



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

EVELINE DE ALENCAR COSTA

**BIODIVERSIDADE DE FRUTAS DO NORDESTE: COMPOSIÇÃO
QUÍMICA E NUTRICIONAL E DESENVOLVIMENTO DE PASTAS DE
CAJÁ, MURICI, PEQUI E PITANGA**

FORTALEZA

2017

EVELINE DE ALENCAR COSTA

BIODIVERSIDADE DE FRUTAS DO NORDESTE: COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
NUTRICIONAL E DESENVOLVIMENTO DE PASTAS DE CAJÁ, MURICI, PEQUI E
PITANGA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Área de concentração: Ciência de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C871b Costa, Eveline de Alencar.
Biodiversidade de frutas do Nordeste : composição química e nutricional e desenvolvimento de pastas de cajá, murici, pequi e pitanga / Eveline de Alencar Costa. – 2017.
160 f.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa..

1. Frutas tropicais. 2. Compostos bioativos. 3. Agrobiodiversidade. 4. Hidrocoloides. I. Título.

CDD 664

EVELINE DE ALENCAR COSTA

BIODIVERSIDADE DE FRUTAS DO NORDESTE: COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
NUTRICIONAL E DESENVOLVIMENTO DE PASTAS DE CAJÁ, MURICI, PEQUI
E PITANGA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor(a) em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa.

Aprovada em: 31 / 05 / 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Adriana Camurça Pontes Siqueira (Examinador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Carla Soraya Costa Maia (Examinador)
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Dra. Delane da Costa Rodrigues (Examinador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo (Examinador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Ricardo Elesbão Alves (Examinador)
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Prof. Dr. Sandro Tomaz Gouveia (Examinador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Maria de Fátima Alencar Costa
e Raimundo Nonato Costa (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Terminar esta etapa me faz compreender o real significado de obter o título de doutora. Não é fácil para ninguém concluir um doutorado e não seria diferente para mim. A principal compreensão de ser “doutor” é ganhar sabedoria ao longo da caminhada, tendo que harmonizar várias atividades com a pesquisa. E foi assim que aconteceu, mudei de projeto após dois anos de doutorado, engravidei, cuidei e cuido da filha (Maria Elis Alencar Oliveira), lógico com uma equipe maravilhosa composta pela minha mãe (Fátima Alencar), marido (Paulo Henrique de Oliveira) e irmã (Camila Alencar); perdi meu pai (Raimundo Nonato Costa) e tive que centrar os sentimentos, principalmente diante da administração do que é material, imaterial e na acolhida dos irmãos. Mas o que mais aprendi é ter serenidade diante dos obstáculos, incompreensões e julgamentos, é saber encarar as dificuldades de frente, ouvir muito e falar francamente. Também ficou mais claro ainda, que não fazemos nada sozinhos, pois sempre precisamos do outro e esta obra é fruto da ajuda mútua de várias pessoas: Prof. Paulo Henrique Machado de Sousa (orientador), Profa. Adriana C. P. Siqueira, Profa. Erbênia Mendes, Samuel Brito, Luís Gustavo Nascimento, Renata Carmo, Deysilene Gomes, Rafaela Soares, Márcia Cavalcante, Prof. Eliseu Lucena, Profa. Carla Soraya Maia, Prof. Sandro Gouveia, Daniela Beltrame, Lídio Coradin e outros da equipe BFN. Enfim, estas páginas seriam insuficientes para agradecer a todos que deixaram sua colaboração ao longo de quatro anos. Mesmo assim, arrisco-me a agradecer individualmente alguns, mesmo esquecendo-se de outros, deixando meu perdão:

Primeiramente a Deus, pela sabedoria e serenidade concedida nas horas necessárias, por me dar força e saúde.

À minha filha, que mesmo sem entender abriu mão forçadamente da minha presença.

À minha mãe (Fátima Alencar) pelo apoio e confiança, desde os primeiros anos da minha jornada escolar, sempre junto, sempre dando força.

Pelo meu pai (Raimundo Nonato Costa) *in memoriam*, pelos ensinamentos de vida deixados...

Ao meu esposo (Paulo Henrique de Oliveira) pela paciência e auxílio nas horas necessárias, participando ativamente dessa pesquisa comigo, auxiliando na busca das amostras por várias vezes, como também em outras atividades. Compreendendo os momentos que necessitei me dedicar à pesquisa e me ausentar da sua presença. Esta vitória é nossa.

Ao meu irmão Carlos Renato Alencar Costa pelo apoio e manutenção com meus computadores e outros dispositivos que utilizei para a descrição desta tese.

Ao Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa, pela amizade, paciência e apoio na orientação deste. Muito obrigada!

Aos professores participantes da banca examinadora, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo (que abriu as portas do Laboratório de Frutas e Hortaliças); Profa. Dra. Adriana Camurça Pontes Siqueira (Coordenadora do Projeto BFN-Ceará); Prof. Dr. Sandro Thomaz Gouveia (Chefe imediato e colega de trabalho); Profa. Dra. Carla Soraya Costa Maia (colega maravilhosa do Curso de Nutrição da UECE); Dra. Delane da Costa Rodrigues; e Dr. Ricardo Elesbão Alves (abrindo as portas da EMBRAPA para o BFN-Ceará).

À Profa. Adriana C. P. Siqueira que sempre esteve ao meu lado, desde o início do Projeto BFN-Ceará, motivando e apoiando nas minhas decisões. Tenho certeza que construímos uma ótima parceria!

À Profa. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo, que lutou e relutou em ser minha orientadora. Obrigada pelo carinho! É uma pena que algumas coisas nessa vida independem da nossa vontade...

Aos meus bolsistas / anjos: Samuel Brito, Gustavo Nascimento, Renata Carmo, Deysilene Gomes e Rafaela Soares. O que eu seria sem vocês? Não daria conta sozinha de fazer pesquisa, extensão, sala de aula, cuidar de marido e filha. Meu muuuito obrigada! Vocês têm um grande futuro acadêmico pela frente!

As colegas de doutorado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas: Alessandra Carneiro, Celma Oliveira, Ana Erbênia Mendes e Diana Carvalho.

E por fim ao Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO) e ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), por terem permitido a realização desta pesquisa engrandecedora e motivadora, em conservar e valorizar o que é nosso. Obrigado pelo patrocínio desta e cuidado em acompanhar o andamento da mesma!

“[...] é fundamental que o Brasil intensifique as pesquisas em busca de um melhor aproveitamento da biodiversidade brasileira – ao mesmo tempo mantendo garantido o acesso aos recursos genéticos exóticos [...]”.

(BRASIL, 2017)

“... sei que posso contar contigo sempre, em qualquer situação, está sempre ao meu lado... a minha vida é toda Tua Senhor.”

(SUELY FAÇANHA, 2000)

RESUMO

A presente pesquisa visa colaborar com ações do Programa Biodiversidade para Alimentação e Nutrição (BFN - *Biodiversity for Food and Nutrition*), o qual foi criado com o propósito de garantir que espécies da biodiversidade brasileira, incluindo da região Nordeste, não sejam esquecidas e ou subutilizadas, mas que sirvam de incremento nutricional para populações diversas. Diante disso, o objetivo da pesquisa foi estudar espécies da biodiversidade do Nordeste brasileiro, tais como: cajá (*Spondias mombin* L. var. *mombin*), murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) e pitanga (*Eugenia uniflora* L.), precisamente a composição físico-química, nutricional, compostos bioativos, atividade antioxidante e bioacessibilidade *in vitro*, a fim de contribuir para a inserção de dados no Programa BFN. Também foram desenvolvidas pastas de frutas no sabor cajá, pitanga e murici-manga com o intuito de oferecer uma alternativa para o consumo dessas frutas tropicais; e elaboraram-se 3 formulações de cada sabor (cajá: C1, C2 e C3, murici-manga: MM1, MM2 e MM3; pitanga: PI1, PI2 e PI3), submetidas a Análise do Perfil de Textura (TPA), análise microbiológica (salmonela, coliformes 35 °C e 45 °C, psicrotróficos aeróbios, bolores e leveduras) no período de 32 dias e testadas sensorialmente por escala hedônica e método CATA (*Check-All-That-Applly*). Para o estudo das espécies, foram analisados três lotes provenientes de diferentes localidades da região Nordeste do Brasil: cajá (lotes C1, C2 e C3), murici (M1, M2 e M3), pequi (PE1, PE2 e PE3) e pitanga (PI1, PI2 e PI3). Os frutos apresentaram bom aporte nutricional, destacando-se o pequi pelo conteúdo de proteínas, lipídios, carboidratos e energia, embora tenha apresentado baixo rendimento após processamento (< 10 %). Cajá, murici e pitanga foram considerados frutos de alta acidez devido as médias de valores de pH e Acidez Total Titulável (ATT). Entretanto, observaram-se diferenças nas características físico-químicas e centesimais entre os lotes dos referidos frutos, confirmando a influência dos aspectos geográficos. A capacidade antioxidante diferiu estatisticamente entre os lotes das espécies, porém, o murici foi o fruto que apresentou média elevada, precisamente nos lotes M1 e M2, respectivamente. Os valores referentes a vitamina C foram variáveis entre os frutos e respectivos lotes, onde o cajá, C1 e C2, não apresentaram diferença significativa entre si, porém exibiram alto conteúdo da vitamina em relação aos demais frutos. O teor de flavonoides nas frutas estudadas e seus relativos lotes exibiram diferenças significativas ($p = 0,001$) e aqueles que apresentaram elevado conteúdo foram: pequi – PE1 e PE2, cajá – C1 e murici – M1. A quantidade de antocianina diferiu estatisticamente em apenas um dos lotes das espécies, mas nos lotes de pitanga, PI1 e PI2,

exibiram alto conteúdo deste bioativo em relação aos demais frutos. Dentre as frações fenólicas identificadas citam-se ácido elágico (presente no cajá, pitanga e pequi), quercetina e isoquercitrina (todas as frutas, exceto no pequi), rutina (somente no murici), ácido gálico e ácido siríngico (apenas no pequi). No que se refere as pastas de frutas desenvolvidas verificou-se que dentre os insumos utilizados nas formulações, a polpa de murici destacou-se devido a elevada atividade antioxidante e o mel orgânico pelo teor de vitamina C, no entanto, a retenção *in vitro* da ação antioxidante foi maior na polpa de manga e da vitamina C na polpa de murici e de pitanga. As pastas de frutas apresentaram baixo pH e ATT, teor de Sólidos Solúveis (SS) entre 7 e 29 °Brix, média de atividade antioxidante entre de 4,95 e 10,26 μM / Trolox e de vitamina C entre 20,01 e 42 mg / 100g, além disso, a bioacessibilidade *in vitro* foi acima de 22% e 15%, respectivamente. Não foi presenciado crescimento microbiano nas formulações, sendo produtos estáveis por 32 dias. No teste TPA, a formulação de pasta de pitanga – PI3 se destacou por ser extremamente macia, apresentando menor valor de dureza. Todas as pastas de frutas foram aceitas quanto a impressão global e intenção de consumo, exceto as formulações de murici com manga – MM3 e de pitanga – PI1, que apresentaram atributos indesejáveis correlacionados com as mesmas pelo teste CATA. Portanto, conclui-se que as espécies estudadas são opções saudáveis principalmente para combater radicais livres, com valor nutricional semelhante ou superior aos frutos de alto consumo. E as pastas de frutas elaboradas também são produtos inovadores que visam incentivar o consumo de frutos tropicais da agrobiodiversidade do Nordeste brasileiro.

Palavras-chave: Frutas tropicais. Compostos bioativos. Agrobiodiversidade. Hidrocoloides.

ABSTRACT

The present research aims to collaborate with program actions Biodiversity for Food and Nutrition (BFN), which was created with the purpose to ensure that species of Brazilian biodiversity, including in the Northeast region are not forgotten and underutilized or, but as a nutritional boost for diverse populations. Given this, the objective of the research was to study biodiversity species from northeastern Brazil, such as: cajá (*Spondias mombin* L. var. *mombin*), murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) e pitanga (*Eugenia uniflora* L.), precisely the physico-chemical composition, nutritional, bioactive compounds, antioxidant activity and in vitro bioaccessibility, in order to contribute to the insertion of data in Program BFN. Were also developed pastes of fruit in flavor cajá, pitanga and murici-sleeve in order to offer an alternative to the consumption of these tropical fruits; and have prepared themselves 3 formulations of each flavor (cajá: C1, C2 e C3, murici-mango: MM1, MM2 e MM3; pitanga: PI1, PI2 e PI3), submitted the Texture Profile Analysis (TPA), microbiological analysis (salmonella, coliform 35° C and 45° C, aerobic psychrotrophic, yeasts and molds) in the period of 32 days and sensorially tested by hedonic scale and CATA (Check-All-That-Apply) method. For the study of species, we analyzed three batches from different locations in the Northeast region of Brazil: cajá (lots C1, C2 e C3), murici (M1, M2 e M3), pequi (PE1, PE2 e PE3) e pitanga (PI1, PI2 e PI3). The fruits showed good nutritional intake, the pequi for content of proteins, lipids, carbohydrates and energy, although he has presented low yield after processing (< 10 %). Cajá, murici e pitanga were considered high acidity fruit because the values of pH and Total Titratable Acidity (ATT). However, differences were observed in the physico-chemical and centesimal between lots of these fruits, confirming the influence of geographical aspects. The antioxidant capacity differed statistically between lots of species, however, the murici was the fruit that showed high average, precisely in lots M1 and M2, respectively. The values for vitamin C have been variables between the fruits and their lots, where the cajá, C1 e C2, showed no significant difference between them, but exhibited high vitamin content compared to other fruits. The content of flavonoids in fruits studied and their related lots exhibited significant differences ($p = 0.001$) and those who showed high contents were: pequi – PE1 e PE2, cajá – C1 e murici – M1. The amount of anthocyanin differed statistically in only one of the lots of species, but in lots of pitanga, PI1 e PI2, exhibited high content of this peptide in relation to other fruits. Among the identified phenolic fractions include ellagic acid (present in the cajá, pitanga and pequi) and quercetin, isoquercitrin (all fruits, except the pequi), rutin (only in the murici),

Gallic acid and syringic acid (just in the pequi). As far as fruit pastes developed it became clear that one of the inputs used in the formulations, the pulp of murici stood out due to high antioxidant activity and the organic honey by the vitamin C content, However, the in vitro antioxidant action retention was greater in mango pulp and vitamin C in murici and pitanga pulp. Fruit pastes presented low pH and ATT, Soluble Solid content (SS) between 7 and 29° Brix, average of antioxidant activity of between 4.95 and 10.26 μM / Trolox and vitamin C between 20.01 and 42 mg / 100 g, in addition, in vitro bioaccessibility was up 22% and 15%, respectively. Was not seen microbial growth in the formulations, being stable products for 32 days. TPA test, the formulation of pitanga-PI3 stood out for being extremely soft, showing less hardness value. All fruit pastes were accepted as the overall impression and intention, except the formulations murici with mango-MM3 and pitanga-PI1, which had undesirable attributes correlated with the same by CATA. Therefore, it is concluded that the studied species are healthy options mainly to fight free radicals, with nutritional value similar or superior to the fruits of high consumption. And elaborate fruit pastes are also innovative products that aim to encourage the consumption of tropical fruits of agrobiodiversity in the Brazilian Northeast.

Keywords: Tropical fruits. Bioactive compounds. Agrobiodiversity. Hydrocoloides.