secagem. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n.5, p. 595-601, 2010.
- CORRÊA, P.C.; RESENDE, O.; MARTINAZZO, A.P.; GONELI, A.L.D.; BOTELHO, F.M. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, p.501-507, 2007.
- COSTA. C. F, CORRÊA. P. C, VANEGAS J. D. B, BAPTESTINI. F. M, CAMPOS. R. C, FERNANDES. L. S. Mathematical modeling and determination of thermodynamic properties of jaboticaba peel during the drying process. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.20, n.6, p.576-580, 2016.
- DIONELLO, R. G.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; PEREIRA, R. C.; VIANA, A. P. CARLESSO, V. O. Secagem de fatias de abacaxi in natura e pré-desidratadas por imersão-impregnação: cinética e avaliação de modelos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.1, p.232-240, 2009.
- FERREIRA, L. F. D.; PIROZI, M. R.; RAMOS, A. M; PEREIRA, J. A. M. **Modelagem matemática da secagem em camada delgada de bagaço de uva fermentado** - Pesq. agropec. bras., Brasília, v.47, n.6, p.855-862, jun. 2012.
- FERREIRA, M. F. P.; PENA, R. S. Estudo da secagem da casca do maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 15-28, 2010.

- FIorentin, L. D.; MENON, B. T.; ALVES, J. A.; BARROS, S. T. D. DE.; PEREIRA, N. C.; MÓDENES, A. N. Determinação da cinética e das isotermas de secagem do bagaço da laranja. *Acta Scientiarum Technology*, v.32, p.147-152, 2010.
- GOUVEIA, J.P.G. DE.; ALMEIDA, F.A.C.; FARIAS, E.S.; SILVA, M.M. DA.; CHAVES, M.C.V.; REIS, L.S. Determinação das curvas de secagem de frutos de cajá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, n.1, p.65-68, 2003.
- KASHANINEJAD, M. *et al.* Thin-layer drying characteristics and modeling of pistachio nuts. **Journal of Food Engineering**, v. 78, n. 1, p. 98-108, 2007.
- MADAMBA, P. S.; DRISCOLL, R. H.; BUCKLE, K. A. The Thin-layer drying characteristics of garlic slices. **Journal of Food Engineering**, v. 29, n. 01, p. 75-97, 1996.
- NUNES, J. S., CASTRO, D.S., MOREIRA, I.S. SOUSA, F.C., SILVA, W.P. Descrição cinética de secagem da polpa de jaboticaba usando modelos empíricos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v 9, p. 20 -26, 2014.
- RESENDE, O., CABRAL DE OLIVEIRA, D. E., CHAVES, T. H., FERREIRA J., & BESSA, V. (2014). Kinetics and thermodynamic properties of the drying process of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) grains. **African Journal of Agricultural Research**. 2453-2462p, 2014.
- RODOVALHO, R. S; SILVA, H. W; SILVA, I. L; ROSSETTO C. A. V. Cinética de secagem dos grãos de pimenta bode. **Gl. SciTechnol**, Rio Verde, v.08, n.02, p.128 – 142. 2015.
- SACILIK, K. Effect of drying methods on thin-layer drying characteristics of hull-less pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). **Journal of Food Engineering**, v. 79, p. 23-30, 2007.
- SANTOS, D.C.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIRÊDO, R.M.F.; OLIVEIRA, E.N.A. Cinética de secagem de farinha de grãos residuais de urucum. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.2, p.223–231, 2013.
- SATO, A.C.K.; CUNHA, R.L. Effect of particle size on rheological properties of jaboticaba pulp. **Journal of Food Engineering**, v. 91, p. 566-570, 2009.
- VILELA, C. A. A.; ARTUR, P. O. Secagem do açafrão (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p. 387-394, 2008.

CAPÍTULO II

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DA CASCA DE JABUTICABA

RESUMO

A secagem de alimentos apresenta vantagens como aumento da vida útil, simplicidade e baixo custo do processo e facilidade de converter alimento com alto teor de água, em alimento desidratado mantendo as características químicas e físicas. Objetivou-se realizar a secagem das cascas de jabuticaba para obtenção da farinha e analisar as características físico-químicas e funcionais. Avaliou-se proteína, teor de água, cinzas, cor, atividade antioxidante, compostos fenólicos e microscopia eletrônica de varredura (MEV). As cascas de jabuticaba foram submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada, em temperatura de 45°C, 55°C, 65°C e 75°C até atingirem peso constante, após secas foram moídas para obtenção das farinhas e analisadas para caracterização físico-química e funcional. A farinha da casca da jabuticaba apresentou características funcionais mais elevadas em temperaturas de secagem menores. No entanto, o aumento da temperatura resultou em maior número de partículas com superfície lisa, pelas taxas de secagem mais altas.

Palavras-chave: Aproveitamento de resíduos; Atividade antioxidante; *Myrciaria cauliflora*; Secagem.

ABSTRACT

Drying food has advantages such as increased service life, simplicity and low cost of the process and easily of converting food with high water content in dehydrated food maintaining the physic-chemical characteristics. This study aimed to carry out the drying of jabuticaba peels to obtain the flour and analyze the physical and chemical and functional characteristics. It was evaluated the protein, water, ash, color, antioxidant activity, phenolic compounds and scanning electron microscopy (SEM). Jabuticaba peels were dried in an oven with forced ventilation at 45° C temperature, 55° C, 65° C and 75°C temperature until constant weight, after dried they were milled to obtain flour and analyzed for physico-chemical and functional characteristics. The peel blemish flour showed higher functional characteristics at lower drying temperatures. However, the increase in temperature resulted in a higher number of particles with a smooth surface, due to the higher drying rates.

Key words: Antioxidant activity; Drying; *Myrciaria cauliflora*; Utilization of waste.

INTRODUÇÃO

A jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) é um fruto rico em vitaminas, antocianinas, fibras e sais minerais, entretanto, esses nutrientes estão em maior concentração na casca, que geralmente é descartada. Uma alternativa para a ingestão

desses nutrientes é a incorporação das cascas da jabuticaba em alimentos, principalmente por ser considerado corante natural que apresenta elevados teores de antocianinas, proporcionando, desta forma, ação antioxidante (FERREIRA et al., 2012; SILVA, 2012).

Os frutos são altamente perecíveis, o período de comercialização após a colheita é curto pela rápida alteração da aparência, decorrente da intensa perda de umidade, deterioração e fermentação da polpa, observadas em apenas dois a três dias após a colheita. O uso de tecnologias em pós-colheita que visem a diminuição do metabolismo dos frutos, objetivando a redução da aceleração do amadurecimento e, conseqüentemente, o prolongamento da conservação, é fundamental para o sucesso comercial das jabuticabas (CORRÊA et al., 2007).

Um dos processos comerciais mais usados na conservação de frutos é a secagem ou desidratação, sem que percam as propriedades biológicas e nutritivas. A redução do teor de água do produto, e conseqüentemente, da atividade de água, tem por objetivo evitar o desenvolvimento de microrganismos e de reações químicas indesejáveis que podem deteriorar o alimento, tornando-o impróprio ao consumo (MADAMBA, 2007).

As agroindústrias de alimentos produzem grande quantidade de resíduos líquidos e sólidos. Estes resíduos são constituídos, principalmente, por material orgânico biodegradável e a deposição gera sérios problemas ambientais. Apesar de poder ser aproveitada como ração animal ou disposta no campo, a maior parte dos resíduos agroindustriais ainda é descartada sem tratamento, com alto potencial de impacto ao meio ambiente (HANG, 2004; MAKRIS et al., 2007; MELO et al., 2011).

Dentre as várias alternativas já existentes para evitar o descarte inapropriado e desperdício dessas partes usualmente não consumíveis (casca, sementes e bagaços), destaca-se o aproveitamento para a produção de farinhas (PELLISSARI et al., 2012; AZIZ et al., 2012).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar as características físico-químicas e funcionais, da farinha da casca da jabuticaba submetida à secagem nas temperaturas de 45, 55, 65 e 75°C.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da farinha

Os frutos da jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba* (Vell.) Berg.) foram obtidos em

propriedade rural da cidade de Rio Verde, GO, foram selecionados e separados manualmente as cascas e sementes das polpas, as cascas de jabuticaba foram previamente transferidas para estufa com ventilação de ar forçada (Marconi[®]/MA 035) até peso constante, em quatro condições de temperatura: 45°C (13 horas), 55°C (11,83 horas), 65°C (7,83 horas) e 75 °C (4,83 horas).

Após a secagem, a farinha da casca de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba* (Vell.) Berg.) foi obtida mediante três moagens em moedor multiuso Diogomaq[®], e acondicionadas em temperatura ambiente em embalagem de polietileno de baixa densidade para uso posterior.

Análises

O teor de água foi calculado segundo método gravimétrico, em estufa de circulação forçada de ar (Marconi[®]/MA-035), a 105°C, até atingir peso constante, método n° 923.03 da AOAC International (1995). O resultado foi expresso em g 100g⁻¹.

As cinzas (matéria mineral) foram determinadas pelo método gravimétrico de incineração em mufla (Quimis[®]/Q318S), a 550°C, por 5 horas, conforme método n° 923.03 (AOAC, 2000). O resultado foi expresso em g 100 g⁻¹ de matéria seca.

O teor de proteína bruta foi determinado segundo método quantitativo n° 920.87 em destilador micro-Kjeldahl (Tecnal[®]/TE-0363), a partir do teor de nitrogênio total, com fator de conversão de 5,75 para proteínas vegetais (AOAC, 2000). O resultado foi expresso em g 100 g⁻¹ de matéria seca.

Para a determinação do extrato etéreo, utilizou-se metodologia de extração contínua em aparelho tipo Soxhlet, com uso de solvente orgânico hexano P.A., durante o período de 8 horas de extração, segundo método n° 925.38 (AOAC, 2000). O resultado foi expresso em g 100 g⁻¹ de matéria seca.

A determinação dos parâmetros instrumentais de cor foram analisados em Colorímetro Hunter Lab, modelo Color Flex EZ, no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. Os resultados foram expressos em L*, a* e b*, sendo que os valores de L* (luminosidade ou brilho) variam do preto (0) ao branco (100), os valores de croma a* do verde (-60) ao vermelho (+60) e os de croma b* do azul (-60) ao amarelo (+60), de acordo com PAUCAR-MENACHO et al., (2008).

A avaliação da atividade antioxidante foi determinada pela capacidade de

sequestrar o radical livre DPPH, segundo metodologia descrita por RUFINO et al., (2007). Para determinar a curva de calibração do DPPH, uma alíquota de DPPH em diferentes concentrações (10, 20, 30, 40, 50 e 60 μM) foi transferida para cubeta de vidro e realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 515 nm. Utilizou-se o metanol como branco para calibração do aparelho. Para calcular a equação da reta, plotou-se as concentrações de DPPH (μM) no eixo X e as respectivas concentrações no eixo Y. Uma solução de 1 g das amostras de FCJ em 100 mL foi preparada, deixada em repouso por 60 minutos, centrifugada, filtrada e teve o volume ajustado para 100 mL. A partir da mesma, foram realizadas diluições sucessivas para obter novas soluções com concentrações iguais a 50%, 100% e 200% v/v. Em seguida, uma alíquota de 0,1 mL de cada uma das soluções foi transferida para tubo de ensaio com 3,9 mL do reagente DPPH. As leituras foram realizadas após meia hora para estabilização da amostra sendo o equipamento previamente calibrado com metanol.

A partir da equação da curva de calibração e dos valores de absorbância para cada concentração testada, foram determinadas as porcentagens de DPPH sequestrado (DPPH Seq), que então foram usadas para o cálculo da EC_{50} (g/L), por regressão linear.

$$\text{DPPHSeq (\%)} = 100 - \left[\frac{(\text{AbsControle} - \text{AbsAmostra})}{\text{AbsControle}} \right] * 100$$

Foi utilizada 1 g da amostra para obtenção dos fenóis totais e solubilizado em 100 mL de etanol sob agitação por 1 hora.

A determinação do teor de fenóis totais presentes nas amostras de extrato etanólico da amostra foi feita por meio de espectrofotometria na região visível utilizando o método de Folin-Ciocalteu com modificações (SOUSA et al., 2007). Uma alíquota de 100 μL da solução etanólica foi agitada com 500 μL do reagente Folin-Ciocalteu e 7,4 mL de água destilada por 1 min., passado este tempo, 2 mL de Na_2CO_3 a 15% foram adicionados à mistura e agitados por 30 seg., completando 10 mL de solução. A solução ficou em repouso por 2 h até a leitura, realizada em triplicata com absorbância a 750 nm utilizando cubetas de vidro, tendo como “branco” o etanol e todos os reagentes, menos a amostra. O teor de fenóis totais (FT) foi determinado pela curva de calibração construída com padrões de ácido gálico (10 a 350 $\mu\text{g/mL}$) e expressos como mg de EAG (equivalentes de ácido gálico) por g de amostra. A equação de calibração do ácido gálico obteve um coeficiente de correlação $R^2 = 0,996$.

A análise microestrutural da FCJ foi realizada no Laboratório Multiusuário de

Microscopia de Alta Resolução da Universidade Federal de Goiás, através de microscópio eletrônico de varredura eletrônica (JSM-6610/ Jeol[®]), equipado com EDS, ThermoScientific NSS SpectralImaging. As amostras de FCJ foram previamente desengorduradas por extração em Soxhlet, método nº 1.122 (IUPAC, 1979), alocadas em *stubs* de alumínio com fita dupla face, e banhadas por um filme ultrafino de ouro (material eletricamente condutivo), permitindo o princípio de funcionamento do MEV, por emissão de feixes de elétrons com voltagem de aceleração de 5 kV por um filamento de tungstênio. As micrografias foram realizadas com aumentos de 30x, 500x e 1.000x.

Análises estatísticas

A composição físico-química, cor, capacidade antioxidante e compostos fenólicos foram realizadas em triplicata e comparado por meio de regressão em função das temperaturas de secagem com o uso de pacote estatístico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água da FCJ 75°C diferenciou das demais temperaturas. Os valores observados estão de acordo com a legislação Brasileira que determina valor máximo de 15,0% de teor de água para farinhas (BRASIL, 2005). Resultado semelhante foi reportado por Ferreira et al. (2012) na secagem da casca de jabuticaba a 60°C, que observaram teor de água corresponde a 12,05 g 100 g⁻¹.

A Tabela 1 apresenta o quadro de variância do teor de água, cinzas, proteína, extrato etéreo, parâmetros instrumentais de cor, atividade antioxidante e fenólicos totais das farinhas da casca de jabuticaba temperaturas de secagem 45,55, 65 e 75°C.

TABELA 1 Resultado da análise de variância do teor de água (TA), cinzas, proteína, extrato etéreo (EE), parâmetros instrumentais de cor (L*, a* e b*), atividade antioxidante (AA) e fenólicos totais (FT) das farinhas da casca de jabuticaba temperaturas de secagem 45,55, 65 e 75°C.

FV	TA	Cinzas	Proteína	EE	L*	a*	b*	AA	FT
Temperatura	4,73*	0,00 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,16*	4,19*	0,42*	159,86*	169,52*
Erro	0,25	0,00	0,03	0,00	0,01	0,02	0,007	0,27	6,07
CV (%)	3,87	0,72	3,43	10,60	0,43	1,84	2,35	5,60	0,93

*Significativo a 5% pelo teste t. ^{ns}Não significativo pelo teste t.

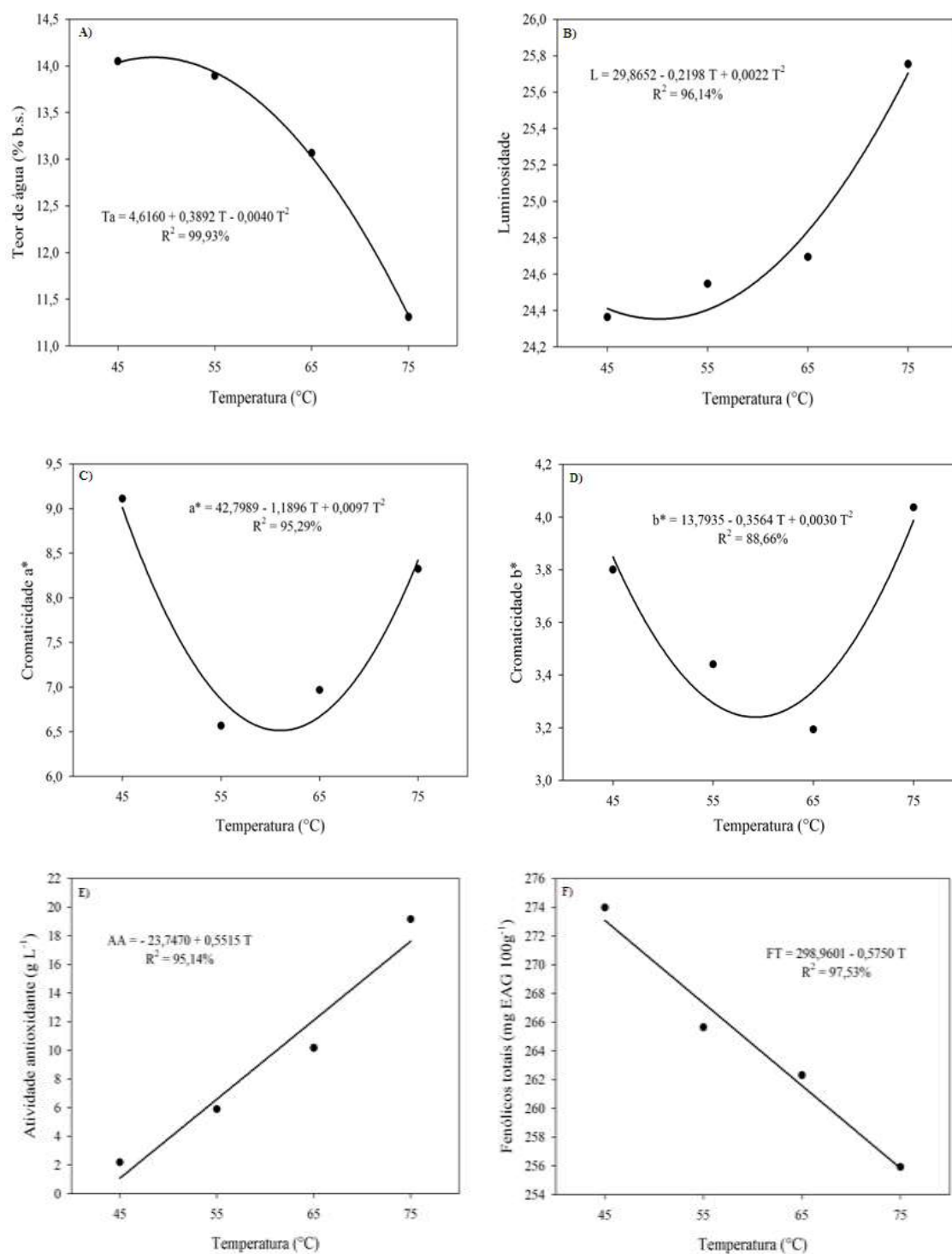


FIGURA 1- Teor de água (1A), luminosidade (1B), cromaticidade a* (1C), cromaticidade b*(1D), atividade antioxidante (1E) e fenólicos totais (1F) das farinhas da casca de jaboticaba em função das temperaturas de secagem.

O teor de cinzas, proteína e extrato etéreo não diferiu ($p > 0,05$) entre os Tratamentos. Os valores de cinzas foram semelhantes ao da farinha da casca de jaboticaba do estudo de Lamounier et al. (2015) com $4,23 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, e proteína com

média de $5,23 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ para farinha da casca da jabuticaba (FERREIRA et al., 2012). Os valores de extrato etéreo foram superiores ao obtido por Gurak et al. (2014) para farinha da casca de jabuticaba liofilizada correspondendo a $0,83 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$. Esta variação pode ocorrer pela influência do método de secagem utilizado.

A luminosidade das amostras (L^*) foi influenciada pela temperatura de secagem. O aumento da temperatura resultou em farinhas com menor luminosidade, podendo estar relacionado a maior retirada de água (menor teor de água), que resultou em produtos mais concentrados e, conseqüentemente, mais escuros.

Outro fator que pode ter influenciado é a exposição da casca da jabuticaba por longo período na temperatura de secagem, favorecendo a reação de Maillard, devido à presença de açúcares e proteínas no resíduo. Segundo Moser et al. (1995) em temperaturas acima de 55°C é favorável a ocorrência de reações não enzimáticas, principalmente a partir de 70°C , o escurecimento não enzimático (reação de Maillard) inicia e envolve carboidratos redutores e aminoácidos.

As coordenadas a^* e b^* apresentaram diferença ($p < 0,05$) entre as temperaturas de secagem, a FCJ submetida à secagem a 75°C apresentou maior valor para a^* (9,11) tendenciado a farinhas mais avermelhadas.

Outros estudos da casca de jabuticaba liofilizada apresentaram resultados similares. Gurak et al. (2014) encontraram para as coordenadas L^* , a^* e b^* , respectivamente, L^* correspondente a 32,02, coordenada a^* 27,69 e b^* equivalente a 7,47.

Percebe-se que nas temperaturas mais baixas de secagem, foram menores os teores de DPPH remanescente, indicando atividade antioxidante mais elevada. Quanto maior o consumo de DPPH por uma amostra, menor será a EC_{50} e maior a atividade antioxidante (SOUSA et al., 2007).

A FCJ apresentou ótima atividade antioxidante, com EC_{50} melhores do que o da farinha de amora preta ($21,2 \mu\text{g mL}^{-1}$) (CASARIN et al., 2016).

Já os compostos fenólicos também apresentaram diferença ($p < 0,05$) entre os Tratamentos, sendo o maior valor para a FCJ obtida na temperatura de 45°C , com valor médio de $264,53 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$.

Quanto maior a temperatura menor foi a capacidade antioxidante e compostos fenólicos totais, o que pode ter ocorrido é a degradação de algum composto antioxidante pela ação da temperatura e tempo de secagem. Segundo Leonid et al. (2006) muitos

nutrientes, compostos bioativos e pigmentos são sensíveis ao processamento térmico (LEONID et al., 2006).

Na Figura 2, está apresentada a microscopia eletrônica de varredura (MEV) da farinha da casca de jabuticaba nas temperaturas de 45, 55, 65 e 75°C.

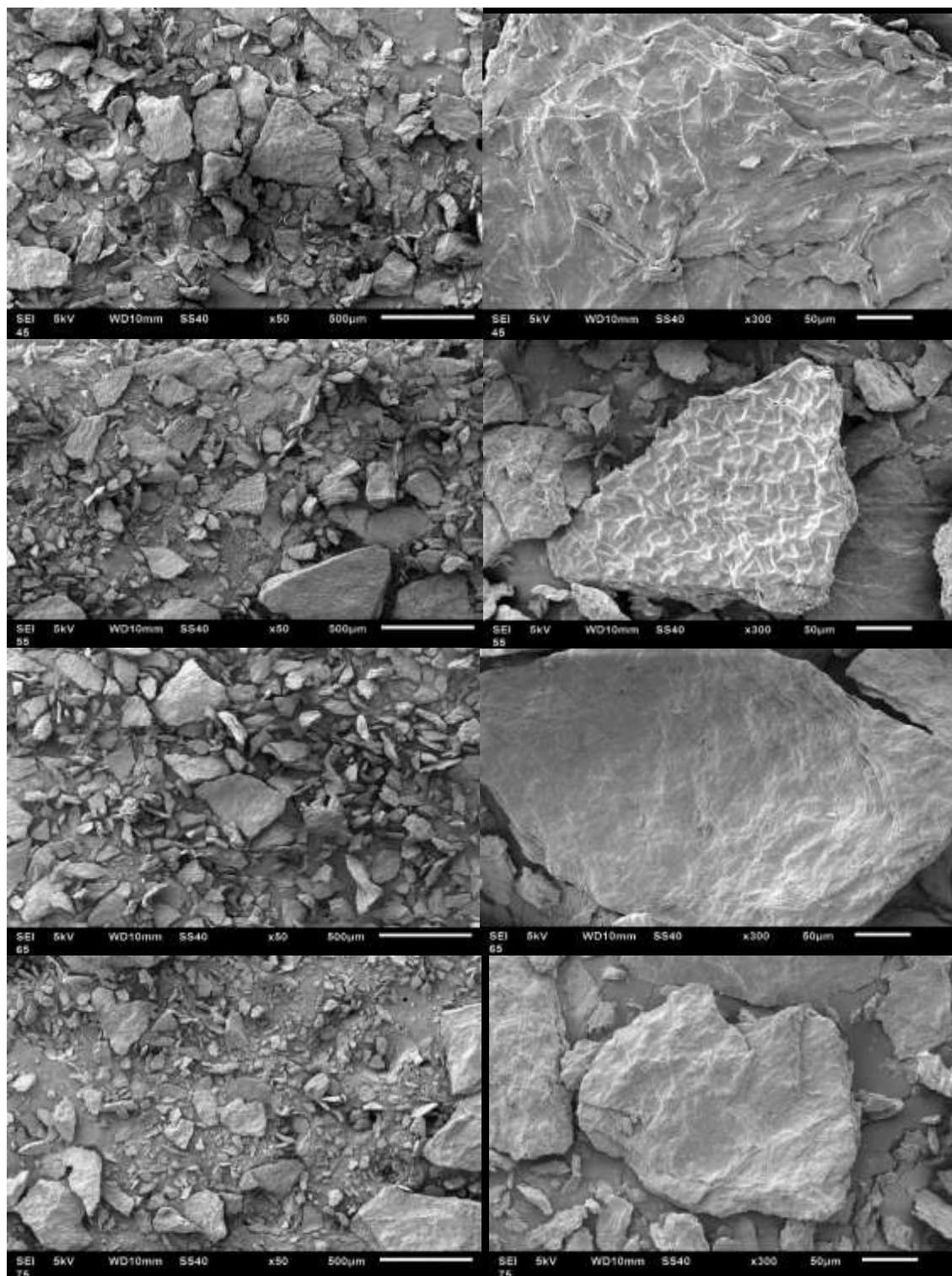


FIGURA 2 - Eletromicrografias de varredura, em aproximações de 50x e 300x, da farinha da casca da jabuticaba submetida à secagem nas temperaturas de 45°C, 55°C, 65°C e 75°C.

Ao aproximar a imagem 50 vezes a farinha da casca de jabuticaba apresentou várias partículas constituídas de formas predominantemente irregulares, com partes lisas, partes estriadas e alguns orifícios. Este comportamento pode ser observado para todas as farinhas.

Partículas de tamanhos diferentes em farinhas caracterizam a degradação da matriz molecular, estruturas granulares representam a fração de amido e fração proteica, respectivamente (ROMAN-GUTIERREZ et al., 2002).

Em relação à influência da temperatura, de acordo com as figuras de aproximação de 300x, as partículas resultantes da secagem a 45 e 55°C apresentaram superfície rugosa. Já no caso da secagem a 65 e 75°C, uma grande parte das microcápsulas apresentou superfície mais lisa. Tonon et al. (2009) relataram que o aumento da temperatura de secagem favorece a obtenção de microcápsulas com superfície lisa, o que pode melhorar as características de escoamento do material.

Segundo Alamilla-Beltrán et al. (2005) ao estudarem as características morfológicas de partículas de maltodextrina produzidas sob diferentes temperaturas de secagem, em *spray dryer*, os autores relataram que as diferenças na morfologia dos pós obtidos nas diferentes condições de secagem são pelas diferenças na taxa de secagem (maiores temperaturas correspondem a maiores taxas de secagem) e às características físicas da casca, que podem ser mais plásticas, no caso das partículas produzidas sob temperaturas baixas e médias, ou mais rígidas, no caso das partículas produzidas sob temperaturas mais altas.

CONCLUSÃO

A farinha de maior temperatura (75°C) apresentou cor mais escura pela exposição do resíduo a alta temperatura de secagem. A farinha de menor temperatura (45°C) apresentou maiores teores de atividade antioxidante e compostos fenólicos.

Em relação à morfologia, de modo geral, as partículas apresentaram formato irregular e superfície lisa e rugosa. No entanto, o aumento da temperatura resultou em maior número de partículas com superfície lisa, devido às taxas de secagem mais altas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAMILLA-BELTRÁN, L. et al. Description of morphological changes of particles along spray drying. **Journal of Food Engineering**, v. 67, n. 1-2, p. 179-184, 2005.
- ASCHERI, D.P.R.; ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C.W.P. Caracterização da farinha

do bagaço da jaboticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência de Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 867-905, 2006.

AACC - American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of the AACC**. 10th ed. St. Paul, 2000.

AZIZ, N. A. A. ; WONG, L. M.; BHAT, R. ; CHENG, L. H. Evaluation of processed green and ripe mango peel and pulp flours (*Mangifera indica* var. Chokanan) in terms of chemical composition, antioxidant compounds and functional Properties. **Journal of Science Food of Agriculture**, London, v. 92, n. 92, p. 557–563, 2012.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília 23 set. 2005.

CASARIN, F.; MENDES, C. E.; LOPES, T. J.; MOURA, N. F. Planejamento experimental do processo de secagem da amora-preta (*Rubus* sp.) para a produção de farinha enriquecida com compostos bioativos. **Braz. J. Food Technol.** vol.19, 2016.

CAZARIN, C. B. B., SILVA, J. K., COLOMEU, T. C., ZOLLNER, R. L., JUNIOR, M. R. M. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.9, p.1699-1704, set, 2014.

CORRÊA, M. O. G.; PINTO, D. D.; ONO, E. O. Análise da atividade respiratória em frutos de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.2., p.831-833, 2007.

FERREIRA, A. E. et al. produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jaboticaba em biscoitos tipo cookie. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 603-607, 2012.

FERREIRA, A. E.; FERREIRA, B. S.; LAGES, M. M. B.; RODRIGUES, V. A. F.; THÉ, P. M. P.; PINTO, N. A. V. D. Caracterização e uso da casca de jaboticaba. **Alim. Nutr.**, v. 23, n. 4, p. 603-607, out./dez. 2012.

GURAK P, D, BONA, G. S.; TESSARO, I. C.; MARCZAK L. D. F. Jaboticaba Pomace Powder Obtained as a Co-product of Juice Extraction: A Comparative Study of Powder Obtained from Peel and Whole Fruit. **Food Research International**. (2014) 786–792p.

HANG, Y.D. Management and utilization of food processing wastes. **Journal of Food Science**, v.69, p.104-107, 2004.

LAMOUNIER, M. L.; ANDRADE, F. C.; MENDONÇA, C. D.; MAGALHÃES M. L. Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 70, n. 2, p. 93-104, 2015.

LEONID, A.B.; VLADIMIR, P.G.; ANDREW, V.B.; ALEXANDER, M.L.; VALERIY, L.; VLADIMIR, A.K. The investigation of low temperature vacuum drying processes of agricultural materials. **Journal of Food Engineering**, v.74, p.410-415, 2006.

MADAMBA, P.S.; DRISCOLL, R.H.; BUCKLE, K.A. The thin-layer drying characteristics of garlic slices. **Journal of Food Engineering**. v.29, p.75-97, 2007.

MAKRIS, D.P.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOULOS, N.K. Recovery of antioxidant phenolics from white vinification solid by-products employing water/ethanol mixtures. **Bioresource Technology**, v.98, p.2963-2967, 2007.

MELO, P.S.; BERGAMASCHI, K.B.; TIVERON, A.P.; MASSARIOLI, A.P.; OLDONI, T.L.C.; ZANUS, M.C.; PEREIRA, G.E.; ALENCAR, S.M. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, v.41, p.1088-1093, 2011.

- MOSER, L.E. MOORE, K.J., KRAL, D.M., VINEY, M.K. **Post-harvest physiology and preservation of forages**. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, p.1-19, 1995.
- PAUCAR-MENACHO, L. M.; SILVA, L. H. D.; BARRETTO, P. A. D. A.; MAZAL, G.; FAKHOURI, F. M.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. 2008. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado protéico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 767-778.
- PELLISSARI, F. M.; MAHECHA, M. M. A.; SOBRAL, P. J. A.; MENEGALLI, F. C. Isolation and characterization of the flour and starch of plantain bananas (*Musa paradisiaca*). **Starch/Stärke**. Weinheim, v. 64, n. 5, p. 382–391, 2012.
- RODRIGUES, S.; FERNANDES F. A.N.; BRITO E. S.; SOUSA A. D.; NARAIN, N. Ultrasound extraction of phenolics and anthocyanins from jabuticaba peel. **Industrial Crops and Products**. 400–407p, 2015.
- ROMAN-GUTIERREZ, A. D.; GUILBERT, S.; CUQ, B. Microstructural changes in wheat flour and flour components during hydration by using environmental scanning electron microscopy. **Lebensmittel Wissenschaft & Technologie**, v. 35, p. 730 – 740, ago., 2002.
- RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. 2007. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. Comunicado Técnico 127 – EMBRAPA.
- SILVA, M. C. Aproveitamento do resíduo de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) para obtenção de pigmento com propriedades funcionais. 2012. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.
- SOARES JÚNIOR, M.S.; REIS, R.C.; BASSINELLO, P.Z.; LACERDA, D.B.C.; KOAKUZU, S.N.; CALIARI, M. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de casca de pequi. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, n.2, p.98-104, 2009.
- SOUSA, C.M.M.; SILVA, H.R.; VIEIRA JÚNIOR, G.M.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C.L.S.; ARAÚJO, D.S.; CAVALCANTE, L.C.D.; BARROS, E.D.S.; ARAÚJO, P.B.M.; BRANDÃO, M.S.; CHAVES, M.H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, 30:351-355, 2007.

CAPÍTULO III

BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA SABORIZADA COM MAMÃO E FARINHA DA CASCA DE JABUTICABA

RESUMO

Objetivou-se o desenvolvimento de cinco formulações de bebidas lácteas fermentadas saborizadas com polpas de mamão e enriquecidas com farinha da casca de jabuticaba (FCJ) sendo, A = Bebida láctea sem adição de polpa de mamão e FCJ, B = Bebida láctea com adição de 1% de FCJ, C = Bebida láctea com adição de 5% de polpa de mamão e 1% de FCJ, D = Bebida láctea com adição de 10% de polpa de mamão e 1% de FCJ, E = Bebida láctea com adição de 15% de polpa de mamão e 1% de FCJ. Foram avaliados os teores de água, proteína, gordura, cinzas, pH, acidez titulável, cor, compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante, análise sensorial e microbiológica das bebidas lácteas com polpa de mamão e FCJ. A incorporação da FCJ aumentou os níveis de sólidos totais, e a adição da polpa de mamão elevou os teores de água e de proteínas das bebidas lácteas, e reduziu dos teores de gordura. Diante dos resultados dos parâmetros avaliados na análise sensorial a formulação E (bebida láctea com 15% de mamão e 1% de FCJ) é a mais indicada para o desenvolvimento de lácteos fermentados. A adição de polpa de mamão exerceu influência positiva provocando aumento no número de bactérias lácteas viáveis quando comparada às demais formulações.

Palavra-chave: Análise Sensorial; Capacidade Antioxidante; Leite Fermentado; Probióticos.

ABSTRACT

It aimed to the development five formulations of fermented dairy beverages flavored with papaya pulp and enriched with flour of jabuticaba peel (FCJ) where, A = fermented dairy beverages without adding papaya pulp and FCJ, B = fermented dairy beverages with added 1% FJC C = fermented dairy beverages with addition of 5% papaya pulp and 1% FJC, D = fermented dairy beverages with addition of 10% papaya pulp and 1% FJC, E = fermented dairy beverages with added 15% of papaya pulp and 1% FCJ. They evaluated the water, protein, fat, ash, pH, titratable acidity, color, total phenolic compounds, antioxidant capacity, sensorial analysis and microbiological of milk beverages with papaya pulp and FCJ. The incorporation of FCJ increased total solids levels, and the addition of papaya pulp increased the water content and protein, and reduced the fat content. Given the results of the parameters evaluated in sensory analysis the E formulation (milk drink with 15% of papaya and 1% FCJ) is the most suitable for the development of fermented milk. The papaya pulp addition had positive influence causing increase in the number of viable lactic bacteria when compared to other formulations.

Key word: Antioxidant Capacity; Fermented Milk; Sensory Analysis; Probiotics.

INTRODUÇÃO

Segundo Matsubara (2001) a utilização dos alimentos com intuito de promover saúde e bem-estar, atuando na prevenção de doenças, tem incentivado as pesquisas de novos componentes naturais e desenvolvimento de novos ingredientes, possibilitando a inovação em produtos alimentícios e criação de novos nichos de mercado.

Quando administrados em quantidades adequadas o uso de soro de leite associado a fermentação por bactérias probióticas, proporciona benefícios à saúde, além de gerar novas alternativas alimentares (CUNHA et al., 2009).

No Brasil há uma diversidade de frutos com sabores e aromas diferenciados, que podem ser alternativa de adição em bebidas lácteas, após o adequado processamento tecnológico.

Os frutos do mamoeiro (*Carica papaya*) estão presentes em quase todos os países da América Tropical, são excelentes fontes de cálcio, pró-vitamina A e vitamina C, sendo por isso amplamente utilizados em dietas alimentares (SERRANO & CATTANEO, 2010). A polpa possui características sensoriais, químicas e digestivas atrativas (SHINAGAWA, 2009).

As polpas de frutos são ingredientes responsáveis pelo maior consumo de iogurte, conferem melhor valor nutricional, resultado que atrai a indústria (SANTOS et al., 2008).

O consumo de produtos naturais tem apresentado grande expansão, principalmente os que utilizam frutos como base para a produção de alimentos, como iogurtes, sorvetes, bolos, pães e cereais.

A jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*) é uma árvore frutífera nativa do Brasil, sendo os maiores produtores os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo, a jabuticaba possui eminente valor nutricional, pelo alto teor de nutrientes essenciais como os carboidratos, e também micronutrientes, como vitaminas, compostos fenólicos e minerais (ASCHERI et al., 2006).

Uma alternativa para aproveitamento dos resíduos da jabuticaba pode ser a elaboração de farinhas, para uso no preparo e enriquecimento de alimentos.

A casca da jabuticaba é abundante em nutrientes como: carboidratos, fibras, carotenoides, flavonoides e minerais, além de monossacarídeos como a xilose, aproveitados como adoçante para diabéticos, podendo ser utilizadas também como

mistura para produção de ração animal ou adubação orgânica para árvores frutíferas (CITADIN et al., 2005).

Nesse contexto, objetivou-se desenvolver formulações de bebidas lácteas com diferentes concentrações de polpa de mamão e enriquecidas com farinha da casca de jabuticaba com isso, avaliou-se a melhor formulação e aceitabilidade do produto por meio de análise sensorial, assim como, as características físico-químicas e atividade antioxidante das formulações propostas.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, com parecer consubstanciado sob o nº. 038/2014 em 16 de outubro de 2014. Os recursos financeiros para execução foram aprovados em Edital do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. A pesquisa foi realizada nos Laboratórios de Produtos de Origem Animal, Frutas e Hortaliças e Pós-Colheita de Produtos Vegetais do IF Goiano, Campus Rio Verde.

Leite e soro de leite

O leite refrigerado e soro de leite destinado ao processamento das bebidas lácteas saborizadas com mamão e farinha da casca de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba* (Vell.) Berg.) foram obtidos no Laticínios San Marino, localizado na cidade de Rio Verde, GO.

Coletou-se três amostras de leite para avaliação eletrônica da composição química, que foram acondicionadas em frascos de 40 mL contendo conservante bronopol sendo em seguida acondicionadas em caixas isotérmicas contendo gelo e transportadas ao Laboratório de Qualidade de Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, para realização das análises eletrônicas.

Os teores de gordura, proteína, lactose e extrato seco desengordurado (ESD) foram determinados utilizando o equipamento Milkoscan 4000 (Foss Electric A/S. Hillerod, Denmark). Aferiu-se o pH do leite em triplicata com o uso de potenciômetro digital de bancada - modelo LUCA[®] - 210P. A acidez titulável das amostras de leite foi realizada em triplicata conforme recomendado por BRASIL, (2006).

Polpa de Mamão

Os frutos de mamão foram coletados em propriedade rural do sudoeste Goiano localizada sob as coordenadas geográficas de latitude: 17°37'38,26" S, longitude 50°45'18,94" W, com altitude de 704 m acima do nível do mar. Em seguida foram transportados para o Laboratório de Frutas e Hortaliças do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde para realização da pesquisa. Os frutos foram lavados, sanitizados e selecionados de acordo com o grau de homogeneidade de maturação. Posteriormente, foram despulpados manualmente para obtenção da polpa integral, acondicionados em sacos de polietileno, identificados por rotulagem e armazenados a -18°C para uso posterior.

A composição centesimal: umidade, cinzas foi determinado pelo método oficial n° 923.03 da AOAC International, (1995).

A determinação dos sólidos solúveis totais da polpa de mamão foi realizada por meio da leitura direta em refratômetro manual e expresso em °Brix. Os resultados representam a média de três leituras.

Obtenção da Farinha da Casca de Jabuticaba

Para a secagem da casca de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba* (Vell.) Berg.) foi utilizado massa de 1 kg de casca. A secagem foi realizada com o posicionamento da bandeja com dimensões de 800 mm x 600 mm na região central da estufa de secagem com circulação e renovação de ar modelo MA 035 Marconi® à temperatura de 65°C, com pesagem a cada 20 minutos, até obtenção de peso constante. Após a secagem, a farinha de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba* (Vell.) Berg.) foi obtida mediante três moagens em moedor multiuso Diogomaq®, e acondicionadas em temperatura ambiente em embalagem de polietileno de baixa densidade para uso posterior.

Bebidas Lácteas Fermentadas

Para cada formulação foram utilizados cinco litros de base láctea (40% de soro de leite desnatado e 60% de leite integral), com adição de 10% de sacarose, submetidos ao tratamento térmico de pasteurização na temperatura de 90°C/três minutos, seguido da diminuição da temperatura para 42°C, com posterior adição do fermento lácteo Bio Rich®.

As amostras de bebida láctea foram incubadas em estufa (BOD Quimis[®] modelo Q-315d) à temperatura de 42°C, até atingir pH 4,5. Após coagulação, a temperatura da estufa foi ajustada para 20°C e efetuada a quebra do coágulo utilizando bastão de vidro, em movimentos circulares por um minuto. Após estabilização da temperatura, adicionou-se a polpa de mamão descongelada e pasteurizada na temperatura de 75°C 15 seg.⁻¹, nas concentrações de 5%, 10% e 15%.

Foram desenvolvidas cinco formulações de bebida láctea, conforme os Tratamentos a seguir: A - Bebida láctea (controle); B - Bebida láctea com 1% de FCJ; C - Bebida láctea com 5% de polpa de mamão e 1% de FCJ; D - Bebida láctea com 10% de polpa de mamão e 1% de FCJ e E - Bebida láctea com 15% de polpa de mamão e 1% de FCJ.

Após adição da polpa e FCJ, as amostras da bebida láctea foram envasadas em embalagens de polipropileno de 200 mL assépticas, identificadas, expostas em câmara de fluxo laminar sob luz ultra violeta (UV) por 15 a 20 minutos, seguido de envase. Imediatamente, as amostras foram acondicionadas sob refrigeração à temperatura de 5°C.

Análises

O pH foi aferido em triplicata com o uso de potenciômetro digital de bancada - modelo W38 (Bel Engineering[®]).

A acidez titulável foi determinada por titulação em NaOH de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008) e os resultados expressos em porcentagem de ácido láctico.

A composição centesimal: umidade, cinzas, proteínas foi determinada pelo método oficial n° 923.03 da AOAC International (1995), e gordura pelo método de Gerber segundo metodologia proposta por Brasil, (2003).

A avaliação da atividade antioxidante foi determinada pela capacidade de sequestrar o radical livre DPPH, segundo metodologia descrita por RUFINO et al., (2007). Para determinar a curva de calibração do DPPH, uma alíquota de DPPH em diferentes concentrações (10, 20, 30, 40, 50 e 60 µM) foi transferida para uma cubeta de vidro e realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 515 nm. Utilizou-se o metanol como branco para calibração do aparelho. Para calcular a equação da reta, plotou-se as concentrações de DPPH (µM) no eixo X e as respectivas concentrações no eixo Y. Uma

solução de 20 g das bebidas lácteas em 100 mL foi preparada, deixada em repouso por 60 minutos, centrifugada, filtrada e teve o volume ajustado para 100 mL. A partir da mesma, foram realizadas diluições sucessivas para obter novas soluções com concentrações iguais a 50%, 100% e 200% v/v. Em seguida, uma alíquota de 0,1 mL de cada uma das soluções foi transferida para tubo de ensaio com 3,9 mL do reagente DPPH. As leituras foram realizadas após meia hora para estabilização da amostra sendo o equipamento previamente calibrado com metanol.

A partir da equação da curva de calibração e dos valores de absorvância para cada concentração testada, foram determinadas as porcentagens de DPPH sequestrado (DPPH Seq), que então foram usadas para o cálculo da CE_{50} (g/L), por regressão linear.

$$DPPHSeq (\%) = 100 - \left[\frac{(AbsControle - AbsAmostra)}{AbsControle} \right] * 100$$

Foi utilizada 1 g da amostra para obtenção dos fenóis totais e solubilizado em 100 mL de etanol sob agitação por 1 hora.

A determinação do teor de fenóis totais presentes nas bebidas lácteas saborizado com mamão e enriquecida com FCJ de extrato etanólico bebidas lácteas saborizado com mamão e enriquecida com FCJ foi feita por meio de espectrofotometria na região visível utilizando o método de Folin-Ciocalteu com modificações (SOUSA et al., 2007). Uma alíquota de 100 μ L da solução etanólica foi agitada com 500 μ L do reagente Folin-Ciocalteu e 7,4 mL de água destilada por 1 min., passado este tempo, 2 mL de Na_2CO_3 a 15% foram adicionados à mistura e agitados por 30 seg., completando 10 mL de solução. A solução ficou em repouso por 2 h até a leitura, realizada em triplicata com absorvância a 750 nm utilizando cubetas de vidro, tendo como branco o etanol e todos os reagentes, menos a amostra. O teor de fenóis totais (FT) foi determinado pela curva de calibração construída com padrões de ácido gálico (10 a 350 μ g mL⁻¹) e expressos como mg de EAG (equivalentes de ácido gálico) por g de amostra. A equação de calibração do ácido gálico obteve um coeficiente de correlação $R^2 = 0,996$.

A avaliação das características sensoriais (características visuais e *flavor*) foi realizada com o intuito de quantificar a preferência dos consumidores em relação às bebidas lácteas saborizadas com polpa de mamão e enriquecidas com farinha da casca de jabuticaba (diferentes concentrações de polpa) bem como a provável intenção de compra. A análise sensorial foi realizada em cabines individualizadas, no Laboratório de Análise Sensorial do IF Goiano - Campus Rio Verde com 50 provadores não

treinados. As cinco amostras foram codificadas com números de três dígitos e apresentadas sob luz branca em copos descartáveis brancos de 50 mL a cada um dos provadores. A quantidade das amostras servidas foi a mesma, cerca de 20 mL, visando não influenciar a opinião do consumidor. As amostras de bebida láctea foram apresentadas aos provadores em temperatura de $\pm 6^{\circ}\text{C}$.

Para a contagem de bactérias lácteas viáveis foi utilizado o método de plaqueamento em profundidade e sobrecamada em ágar padrão para contagem (MRS) e incubados a 32°C por 48 horas (SILVA et al., 1997).

Para a contagem de fungos e leveduras foi utilizado o método de semeadura em superfície, em triplicata, em ágar padrão para contagem (BDA) e incubados a 25°C por 5 dias (SILVA et al., 1997).

Para determinação de coliformes totais foi utilizado o método dos tubos múltiplos. Foram realizados testes presuntivos para a confirmação da presença nas amostras, inoculados, em tubos de ensaio contendo 10 mL de caldo Lauril Sulfato Triptose com tubo de Duhran invertidos e 1 mL das amostras diluídas em solução salina estéril. As amostras inoculadas foram incubadas a $35^{\circ}\text{C}/24-48$ horas e após esse período, foi verificada ocorrência de crescimento bacteriano nos tubos e formação de bolhas de gás nos tubos de Duhran o que confirmava a presença de coliformes (BRASIL, 2003).

Análises Estatísticas

O experimento foi constituído de cinco Tratamentos: A- Bebida láctea sem adição da polpa (Controle); B- Bebida láctea com adição de 1% de FCJ; C- Bebida com 5% de polpa e adição de 1% de FCJ; D- Bebida com 10% de polpa e adição de 1% de FCJ; E- Bebida com 15% de polpa e adição de 1% de FCJ. O delineamento foi inteiramente ao acaso em triplicata de análises.

O pH, acidez titulável e análises microbiológicas foram avaliados durante a vida útil das bebidas lácteas 1, 8, 15, 22 e 29 dias por meio de regressão. As análises físico-químicas, cor, propriedades funcionais e sensoriais das bebidas lácteas foram submetidas à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$), em casos de significância as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Utilizou-se o *software* estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da composição química do leite foram: gordura 3,39 % $\pm 0,04$, proteína 3,06 % $\pm 0,01$, lactose 4,32 % $\pm 0,01$, EST 11,75 % $\pm 0,006$, ESD 8,36 % $\pm 0,02$, pH 6,73 $\pm 0,01$ e acidez titulável 0,16 g de ácido láctico 100 mL⁻¹ $\pm 0,02$. Os teores de gordura, proteína e acidez estão dentro do que prevê a legislação com qualidade mínima de 3% de gordura, e 2,9% de proteína e 0,14 a 0,18 g de ácido láctico/100 mL para acidez titulável (BRASIL, 2011). O extrato seco desengordurado foi ligeiramente inferior ao previsto pela legislação (BRASIL, 2011) que estabelece o mínimo de 8,40% de ESD.

Os valores médios da composição química do soro foram gordura de 0,6 % $\pm 0,01$; pH 6,32 $\pm 0,04$; e acidez 0,09 g de ácido láctico 100 mL⁻¹ $\pm 0,02$. Os parâmetros físico-químicos analisados para o soro de leite estão em concordância aos preconizados na legislação brasileira: acidez de 0,08 a 0,14% e pH de 6,0 a 6,8 (BRASIL, 2013).

Os valores médios da cor, pH, acidez titulável, composição centesimal, atividade antioxidante e compostos fenólicos da polpa de mamão foram: Cordenada L* - 39,80 $\pm 0,03$, a* 28,98 $\pm 0,03$, b* 36,50 $\pm 0,08$, pH 5,24 $\pm 0,04$, acidez titulável 0,18 g de ácido láctico 100 mL⁻¹ $\pm 0,03$, umidade 90,05 % $\pm 0,02$, cinzas 0,35 $\pm 0,01$, proteínas 4,52 $\pm 0,54$, sólidos solúveis 10,01 $\pm 0,02$, atividade antioxidante EC₅₀ ($\mu\text{g}/\text{mL}$) 0,36 $\pm 0,12$ e fenólicos totais (mg EAG 100 g⁻¹) 148,41 $\pm 1,19$.

Os parâmetros instrumentais de cor da polpa de mamão demonstraram que a polpa apresentou baixa luminosidade e tendência ao vermelho, pelos resultados de a* (+), e da cor amarela, devido aos valores de b* (+).

Os parâmetros físico-químicos analisados para a polpa de mamão estão dentro do que prevê a legislação brasileira: pH mínimo de 4,0, acidez titulável mínima de 0,17 (g 100 g⁻¹); sólidos totais mínimo de 10,5 (g 100 g⁻¹) e sólidos solúveis expressos em ° Brix mínimo de 10,00 (BRASIL, 2000).

Observa-se que a polpa de mamão possui alta capacidade antioxidante. O teor de fenólicos totais encontrados para o mamão ficou acima dos valores encontrados por Oliveira et al. (2011) equivalente a 88,1 mg de EAG 100 g⁻¹ em frutos do Cesa do Estado de Minas Gerais.

Durante o período de estocagem das bebidas lácteas, o pH apresentou diminuição considerável, visto que o pH inicial variou de 4,36 a 3,97 (formulação A) no 29° dia de armazenamento (Figura 1).

Os resultados de Donkor et al. (2006) corroboraram com os observados neste estudo (Figuras 1 e 2), os autores avaliaram o efeito da acidificação sobre a atividade de iogurte probiótico durante o armazenamento refrigerado, e verificaram que houve declínio significativo do pH e aumento da acidez titulável. Isso se deve porque a acidificação das bebidas lácteas continuou durante o período de armazenamento, no entanto, ocorreu com menor intensidade, pelo efeito da baixa temperatura usada no armazenamento das bebidas lácteas.

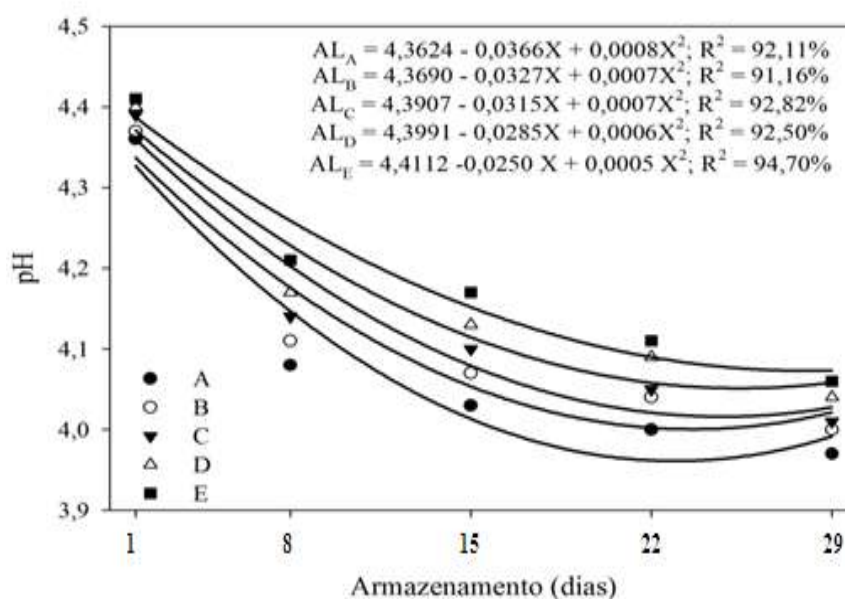


FIGURA 1 - pH de bebidas lácteas fermentadas saborizadas com mamão e farinha da casca de jabuticaba (FCJ).

Paula et al. (2012) ao analisarem pH e acidez de bebidas lácteas fermentadas elaboradas com soro de queijo coalho, obtiveram resultados semelhantes, com pH inicial de 4,33, final de 4,06 e acidez inicial de 0,61 g de ácido láctico 100 mL⁻¹ e final de 0,82 g de ácido láctico 100 mL⁻¹.

Ao final do tempo de armazenamento as bebidas lácteas apresentaram maior acidez titulável (Figura 2), segundo Almeida et al. (2001) o aumento da acidez é pela ação dos fermentos lácticos, e a formação de ácido láctico durante o armazenamento refrigerado, fenômeno conhecido como pós acidificação.

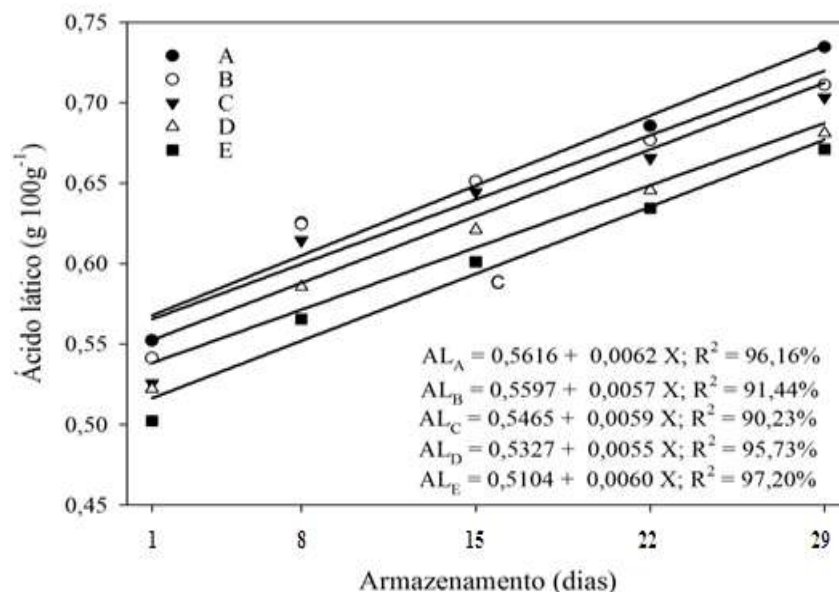


FIGURA 2 - Acidez titulável de bebidas lácteas fermentadas saborizadas com mamão e farinha da casca de jaboticaba.

Na Tabela 1, observa-se que o teor de água das bebidas lácteas saborizadas com mamão e enriquecidas com FCJ aumentou, conforme aumentou a concentração de polpa presente nas bebidas lácteas. A formulação E apresentou maiores teores de água e a formulação B apresentou menor teor de água. Não houve diferença ($p > 0,05$) no teor de cinzas das bebidas lácteas. Valores semelhantes do teor de água e cinzas foram relatados por Ramos et al. (2013) ao avaliarem as propriedades físico-químicas de bebidas lácteas com adição de polpa de cajá, com valores médios de $81,66 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ e $0,63 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente. A polpa de mamão contém elevado teor de água, que proporcionou o aumento no teor de água das bebidas lácteas. O menor teor de água foi observado para a formulação B, bebida láctea com adição de 1% FCJ, este fato se deve ao aumento dos sólidos presentes na FCJ.

O teor de proteínas apresentou diferença ($p < 0,05$) ente a formulação A e formulação E. A adição de 15% de polpa de mamão aumentou os níveis de proteína, comportamento semelhante foi relatado por Mahmood et al. (2008) na elaboração de iogurte com cinco formulações: controle - iogurte sem adição de polpa; adição de 8% de maçã; 16% de maçã; 8% de banana; 10% de banana, com níveis de proteína 0,84; 2,86; 3,05; 3,52 e $3,57 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente.

TABELA 1 - Resultados médios e desvio padrão do teor de água ($\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$), cinzas ($\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$), proteína ($\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$), gordura ($\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$), parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* e b^*), atividade antioxidante (AA) (EC_{50} ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) e fenólicos totais (FT) ($\text{mg EAG}\cdot 100\text{g}^{-1}$) das bebidas lácteas fermentadas saborizadas com mamão e farinha da casca de jabuticaba.

Parâmetros	Formulações					CV (%)
	A	B	C	D	E	
Teor de água	81,09±0,3b	80,20±0,1c	81,48±0,8b	81,60±0,1a	82,02±0,1a	0,20
Cinzas	0,63±0,03a	0,64±0,05a	0,65±0,07a	0,66±0,03a	0,67±0,05a	10,08
Proteína	2,66±0,03b	2,69±0,03ab	2,74±0,04ab	2,81±0,04ab	2,87±0,06a	2,73
Gordura	2,20±0,15a	2,20±0,05a	2,10±0,06a	2,00±0,04ab	1,80±0,02b	4,03
L^*	88,47±0,08a	64,81±0,05b	63,90±0,04c	60,38±0,11d	60,11±0,24e	0,19
a^*	-0,95±0,02e	5,14±0,02d	6,34±0,02c	7,21±0,04b	7,63±0,04a	0,67
b^*	13,89±0,04a	5,64±0,02e	6,84±0,02d	8,51±0,05c	10,10±0,05b	0,49
AA	4,56±0,11c	2,56±0,11b	0,42±0,09a	0,40±0,06a	0,37±0,10a	5,81
FT	147,22±2,64a	148,38±2,96a	148,77±3,21a	149,84±3,32a	150,36±3,38a	2,09

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Legenda: A = Bebida láctea sem adição de polpa de mamão e FCJ (Controle), B = Bebida láctea com adição de 1% de FCJ, C = Bebida láctea com adição de 5% de polpa de mamão e 1% de FCJ, D = Bebida láctea com adição de 10% de polpa de mamão e 1% de FCJ, E = Bebida láctea com adição de 15% de polpa de mamão e 1% de FCJ.

Os teores de gordura das formulações A, B e C, diferiram ($p < 0,05$) da formulação E, porém todas essas foram semelhantes a formulação D.

Segundo Silva et al. (2007), o mamão não representa fonte considerável de lipídeos, quando comparado a outros alimentos, por apresentar baixos teores de extrato etéreo, o fruto é excelente alternativa nas dietas de baixos níveis lipídicos. Justificando o ligeiro decréscimo nos teores de gordura observados neste estudo.

As coordenadas de cromaticidade L^* , a^* e b^* foram influenciadas ($p < 0,05$) pela adição de FCJ e polpa de mamão. A coordenada de luminosidade (L^*) decresceu com a adição de FCJ e de maiores níveis da polpa de mamão, em contrapartida as coordenadas a^* e b^* aumentaram. Existe ligeira tendência ao vermelho, por causa do aumento de $a^*(+)$, e nítido aumento da cor amarela, devido aos maiores valores de $b^*(+)$.

Os resultados da capacidade antioxidante das formulações B e C apresentaram diferença das demais. As bebidas com adição da polpa de mamão apresentaram maior atividade antioxidante. Já os compostos fenólicos não apresentaram diferença entre as formulações.

Com relação à cor as formulações B e C diferenciaram das demais, sendo que os escores que receberam a menor nota foi a formulação B (Bebida láctea com 1% de FCJ) e maiores notas foram para a formulação A (bebida láctea sem adição de FCJ) e as notas observadas se situaram entre os termos hedônicos 5, nem gostei nem desgostei e 7 gostei moderadamente, respectivamente (Tabela 2).

Os escores registrados para o aroma da formulação A e C apresentaram diferença entre os demais Tratamentos, apresentando notas que variaram entre o 6 gostei ligeiramente e 7 gostei moderadamente.

Para o parâmetro sabor as maiores notas foram para a formulação A (7,21) e E (7,10). Observando que as duas formulações não apresentaram diferença para os provadores.

TABELA 2 - Resultados médios e desvio padrão da cor, aroma, sabor, textura, aparência e intenção de compra (IC) das bebidas lácteas fermentadas saborizadas com mamão e farinha da casca da jabuticaba.

Parâmetros	Formulações					CV (%)
	A	B	C	D	E	
Cor	7,12±1,1a	5,75±1,9b	5,80±1,8b	6,30±1,8ab	6,70±1,8ab	25,11
Aroma	6,43±2,1b	7,20±1,3ab	6,62±1,8b	6,80±1,7ab	7,70±1,35a	23,11
Sabor	7,21±1,9a	5,80±1,1b	6,00±2,1b	6,40±1,9ab	7,10±1,29a	21,35
Textura	6,68±1,7a	6,10±1,6a	6,35±1,8a	6,10±1,6a	6,70±1,52a	25,27
Aparência	7,21±1,1a	6,30±1,8ab	6,10±1,9b	6,25±1,9ab	6,90±2,0ab	25,37
IC	2,01±1,5a	2,62±1,1b	2,40±1,4ab	2,52±1,3b	2,15±1,3ab	41,39

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Legenda: A = Bebida láctea sem adição de polpa de mamão e FCJ (Controle), B = Bebida láctea com adição de 1% de FCJ, C = Bebida láctea com adição de 5% de polpa de mamão e 1% de FCJ, D = Bebida láctea com adição de 10% de polpa de mamão e 1% de FCJ, E = Bebida láctea com adição de 15% de polpa de mamão e 1% de FCJ.

Com relação à aparência a formulação C se diferenciou das demais formulações, e os valores dos escores situaram entre os termos hedônicos 6 (gostei ligeiramente) a 7 (gostei moderadamente).

Os testes sensoriais são de grande importância no auxílio a indústria para a elaboração de novos produtos ou controle dos mesmos, no intuito de obter maior aceitação junto ao consumidor final (NOGUEIRA et al., 2004).

Semelhante aos resultados encontrados nesse estudo, outros autores relataram boa aceitação de produtos com adição da FCJ. Ferreira et al. (2012) ao avaliarem cookies fabricados com FCJ, observaram que o produto foi sensorialmente aceitável e a utilização da FCJ influenciou positivamente na textura/maciez dos biscoitos. Lamounier et al. (2015) avaliaram sorvetes com adição de FCJ e foram observadas médias acima de 7 para todos os atributos avaliados.

A polpa de mamão também exerceu influência positiva na aceitação das bebidas lácteas, outros autores também relataram boa aceitação de produtos com adição da polpa de mamão. Viana et al. (2012) elaboraram geleia com diferentes concentrações de

mamão e araçá boi e observaram que a formulação com maior concentração de mamão apresentou maior aceitação e elevada intenção de compra. Santana et al. (2003) avaliaram sorvetes de mamão e observaram boa aceitação sensorial para todos os atributos avaliados. Zubiolo et al. (2012) avaliaram bebidas lácteas não fermentadas com adição de polpa de mamão e aveia, e relataram valores médios para os atributos avaliados entre 6,04 e 6,23, que significa (gostei ligeiramente).

Visando complementar a análise sensorial foi realizado também o teste de atitude de compra. A formulação A diferenciou da formulação B, no entanto, todas as formulações apresentaram boa intenção de compra. As notas se situaram entre os termos hedônicos 2 (Provavelmente eu compraria).

Houve redução da viabilidade de bactérias lácticas em todas as bebidas lácteas até ao final do período de armazenamento, sendo que as contagens iniciais foram de $5,1 \times 10^8$; $8,4 \times 10^8$; $8,8 \times 10^8$; $1,5 \times 10^9$ e $8,6 \times 10^8$ (UFC.g⁻¹) e a final de $1,0 \times 10^6$; $5,4 \times 10^6$; $3,3 \times 10^7$; $6,3 \times 10^7$ e $2,9 \times 10^7$ (UFC g⁻¹) para as formulações A, B, C, D e E, respectivamente.

Segundo Martin-Diana et al. (2003) e Ravula (1998) é essencial ter um nível mínimo de 10^6 a 10^7 UFC g⁻¹ de bactérias probióticas a um produto durante a sua vida de prateleira, com vista a alcançar os benefícios para a saúde do consumidor.

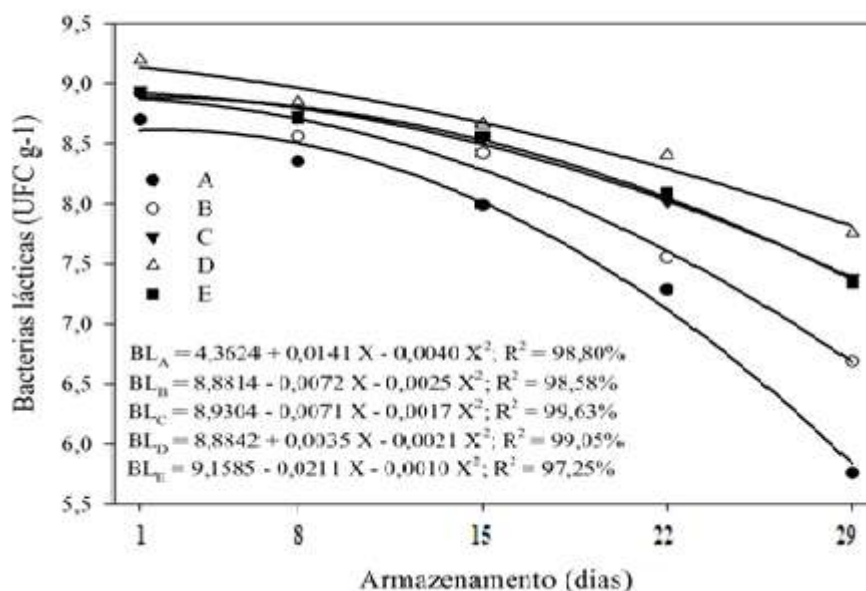


FIGURA 3 - Contagem de bactérias lácticas viáveis das bebidas lácteas fermentadas saborizadas com mamão e farinha da casca de jabuticaba.

Todas as formulações apresentaram boa viabilidade ao final do tempo de armazenamento, comportamento semelhante foi relatado por Kailasapathy et al. (2008) que observaram contagem ao final dos 29 dias de armazenamento correspondente a 10^7 UFC g^{-1} em iogurtes saborizados com suco de frutas (morango, manga e maracujá).

Pode observar que a polpa de mamão apresentou influência positiva, sendo que as maiores contagens de bactérias lácteas foram para as bebidas lácteas com adição da polpa de mamão. Segundo Senaka Ranadheera et al. (2012), o aumento da viabilidade láctea pode ser atribuído a disponibilidade de nutrientes existentes nos frutos.

No presente estudo, o pH das amostras de bebidas lácteas diminuiu durante o armazenamento, indicando o desenvolvimento de acidez ao longo do período (Figura 1), mas somente a formulação A (bebida láctea sem adição de polpa e FCJ) foi um pouco inferior com pH 4,0, que é geralmente considerado prejudicial para a sobrevivência de organismos probióticos (DAVE & SHAH, 1997). Isso justifica os menores valores para contagem de bactérias lácteas nas formulações A no final do tempo de armazenamento. Corroborando com Silva & Ueno (2013), que relataram que em iogurte sabor coco, ameixa e morango, com o decorrer do tempo de fabricação, os iogurtes apresentaram redução nas contagens de bactérias lácticas e aumento da acidez titulável.

Não foi detectado coliforme nas bebidas lácteas, na contagem de fungos e leveduras, foram encontrados <1 UFC g^{-1} no final do período de armazenamento, indicando que as bebidas lácteas foram apropriadamente seguras para consumo humano. Comportamento semelhante foi relatado por Senaka Ranadheera et al. (2012) que observaram que não houve presença de coliformes e contagem de fungos e leveduras em iogurte probióticos com adição de suco de frutas constituindo (maçã (45%), laranja (44%), purê de banana (5%), abacaxi (4%), purê de manga (1,3%) e maracujá (0,6%)) ao longo do período de armazenamento.

CONCLUSÃO

A adição de FCJ nas bebidas lácteas saborizadas com mamão intensificou a cor, teor proteico, capacidade antioxidante, compostos fenólicos e manteve a contagem de bactérias lácteas viáveis acima de 10^6 UFC g^{-1} durante o tempo de armazenamento.

A formulação C (bebida láctea com 5% de mamão e 1% de FCJ) é a mais indicada para o desenvolvimento de lácteos fermentados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, K. E.; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. O. Avaliação sensorial de bebida láctea preparada com diferentes teores de soro, utilizando-se dois tipos de cultura láctea. **Indústria de Laticínio**, **32**: 50-54, 2001.

ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. 2006. Caracterização da farinha do bagaço da jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência de Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 867-905.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of the Association of the Agricultural Chemists. 16. ed. Washington, DC, 1995. v. 2, 1094 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of the Association of the Agricultural Chemists. 17. ed. Washington, DC, v.2, 1175, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de Dezembro de 2006. Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite tipo A. Diário Oficial da União, Brasília, 29 de Dezembro 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de Dezembro de 2006. Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos (revoga Instrução Normativa nº 22, de 14 de Abril de 2003). Diário Oficial da União, Brasília, 14 de Dezembro 2006, Seção 1, Página 8, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Padrões de Identidade Qualidade de Bebidas Lácteas. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Regulamento técnico de identificação e qualidade de bebidas lácteas. Publicada no Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Seção I, 23 ago, 2005.

CITADIN, I. et al. 2005. Qualidade de frutos de Jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*) sob influencia de duas condições de cultivo: sombreamento natural e pleno sol. **Rev. bras. Agrociência**, Pelotas, v.11, n. 3, p. 373-375.

CUNHA, T. M.; ILHA, E. C.; AMBONI, R. D. M. C.; BARRETO, P. L. M.; CASTRO, F. P. A influência do uso de soro de queijo e bactérias probióticas nas propriedades de bebidas lácteas fermentadas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 23-33, 2009.

CUNHA, T.M.; ILHA, E.C.; AMBONI, R.D.M.C. *et al.* A influência do uso de soro de

queijo e bactérias probióticas nas propriedades de bebidas lácteas fermentadas. *Braz. J. Food Technol.*, v.12, p.23-33, 2009.

Dave, R. I., & Shah, N. P. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, 7(1), 31-41, 1997.

DONKOR, O. N.; HENRIKSSON, A.; VASILJEVIC, T.; SHAH, N. P. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. *International Dairy Journal, Barking*, v. 16, n. 10, p. 1181-1189, 2006.

FERREIRA, A. E. et al. produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jabuticaba em biscoitos tipo cookie. *Alimentos e Nutrição*, v. 23, n. 4, p. 603-607, 2012.

GALLINA, D. A.; ALVES, A. T. S.; TRENTO, F. K. H. S; CARUSI, J. Caracterização de Leites Fermentados Com e Sem Adição de Probióticos e Prebióticos e Avaliação da Viabilidade de Bactérias Lácticas e Probióticas Durante a Vida-de-Prateleira. *Cient Ciênc Biol Saúde*. 239-44p, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª ed., 1ª Ed. Digital, São Paulo: 2008.

KAILASAPATHY, K., HARMSTORF, I., & PHILLIPS, M. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* in stirred fruit yogurts. *LWT-Food. Science and Technology*. 1317–1322p, 2008.

MAHMOOD, A.; ABBAS N.; GILANI A.H. Quality of stirred buffalo milk yogurt blended with apple and banana fruits. *Pak. J. Agri. Sci.*, Vol. 45(2), 2008

MARTIN-DIANA, A. B., JANER, C., PELAEZ, C., & REQUENA, T. Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. *International Dairy Journal*, 13(10), 827–833 2003.

MATSUBARA, S. Alimentos Funcionais: uma tendência que abre perspectivas aos laticínios. *Revista Indústria de Laticínios*, São Paulo, v. 6, n. 34, p. 10-18, 2001.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. 2008. Capacidade antioxidante de frutas. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, São Paulo, v. 44, n. 2.

Nogueira, A. L. C.; Souz, G. C. de; Alves, O. M. B.; Domingos, M. S. C.; Marques, L. F.; Costa, T. L.; Paixão, F. J. R. da. **Avaliação sensorial de água de coco (*Cocos nucifera* L) in natura e processada**. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 4, n. 2, p. 1-5, 2004.

- OLIVEIRA, D.S. et al. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Health Sciences**, v.33, n.1, p.89-98, 2011.
- PALANCA, V.; RODRÍGUEZ, E.; SEÑORÁNS, J.; REGLERO, G. Bases científicas para el desarrollo de productos cárnicos funcionales com actividad biológica combinada. Alimentos funcionales, **Nutrición Hospitalaria**, Madrid, v. 21, n. 2, p. 199-202, 2006.
- PAUCAR-MENACHO, L. M.; SILVA, L. H. D.; BARRETTO, P. A. D. A.; MAZAL, G.; FAKHOURI, F. M.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. 2008. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado protéico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 767-778.
- PAULA, J.C.J. de; ALMEIDA, F.A. de; PINTO, M.S.; RODRIGUES, T.F.; SOBRAL, D.; MACHADO, G. de M. Aproveitamento de soro de queijo de coalho na elaboração de bebida lacteica fermentada. **Revista do Instituto de Laticnios Cândido Tostes**, v.67, p.25-33, 2012.
- RAMOS, A. C. S. M. *et al.* Elaboro de bebidas lcteicas fermentadas: aceitabilidade e viabilidade de culturas probióticas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 2817-2828, 2013.
- RAVULA, R. R., & SHAH, N. P. Selective enumeration of *Lactobacillus casei* from yogurts and fermented milk. **Biotechnology Techniques**, 819–822p, 1998.
- ROCHA, M. S.; FIGUEIREDO, R. W.; ARAÚJO, M. A. M.; ARAÚJO, R. S. R. M. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (in vitro) de frutos do cerrado piauiense. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 4, p. 933-941, 2013.
- RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. 2007. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. Comunicado Técnico 127 – EMBRAPA.
- SANTANA, L. R. R.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. Genótipos melhorados de mamão (*carica papaya l.*): avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, supl., p. 151-155, 2003.
- SANTOS, M. da S. et al. Avaliação reológica e sensorial de iogurte enriquecido com polpa de *Psidium cattleianum* Sabine (Araçá vermelho). **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v.22, n.166, p. 105-108, 2008.

SENAKA RANADHEERA, C., EVANS, C. A., ADAMS, M. C., BAINES, S. K. Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. **Food Chemistry**, 1411-1418p 2012.

SERRANO, L.A.L.; CATTANEO, L.F. 2010. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.3.

SILVA, A. B. N.; UENO, M. Avaliação da viabilidade das bactérias lácticas e variação da acidez titulável em iogurtes com sabor de frutas. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, v. 68, n. 390, p. 20-25, jan./fev. 2013.

SILVA, G. S.; DINIZ, R. G.; SILVA, M. E. Avaliação química do mamão papaia (*Carica papaya L.*) em diferentes estádios de maturação. **Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia**, n. 3, 1-7 p., vol. 2. Vitória, Espírito Santo. 2007.

VIANA, E. S.; JESUS, J. L.; REIS, R. C.; FONSECA, M. D.; SACRAMENTO, C. K. Caracterização físico-química e sensorial de geleia de mamão com araçá-boi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1154-1164, 2012.

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 açaí em pó. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 444-450p. 2009.

ZUBIOLO, C.; RODRIGUES, M. A. S.; OLIVEIRA, M. C.; AQUINO, L. C. L.; NUNES, M. L.; CASTRO, A. A. Estudo do desenvolvimento de bebida láctea funcional com adição de polpa de mamão e aveia. **Scientia Plena**, v. 8, n. 3, p. 1-7, 2012

CONCLUSÃO GERAL

O tempo de secagem da casca da jabuticaba diminuiu conforme aumentou a temperatura. Dentre os modelos estudados Midilli e Page apresentaram bons ajustes aos dados experimentais, porém o modelo de Page foi selecionado para representar o fenômeno de secagem da casca da jabuticaba pela simplicidade de aplicação.

O coeficiente de difusão efetivo diminuiu com a elevação da temperatura e a energia de ativação para a difusão líquida na secagem que foi de $32,63\text{kJ mol}^{-1}$. A entalpia e entropia decresceram com o aumento da temperatura de secagem. Enquanto a energia livre de Gibbs aumentou com o acréscimo da temperatura de secagem da casca da jabuticaba.

A farinha da casca da jabuticaba de menor temperatura (45°C) apresentou maiores teores de atividade antioxidante e compostos fenólicos, podendo ser utilizada na produção de alimentos, com intuito de agregar valor nutricionais.

A adição de FCJ nas bebidas lácteas saborizadas com mamão intensificou a cor, a proteínas brutas, a capacidade antioxidante, os compostos fenólicos e mantiveram a contagem de bactérias lácteas acima de 10^6 UFC. g^{-1} durante o tempo de armazenamento.

Diante dos resultados dos parâmetros avaliados na composição centesimal e capacidade antioxidante e compostos fenólicos a formulação C (bebida láctea com 5% de mamão e 1% de FCJ) é a mais indicada para o desenvolvimento de lácteos fermentados.