



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOQUÍMICA E FISIOLOGIA

GEORGE SOUZA FEITOZA

**CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO
DO UMBU (*Spondia tuberosa* ARR. CAM)**

Recife

2017

GEORGE SOUZA FEITOZA

**CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO
DO UMBU (*SPONDIA TUBEROSA* ARR. CAM)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Fisiologia, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Bioquímica e Fisiologia.

Área de Concentração: Bioquímica e Fisiologia.

Orientadora: Profa. Dr^a. Maria das Graças Carneiro da Cunha

Coorientadora: Prof. Dr^a Márcia Vanusa da Silva

Recife

2017

Catálogo na fonte
Elaine C Barroso (CRB4/1728)

Feitoza, George Souza

Caraterização da farinha de subprodutos do processamento do Umbu
(*Spondia tuberosa* Arr. Cam) / George Souza Feitoza- 2017.

71 folhas: il., fig., tab.

Orientadora: Maria das Graças Carneiro da Cunha

Coorientadora: Marcia Vanusa da Silva

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.
Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Bioquímica
e Fisiologia. Recife, 2017.
Inclui referências

1. Umbu 2. Farinha 3. Processamento de frutas I. Cunha, Maria das
Graças Carneiro da (orient.) II. Silva, Márcia Vanusa (coorient.) III.
Título

583.77

CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2019-309

GEORGE SOUZA FEITOZA

**CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO
DO UMBU (*SPONDIA TUBEROSA* ARR. CAM)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Fisiologia, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Bioquímica e Fisiologia.

Área de Concentração: Bioquímica e Fisiologia.

Aprovada em: 21/02/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dr.^a. Maria das Graças Carneiro da Cunha
(Orientadora/Presidente) Departamento de Bioquímica/UFPE

Prof. Dr. Márcia Vanusa da Silva / UFPE
Departamento de Bioquímica/UFPE

Prof. Dr. Maria Tereza dos Santos Correia / UFPE
Departamento de Bioquímica/UFPE

Dr. Marthyna Pessoa de Souza
Grupo de Pesquisa Biomoléculas e Processos Biotecnológicos

Dedico este trabalho a minha mãe, Valcilene Santos de Souza, por nunca medir esforço e estímulo para garantir minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, proteção e fé.

A minha mãe, Valcilene Santos de Souza, pelo amor, carinho, amizade e esforço que sempre teve para me educar e amar. A pessoa que tenho maior admiração como mãe, amiga, profissional e entre outras qualidades que possui.

A minha orientadora, professora Graça Cunha, pelo carinho e apoio inicial. Obrigado pelos ensinamentos científicos, sua disciplina, preocupação, profissionalismo e acima de tudo comprometimento.

A minha co-orientadora, Márcia Vanusa, por me receber e por todo compromisso e atenção. Sou muito grato pelas suas contribuições, que foram importantes para o desenvolvimento deste trabalho.

A professora, amiga, Viviane Lansky, pela sua generosidade dentro do mundo acadêmico, sou profundamente grato por ter trabalhado contigo. A forma como conduz seu trabalho, os ensinamentos e sua motivação são admiráveis.

Ao programa de pós-graduação em Bioquímica e Fisiologia, coordenador (a) e secretário (a).

A toda minha família que mesmo longe acompanham, torce, apoia cada conquista, em especial a minha irmã, Charlene Araújo dos Santos, e os tesouros, Aislane Souza e Lucas Souza.

Aos amigos do Laboratório de Biotecnologia, Priscilla Sales, Fernanda Andrade, Adelmo Cavalcante, Julyanne Barbosa, Jansilson Braz, Rita Granja, Fernanda Pacífico e em especial ao José Roberto Pimentel Cabral de Seixa por ter sido um grande amigo e irmão nessa etapa.

Aos meus amigos de graduação, Walmir Emanuel, Enaylle Delmondes, Amanda Delmondes, Marineide Gomes e Mônica Laurentino, por tudo que compartilhados até hoje.

Ao Departamento de Bioquímica e ao Departamento de Nutrição por darem todo suporte técnico ao desenvolvimento da pesquisa, principalmente aos técnicos João Antônio Virginio (Departamento de Bioquímica), e Sebastião Camilo filho e Vivaldo Araújo (Departamento de Nutrição).

A FACEPE pelo apoio financeiro.

Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que iremos ser. Mas graças a Deus, não somos o que éramos. (Martin Luther King, 1962).

RESUMO

Durante o processamento do umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), fruto nativo da caatinga, é gerado uma grande quantidade de resíduo uma vez que só a polpa é utilizada. Visando agregar valor a esse subproduto, este trabalho teve como objetivo a obtenção da farinha dos resíduos (casca e sementes) de umbu e determinar a sua composição nutricional e mineral, perfil de ácidos graxos, antinutrientes, compostos bioativos, atividade antioxidante e propriedades tecnológicas. A farinha foi obtida a partir dos resíduos (pele e sementes) do umbu secos e triturados. O perfil fitoquímico, teor de flavonoides e fenólicos totais, bem como, atividade antioxidante foram determinados a partir de extratos da farinha a 5% (p/v), em etanol 80% (v/v), metanol 80% (v/v) e acetona 80% (v/v). A presença de fatores antinutricionais (lectinas, nitrato, taninos e inibidores de tripsina) e compostos bioativos (carotenóides e ácido ascórbico) foram determinados em extrato aquoso da farinha a 5% (p/v). Foram avaliadas ainda, as propriedades tecnológicas (capacidade de absorção de água e óleo, capacidade emulsificante e estabilidade da emulsão) da farinha. A farinha apresentou um rendimento de 13,4 %. A composição nutricional apresentou altos teores de fibra alimentar (61,21%), principalmente fibra insolúvel (56,67%). A farinha pôde ser classificada como uma boa fonte de cálcio, fósforo e magnésio e uma excelente fonte de ferro, zinco e cobre. Ácidos graxos saturados, palmítico e esteárico, e ácidos graxos insaturados, oleico e linoleico foram identificados. Nenhuma substância potencialmente tóxica foi identificada. Valores significativos de ácido ascórbico ($44,78 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), carotenoides ($463,73 \text{ } \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e flavonoides ($37,85 \text{ mg QE} \cdot 100\text{g}^{-1}$) foram encontrados, bem como níveis elevados de compostos fenólicos ($20357,26 \text{ mg GAE} \cdot 0,100\text{g}^{-1}$). Propriedade antioxidante também foi detectada usando diferentes ensaios (atividade de eliminação de radicais ABTS, DPPH e FRAP) e correlações lineares positivas foram estabelecidas entre o conteúdo fenólico e a atividade antioxidante. A farinha apresentou ainda alta absorção de água (783,33%), óleo (255,28%), capacidade emulsificante (54,17%) e estabilidade de emulsão (49,59%). Os resultados obtidos mostram que a farinha dos resíduos de umbu pode ser considerada fonte de nutrientes e de compostos bioativos com atividade antioxidante, com grande potencial de utilização pela indústria de alimentos como ingrediente para enriquecimento de vários produtos, podendo assim, contribuir para a promoção da saúde e redução da poluição ambiental.

Palavras chave: Umbu. Subprodutos. Farinha. Ingrediente funcional.

ABSTRACT

During processing of the umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), native fruit of the caatinga, a large amount of residue is generated since only the pulp is used. Aiming to add value to this by-product, this work had the objective to obtain the flour of the residues (bark and seeds) of umbu and to determine its nutritional and mineral composition, profile of fatty acids, antinutrients, bioactive compounds, antioxidant activity and technological properties. The flour was obtained from the residues (skin and seeds) of the dried and powdered umbu. The phytochemical profile, the presence of antinutritional factors (lectin, nitrate, tannins and trypsin inhibitors), bioactive compounds (carotenoids and ascorbic acid), total flavonoid and phenolic content, and antioxidant activity were determined from flour extracts to 5% (w / v), 80% (v / v) ethanol, 80% (v / v) methanol and 80% (v / v) acetone. The technological properties (water and oil absorption capacity) of the flour were also evaluated. The efficiency of the process measured by the flour yield was 13.4%. The nutritional composition presented high levels of dietary fiber (61.21%), mainly insoluble fiber (56.67%). The flour could be classified as a good source of calcium, phosphorus and magnesium and an excellent source of iron, zinc and copper. Saturated fatty acids, palmitic and stearic, and unsaturated, oleic and linoleic fatty acids were identified. No potentially toxic substance was identified. Carotenoids (463.73 $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) and flavonoids (37.85 mg QE.100g⁻¹) were found as well as very high levels of phenolic compounds (20357.26 mg GAE. 0.100 g⁻¹). Strong antioxidant property was detected using different assays (ABTS, DPPH and FRAP radical scavenging activity) and positive linear correlations were established between the phenolic content and the antioxidant activity evaluated by the three methods. The flour also had high water absorption (783.33%), oil (255.28%), emulsifying capacity (54.17%) and emulsion stability (49.59%). The results obtained show that the flour of the residues of umbu can be considered a source of nutrients and bioactive compounds with antioxidant activity, with great potential of use by the food industry as ingredient for the enrichment of several products, thus contributing to the promotion of health and reduction of environmental pollution.

Keywords: Umbu; By-products. Flour. Functional ingredient.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	Objetivo Geral.....	12
2.2	Objetivos Específicos.....	12
3	REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	13
3.1	BIOMA CAATINGA.....	13
3.2	UMBUZEIRO (<i>Spondia tuberosa</i> ARRUDA, CAMARA)	16
3.3	PRODUÇÃO DE FRUTAS NO BRASIL.....	20
3.3.1	Processamento de Frutas e Produção de Resíduos.....	21
3.3.2	Potencial Nutricional e Antioxidante de Resíduos de Frutas	23
3.3.3	Farinha de Resíduo de Fruta.....	24
3.4	FATORES ANTINUTRICIONAIS.....	26
4	RESULTADOS.....	29
4.1	UMBU (<i>Spondia tuberosa</i> ARR, CAM) PROCESSING WASTE FLOUR: NUTRITIONAL AND TECNOLÓGICAL POTENCIAL FOR FOOD APPLICATIONS.....	29
5	CONCLUSÃO.....	55
	REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com uma vasta extensão territorial, com diferenças climáticas que leva a formação de biomas distintos; essa variedade de biomas reflete na riqueza da flora, composta por frutos tropicais exóticos, nativos e com boas perspectivas econômicas.

Dentre os biomas brasileiros a Caatinga é o que está predominantemente localizado na região do Semiárido do Nordeste, no qual, possui uma grande biodiversidade de espécies vegetais, com enorme potencial socioeconômico. Dentre essas variedades, o umbuzeiro, se destaca, por ser uma planta consagrada por armazenar em suas raízes (túberas ou xilopódios) muita quantidade de água, e resistir a períodos de seca, possuindo grande importância social e econômica para região Nordeste do Brasil. Diversas partes desta planta são utilizadas pela comunidade local tanto para fins alimentícios quanto para medicinal, sendo o extrativismo uma das formas mais tradicionais de sua exploração, garantindo e gerando renda aos agricultores locais.

O fruto do umbuzeiro, conhecido popularmente por umbu ou ímbu, é uma das partes mais apreciadas. Sua forma arredondada, com polpa aquosa e bastante suculenta tem atraído consumidores de diversas partes do Brasil, principalmente, por ser consumido *in natura* e apresentar um gosto agridoce.

Por ser considerado um fruto nutritivo, rico em vitamina C, fibras e substâncias antioxidantes o seu uso tem despertado diversos investimentos por indústrias de frutas, cooperativas e centros de pesquisa. A sua principal utilização pela indústria de processamento de frutos é para produção de polpas, geleis, doces, sucos e sorvetes, com intuito de conservá-los, já que o fruto é considerado climatérico e muito perecível, além de evitar grandes perdas pós-colheita, sobretudo, nos meses que vão de janeiro a março, pico de sua safra.

Contudo, os resíduos gerados pelas indústrias de processamento de frutos têm gerado problema ambiental, uma vez que os bagaços, sementes e cascas decorrentes dessas atividades são descartados sem uma utilização adequada, gerando poluentes ao ambiente além do desperdício de alimentos, visto que existe uma atenção para a redução da fome e desnutrição no mundo.

Atualmente existem propostas para reaproveitamento desses resíduos (bagaço, cascas e sementes), visando à utilização integral do fruto, visto que, esses podem ser fontes de nutrientes e composto funcionais que podem agregar valor a novos produtos alimentícios, além de reduzir os impactos econômicos, ambientais e humanos na sociedade.

Alternativas para o uso desses resíduos têm surgido, principalmente, pela demanda de consumidores que buscam alimentos que tenha benefícios à saúde além de nutrir. Uma das técnicas convencionais e viável, para o uso desses resíduos do processamento de frutos é a secagem (desidratação) e posterior obtenção de farinhas, que geralmente são consideradas ricas em fibras, em antioxidantes e metabólitos secundários, substâncias essas que conferem a defesa do fruto.

Portanto, considerando as propriedades físico-química e tecnológica dessas farinhas, derivadas de resíduos de frutos, um crescente interesse tem havido pelas indústrias de cosmético, farmacêutica e alimentícia. Assim, o presente trabalho teve como objetivo obter uma farinha a partir dos resíduos do umbu e caracterizá-la nutricionalmente, visando sua utilização no desenvolvimento de novos produtos alimentícios, agregando valor e promovendo o uso sustentável do fruto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Obter farinha dos resíduos gerados pelo processamento do umbu, determinar a composição nutricional, físico-química, potencial antioxidante e suas propriedades tecnológicas.

2.2 Objetivos Específicos

- Obter a farinha dos resíduos (casca e semente) de umbu;
- Determinar as características físico-químicas da farinha;
- Caracterizar a farinha quanto à composição centesimal e perfil dos ácidos graxos;
- Determinar qualitativamente o perfil fitoquímico e quantificar os fatores antinutricionais (lectinas, taninos, nitratos e inibidor de tripsina) presentes na farinha de umbu;
- Determinar a presença dos compostos bioativos (fenólicos totais e flavonoides) na farinha de umbu;
- Avaliar o potencial antioxidante da farinha;
- Identificar as propriedades tecnológicas (capacidade de absorção de água e óleo, capacidade emulsificante e estabilidade da emulsão) da farinha.

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1 BIOMA CAATINGA

A caatinga é um bioma com características peculiares, fazendo-se presente apenas no território brasileiro, com área de cerca de 844.453 km², o que equivale aproximadamente a 11% do território nacional, sendo o quarto maior ecossistema no país, abrangendo uma vasta área no Nordeste (MENEZES et al., 2012). Este bioma engloba parte dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe Bahia e Minas Gerais. Sua biodiversidade é rica, com um imenso potencial para conservação de serviços ambientais, uso sustentável e bioprospecção que, se bem explorado, será decisivo para o desenvolvimento da região e do país (MMA, 2017).

A Caatinga é composta por florestas secas, ambiente típico do semiárido, com regime de chuvas escassas e irregulares, caracterizadas por taxas elevadas de evapotranspiração e longos períodos de estiagem (GONÇALVES, 2017), contudo devida a grande resistência e adaptação aos períodos de seca, é rica em recursos naturais (MUSEU DO CACULÉ, 2017).

O bioma Caatinga compreende um mosaico vegetacional dotado de grande variedade fisionômica, condicionados por uma série de fatores físicos e microclimáticos (MORO et al., 2016; LOPES et al., 2016). Rico em espécies florísticas com 4654 espécies, agrupadas em 168 famílias e 1152 gêneros e uma taxa de endemismo de 19,62% (913 espécies e 28 gêneros) (FORZZA et al., 2015). Dentre essas, a vegetação predominante é a xerófita, formada por espécies que desenvolveram mecanismos para sobreviver com poucas chuvas e baixa umidade. São comuns, nesse bioma, árvores baixas e arbustos, na maioria das vezes espinhosas, como nos cactos, por exemplo, os espinhos são folhas modificadas que diminuem a perda de água (MORAES, 2016). O solo desempenha um papel importante na variação fisionômica, na formação das paisagens, como suporte mecânico e no fornecimento de nutrientes e água necessária para o desenvolvimento das plantas desse bioma (SOUZA et al., 2014).

O nome Caatinga é originado do tupi-guarani que significa “floresta branca”, e está associada à pobreza da pouca biodiversidade, mas ao contrário, esse bioma confere valores biológicos e econômicos muito significativos para o país. Esse contribui evitando a emissão do gás carbônico (CO₂), conservando água em seus solos além de ser fonte de matérias primas como frutos silvestres, forragem, fibras e plantas medicinais (CNA, 2016). Durante a presença das primeiras chuvas, esse bioma surpreende com sua “explosão” de diversidade

(MACIEL, 2016), tornando-se um importante centro de biodiversidade, apresentando inúmeras espécies de plantas endêmicas (FERRAZ et al., 2013).

A utilização desse bioma ainda se fundamenta em processos meramente extrativistas para obtenção de produtos de origens pastoril, agrícola e madeireiro (MAIA et al., 2017); especialmente buscando atender à demanda por lenha e carvão (MEUNIER, 2014). Dentre as plantas de maior valor socioeconômico desse ambiente, as lenhosas, por serem caducifólias, contribuem para a reciclagem de nutrientes no solo, para a dieta de bovinos, caprino e ovinos; e correspondem a 30% do consumo energético da região nordeste na forma de lenha (ARAÚJO FILHO, 2013).

Contudo, o extrativismo de Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM) no Nordeste também é uma atividade importante na geração de renda, principalmente para as populações sem alternativa produtivas mais viáveis, mas que possuem acesso relativamente fácil aos recursos florestais desse bioma (GAMA et al., 2017). Atualmente, as culturas econômicas mais importantes produzidas nessas áreas são caju, banana, manga, sisal e uva (BUAINAIN E GARCIA 2015).

Nesse contexto econômico, a comercialização dos produtos dessa região vem sendo expandida e conquistando novos mercados, por exemplo, frutos do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), coletados por famílias de pequenos produtores agrícolas, têm tornado uma atividade crescente, bem como, a carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore), produtora de cera e o ouricuri ou licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.), uma palmeira totalmente aproveitável (DRUMOND et al., 2000). Conforme Almeida et al. (2011), a fruticultura neste bioma, permite abrir novas perspectivas para um mercado potencial e emergente, pois essa região possui atividades econômicas promissoras, por possui frutos com aromas e sabores exóticos. Alguns desses são comercializados, como o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), a pitomba (*Talisia esculenta* (Cambess.) Radlk., o murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) e a mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) (GIULIETTI, et al., 2002). Portanto, a biodiversidade desse bioma, contribui para diversas atividades econômicas e industrial, nos ramos farmacêuticos, cosméticos, químico e alimentício (MMA, 2016).

As maiores dificuldades encontradas nesse bioma são as atividades agrícolas e pecuárias que normalmente são realizadas com a exploração das espécies arbustivas e arbóreas, do preparo do solo por meio da queima dos resíduos e do plantio de culturas agrícolas temporais, na qual, prejudicam a conservação e o uso sustentável da Caatinga (NDAGIJIMANA; PAREYN; RIEGELHAUPT, 2015). Com isso, há uma substituição de suas florestas secas pela pastagem para criações de animais, bem como o desmatamento para

o uso de suas madeiras e a utilização do solo para práticas agrícolas de subsistência têm sido associadas à presença humana no bioma (JÚNIOR et al., 2016).

O Instituto Nacional de Pesquisa Especial (INPE) iniciou um novo mapeamento da Caatinga, cujos resultados preliminares, correspondendo a 16% da área, revelaram que 42% são preservada, em quanto, 40% é modificada e 8% do solo do bioma está exposto à desertificação e 8% é usado na agricultura (INEPE, 2016). Nos últimos anos o crescimento populacional na região semiárida, proporcionou o surgimento de indústrias que contribuíram ainda mais para o aumento da exploração da vegetação do bioma, a qual ocorre em sua maioria de maneira ilegal (SANTOS et al., 2017).

Segundo Marzoff et al. (2015) as regiões semiáridas de todo mundo são basicamente vulneráveis aos efeitos de crescimento populacional e às mudanças do uso da terra. Hoje, estima-se que 27 milhões de pessoas estão inseridas na Caatinga, boa parte delas cerca de 40%, dependem desse bioma para sobreviver (COSTA, 2017). Porém, a vegetação do bioma vem sendo impactada por meio de diversas atividades antrópicas (MATA et al., 2015). A consequência dessa ação humana não só reduz a vegetação, como promove mudanças na composição bioquímica e física do solo, diminuindo a sua fertilidade e afetando a capacidade de retenção da água e provocando erosões (SOUZA et al. 2016; MARENGO & BERNASCONI, 2015).

Essas atividades de intervenção do homem no bioma são consideradas um contagotas, porém vêm sendo executada há anos e está se espalhando por todo semiárido (FERREIRA, 2017). Segundo Silva et al. (2016) devido ao conhecimento limitado sobre os processos silviculturas de regeneração e recuperação da Caatinga, áreas sujeitas à ação antrópica podem ser núcleos potenciais de degradação, muitas vezes, irreversíveis. Do ponto de vista socioeconômico, pode representar perda da produtividade agrícola e ameaça a segurança alimentar da população (FERREIRA, 2017).

Sendo assim, faz-se necessário a introdução de programas de restauração da Caatinga para que as próximas gerações possam usufruir dos benefícios ambientais gerados pelas espécies conhecidas, das que serão descobertas e dos serviços fornecidos por esse ecossistema (DRUMOND et al., 2016). Uma das medidas a serem tomadas é o manejo florestal, aliado ao desenvolvimento socioeconômico local, que pode contribuir com a proteção ambiental do bioma Caatinga, além de corroborar com os órgãos administradores e fiscalizadores do meio ambiente na busca da legalização do comércio florestal (SANTOS et al., 2017).

Nessa busca pela restauração da vegetação da Caatinga, tem surgindo: o uso de poleiros na atração de aves, com objetivo em aumentar a chuva de sementes em área

degradadas (SILVEIRA et al., 2015); o aproveitamento do banco de sementes natural sem irrigação no plantio, visando reverter ou diminuir a degradação da Caatinga (SOUTO et al., 2017) e adoção de sistemas agroflorestais na restauração da Caatinga (MICCOLIS et al., 2016). Essa restauração segundo Drumond et al. (2016) visa à implementação e aceleração da formação de ambientes o mais parecido possível com as formações naturais, antes que ocorra algum desastre natural ou por intervenção humana.

Nesse contexto, entende-se que, junto à necessidade de preservação, é necessário programar um plano de conservação, incluindo a densidade populacional, o grau de alteração dos habitats remanescentes e o histórico de pobreza e seca (MAIA et al., 2017). Considerando que hoje, a Caatinga conta com 149 unidades de conservação federais e estaduais, que somam 6.505.775 (BRASIL, 2017), torna-a dentre os biomas brasileiros o que possui o menor número de unidades de conservação (MMA, 2016), sendo que grande parte dessas, especialmente as Áreas de Proteção Ambiental (APA), têm baixo nível de implementação (SEYFFARTH & RODRIGUES, 2017).

Visto que menos de 1% do território desse bioma está sob a categoria de proteção integral (MMA, 2016), investimentos em pesquisas na Caatinga podem ampliar e disseminar o conhecimento fundamental para o desenvolvimento sustentável do bioma e, assim, pode definir ações para o seu aproveitamento econômico, através de tecnologias e métodos apropriados, sem agressão às relações naturais do ambiente, visando preservá-lo da ameaça de extinção (MAIA et al., 2017).

3.2 UMBUZEIRO

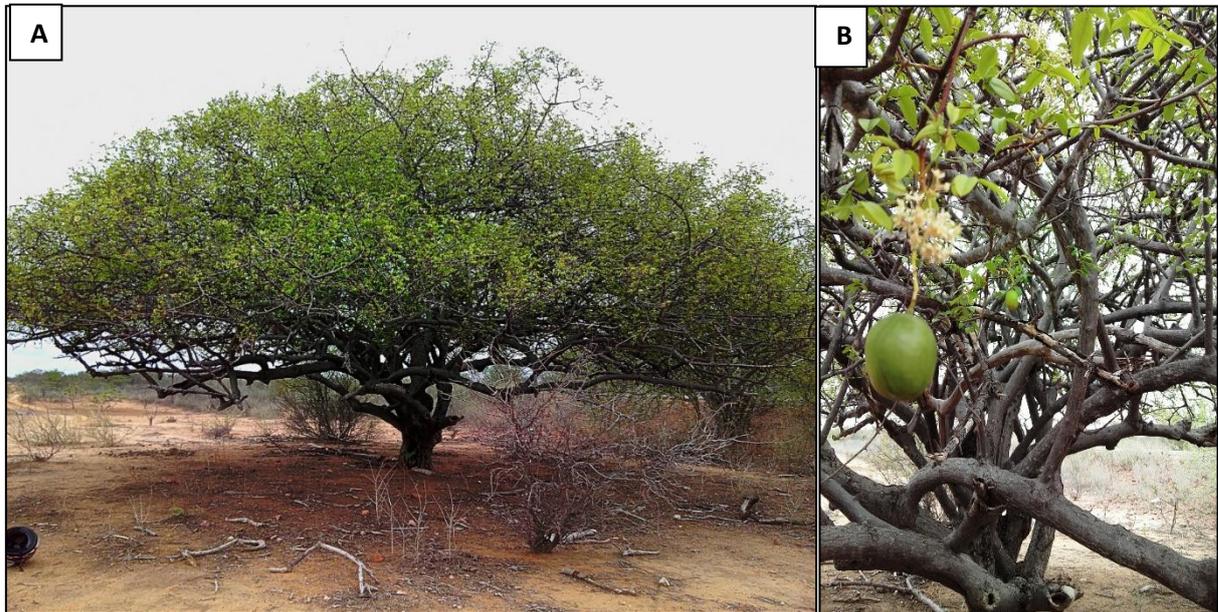
No bioma Caatinga, existe uma grande variedade de paisagens, contendo uma relativa riqueza de espécies vegetais que possuem mecanismos adaptativos a sobreviver por longos períodos de estiagem e temperaturas elevadas, sem perder sua produtividade, como é o caso do umbuzeiro (CONTI, 2013).

Esta árvore é considerada nativa e sinônimo de resistência da região semiárida do Nordeste brasileiro (MENEZES et al., 2017). E foi batizada por Euclides da Cunha como “árvore sagrada do sertão”, por ser bem utilizada pelos habitantes das regiões mais secas do Nordeste, principalmente quando as chuvas são escassas e impedem o desenvolvimento de outras culturas agrícolas (IFAL, 2017).

O umbuzeiro ou imbuzeiro (*Spondia tuberosa*, Arruda. Camara), pertencente à família Anacardiaceae, é uma árvore frutífera (Figura 1), encontrada na maior parte da região do

polígono das secas, que se desenvolve em áreas com pluviosidade anual que varia de 400 a 800 mm, em conjunto com outras plantas da Caatinga (LIMA & NEDER, 2014). É considerada uma árvore de pequeno porte de 4 a 6 m, de copa larga, podendo alcançar 10 a 15 metros de altura, e formada por raízes com grande capacidade de armazenar água, compostas de órgão de reserva chamados xilopódios ou túberos (LINS

Figura 1 Árvore do umbuzeiro no tempo de frutificação (A); fruto e inflorescência (B)



Fonte: Autor, 2016.

O fruto do umbuzeiro é conhecido como umbu, imbu ou ambu (PAULA et al., 2012). Considerado uma fruta tipo drupa, carnosa, contendo apenas uma semente e constituída por casca (22%), polpa (68%) e caroço (10%) (CONAB, 2012); de aproximadamente, 2 a 5 cm de diâmetro, com peso médio de 10 a 20 g, de cacas fina, quando madura sua semente é grande e a polpa suculenta. No entanto, devido a grande variabilidade genética disponível, outras características são encontradas, como frutos com mais de 97 g entre outras propriedades referentes ao sabor (BATISTA et al., 2015). O umbu é um fruto com características nutricionais relevantes, especialmente, por ser fonte de sais minerais e de compostos bioativos tais como: ácido ascórbico, ácido cítrico, carotenoides, compostos fenólicos, como tanino (OLIVEIRA et al., 2013; NASCIMENTO, et al., 2016; BASTOS et al., 2016), apresentando um grande potencial antioxidante, e conseqüentemente aumentando a sua procura pelo consumidor (NEVES et al., 2015; SILVA et al., 2012).

Todavia, o umbu e as raízes do umbuzeiro são bem aproveitados na alimentação das famílias rurais, como o uso das raízes tuberosas para produção de doce regional, denominado

cafofa, e na alimentação dos animais (LEITE & MATTOS, 2017; ATAÍDE et al., 2017). As folhas umbuzeiro também são utilizadas pelas comunidades locais para compor a dieta de ruminantes (Nunes et al., 2016).

Além do mais, novos produtos à base do fruto têm sido reportados na literatura como néctar de umbu (RIBEIRO et al, 2016), fermentado alcoólico (DANTAS & SILVA, 2017), bebidas lácteas utilizando soro e leite caprino com polpa de umbu (ARAÚJO & BARBOSA, 2015), barras de cereais sabor umbu (SOUZA et al., 2016) e a cerveja, lançada recentemente pela cooperativa de agricultores de base familiar, COPERCUC, em conjunto com uma cervejaria (BAHIA, 2015).

O uso do fruto ou de partes do seu processamento tem sido comercializado por cooperativas, como a da Bahia e de Minas Gerais, no Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) (CONAB, 2015), que em conjunto com PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar) garantem a alimentação dos alunos de escolas públicas e estimulam a agricultura familiar (BATISTA et al., 2015).

A comercialização do umbu ocorre, principalmente, na região Nordeste do Brasil, com seu principal produto comercial sendo a polpa congelada (LAGO, et al., 2016). Contudo, pequenos agricultores vendem tanto para consumo natural quanto na forma de sucos, refrescos, doces, umbuzada, licor, sorvetes, xaropes, pastas concentradas, batida e umbu cristalizado (BATISTA et al., 2015). O umbuzeiro se destaca dentre as espécies de exploração no semiárido brasileiro, por sua grande importância socioeconômica (COSTA, et al., 2015).

Sua exploração já é feita de forma extrativista e, atualmente, o seu cultivo constitui-se em uma perspectiva promissora de expansão no semiárido nordestino, além de contribuir para a renda familiar dos agricultores locais (MERTENS et al., 2016). Com isso, o agronegócio do umbu envolve a colheita, beneficiamento e a comercialização do fruto, tendo grande potencial de exploração agroindustrial (FONSECA, 2015).

No setor agrícola no que se trata da coleta, beneficiamento e comercialização do umbu, gerou em torno de 11,62 milhões de reais no ano de 2016, com volume de produção de 8,39 mil toneladas (IBGE, 2017). E o estado que mais se destacou nessa produção em 2016 foi a Bahia, cujos produtos comercializados, pelas pequenas indústrias, atenderam tanto o mercado interno quanto externo (COOPERCUC, 2017).

No entanto, é uma fruta de período sazonal curto, de dezembro a março (RIBEIRO, 2016), de alta perecibilidade, e se coletado na época certa e mantido em temperatura ambiente, sua vida pós-colheita é de aproximadamente três dias (CONAB, 2017). Porém, a

colheita de frutos em estágio maduro resulta em perdas consideráveis, reduzindo sua qualidade e o período de comercialização (MENEZES, et al., 2017; TEIXEIRA, et al., 2016).

As indústrias de alimentos têm usado o processamento do umbu como forma de conservação pós-colheita e possibilidade de aproveitamento dos excedentes da produção (SANTOS, et al., 2016). Sendo assim, desenvolver técnicas de aproveitamento da produção de umbu e agregar valor aos coprodutos, que seriam descartados, é uma forma de contribuir para o aumento de renda de pequenos agricultores (LIMA, 2012). Segundo Castro (2015) os resíduos gerados do processo de beneficiamento do umbu podem servir como matéria-prima a ser manipulada e aplicada como substituto de antioxidantes sintéticos. Visto que Melo & Andrade (2010) verificaram valores maiores de compostos fenólicos e carotenoides na farinha dos resíduos do que na polpa.

Sob o ponto etnofarmacológico, o umbuzeiro é amplamente utilizado pela medicina popular para diversas doenças (OMENA et al., 2012; SILVA, et al., 2012). A casca do caule é usada como digestivo, laxativo e na lavagem de olhos infectados (UCHÔA, et al., 2015), a água das túberas é utilizada para combater diarreias, verminoses e escorbuto (FALCÃO, 2014). Alguns estudos observaram e comprovaram atividade antimicrobiana (ALENCAR, et al., 2015), ação antioxidante, quimiopreventiva e inibição da acetilcolinesterase como alvo no tratamento da doença de Alzheimer (ZERAİK, et al., 2016).

Recentemente, estudos *in vitro* realizados com extrato do umbu usando células humanas de pele (melanócitos e queratinócitos) mostrou-se seguro e com toxicidade em níveis aceitáveis, indicando que o fruto tem potencial para ser usado na prevenção de sintomas de inflamação de pele durante o processo de envelhecimento, indicando seu uso na indústria de cosméticos (VASCONCELOS, 2016). Sendo assim, o uso do umbuzeiro para fins terapêuticos pode estar relacionado com os constituintes presentes nesta espécie, como antocianinas, ácido ascórbico flavonoides, carotenoides, ácido gálico, ácido clorogênico, p-cumárico, vanílico, bem conhecidos por suas propriedades terapêuticas (GOMES, et al., 2011).

Além dos benefícios econômicos, ecológicos e culturais do umbuzeiro, foram levantadas preocupações de que a população dessa espécie está em declínio (MERTENS, et al., 2017). Acredita-se que este declínio é causado pela pecuária extensiva praticada na região (COSTA, et al., 2015). Outros fatores também contribuintes são desmatamento e o manejo inadequado do umbuzeiro (SOUZA-JUNIOR, 2016).

Algumas das formas indicadas para a conservação do umbuzeiro são os extrativismos sustentáveis das áreas nativas (GANEM, 2017), planejamento das queimadas (BARRETO,

2010), conservação *ex situ*, prática de manejo associado ao enriquecimento com fruteiras nativas para sobrevivência do umbuzeiro (COSTA, et al., 2011), bem como, a participação da comunidade local com atividades que paralise o processo de extinção da espécie (DAVID, 2015).

Segundo Mertensa, (2017) a própria árvore é considerada uma espécie promissora para uso em agroflorestação e para o reflorestamento dentro da Caatinga, ajudando a retardar a degradação do habitat e em paralelo fornecer uma fonte de renda para os habitantes desse bioma.

3.3 PRODUÇÃO DE FRUTAS NO BRASIL

O Brasil possui diferentes biomas, o que resulta em uma grande variedade de espécies vegetais, proporcionando assim uma abundância natural de frutas nativas (BALISTEIRO, D. M.; ARAUJO, R. L.; GIACAGLIA, L. R.; GENOVESE, 2017). Nesse aspecto, surge o mercado de polpas de frutas, que ofertam diversos sabores da fruta durante o ano, gerando oportunidade de agregação de valor e pelo aproveitamento do excedente de produção das frutas (LEAL; REIS; LUZ, 2013). Levando em consideração a produção dessas frutas o país é terceiro maior produtor mundial de frutas com 37,3 milhões de toneladas, ficando apenas atrás da China e da Índia (FAO, 2016).

A produção de frutas ganha espaço em todos os estados brasileiros, as regiões que se destacam são Sul, Sudeste e Nordeste, consideradas as principais produtoras por possuir diferentes temperaturas que dão origem frutas de ambientes temperados a tropicais (VIEIRA et al., 2011). A produção de frutas de clima tropical ocorre mais nas regiões Norte e Nordeste em quanto às de clima temperado e subtropical no Sul e Sudeste. (IBGE, 2016). No Nordeste, as condições do clima e solo favorece a produção de frutas tropicais com sabor e aroma exótico, o que leva a uma boa aceitação por um público diversificado. Tornando a produção e processamento de frutas, atividade econômica importantes para a região (TIBURSKI et al., 2011).

Com a implantação de tecnologias para irrigação na região do semiárido brasileiro foi possível viabilizar a fruticultura, com a produção de frutas durante todo o ano, aumentando a geração de empregos e a inclusão da economia de municípios nordestinos no comércio exterior (GUIMARÃES, 2015). Dessa forma, o cultivo de espécies do gênero *Spondias* tem despertado interesse por fruticultores e agronegócios, o que confirma o potencial agro-socioeconômico dessas espécies (MALDONADO-ASTUDILLO et al., 2014).

Devido essa grande variedade de culturas, produzidas em todo país, a fruticultura é um dos setores que se destacam e conquistam resultados expressivos no agronegócio brasileiro, gerando oportunidade para pequenos negócios (SEBRAE, 2015). Essas frutas configuram-se em um mercado em expansão, pois são matéria básica para a agroindústria de processamento e fornecem produtos para programas governamentais como Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e Programa Nacional Alimentos Escolar (GOMINHO, 2011).

No entanto, para garantir que os frutos não se deteriorem durante o período entressafra e sejam distribuídos a grandes distancias, eles são processados em forma de sucos, polpas, geleias entre outros. Como vantagem dessa industrialização as frutas chegam a serem apreciadas por todo país e algumas no mercado externo (SILVA & ABUD, 2016).

3.3.1 Processamento de Frutas e Produção de Resíduos

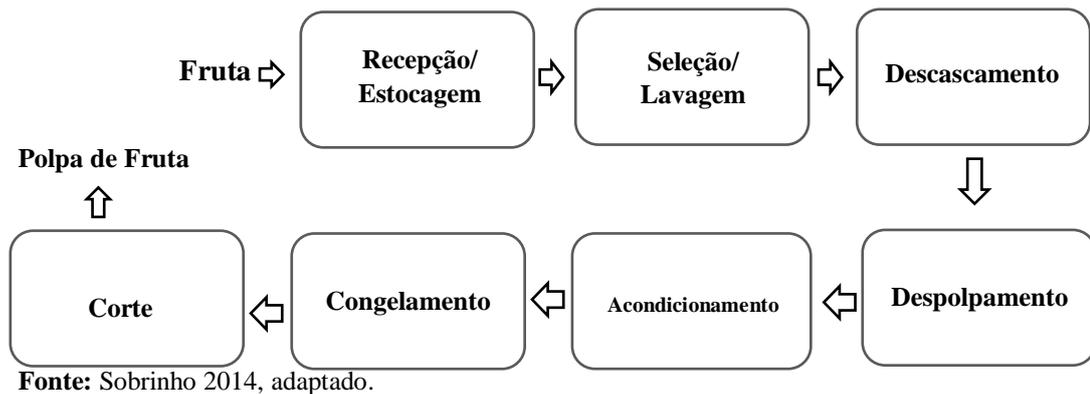
No Brasil, ultimamente tem ocorrido um intenso crescimento das atividades das agroindústrias, em conseqüências da alta demanda por alimentos (MENDES, 2013). Cada vez mais tem aumentado a procura por frutas tropicais processadas e de qualidade. Com isso, muitos agronegócios começaram a operar do Brasil, principalmente no Nordeste. (ALBUQUERQUE et al., 2016).

Baseado nas demandas do mercado, o processamento de frutas torna-se uma das maiores ferramentas para o aproveitamento da fruticultura, permitindo transformar produtos perecíveis em produtos armazenáveis e melhorar as negociações de comercialização de frutas, evitando, parte de suas perdas (SANTOS & OLIVEIRA, 2015). Assim, produtos que eram exportados *in natura*, hoje passam por intensa industrialização, caracterizando o Brasil como grande supridor de frutas processadas internacionalmente (IBRAF, 2013).

O processamento de frutas atende basicamente os segmentos de polpas, sucos, néctares e drinques de frutas (SEBRAE, 2015). Esse processamento depende de vários fatores referentes à espécie da fruta, como exemplo, o tipo de espécie, a variedade, características físico-químicas de cada fruta processada, se são ricas em suco ou carnosas (SANTOS; OLIVEIRA, 2015).

A indústria de alimentos tem procurado polpas congeladas como a matéria prima para a fabricação de sorvetes, coberturas, recheios de bolos, biscoitos, iogurtes, produtos confeitados e por ter uma bastante aceitação no mercado. O processo para a obtenção dessas polpas compreende em várias etapas como mostra a seguir (Figura 2) (ELETROBRAS, 2014).

Figura 3 : Esquema demonstrativo do processamento industrial de polpas de frutas.



No entanto, após o processamento, aproximadamente 40% da produção destas frutas são considerados resíduos, formados por restos de polpa, casca e sementes, que são rotineiramente descartados, refletindo em grandes problemas encontrados no Brasil como o desperdício de alimentos (HENRIQUE et al., 2013). Ainda assim, resíduos de processamento de frutas por serem ricos em umidade e cargas microbianas, podem promover à poluição ambiental (BANERJEE et al., 2017).

Atualmente, os resíduos do processamento de frutas são classificados como “resíduos gerais”, fazendo com que seja uma matéria-prima globalmente ignorada (BANERJEE et al., 2017). Os resíduos são referidos com esta terminologia por serem removidas ou descartadas no processo de produção de alimentos. No entanto, o seu descarte não leva em consideração o potencial de reutilizá-lo, como “subprodutos”, a fim de evidenciar que estes materiais podem ser substratos para a recuperação de compostos e para desenvolver novos produtos (GALANAKIS, 2012). Segundo Sousa; Vieira; Lima, (2011) a quantidade desses resíduos pode chegar a toneladas, e assim, usa-los no desenvolvimento de novos produtos alimentícios traz benefícios econômicos e ambientais.

A partir de tecnologias convencionais ou emergentes, podem-se recuperar os compostos de resíduos de frutas, baseando em cinco etapas distintas quando os alvos de recuperação são macromoléculas de alto valor agregado, são elas: pré-tratamento macroscópico, separação de macro e micromoléculas, extração, isolamento e purificação e formação de produtos (GALANAKIS, 2012, 2013).

Amorin (2014) diz que utilizar subprodutos ou resíduos de frutas como matéria-prima mostra-se uma excelente opção para o enriquecimento nutricional de novos produtos, melhorar o funcionamento de organismos e atuarem na prevenção de diversas patologias. Além do mais, esses resíduos podem ser incluídos na alimentação humana, tanto pelo valor nutricional como pelo baixo custo para preparações (GIROTTO; ALIBARDI; COSSU, 2015).

Contudo, deve-se considerar que os valores nutritivos desses resíduos não são constantes, pois alterações nos processos de beneficiamento das indústrias, qualidades dos frutos, diferenças na constituição dos resíduos e principalmente, a inclusão (maior ou menor) de cascas em relação às sementes, podem resultar diferentes qualidades dos resíduos (GARCIA et al., 2014; HO, et. Al, 2014).

De qualquer modo, a identificação e a quantificação de compostos de interesse em coprodutos de frutas são relevantes para comprovar seus possíveis benefícios (SILVA et al., 2014). Bem como, o aproveitamento integral destes resíduos é necessário para a indústria, já que a quantidade pode gerar grandes volumes, com isso, agregar valor a esses produtos é de interesse econômico e ambiental; necessitando assim mais investigação científica e tecnológica para o uso eficiente e seguro (LÓPEZ-MARCOS et al., 2015).

3.3.2 Potencial Nutricional e Antioxidante de Resíduos de Frutas

As frutas e conseqüentemente seus subprodutos (cascas e sementes), são boas fontes de nutrientes, porém na maioria às vezes os subprodutos são descartados pela indústria e consumidores, no qual, poderiam ser aproveitados como fonte alternativa de nutrientes e utilizados com segurança na alimentação humana (LIMA et al., 2013).

A grande quantidade desses resíduos gerados pela indústria de processamento dos sucos de frutas pode ser explorada para a produção de substâncias altamente valorizadas (FORSTER-CARNEIRO et al., 2013). Os resíduos podem conter compostos bioativos, que podem atuar favorecendo ao funcionamento do corpo, evitando doenças e sendo capaz de possibilitar benefícios à saúde. (JORGE; DA SILVA; ARANHA, 2016).

Esse compostos bioativos, como os compostos fenólicos, vitamina C e carotenoides são substâncias antioxidantes que encontram-se em mais concentração na casca e sementes de frutas (NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015). Os polifénóis localizam-se mais nessas partes da fruta por conferir proteção sobre as paredes das células (GOLDMEYER et al., 2014). Além disso, os compostos fenólicos possui ação de regular os radicais livres *in vivo*, prevenindo danos às células, combatendo o estresse oxidativo e tem a capacidade de substituir conservantes sintéticos. (DENG et al., 2012).

A composição dos resíduos de frutas pode conter também, dependendo da matéria-prima e do tipo processamento, níveis variáveis de nutrientes básicos como proteína, lipídios, minerais, carboidratos, fibras, vitaminas e outros compostos funcionais (PINTADO, M. E & TEIXEIRA, 2015). Dentre esses, as fibras encontradas nos resíduos da agroindústria têm tido

propriedades físico-químicas promissoras e benefícios *in vivo*, como à redução do colesterol no sangue, dos níveis de glicose e controle da insulina, redução do peso corporal e melhora das funções intestinais (TEJADA-ORTIGOZA et al., 2016).

Portando, nos últimos anos a dieta contendo fibras tem recebido atenção de forma positiva em relação ao seu uso como produto alimentar com propriedade farmacológica (TELRANDHE et al., 2012). Afora, suas propriedades, insolúvel ou solúvel, têm possibilitado seu uso em diversos atributos tecnológicos como a ligação à água, gelificação, formação de estruturas e podendo até ser usada como substituto de gordura (O'SHEA; ARENDT; GALLAGHER, 2012). Portanto, os coprodutos de frutas são boas fontes de compostos bioativos, e sua exploração representa oportunidade para desenvolvimento de novos produtos nutracêuticos e/ou farmacêuticos (SILVA et al., 2014).

Estudos realizados com os resíduos de espécies do gênero *Spondia* demonstram serem ricos em compostos antioxidantes como visto Silva & Melo, (2013), na qual, mostraram ação antioxidante dos resíduos de ciriguela (*Spondias purpúrea*), além de quantificar a presença de compostos fenólicos, carotenoides e ácido ascórbico nos mesmos; já no estudo realizado por Lago-Vanzela et al., (2011) as cascas de cajá-manga (*Spondias cytherea*) continham altos teores de proteína, lipídios, cinzas, fibra alimentar, carboidratos totais e pectina e menor teor de umidade em relação a sua polpa.

Com isso, avaliar o potencial antioxidante e nutricional das diferentes partes da fruta (polpa, casca, caroço ou semente) contribui para utilização dessas partes em formulações alimentícias, bem como agregar valor ao produto, proporcionando novas formulações nutricionais, além de aumentar possíveis consumidores que se preocupam com a manutenção da saúde (ABDENNACER et al., 2015).

3.3.3 Farinha de Resíduo de Fruta

Com o objetivo de reduzir o desperdício dos alimentos, atualmente, pesquisadores e a indústria de alimentos vêm trabalhando na busca de produtos provenientes de resíduos (SOBRINHO, 2014). Com isso, a desidratação desses resíduos para produção de farinha é uma alternativa viável para o aproveitamento, disponibilizando no mercado um produto mais estável do que o *in natura*, podendo ser aplicado como um ingrediente funcional de outros produtos (SOUZA, 2015).

Utilizar farinhas de resíduos vegetais como ingrediente desempenha um papel importante para a indústria de alimentos pelo seu baixo custo de produção, além, de poder ser

utilizada como alternativa para substituição da farinha de trigo na elaboração de produtos de panificação (pão e biscoitos) e massas alimentícias (SILVEIRA et al., 2016).

Uma das técnicas para obtenção de farinha é pelo método de secagem, no qual, consiste na diminuição da disponibilidade de água evitando o desenvolvimento de microrganismos e reações bioquímicas deteriorantes. (SOUZA, 2015). Além de ser uma técnica mais utilizada para prolongar a vida útil, por garantir estabilidade durante a armazenagem do produto (SANTOS et al., 2012). Fora, que essa desidratação concentra o teor de compostos bioativos e fibras dietéticas no produto final (SOQUETTA et al., 2016).

O uso de farinhas de frutas para elaboração de novas formulações de produtos vem crescendo consideravelmente (FERREIRA, 2013). Isso se torna importante já que os coprodutos do processamento da agroindústria são fontes de fibra dietética e estas apresentarem inúmeros benefícios à saúde (NIBA, 2012).

Contudo, é preciso conhecer as características tecnológicas dessas farinhas já que serão utilizadas como ingredientes em formulações de produtos (GARCIA et al., 2017). Assim como, determinar a composição e granulometrias dessas farinhas, já que estão utilizando-as na alimentação humana (STORCK et al., 2015).

As farinhas formam uma variedade de produtos em pó, os quais se diferem pela sua composição química e suas características (HEIDMANN & PATEL, 2016). Com isso, inúmeros estudos vêm sendo realizado na caracterização nutricional dessas farinhas (ORTIZ, 2016).

Storck et al., (2015) ao avaliarem a qualidade microbiológica e composição centesimal das farinhas de resíduos de uva, maçã, laranja e acerola, observou que todas as farinhas analisadas continham consideradas fontes de fibras, cujo valores variam de 11,2% a 54,5%, proteínas 8,2% a 15,6%, com qualidade microbiológica satisfatória podendo recomendar os resíduos dessas frutas na alimentação humana, melhorando o valor nutricional de preparações.

Em quanto Moreno, (2016) elaborou biscoitos tipo *cookie*, utilizando farinha da casca do abacaxi e de manga com substituição parcial da farinha de trigo, observou que as farinhas apresentaram alto teor de minerais com potencial antioxidante e quando aplicadas na formulação de biscoitos tipo *cookies* apresentaram boa aceitação no nível de substituição de 20% da farinha de trigo.

Alguns estudos têm mostrado várias aplicações tecnológicas de farinhas de resíduos, como visto por Naknaen et al., (2016) ao elaborar biscoitos tipo *cookie* com farinha de trigo substituída parcialmente com farinha da casca de melancia, verificando uma alta capacidade

de retenção de água e óleo, proporcionando um melhor sabor e textura aos biscoitos formulados, além de aumentar o teor de fibras dietéticas ao produto.

Portando, a utilização de resíduos na fabricação de farinhas, além de reduzir impacto ambiental, diminui os custos do processamento de certas operações (embalagem, transporte, armazenamento e conservação) prologando a sua vida de prateleira e agregando valor nutricional aos produtos formulados ((ALVES; MACHADO; QUEIROGA, 2011; COSTA et al., 2007; ZANATTA; SCHLABITZ; ETHUR, 2010)

3.4 FATORES ANTINUTRICIONAIS

As plantas possuem necessidades de se proteger contra predadores, com isso, elas desenvolveram mecanismo de defesa, cujo tem como proteção a produção de substâncias químicas que atuam eficiente em sua defesa (BARBOSA, 2014). Esses metabolitos de defesa das plantas tem sido chamadas pelo termo “fator antinutricional” para descrevê-las como substâncias que podem causar efeitos fisiológicos em humanos e animais (MOHAN; TRESINA; DAFFODIL, 2016).

Os antinutrientes podem causar danos à saúde, por interferem na digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes, como de aminoácidos e minerais, fora que podem causar irritações e lesões na mucosa gastrointestinal, interferindo assim, na seletividade e eficiência dos processos biológicos (ANDRADE et al., 2015). Porém, dependendo do objetivo alguns antinutrientes podem ter propriedades dietéticas positivas, por exemplo, aqueles que reduzem o rendimento calórico em uma dieta podem ser usados para combater a obesidade em uma dieta humana (MADSEN; BRINCH-PEDERSEN, 2016).

Alguns dos antinutrientes podem ser considerados lábeis ao calor como as lectinas, os inibidores de protease e amilases, em quanto outros são estáveis ao calor, por exemplo, alcaloides, taninos, saponinas, flavonas, fíatos, glicosídeos de pirimidina, cianogênios (MOHAN; TRESINA; DAFFODIL, 2016). Dentre essas substâncias antinutricionais conhecidas, as mais estudadas são os taninos, nitratos e nitritos, oxalato, hemaglutininas, fíatos e saponinas, por estarem em diversos alimentos de origem vegetal (AMORIM, 2016).

Os taninos são compostos com propriedade de defesa em vegetais, contento em sua estrutura hidroxilas e outros grupos solúveis capazes de formar complexos com proteínas e outras macromoléculas (ROCHA et al., 2011). Devido a se complexarem com proteínas, os taninos podem atuar como substâncias antrnutrientes (BLUM; RAMONI; BALBI, 2016). Além de serem potentes inibidores de enzimas digestivas, carboidratos e minerais,

especialmente o ferro, reduzindo a biodisponibilidade no organismo (KHATTAB et al., 2010).

Nitratos e nitritos podem ser encontrados em resíduos orgânicos, em vegetais, frutas, plantas em decomposição, solo e água de abastecimento (KREUTZ et al., 2012). Contudo, o nitrato sozinho não é tóxico para os seres humanos, porém, torna-se ao ser reduzido a nitrito e produzir nitrosaminas carcinogênicas, pelos microrganismos da flora intestinal, (RYTEL, 2012).

O oxalato tem origem tanto em vegetal quanto em animal (AMORIM, 2016). Possui ação antinutricional ao estabelecer complexos com o cálcio, reduzir a biodisponibilidade do cálcio no organismo, formando cálculos renais. O cálcio tem grande importância para diversos processos fisiológicos no organismo humano (BENEVINDES et al., 2011).

As lectinas são substâncias termolábeis formadas por glicoproteínas (ROCHA, 2014), conhecidas como hemaglutininas, por possuírem capacidade de aglutinação com hemácias; são proteínas encontradas em vegetais, principalmente em grãos de leguminosas. (LEITE et al., 2012). Além de estarem presentes em uma variedade de espécies de insetos e animais, as lectinas tem alta capacidade de se ligarem em domínios específicos dos carboidratos (GAJBHIYE; GONG, 2013). Ao se ligar com carboidratos presentes em membranas celulares, as lectinas acabam participando de vários processos celulares. (NÓBREGA et al., 2012). E com isso, diminuem a absorção e transporte de nutrientes no intestino, além de inibir várias enzimas intestinais (VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2004).

Os inibidores de tripsina têm origem em diversos vegetais, são considerados substâncias antinutricionais por terem ação de inibir enzimas digestivas. Com isso, ocorre a redução da digestão de proteínas, comprometendo a absorção de aminoácidos, gerando perda de peptídeos e consequentemente, tendo um balanço nitrogenado negativo, levando prejuízos ao indivíduo (VAZ PATTO et al., 2015). Um dos compostos relatados como inibidores de tripsina são os fenólicos (CARVALHO et al., 2014).

O ácido fítico é um componente orgânico de origem natural da maioria das sementes de leguminosas e cereais (SANDAMANN, 2013). Os fítatos possuem ação no trato intestinal, diminuindo a disponibilidade de minerais, como o cálcio e magnésio, e enzimas digestivas (DAMIANI et al., 2013). Além de se ligar aos minerais o ácido fítico têm a capacidade de se complexar com proteínas e carboidratos deixando-os indisponíveis para absorção (ARAÚJO, 2011).

Saponinas são compostos bioativos produzidos por plantas em sua defesa contra agente invasor (AUGUSTIN et al., 2011). As saponinas são substâncias formadas por

carboidratos ligados a triterpenos ou esteroides, as agliconas, quando presentes em amostras produzem espuma persistente em soluções aquosas após agitações (GARCEZ et al., 2013). Segundo Leite et al., (2012) os efeitos antinutricionais das saponinas estão relacionadas às modificações na permeabilidade da mucosa intestinal, inibindo transporte de alguns nutrientes e proporcionando a absorção de substâncias que geralmente impermeáveis.

Contudo, alguns métodos térmicos podem ser usados para reduzir os fatores antinutricionais, como o branqueamento (AZEVEDO, 2012). Esse processo de curta duração, usado no pré-tratamento em vegetais, visa à esterilização da superfície do alimento, inativar enzimas deteriorantes, presentes no alimento (COSTA, 2012).

4 RESULTADOS

4.1 ARTIGO 1: CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DO UMBU (*SPONDIA TUBEROSA* ARR. CAM)



Artigo a ser traduzido e posteriormente submetido na revista Journal of Food Scienci and Technology.

Fator de Impacto: 1.8

Caracterização da farinha de subprodutos do processamento do umbu (*Spondia tuberosa* arr. Cam)

Viviane Lansky Xavier^{a*}, George Souza Feitoza^{b*}, Julyanne Maria de Lima Barbosa^a, Katarynna Santos de Araújo^c, Alexandre Gomes da Silva^b, Márcia Vanusa da Silva^b, Maria Tereza dos Santos Correia^b, Marthyna Pessoa de Souza^d, Maria das Graças Carneiro-da-Cunha^{b,e**}

a Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Recife, Pernambuco, Brazil;

bDepartamento de Bioquímica, Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Recife, Pernambuco, Brazil;

c Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste-CETENE, Recife, Pernambuco, Brazil;

d Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, Patos, Paraíba, Brazil;

e Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami, UFPE, Recife, Pernambuco, Brazil.

*Autores contribuíram igualmente para este trabalho.

**Autor Correspondente: Tel.: +55 81 21268547; fax: +55 81 21268576. E-mail: mgcc@ufpe.br; mgcc1954@gmail.com (Carneiro-da-Cunha, M.G.)

Resumo:

Farinha obtida de subprodutos de processamento do umbu mostrou em sua composição nutricional altos teores de fibra alimentar, principalmente de fibra insolúvel (56,67%). A farinha foi classificada como uma boa fonte de cálcio, fósforo e magnésio; e uma excelente fonte de ferro, zinco e cobre. Foram também identificados ácidos graxos saturados (palmítico, esteárico) e insaturados (oleico e linoleico). Nenhuma substância potencialmente tóxica foi detectada. Valores significativos de ácido ascórbico (44,78 mg/100g), carotenóides (463,73µg / 100g) e flavonóides (37,85 mg QE / 100g) foram encontrados, bem como níveis elevados de compostos fenólicos (20357,26 mg GAE / 100g). Forte atividade antioxidante foi detectada e correlações positivas lineares foram estabelecidas entre o conteúdo fenólico e a atividade antioxidante. A farinha apresentou alta absorção de água (783,33%), óleo (255,28%), capacidade emulsificante (54,17%) e estabilidade da emulsão (49,59%), apresentando grande potencial para uso em carnes, panificação e laticínios. Estes resultados indicam perspectivas promissoras para o pleno uso do umbu como ingrediente funcional.

Palavras-chave: caracterização química; antioxidante, fibra alimentar, prática extrativa; desperdício de alimento; umbu.

1 Introdução

O umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) é uma fruta tropical endêmica da região semi-árida do Nordeste brasileiro. É uma pequena fruta com cor verde-amarelada quando madura, refrescante e sabor ácido, com textura aveludada, rica em vitamina C e compostos bioativos (Narain et al., 1992). Em geral, é consumido e comercializado *in natura*, como polpa congelada, sucos, sorvetes, doces, geleia ou a tradicional “umbuzada” obtida da polpa da fruta cozida com leite e açúcar (Almeida et al., 2011). Popularmente conhecido como “umbuzeiro” ou “imbuzeiro”, esta árvore de pequeno porte apresenta um papel importante na economia local, principalmente durante a estação seca, uma vez que é uma fonte alternativa de renda para a população que sobrevive da prática extrativista do umbu (Batista et al., 2015).

Umbu é um fruto climatérico de sazonalidade rápida, cujo período de colheita é de dezembro a março. Os dados sobre a extração de umbu no Brasil entre 1990 e 2016 indicaram uma perda de quase 60% do volume produzido, de um nível de aproximadamente 20 mil toneladas para 8 mil toneladas / ano (Conab, 2017). Alguns fatores corroboram para isso; como grande perda durante o pico de produção devido à alta perecibilidade (a vida pós-colheita é de apenas três dias) associada à ausência de infraestrutura adequada de colheita e pós-colheita, bem como ainda a pequena exploração comercial do umbu (Moura et al., 2013). Isso pode fazer com que a produção deixe de ser interessante ou torne vulnerável o ambiente natural da espécie.

Nesse sentido, existe a necessidade de adaptar tecnologias convencionais e desenvolver novas tecnologias para o processamento de umbu, de modo a promover um uso mais rentável e sustentável. Embora o umbu já seja parcialmente beneficiado em pequena escala pelas cooperativas, seus resíduos são simplesmente descartados causando potenciais problemas de poluição ambiental e perdas econômicas, pois representam perdas de matéria-prima e energia (Batista et al. 2015). Não foram encontrados estudos de literatura sobre resíduos do processamento de umbu. No entanto, vários estudos demonstraram que os resíduos de frutas contêm vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes em sua composição e que esses teores podem ser superiores aos da porção comestível de frutas (Jacometti et al. 2015; Leão et al. 2017; Sereno et al. 2018, Silva et al., 2019).

A desidratação de resíduos para obtenção de farinhas apresenta algumas vantagens, como aumento no prazo de validade e segurança devido à redução de água livre, facilidade de armazenamento à temperatura ambiente, redução de volume e custos com transporte e

embalagem, sendo um processo relativamente barato. Simultaneamente, este processo concentra o conteúdo de nutrientes e compostos bioativos no produto final (Resende et al., 2019). A conveniência do processo de fabricação da farinha e o baixo custo podem possibilitar o aumento da renda familiar daqueles que sobrevivem da extração do umbu devido ao seu maior valor agregado e diversidade de aplicação. As farinhas podem ser utilizadas para suplementação nutricional, enriquecimento, preservação e substituição parcial ou total de ingredientes em produtos alimentícios, o que depende de sua composição química e propriedades tecnológicas (Martins et al. 2017).

Tendo em vista o potencial de resíduos de frutas, o objetivo deste trabalho foi obter farinha a partir de resíduos gerados pelo processamento do umbu e determinar a sua composição nutricional e mineral, perfil de ácidos graxos, antinutrientes, compostos bioativos, atividade antioxidante e propriedades tecnológicas, visando explorar seu potencial uso como um novo ingrediente funcional em produtos alimentícios.

2 Material e métodos

2.1 Preparação de farinha

Frutos de umbu (50 kg) foram obtidos em Campina Grande, Paraíba, Brasil, e selecionados por coloração da casca (parcialmente verde escuro) e consistência firme da polpa (estágio semi-maduro). Os frutos foram higienizados com 200 mg/L de hipoclorito de sódio por 15 min e fervidos (cerca de 8-10 min). A despolpação foi realizada em peneira de 20 mesh e os resíduos (pele e sementes) foram secados em secador com circulação forçada de ar a 60 ± 2 ° C até peso constante. Os resíduos secos foram moídos em um moinho de facas (Marconi, modelo MA340) acoplado a uma peneira de 20 mesh. A farinha obtida foi hermeticamente acondicionada em sacos compactados (Royal Pack, Brasil) e armazenada a 25 ± 2 °C.

2.2 Rendimento da farinha e tamanho da partícula

O rendimento da farinha foi calculado pela relação entre o peso da matéria-prima inicial (kg) e o peso do produto final, expresso em porcentagem. Um peneirador (Produtest®) foi utilizado para determinar o tamanho das partículas de farinha, de acordo com a NBR 7217 (ABNT 1987). Uma porção de 100 g de farinha foi peneirada por 15 min, utilizando um

conjunto de cinco peneiras redondas de 10, 20, 30, 50 e 60 mesh. Os conteúdos retidos em cada peneira foram pesados e expressos em porcentagens de retenção.

2.3 Análises físico-químicas imediatas e composição mineral

Umidade e cinzas (métodos gravimétricos), proteína bruta (método Kjeldahl, fator de conversão de N x 6,25), lipídios (método Soxhlet com éter de petróleo) e fibras dietéticas totais, solúveis e insolúveis (método gravimétrico enzimático) foram determinados de acordo com a AOAC (2005). O teor de carboidratos disponível foi determinado por diferença. O valor energético (kcal / 100 g) foi calculado por lipídios, proteínas e carboidratos multiplicados por 9, 4 e 4 kcal, respectivamente.

Açúcares totais e redutores foram determinados pelo método de Lane e Eynon (IAL 2008). O pH foi medido usando um medidor de pH (MicroNAL, B474) em um homogeneizado preparado com 5 g de farinha e 50 mL de água destilada. A acidez total titulável foi realizada por titulação com NaOH 0,1 N, para pH 8,2-8,4 (IAL 2008). A atividade da água foi medida diretamente com um analisador de atividade de água (Labtouch-aw, Novasina, Suíça) a 25 ± 3 ° C.

Potássio, cálcio, fósforo, zinco e cobre foram analisados por fluorescência de raios X por energia dispersiva (EDXRF), utilizando espectrômetro de fluorescência de raios-X (EDX-720, Shimadzu). Aproximadamente 2 g da amostra foram pesados em uma porta de amostra específica (31 mm de X-Célula Fechada - SPEX) utilizando-se filme fino de polipropileno (filme fino para XRF, 5 µ-SPEX). As medições foram conduzidas de acordo com as condições analíticas da seguinte forma: pressão da câmera menor que 30 Pa, tensão de 15 kV para os elementos K, Ca, P, tensão de 50 kV para os elementos Zn e Cu, com filtro de Al para K, filtro de Ag para Zn, tempo 100 s, colimador 10 mm. Os padrões utilizados foram SRM 8415 (pó de ovo inteiro), SRM 1547 (folhas de pêssago) e SRM 1573a (folhas de tomate) obtidos da Sigma-Aldrich. O magnésio e o ferro foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica por chama (FAAS) (modelo Varian GTA 110), utilizando uma curva de calibração para cada mineral. A análise foi realizada após digestão com ácido nítrico-perclórico (4: 1 v / v) em microondas (Mars-5 CEM) a 150 ° C por 30 min e 75% da potência máxima (1600 W). Os resultados foram expressos em mg / 100 g.

2.4 Perfil de ácidos graxos

A fração lipídica (25 mg), obtida de acordo com o método de Bligh e Dyer (1959), foi transesterificada em ésteres metílicos de acordo com o método AOCS Ce 2-66 (2009). Os ésteres metílicos de ácidos graxos (FAMEs) foram analisados, usando um cromatógrafo a gás (Agilent Technologies, 7890A), equipado com um detector de ionização de chama (FID), um injetore um amostrador automático. Os FAMEs foram separados usando uma coluna DB-5ms (30 m de comprimento x 250 µm de diâmetro x 0,25 µm). A temperatura da estufa da coluna foi inicialmente mantida a 150 ° C durante 4 min, aquecida a 4 ° C/min até 280 ° C e mantida a 280 ° C durante 5 min. As temperaturas do injetor e do detector foram de 300 ° C. Amostras de 1,0 µL foram injetadas adotando uma razão de separação de 1:10. O gás transportador foi o hélio com uma taxa de fluxo de 1 mL / min. Os FAMEs foram identificados comparando seus tempos de retenção com os dos padrões puro FAME (FAME Supelco TM mix C4-C24, Bellefonte, PA, EUA), sob as mesmas condições de operação. Os resultados foram expressos como porcentagens de ácidos graxos individuais na fração lipídica (p/p).

2.5 Rastreamento fitoquímico e fatores antinutricionais

Taninos, flavonas, flavonóis, xantonas, antraquinonas, esteróides, triterpenóides, depsidos, depsidonas, saponinas e alcaloides foram analisados qualitativamente de acordo com Matos (1997). O nitrato foi quantificado pelo método do ácido salicílico usando nitrato de sódio como padrão (Cataldo et al., 1975). Os taninos foram analisados pelo método Vanillin-HCl usando catequina como padrão (Price et al., 1980).

Os inibidores de tripsina foram extraídos com NaOH 0,1 M sob agitação magnética por 1 h na proporção 1:10 (p / v) à temperatura ambiente (25 ° C). Após centrifugação a 6.000 rpm por 5 min, uma alíquota do sobrenadante foi utilizada no ensaio de atividade enzimática (Kakade et al., 1974). Para análise de lectinas, a farinha (1 g) foi suspensa em 10 mL de solução de cloreto de sódio 0,85 g / 100 mL (pH = 7,4) e agitada durante 3 h à temperatura ambiente (25 ° C). O extrato foi então filtrado e a atividade hemaglutinante determinada (Calderon de la Barca et al., 1985).

2.6 Compostos bioativos

Carotenoides totais foram extraídos empregando acetona e éter de petróleo e quantificados considerando um coeficiente de absorção de 2500, expresso em µg / 100 g de

farinha (Rodriguez-Amaya e Kimura 2004). O ácido ascórbico foi determinado por extração com ácido oxálico (1% p / v) e titulação usando 2,6-diclorofenol indofenol (Strohecker e Henning 1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico / 100 g de farinha.

Para a análise dos compostos fenólicos totais e dos flavonóides, os extratos foram preparados em triplicata como segue: 5 g de farinha foram extraídos seqüencialmente com 30 mL de acetona (80% v / v), 30 mL de álcool etílico (80% v / v) e 30 mL de metanol (80% v / v). As amostras foram agitadas durante 20 min a temperatura ambiente (25) e centrifugadas a 15.000 rpm durante 15 min após cada ciclo de extração. Os sobrenadantes foram combinados e o volume final foi ajustado para 100 mL com água destilada. Os extratos foram acondicionados em frascos âmbar e armazenados a 4 ° C.

O conteúdo fenólico total foi determinado de acordo com Singleton e Rossi (1965) utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu expresso em mg de equivalente de ácido gálico (GAE) / 100 g de farinha. O teor de flavonóides foi determinado pelo método $AlCl_3$ (Lamaison e Carnet 1990), expresso em mg de equivalente de quercetina (QE) / 100 g de farinha.

2.7 Atividade antioxidante *in vitro*

A atividade sequestradora do radical DPPH foi analisada usando o radical estável DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazila) (Brand-Williams et al. 1995). A absorvância foi medida a 517 nm, utilizando uma solução controle (DPPH 0,1 mM) e um branco (metanol). A porcentagem de atividade de remoção de radicais DPPH (% inibição) foi calculada usando a Equação $\{[(Abs_{controle} - Abs_{amostra})/Abs_{controle}] \times 100\}$. A quantidade de antioxidante necessária para diminuir a concentração inicial de DPPH em 50% (IC50) em um tempo de reação fixo foi determinada por regressão linear.

A atividade de eliminação de radicais ABTS foi medida de acordo com Re et al. (1999). O radical 2,2'-azino-bis (3, etil benzotiazolino-6-sulfónico) (ABTS +) foi obtido pela reação de 5 mL de solução de ABTS 7 mM com 88 µL de persulfato de potássio 140 mM. A absorvância das soluções foi tomada a 734 nm. A porcentagem de inibição do radical ABTS foi calculada usando a Equação $\{[(Abs_{controle} - Abs_{amostra})/Abs_{controle}] \times 100\}$. O Trolox foi utilizado como padrão e a capacidade antioxidante equivalente ao trolox (TEAC) foi expressa em µM trolox / g de farinha.

O ensaio do poder antioxidante férrico (FRAP) foi realizado de acordo com Benzie e Strain (1999) em diferentes concentrações do extrato. A absorvância foi medida a 595 nm. A

curva de calibração foi realizada com sulfato ferroso como padrão. Os resultados foram expressos em μM sulfato ferroso / g de farinha.

2.8 Propriedades tecnológicas

A capacidade de absorção de água (CAA) foi determinada de acordo com Sosulski (1962). A capacidade de absorção de óleo (CAO) foi determinada de acordo com Lin et al. (1974) e a capacidade de emulsificação (CE) e a estabilidade da emulsão (EE) foram determinadas de acordo com Dench et al. (1981), usando óleo de soja.

2.5 Análise estatística

Todos os ensaios foram realizados em triplicado. Os valores dos diferentes parâmetros foram expressos como média \pm DP (desvio padrão). A correlação entre capacidade antioxidante e compostos fenólicos foi determinada pelo Teste de Coeficiente de Correlação de Pearson. Correlações significativas ($p < 0,05$) foram consideradas significativas quando r de pelo menos 0,7 foi observado.

3 Resultados e discussão

3.1 Rendimento de farinha e tamanho de partícula

O rendimento de farinha foi de 13,14%. Este valor é equivalente ao percentual de sementes de umbu das sementes relatadas por Costa et al. (2015), de 16,06%. Para extrair a polpa do umbu na indústria, principalmente com frutos meio maduros, a casca e a polpa são homogeneizadas juntas, não havendo influência da espessura da casca no rendimento industrial, em termos quantitativos (Batista et al., 2015).

A maioria das partículas de farinha (80%) foi retida em peneiras de 50 mesh (0,30 mm), classificadas como finas (Zanotto e Bellaver, 1996). O tamanho da partícula afeta a capacidade de absorção de água e o tempo de mistura, bem como características sensoriais, como aparência, sabor e textura, quando incorporadas a formulações de alimentos. Os resultados encontrados aqui indicam que este produto tem potencial para ser utilizado em produtos de panificação, pois partículas finas e uniformes promovem maior dispersibilidade da farinha na massa (Bressiani et al., 2017).

3.2 Análise Físico-Química

Os resultados para a composição aproximada e características físico-químicas da farinha (Tabela 1) mostraram que o teor de umidade obtido está de acordo com a legislação brasileira vigente para farinhas vegetais comestíveis, que estipula um máximo de 15% (Anvisa 2005). Valores baixos de umidade, atividade de água e pH associados a alta acidez indicam baixa suscetibilidade ao crescimento de microrganismos (Beuchat et al. 2013). Estas características intrínsecas podem conferir estabilidade e segurança à temperatura ambiente e prolongar a vida útil do produto.

A cinza refere-se ao conteúdo mineral total de um alimento e é afetada por vários fatores, como cultivar, solo, clima, práticas agrícolas e estágio de maturação (Almeida et al., 2009). A análise mineral (fig. 1a e 1b) mostrou quantidades consideráveis de macroelementos minerais: potássio ($924,2 \pm 132,0$ mg / 100 g), cálcio ($231,7 \pm 26,7$ mg / 100 g), fósforo ($197,1 \pm 15,1$ mg / 100 g) e magnésio ($132,6 \pm 4,2$ mg / 100 g), bem como microminerais: ferro ($12,3 \pm 1,1$ mg / 100 g), zinco ($3,9 \pm 0,3$ mg / 100 g) e cobre ($0,88 \pm 0,1$ mg / 100 g) na farinha. Em comparação com a polpa fresca de umbu avaliada por Almeida et al. (2009), a farinha apresentou valores de até 22% maiores nos minerais analisados no presente trabalho. Dados na literatura corroboram que os subprodutos de frutas apresentam maiores valores de minerais que a parte comestível (Inada et al., 2015).

Os resultados obtidos em relação à farinha de trigo (50 g) variaram de 9,8% a 17,9% para os macrominerais e de 20,5% a 48,9% para microminerais (Fig. 1c e 1d), quanto às contribuições percentuais para minerais por dose recomendada (RDA) (Padovani et al., 2006). Assim, a farinha pode ser classificada como uma boa fonte alimentar de cálcio, fósforo e magnésio (pode fornecer 10-20% da RDA) e uma excelente fonte de ferro, zinco e cobre (pode fornecer pelo menos 20% da RDA) (FDA 1993). Considerando que uma porção de farinha (50 g) contribui com 43,9% da RDA para o ferro, certamente pode ser uma alternativa de baixo custo para suplementar diariamente a ingestão de ferro, aplicando-se na fortificação de alimentos.

O teor lipídico total encontrado na farinha (Tabela 1) pode ser considerado economicamente atrativo para a extração industrial, especialmente quando comparado a outras matérias-primas, como o milho, que possui conteúdo lipídico de 3,1-5,7% (White e Johnson, 2003). Os óleos extraídos de resíduos agroindustriais apresentaram características físico-químicas semelhantes aos óleos comestíveis convencionais (soja, girassol, milho),

podendo ser usados como fonte de extração de óleo para uso em preparações alimentícias (Chivandi et al. 2016).

Os ácidos graxos palmítico, esteárico, oleico e linoleico foram detectados na fração lipídica da farinha (Tabela 1). Os resultados mostraram uma maior proporção de ácidos graxos insaturados (62,75%), sendo o ácido oleico cerca de 12% superior ao ácido linoleico (Tabela 1). A porcentagem de ácido oleico apresentada na fração lipídica da farinha foi superior aos óleos comestíveis comuns utilizados em produtos culinários e alimentícios, como soja (21,35%), milho (24,23%), girassol (15,26%) e óleos de algodão (16,61%) (Zambiasi et al., 2007). Esses dados são interessantes porque estendem as aplicações dessa matéria-prima. Óleos vegetais com alta quantidade de ácido oleico são mais apropriados em processos de fritura devido à maior estabilidade durante o aquecimento e uso em alimentos industrializados, que exigem maior vida útil e maior palatabilidade, como salgadinhos, biscoitos, cereais, frutas secas e produtos de panificação (Luzia e Jorge, 2013).

A farinha apresentou alto teor de açúcares e fibra alimentar e baixo valor energético (Tabela 1). Aproximadamente 20 a 30 g da farinha (2 a 3 colheres de sopa) é suficiente para suprir metade da ingestão recomendada de fibra dietética (Padovani et al., 2006). Este resultado indica que a farinha pode ser considerada como **um** alimento com propriedades funcionais de promover a redução da absorção de colesterol e açúcar, redução de peso, regular a digestão, prevenir a constipação e melhorar o equilíbrio da microflora intestinal (Dai e Chau, 2017).

3.3 Rastreamento fitoquímico e fatores antinutricionais

Os resultados indicaram a presença de taninos, flavonas, flavonóis, xantonas, depsidos e depsidonas. A presença desses compostos desperta o interesse por investigações sobre possíveis atividades biológicas da farinha, como atividades antimicrobiana, antiinflamatória e antioxidante (Ksouri et al., 2013). Antraquinonas, esteróides, triterpenóides, saponinas e alcalóides não foram detectados. Segundo Clerici et al. (2011), a ausência de alcalóides garante o uso seguro deste produto como ingrediente alimentar.

A farinha apresentou baixo valor de nitrato (Tabela 2). Estudos indicaram que o consumo pode ser prejudicial à saúde humana, causando metemoglobinemia e câncer gástrico (Campanella et al., 2017). Uma dose diária admissível (DDA) de 0-3,7 mg / kg de peso corporal, equivalente a 222 mg de nitratos por dia para um adulto de 60 kg (EFSA 2008).

Assim, a ingestão de uma porção de farinha (50 g) não representa risco à saúde, pois contribui com apenas 6,96 mg.

O teor de tanino da farinha (Tabela 2) foi inferior aos valores reportados para cereais e leguminosas para grão, até 7200 mg / 100 g (Gilani et al. 2012). Este baixo valor não implicaria efeitos deletérios sobre a digestibilidade proteica e biodisponibilidade mineral (Medel-Marabolí et al. 2017). Outro excelente resultado foi a ausência de inibidores de tripsina e lectinas na farinha. Os inibidores de protease causam hipertrofia / hiperplasia pancreática e a capacidade das lectinas de se ligarem a receptores de glicoproteína nas células epiteliais, revestindo a mucosa intestinal inibe o crescimento interferindo na absorção de nutrientes (Mohan et al. 2016). Esses fatores são termosensíveis e podem ter sido inativados durante o processamento térmico ao qual os frutos de umbu foram submetidos para a obtenção de farinha.

3.4 Compostos Bioativos

Em relação ao teor de ácido ascórbico (Tabela 2), a farinha pode ser classificada como conteúdo médio (valores entre 30 e 50 mg / 100 g) (Ramful et al., 2011). Melo e Andrade (2010), estudando cascas de umbu parcialmente maduras, encontraram alto teor de ácido ascórbico (144,91 mg / 100 g). Este fato pode ser atribuído à provável degradação do ácido ascórbico durante o cozimento da fruta do umbu no processo de obtenção da farinha. Entretanto, o valor obtido neste trabalho é superior ao teor de ácido ascórbico informado na polpa de umbu (12,1 mg / 100 g) por Almeida et al. (2011).

A farinha apresentou teor de carotenóides (Tabela 2) semelhante ao subproduto da papaia (490,29 µg / 100 g base seca) e superior aos demais subprodutos de frutas tropicais, como abacaxi, acerola, caju, goiaba, manga e maracujá (Silva et al., 2014). Estudos indicam que os carotenóides podem prevenir doenças cardiovasculares devido à sua forte atividade antioxidante baseada no resfriamento do oxigênio singlete ($1O_2$) e na eliminação de radicais livres (Kulczyński et al., 2017).

A farinha exibiu valores muito altos de compostos fenólicos totais (Tabela 2), isto é, valores bem acima dos intervalos encontrados na literatura para outros subprodutos de frutas (Silva et al., 2014). Este resultado mostra que os compostos antioxidantes devem estar localizados principalmente nas sementes de umbu, pois os frutos secos umbu semi-maduros apresentaram valores mais baixos (466,17 mg GAE / 100 g) (Melo e Andrade, 2010). O conteúdo de flavonóides (Tabela 2) foi maior do que outros resíduos ~~brasileiros~~ de frutas

exóticas brasileiras (Barros et al., 2017). Esta descoberta fornece aplicações potenciais da farinha como fonte de suplementos nutracêuticos, aditivos alimentares e/ ou produtos farmacêuticos.

A produção de compostos bioativos é o resultado do metabolismo secundário das plantas e depende de fatores genéticos e, principalmente, ambientais. Quanto maior a exposição da planta a condições adversas, como alta incidência solar, estresse hídrico e solo pobre em nutrientes, maior a produção desses compostos (Mohan et al., 2016). Isso pode explicar os altos níveis de compostos fenólicos encontrados na farinha. O umbuzeiro é considerado uma árvore ícone por comunidades rurais do bioma Caatinga, uma região semi-árida do nordeste brasileiro, pois as árvores florescem e dão frutos durante a estação seca, evidenciando sua alta resistência mesmo com baixa pluviosidade ou irrigação (Neto et al., 2010).

3.5 Atividade antioxidante *in vitro*

A farinha apresentou alta atividade antioxidante (Tabela 2), semelhante à obtida em cascas secas de umbu maduro e semi maduro (Melo e Andrade, 2010). As percentagens de inibição do DPPH e ABTS foram consideradas altas, porque estavam acima de 70% de inibição (Hassimotto et al., 2005). O baixo valor de IC₅₀ ($3,68 \pm 1,71$ mg / ml) indica uma maior capacidade de neutralizar os radicais livres. O valor de TEAC e o ensaio FRAP mostraram boa capacidade de eliminação de radicais livres quando comparados com outros subprodutos de frutas obtido por Chen et al. (2016).

O teor de compostos fenólicos apresentou fortes correlações lineares com os ensaios DPPH ($r = 0,74$), ABTS ($r = 0,99$) e FRAP ($r = 0,92$). Dados da literatura relataram o mesmo tipo de correlação linear entre atividades antioxidantes e conteúdo fenólico em frutas (Almeida et al., 2011; Gregoris et al., 2013). Os resultados mostram compostos fenólicos como um dos principais componentes responsáveis pela atividade antioxidante na farinha e o ensaio ABTS foi o ensaio mais sensível na mensuração da atividade antioxidante da farinha, seguido pelo FRAP e pelo DPPH.

Os resultados da atividade antioxidante indicam que a farinha é um material promissor para a extração de compostos bioativos, com possibilidade de aplicação em alimentos, como antioxidante natural, contribuindo para evitar reações oxidativas que ocorrem nos sistemas alimentares, especialmente carne e peixe, durante o armazenamento, permitindo a preservação e aumento da qualidade (Kowalska et al., 2017). Além disso, alimentos ricos em compostos

bioativos e alta atividade antioxidante podem contribuir para a promoção da saúde e prevenção de doenças (Skrovankova et al., 2015).

3.6 Propriedades tecnológicas

A farinha apresentou elevado valor de capacidade de absorção de água ($783,33 \pm 28,87\%$); resultado diretamente relacionado ao alto teor de fibra alimentar. As fibras têm alta capacidade de hidratação e retenção de água devido à abundância de grupos hidrofílicos na estrutura química, especialmente na fibra solúvel (Cui et al., 2011). Assim, a farinha encontra aplicações úteis como ingredientes funcionais para aumentar a viscosidade e maciez dos alimentos, reduzir o custo, prevenir a sinérese da água, prolongar a vida útil e substituir a gordura em produtos de panificação, molhos, sopas (cremes), sobremesas e laticínios (Elleuch et al., 2011).

A capacidade de absorção de óleo na farinha foi de $255,28 \pm 5,65\%$ valor ligeiramente superior ao reportado por Okpala e Gibson-Umeh (2013) para a farinha de sementes de manga (cultivar Índia) (215%) e para a farinha de casca de melão (226%) (Mallek-Ayadi et al., 2017). Esta propriedade é devida à presença de grupos hidrofóbicos, que podem se ligar ao óleo, como cadeias laterais de aminoácidos não polares (Chandra et al., 2015). O alto valor apresentado torna essa farinha apropriada para ingrediente de alimentos com alto percentual de gordura e emulsões, particularmente em produtos de panificação ou carne (Karaman et al., 2017). Além disso, o alto valor da capacidade de absorção de óleo na farinha poderia ser explorado como um ingrediente funcional para o substituto de gordura em produtos de carne, como hambúrgueres, com a vantagem de adicionar quantidades consideráveis de antioxidantes em relação à fibra de cereais (Selani et al., 2016).

Em relação à capacidade emulsionante e à estabilidade da emulsão, a farinha apresentou valores de $54,17 \pm 3,61\%$ e $49,59 \pm 2,36\%$, respectivamente. As propriedades emulsionantes são propriedades funcionais tecnológicas relacionadas às proteínas, importantes em formulações de alimentos tais como produtos cárneos triturados, maionese, molhos, sopas, e queijo cremoso (Jacometti et al., 2015).

4 Conclusão

A farinha do obtida de subproduto do processamento de umbu pode ser considerada um novo ingrediente de interesse para a indústria alimentícia devido ao seu alto conteúdo

nutricional, especialmente fibras e minerais, ausência de substâncias potencialmente tóxicas, alto conteúdo de compostos fenólicos e elevada atividade antioxidante. As propriedades tecnológicas analisadas sugerem que a farinha tem grande potencial para ser utilizada como ingrediente em sistemas alimentares que demandam alta capacidade de absorção de água e óleo, como produtos emulsificados (carnes e panificação) e laticínios, bem como na elaboração de novos produtos alimentícios- com apelo funcional. Portanto, o uso dos resíduos do umbu deve ser incentivado, pois o uso na forma de farinha é uma alternativa viável e de baixo custo que pode ser utilizada na nutrição humana para complementação nutricional e / ou suplementação, bem como na-indústria como um ingrediente para o enriquecimento de produtos alimentícios. Além disso, contribui-positivamente para reduzir o desperdício de alimentos e a poluição ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq / Brasil) e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE / Brasil) pelo apoio financeiro, assim como aos técnicos do Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra - LEAAL / UFPE pelo suporte técnico na realização das análises.

Referências

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1987. NBR 7217: Agregados - Determinação da composição granulométrica - Método de ensaio. Rio de Janeiro.
- Almeida MMB, Sousa PHM, Fonseca ML, Magalhaes CEC, Lopes MDFG, Lemos TLG. 2009. Avaliação de macro e microminerais em frutas tropicais cultivadas no nordeste brasileiro. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 29(3):581-586.
- Almeida MMB, de Sousa PHM, Arriaga ÂMC, do Prado GM, de Carvalho Magalhães CE, Maia GA, de Lemos TLG. 2011. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. *Food Res Int.* 44(7):2155-2159.

- Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2005. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. [accessed 2017 Jul 30]. <http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/27619>.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. 2005. Official methods of analysis of the AOAC International. 18th ed. Gaithersburg (USA): AOAC International.
- AOCS – American Oil Chemists Society. 2009. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. 16th ed. Champaign: American Oil Chemists Society.
- Barros RGC, Andrade JKS, Denadai M, Nunes ML, Narain N. 2017. Evaluation of bioactive compounds potential and antioxidant activity in some Brazilian exotic fruit residues. *Food Res Int.* 102:84-92.
- Batista FRC, Silva SM, Santana MFS, Cavalcante AR. 2015. O umbuzeiro e o semiárido brasileiro. Campina Grande: INSA. 72p.
- Benzie IF, Strain JJ. 1999. Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods Enzymol.* 299:15-27.
- Beuchat LR, Komitopoulou E, Beckers H, Betts RP, Bourdichon F, Fanning S, Joosten HM, Ter Kuile BH. 2013. Low-water activity foods: increased concern as vehicles of foodborne pathogens. *J Food Prot.* 76(1):150-172.
- Bligh EG, Dyer WJ. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37(8):911-917.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset CLWT. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci Technol.* 28(1):25-30.

- Bressiani J, Oro T, Santetti GS, Almeida JL, Bertolin TE, Gómez M, Gutkoski LC. 2017. Properties of whole grain wheat flour and performance in bakery products as a function of particle size. *J Cereal Sci.* 75:269-277.
- Calderon de la Barca AM, Ochoa JL, Valencia ME. 1985. Effect of the extraction of a hemagglutinin on the nutritive value of *Amaranthus leucocarpus* seeds. *J Food Sci.* 50(6):1700-1702.
- Campanella B, Onor M, Pagliano E. 2017. Rapid determination of nitrate in vegetables by gas chromatography mass spectrometry. *Anal Chim Acta.* 980:33-40.
- Cataldo DA, Maroon M, Schrader LE, Youngs VL. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun Soil Sci Plant Anal.* 6(1):71-80.
- Chandra S, Singh S, Kumari D. 2015. Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *J. Food Sci. Technol.* 52(6):3681-3688.
- Chen GL, Chen SG, Chen F, Xie YQ, Han MD, Luo CX, Zhao YY, Gao, YQ. 2016. Nutraceutical potential and antioxidant benefits of selected fruit seeds subjected to an in vitro digestion. *J Funct Foods.* 20:317-331.
- Chivandi E, Mukonowenzou N, Berliner D. 2016. The coastal red-milkwood (*Mimusops caffra*) seed: Proximate, mineral, amino acid and fatty acid composition. *S Afr J Bot.* 102:137-141.
- Clerici MTPS, Kallmann C, Gaspi FOG, Morgano MA, Martinez-Bustos F, Chang YK. 2011. Physical, chemical and technological characteristics of *Solanum lycocarpum* A. St.-HILL (Solanaceae) fruit flour and starch. *Food Res Int.* 44(7):2143-2150.
- Conab – Companhia Nacional de Abastecimento. 2017. Boletim da Sociobiodiversidade. [accessed 2017 Jul 30].

http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_04_17_34_21_boletim_so_ciobiodiversidade_1_trimestre_2017.pdf.

- Costa FR, Rêgo ER, Rêgo MM, Neder DG, de Melo Silva S, Schunemann APP. 2015. Análise biométrica de frutos de umbuzeiro do semiárido brasileiro. *Biosci. J.* 31(3):682-690.
- Cui SW, Nie S, Roberts KT. 2011. Functional Properties of Dietary Fiber. In Moo-Yung, M. (Ed.). *Comprehensive Biotechnology*. 2nd ed. Oxford: Academic Press. (Elsevier), pp. 517-525.
- Dai FJ, Chau CF. 2017. Classification and regulatory perspectives of dietary fiber. *J Food Drug Anal.* 25(1):37-42.
- Dench JE, Rivas R, Caygill JC. 1981. Selected functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) flour and two protein isolates. *J. Sci. Food Agric.* 32(6):557-564.
- EFSA – European Food Safety Authority. 2008. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on a request from the European Commission to perform a scientific risk assessment on nitrate in vegetables. *The EFSA Journal.* 689:1-79.
- Elleuch M, Bedigian D, Roiseux O, Besbes S, Blecker C, Attia H. 2011. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chem.* 124(2):411-421.
- FDA – Food and Drug Administration. 1993. Section 101.54 Nutrient content claims for “good source,” “high,” and “more”. Code of Federal Regulations, Title 21, pp. 84-85.
- Gilani GS, Xiao CW, Cockell KA. 2012. Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. *Br J Nutr.* 108(S2):S315-S332.

- Gregoris E, Pereira Lima GP, Fabris S, Bertelle M, Sicari M, Stevanato R. 2013. Antioxidant properties of Brazilian tropical fruits by correlation between different assays. *BioMed Res. Int.* 2013.
- Hassimotto NM, Genovese MI, Lajolo FM. 2005. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. *J Agric Food Chem.* 53:2928-2935.
- IAL – Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL, 2008. 1020p. [accessed 2018 Mar 12]. http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf.
- Inada KOP, Oliveira AA, Revorêdo TB, Martins ABN, Lacerda ECQ, Freire AS, Braz BF, Santelli RE, Torres AG, Perrone D, et al. 2015. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. *J Funct Foods.* 17:422-433.
- Jacometti GA, Mello LR, Nascimento PH, Sueiro AC, Yamashita F, Mali S. 2015. The physicochemical properties of fibrous residues from the agro industry. *LWT-Food Sci Technol.* 62(1):138-143.
- Kakade ML, Rackis JJ, McGhee JE, Puski G. 1974. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chem.* 51(3):376-382.
- Karaman E, Yılmaz E, Tuncel NB. 2017. Physicochemical, Microstructural and Functional Characterization of Dietary Fibers Extracted from Lemon, Orange and Grapefruit Seeds Press Meals. *Bioact. Carbohydr. Dietary Fibre.* 11:9-17.
- Kowalska H, Czajkowska K, Cichowska J, Lenart A. 2017. What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry. *Trends Food Sci Technol.* 67:150-159.
- Ksouri WM, Medini F, Mkadmini K, Legault J, Magné C, Abdelly C, Ksouri R. 2013. LC–ESI-TOF–MS identification of bioactive secondary metabolites involved in the

antioxidant, anti-inflammatory and anticancer activities of the edible halophyte *Zygophyllum album* Desf. *Food Chem.* 139(1):1073-1080.

Kulczyński B, Gramza-Michałowska A, Kobus-Cisowska J, Kmiecik D. 2017. The role of carotenoids in the prevention and treatment of cardiovascular disease—Current state of knowledge. *J Funct Foods.* 38:45-65.

Lamaison JLC, Carnet A. 1990. Teneurs en principaux flavonoïdes des fleurs de *Crataegus monogyna* Jacq et de *Crataegus laevigata* (Poiret D.C) en fonction de la végétation. *Pharm Acta Helv.* 65:315-320.

Leão DP, Franca AS, Oliveira LS, Bastos R, Coimbra MA. 2017. Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit by-products. *Food Chem.* 225:146-153.

Lin MJY, Humbert ES, Sosulski FW. 1974. Certain functional properties of sunflower meal products. *J Food Sci.* 39(2):368-370.

Luzia DM, Jorge N. 2013. Bioactive substance contents and antioxidant capacity of the lipid fraction of *Annona crassiflora* Mart. seeds. *Ind Crops Prod.* 42:231-235.

Mallek-Ayadi S, Bahloul N, Kechaou N. 2017. Characterization, phenolic compounds and functional properties of *Cucumis melo* L. peels. *Food Chem.* 221:1691-1697.

Martins ZE, Pinho O, Ferreira IMPLVO. 2017. Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. *Trends Food Sci Technol.* 67:106-128.

Matos FJA. 1997. Introdução à fitoquímica experimental. Edições UFC.

Medel-Marabolí M, Romero JL, Obreque-Slier E, Contreras A, Peña-Neira A. 2017. Effect of a commercial tannin on the sensorial temporality of astringency. *Food Res Int.* 102:341-347.

- Melo EA, Andrade RDS. 2010. Bioactive compounds and antioxidant potential from the “umbuzeiro” fruits. *Alim. Nutr., Araraquara*. 21(3):453-458.
- Mohan VR, Tresina PS, Daffodil ED. 2016. Antinutritional Factors in Legume Seeds: Characteristics and Determination. In Caballero, B., Finglas, P., Toldrá, F. (Eds.), *Encyclopedia of Food and Health*. Oxford: Academic Press. (Elsevier), pp.211-220.
- Moura FT, Melo Silva S, Schunemann AP, Martins LP. 2013. Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estádios de maturação. *Rev. Ciênc. Agron.* 44(4):764-772.
- Narain N, Bora PS, Holschuh HJ, Vasconcelos MADS. 1992. Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*) fruits. *Food Chem.* 44(4):255-259.
- Neto EMDFL, Peroni N, de Albuquerque UP. 2010. Traditional knowledge and management of Umbu (*Spondias tuberosa*, Anacardiaceae): an endemic species from the semi-arid region of Northeastern Brazil. *Econ. Bot.* 64(1):11-21.
- Okpala LC, Gibson-Umeh GI. 2013. Physicochemical properties of mango seed flour. *NIFOJ.* 31(1):23-27.
- Padovani RM, Amaya-Farfán J, Colugnati FAB, Domene SMÁ. 2006. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. *Rev. Nut.* 19(6):741-760.
- Price ML, Hagerman AE, Butler LG. 1980. Tannin content of cowpeas, chickpeas, pigeon peas, and mung beans. *J Agric Food Chem.* 28(2):459-461.
- Ramful D, Tarnus E, Aruoma OI, Bourdon E, Bahorun T. 2011. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. *Food Res Int.* 44(7):2088-2099.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med.* 26(9):1231-1237.

- Resende LM, Franca AS, Oliveira LS. 2019. Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. *Food chem.* 270:53-60.
- Rodriguez-Amaya DB, Kimura M. *Harvest Plus Handbook of Carotenoids Analysis*. Washington, DC and Cali: International Food Policy Research Institute and International Center for Tropical Agriculture, 2004. 64p.
- Selani MM, Shirado GA, Margiotta GB, Saldaña E, Spada FP, Piedade SM, Contreras-Castillo CJ, Canniatti-Brazaca SG. 2016. Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. *Meat Sci.* 112:69-76.
- Sereno AB, Bampi M, dos Santos IE, Ferreira SMR, Bertin RL, Krüger CCH. 2018. Mineral profile, carotenoids and composition of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), a wild Brazilian fruit. *J. Food Compos. Anal.* 72:32-38.
- Silva LMR, de Figueiredo EAT, Ricardo NMPS, Vieira IGP, de Figueiredo RW, Brasil IM, Gomes CL. 2014. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chem.* 143:398-404.
- Silva YPA, Borba BC, Pereira VA, Reis MG, Caliarri M, Brooks MSL, Ferreira TA. 2019. Characterization of tomato processing by-product for use as a potential functional food ingredient: nutritional composition, antioxidant activity and bioactive compounds. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 70(2):150-160.
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult.* 16:144–158.
- Skrovankova S, Sumczynski D, Mlcek J, Jurikova T, Sochor J. 2015. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *Int J Mol Sci.* 16(10):24673-24706.
- Sosulski FN. 1962. The centrifugation method for determining flour absorption in hard red spring wheats. *Cereal Chem.* 39(4):344-350.

Strohecker R, Henning HM. 1967. Analisis de vitaminas: metodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 428p.

White PJ, Johnson LA, eds. 2003. Corn Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

Zambiasi RC, Przybylski R, Zambiasi MW, Mendonça CB. 2007. Fatty acid composition of vegetable oils and fats. Bol. Centro Pesqui. Process. Aliment. 25(1):111-120.

Zanotto DL, Bellaver C. 1996. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. Embrapa/CNPSA, pp.1-5. (Comunicado Técnico).

Legendas das figuras

Tabela 1.- Composição físico-química da farinha de subprodutos do processamento do umbu (*Spondia tuberosa* Arr. Cam.).

Componentes	Valores
Umidade (%)	7.64 ± 0.01
Cinza (%)	2.63 ± 0.09
Lipídeo (%)	7.53 ± 1.06
Ácido palmítico (C16:0) (%)	24.18 ± 0.19
Ácido esteárico (C18:0) (%)	13.07 ± 0.04
Ácido esteárico (C18:1n-9) (%)	33.31 ± 0.13
Ácido linoleico(C18:2n-6) (%)	29.44 ± 0.04
Proteínas (%)	5.60 ± 0.12
Carboidratos (%)*	15.39 ± 0.94
Açúcar totais (%)	11.79 ± 0.75
Açúcar redutores (% glucose)	9.99 ± 0.72
Fibra dietética total (%)	61.21 ± 0.47
Fibra dietética insolúvel (%)	56.67 ± 0.29
Fibra dietética solúvel (%)	4.54 ± 0.18
Calorias (kcal/100g)	151.75 ± 5.55
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	4.96 ± 0.05
pH	3.19 ± 0,38
Atividade de água 25.7 ± 0.3°C	0.51 ± 0.00

Os dados representam a média das determinações em triplicado ± desvio padrão.

* Calculado por diferença.

Tabela 2: Compostos antinutricionais, bioativos e atividade antioxidante da farinha de subprodutos do processamento do umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)

Fatores antinutricionais		Compostos bioativos		Atividades antioxidantes	
Nitrato (mg.100g ⁻¹)	13.93 ± 0.17	Acido ascorbico (mg AA.100g ⁻¹)	44.78 ± 5.55	DPPH (% inibição)	96.92 ± 0.67
Taninos (mg.100g ⁻¹)	88.52 ± 0.33	Carotenoides (µg.100g ⁻¹)	463.73 ± 35.80	ABTS (% inibição)	99.66 ± 0.03
Inibidores de Tripsina (mg IT.g ⁻¹)	n.d.	Fenólicos totais (mg EAG.100g ⁻¹)	20357.26 ± 1287.19	CAET (µM trolox.g ⁻¹)	42.45 ± 0,02
Lectina (UH.ml ⁻¹)	n.d.	Flavonoides (mg EQ.100g ⁻¹)	37.85 ± 0.48	FRAP (µM sultado ferroso /g ⁻¹)	137.77 ± 8.44

Os dados representam a média das determinações em triplicata ± desvio padrão. IT = inibidores da tripsina. UH = unidades hemaglutinantes. EAG = equivalentes de ácido gálico. EQ = equivalente de quercetina. AA = ácido ascórbico. CAET = Capacidade antioxidante equivalente ao Trolox. n.d. : Não detectado

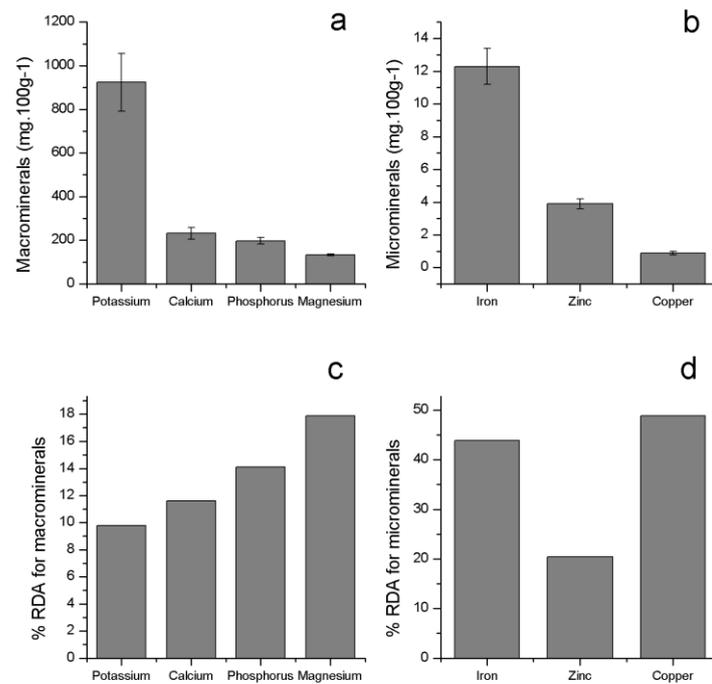


Fig. 1: Macrominerais (a) e microminerais (b) da farinha de subprodutos do processamento do umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) e sua contribuição diária de tolerância permitida-RDA (%) para um adulto em uma porção (50 g) (c, d). (RDA: Dietary Recommended Allowances).

5 CONCLUSÃO

As avaliações realizadas com a farinha do resíduo de umbu mostraram que nas características físico-químicas avaliadas a farinha apresentou elevados teores de nutrientes, em destaque fibra alimentar, minerais e baixo índice calórico. Além disso, a farinha apresentou ser rica em compostos fenólicos, sendo um produto com ação antioxidante, e com ausência de fatores antinutricionais. Demonstrando assim, um subproduto de processamento de frutas com propriedades nutricionais e funcionais desejáveis. Quanto as propriedades tecnológicas, destaca a sua capacidade de absorção de água e óleo e conseqüentemente volume de intumescimento, apresentando uma alternativa viável para o uso dessa farinha em produtos alimentares panificados. Com isso, a reutilização dos resíduos do processamento do umbu torna-se viável para a sua inclusão em projetos de planejamentos alimentar, bem como, em formulações para enriquecimentos de produtos alimentícios, visando o aumento de substâncias nutritivas e funcionais, além, de garantir a redução de impactos ambientais e a fome no mundo

REFERÊNCIAS

- ABDENNACER, B.; KARIM, M.; YASSINE, M.; NESRINE, R.; MOUNA, D.; MOHAMED, B. Determination of phytochemicals and antioxidant activity of methanol extracts obtained from the fruit and leaves of Tunisian *Lycium intricatum* Boiss. **Food Chemistry**, v. 174, p. 577–584, 2015
- ALBUQUERQUE, J. G. DUARTE, A. M.; CONCEIÇÃO, M. L.; AQUINO, J. S. INTEGRAL UTILIZATION OF SERIGUELA FRUIT (*Spondias purpurea* L.) IN THE PRODUCTION OF COOKIES. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 3, p. 1–7, 2016.
- ALENCAR, L. C. A.; CHAVES, T. P.; SANTOS, J. S.; NOBREGA, F. P.; ARAUJO, R. M.; SANTOS, V. L.; FELISMINO, D. C. Efeitos modulador do extrato de plantas medicinais do gênero *Spondia* sobre a resistência de cepas de *Staphylococcus aureus* à Eritromicina. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 36, n. 1, p. 111-116, 2015.
- ALVES, F. M. S.; MACHADO, A. V.; QUEIROGA, K. H. Alimentos Produzidos De Farinha De Caju, Obtida Por Secagem, n. 3, p. 131–138, 2011.
- AMORIM, E. G. Elaboração Alternativa De Produtos a Partir De Resíduos Alimentares. **Veredas Favip - Revista Eletrônica de Ciências**, v. 7, n. 1, p. 50–60, 2014.
- AMORIM, Q. S. **Resíduos da indústria processadora de polpas de frutas: capacidade antioxidante e fatores antinutricionais**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Estadual da Bahia, Itapetinga.
- ANDRADE, T. V.; SANTOS, R. N. V.; ARAÚJO, D. J.; BRAULINO, D. S.; MOURA, V. B. T. P.; BORGES, L. S. Efeito de fatores antinutricionais encontrados nos alimentos alternativos e seu impacto na alimentação de não ruminantes - revisão. **Nutri Time**, v. 12, n. 6, p. 4393–4399, 2015.
- ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Projeto Dom Helder Câmara. 1º ed. Recife, 2013.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. Viçosa: UFV, 2011. 601p.
- ARAÚJO, N. G.; BARBOSA, F. F. Bebida láctea com leite caprino e soro caprino é alternativa para aproveitamento da polpa de umbu. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 70, n. 2, p. 85-92, mar/abr, 2015.
- ATAÍDE, E. M.; SILVA, M. S.; AZEVÊDO, J. M. S.; BASTOS, D. C. Ácido indolbutírico e substratos no desenvolvimento de estacas de umbuzeiro em três estádios fenológicos. **Agrarian Academy**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 4, n. 8, p. 21, 2017.
- AUGUSTIN, J. M.; KUZINA, V.; ANDERSEN, S. B.; BARK, S. Molecular activities, biosynthesis and evolution of triterpenoid saponins. **Phytochemistry**, v. 72, n. 6, p. 435–457, 2011.
- AZEVEDO, L. A. A. **Valor nutricional, capacidade antioxidante e utilização de folhas de**

espinafre (*Tetragonia tetragonoides*) em pó como ingrediente de pão de forma. 2012. Universidade Federal da Paraíba, 2012.

- BAHIA. Secretaria de Comunicação Social. **Cerveja de umbu é um dos destaques da feira da agricultura familiar.** 2015. Disponível em <<http://www.secom.ba.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=136311?&mobile=>>>. Acesso em 30 jan. 2017.
- BALISTEIRO, D. M.; ARAUJO, R. L.; GIACAGLIA, L. R.; GENOVESE, M. I. Effect of clarified Brazilian native fruit juices on postprandial glycemia in healthy subjects. **Food Research International**, v. 100, n. 2, p. 196-203, Oct., 2017.
- BANERJEE, J.; SINGH, R.; VIJAYARAGHAVAN, R.; MACFARLANE, D.; PATTI, A. F.; ARORA, A. Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals. **Food Chemistry**, v. 225, p. 10–22, 2017.
- BARBOSA, N. C. **Uma Revisão Bibliográfica dos Fatores Antinutricionais: Taninos, Inibidores De Proteases e Lectinas.** 2014. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) Insitutto Federal de Educação, Ciencia e Tecnologia de Góias.
- BARRETO, L. S. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do umbu.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 64 p.
- BASTOS, J. S.; MARTINEZ, E. A.; SOUZA, S. M. A. Características físico-químicas da polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) comercial: efeito da concentração. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 3, n. 1, p. 11-16, 2016.
- BATISTA, F. R. C.; SILVA, S. M.; SANTANA, M. F. S.; CAVALCANTE, A. R. Importância socioeconômica, qualidade, colheita, conservação pós-colheita e processamento do umbu. In: O umbuzeiro e o Semiárido Brasileiro. Campina Grande: INSA, 72 p. 2015.
- BENEVINDES, C. M. J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M. V. Fatores antinutricionais em alimentos : revisão Antinutritional factors in foods : a review. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 71, p. 67–79, 2011.
- BLUM, J. E. S.; RAMONI, E. O. ; BALBI, M. E. . Elaboração de extrato hidrossolúvel (leite) a partir de semente de girassol germinada. **Visão Acadêmica**, v. 17, n. 1, p. 81–95, 2016.
- BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Cadastro Nacional de Unidades de BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Polos de Irrigação no Nordeste do Brasil: desenvolvimento recente e perspectivas. Confins – Revue francobrasilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia.** v. 23. 2015. Disponível em <<https://journals.openedition.org/confins/10031> >. Acesso em 5 fev. 2017.
- CARVALHO, F. M. C.; DANTAS, M. B. V. C.; BEZERRA, A. D. L.; MACHADO, R. J. A.; SANTOS, E. A.; MORAIS, A. H. A. Compostos Fenólicos e Atividade Anti-Tríptica em Três Variedade de Uvas. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde**, v. 4, p. 39–50, 2014.

- CASTRO, C. D. P. C.; RYBKA, A. C. P. **Potencialidades do fruto do umbuzeiro para a agroindústria de alimentos**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Conjuntura Mensal, Umbu (fruto)**. 2012. Disponível em <https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_05_04_17_30_06_umbuabri12012.pdf>. Acesso em 20 jan. 2017.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Umbu (fruto)**. 2015. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_12_14_13_27_umbu_marco_2015.pdf>. Acesso em 23 de fev. 2017.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Conjuntura Mensal, Umbu (fruto)**. 2017. Disponível em <https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_03_16_46_47_conjuntura_umbu__jan-2017.pdf>. Acesso em 14 jan. 2017.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **Bioma exclusivamente brasileiro, a Caatinga tem valor econômico e biológico para o país**. 2016. Disponível em: <<http://www.cnabrazil.org.br/noticias/bioma-exclusivamente-brasileiro-caatinga-tem-valor-economico-e-biologico-para-o-pais>>. Acesso em 17 de jan. 2017.
- CONTI, I. L.; PONTEL, E.; SCHROEDER, E. O. Transição paradigmática na convivência com o semiárido. *In*: Convivência com o Semiárido Brasileiro Autonomia e protagonismo social. Brasília: Editora IABS, p. 29-38. 2013.
- COOPERATIVA AGROPECUÁRIA FAMILIAR DE CANUDOS, UAUÁ E CURAÇÁ (COOPERCUC). **Umbu (fruto)**. 2017. Disponível em: <www.coopercuc.com.br>. Acesso em 11 jan. 2017.
- COSTA, C. **Caatinga: a região mais ruralizada do Brasil**. Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário. Assessoria de Comunicação. Disponível em <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/caatinga-regi%C3%A3o-mais-ruralizada-do-brasil>>. Acesso em 26 fev. 2017.
- COSTA, D. L. M. G. **Operador Industrial de Calderas**. 1 ed. PARANÁ: Editora do IFPR, 2012;
- COSTA, F. R.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; NEDER, D. G.; SCHUNEMANN, A. P.; SILVA, S. M.; SANTANA, M. F. S. Divergência genética entre genótipos de umbuzeiro com base em características dos frutos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. **Anais do VI Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas**. Búzios: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas. 2011.

- COSTA, F. R.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; NEDER, D. G.; SILVA, S. M.; SCHUNEMANN, A. P. P. Análise biométrica de frutos de umbuzeiro do Semiárido Brasileiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 682-690, May/June. 2015.
- COSTA, J. M. C.; FELIPE, E. M. F.; MAIA, G. A.; BRASIL, I. M.; HERNANDEZ, F. F.H. Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, p. 228-232, 2007.
- DAMIANI, C. ALMEIDA, T. L.; COSTA, N. V.; MEDEIROS, N. X.; SILVA, A. G.; SILVA, F. A. ; LAGE, M. E.; BECKER, F. S. Perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais de amêndoas de pequi crua e torrada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 71–78, 2013.
- DANTAS, C. E. A.; SILVA, J. L. A. Fermentado alcoólico de umbu: produção, cinética de fermentação e caracterização físico-química. **Holos**, ano 32, v. 2, 2017.
- DAVID, A. A. **A biotecnologia na propagação e conservação do umbuzeiro (*Spondia tuberosa* Arr. Cam.) e percepção sobre sua importância por agricultores da comunidade Malhada Vermelha, Campo Redondo**. 2015. 86 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- DENG, G. F.; SHEN, C.; XU, X.R.; KUANG, R.D.; GUO, Y. J.; ZENG, L. S.; GAO, L. L.; LIN, X. XIE, J. F.; XIA, E. Q.; LI, S.; WU, S.; CHEN, F.; LING, WEN, H. L.; LI, H, B. Potential of fruit wastes as natural resources of bioactive compounds. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 7, p. 8308–8323, Jul., 2012.
- DRUMOND, A. M.; KIILL, L. H. P.; RIBASKI, J.; AIDAR, S. T. **Caracterização e usos das espécies da Caatinga: subsídio para programas de restauração florestal nas Unidades de Conservação da Caatinga (UCCAs)**. Petrolina: EMBRAPA Semiárido, 2016.
- DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C.; OLIVEIRA, V. R.; ALBUQUERQUE, S. G.; NASCIMENTO, C. E. S.; CAVALCANTI, J. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. In: **Anais...Seminário para avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga**. Petrolina, 31 de ago., 2000.
- ELETROBRAS. Processamento de Polpas de Frutas. **Centros comunitários de produção**, [s. l.], p. 46, 2014. Disponível em: <http://www.iicabr.iica.org.br/wp-content/uploads/2015/11/Manual-CCP-Processamento-de-Polpas-de-Frutas.pdf>>. Acesso em 13 de fev. 2017.
- FALCÃO, R. A. **Avaliação das atividades antinociceptiva, anti-inflamatória de gastroprotetora de *Spondia tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) em modelos experimentais**. 2014. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

- FERRAZ, R. C., MELLO, A. A.; FERREIRA, R. A, PRATA, A. P. N. Levantamento fitossociológico em área de caatinga no monumento natural grota do angico, Sergipe, Brasil. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 26, n. 3, p. 89-98, jul-set., 2013.
- FERREIRA, L. C. **Deserto na comunicação: as relações entre ciência e mídia na desertificação do semiárido brasileiro**. 2017. 67 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- FERREIRA, T. R. B. **Caracterização nutricional e funcional da farinha de chia (Salvia hispanica) e sua aplicação no desenvolvimento de pães**. 2013. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, 2013.
- FONSECA, N. **Propagação e plantio do umbuzeiro (Spondias tuberosa Arr. Cam) para a agricultura familiar do Semiárido Baiano**. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 23, 2015.
- FORSTER-CARNEIRO, T.; BERNI, M. D.; DORILEO, I. L.; ROSTAGNO, M. A. Biorefinery study of availability of agriculture residues and wastes for integrated biorefineries in Brazil. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 77, p. 78–88, 2013.
- FORZZA, R. C.; COSTA, A., WALTER, B. M. T.; PIRANI, J. R.; MORIM, M. P.; QUEIROZ, L. P.; MARTINELLI, G.; PEIXOTO, A. L.; COELHO, M. A. N.; BAUMGRATZ, J. F. A.; STEHMANN, J. R.; LOHMANN, L. G. **Angiospermas in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB128482>>. Acesso 16 de jan. 2017.
- GAJBHIYE, V.; GONG, S. Lectin functionalized nanocarriers for gene delivery. **Biotechnology Advances**, v. 31, n. 5, p. 552–562, 2013.
- GALANAKIS, C. M. Emerging technologies for the production of nutraceuticals from agricultural by-products: A viewpoint of opportunities and challenges. **Food and Bioproducts Processing**, v. 91, n. 4, p. 575–579, 2013.
- GALANAKIS, C. M. Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications. **Trends in Food Science and Technology**, v. 26, n. 2, p. 68–87, 2012.
- GAMA, D. C.; JESUS, J. B.; OLIVEIRA, F. F.; NASCIMENTO JÚNIOR, J. M.; GOMES, L. J. O cambuí (Myrciaria tenella (DC.) O. BERG; MYRTACEAE): extrativismo e geração de renda em Ribeira do Pombal-Bahia. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 12, n. 1, p. 42-51, mar. 2017.
- GANEM, R. S. **Caatinga: estratégia de conservação**. Consultoria Legislativa da Área XI. Estudo Técnico, p. 4-99, 2017.
- GARCEZ, W. S.; GARCEZ, F. R.; SILVA, L. M. G. E.; SARMENTO, U. C. Substâncias de origem vegetal com atividade larvicida contra aedes aegypti. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 3, p. 363–393, 2013.

- GARCIA, D. M.; ALENCAR, U. R.; MOTA, B. G.; BORRGES, I. R.; SOUZA, P. O. Determinação de características tecnológicas de farinhas produzidas a partir de resíduos de polpas de mamão, melão e goiaba e sua utilização na elaboração de biscoitos tipo cookies Diva Mendonça Garcia Ulisses Rodrigues de Alencar Brenda Godoi Mota Izado. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v.4, p. 29–41, 2017.
- GARCÍA, P.; ROMERO, C.; BRENES, M. Influence of olive tree irrigation and the preservation system on the fruit characteristics of Hojiblanca black ripe olives. *LWT - Food Science and Technology*. v. 5. n. 1, p. 403-407, 2014.
- GIROTTI, F.; ALIBARDI, L.; COSSU, R. Food waste generation and industrial uses: A review. **Waste Management**, v. 45, p. 32–41, 2015.
- GIULIETTI, A. M. et al. Espécies endêmicas da Caatinga. 2002. *In*: SAMPAIO, E. V. S. B. et al. **Vegetação e flora da Caatinga**. Recife: APNE/CNIP, 2002.
- GOLDMEYER, B.; PENNA, N. G.; MELO, A.; ROSA, C. S. Características físico-químicas e propriedades funcionais tecnológicas do bagaço de mirtilo fermentado e suas farinhas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 980–987, 2014.
- GOMES, E.D.; NARAIN, N.; RAMALHO, S. A.; GUALBERTO, N. C.; MIRANDA, R. M. Development of a rapid isocratic reverse phase -ultra fast liquid chromatographic method for determination of phenolic acids in fruits. **Planta médica**, v. 77, p. 12-32, 2011
- GOMINHO, M. V. F. Relatório final. Relatório de análise dos participantes do PRS, da produção e da comercialização da agroindústria da polpa de fruta, apicultura e meliponocultura da agricultura familiar no estado de Pernambuco. **Projeto Pernambuco Rural Sustentável – ProRural**, 2011.
- GONÇALVES, M. P. M. **Técnicas de recuperação florestal em áreas perturbadas na caatinga, Ceará**. 2017. 170 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- GUIMARÃES, E. S. **Estratégias de segurança hídrica e alimentar face as mudanças climáticas no arranjo produtivo local de fruticultura irrigada no sertão do moxotó, Pernambuco (Brasil)**. 2015. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Unoversidade Federal de Pernambuco, Recife.
- HEIDMANN, P. M.; & PATEL, V. Farinha de casca de cajá-manga e elaboração de pão: avaliação dos compostos fenólicos e atividade antioxidante. 2016. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos). Universidade Federal do Paraná, Francisco Beltrão.
- HENRIQUE, M. A.; SILVÉRIO, H. A.; FLAUZINO NETO, W. P.; PASQUINI, D. Valorization of an agro-industrial waste, mango seed, by the extraction and characterization of its cellulose nanocrystals. **Journal of Environmental Management**, v. 121, p. 202–209, 2013.
- HO, A.L., CARVALHEIRO, F., DUARTE, L.C., ROSEIRO, L.B., CHARALAMPOPOULOS, D., RASTALL, R.A. Production and purification of

xylooligosaccharides from oil palm empty fruit bunch fibre by a non-isothermal process. **Bioresource Technology**. v. 152, p. 526–529, 2014.

IBRAF – INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Panorama de cadeia produtiva das frutas em 2012 e projeções para 2013**. 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/george%20souza/Downloads/Desktop/Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20Fruta/Estudo%20da%20IBRAF.pdf>. Acesso em 22 de dez., 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Banco de dados do SIDRA** – PEVS. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticasnovoportaleconomicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-eda-silvicultura.html?&t=resultados>>. Acesso em 11 dez. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=27&i=P>>. Acesso em: 21 de dez. 2016.

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS (IFAL). MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Projeto de extensão explora a importância do umbuzeiro para o sertão**. 2017. Disponível em <<https://www2.ifal.edu.br/campus/site/santana-noticias/projeto-de-extensao-explora-a-importancia-do-umbuzeiro>>. Acesso em 15 jan. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Centro do INPE avança no mapeamento da Caatinga**. Disponível em <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4157>. Acesso em 24 fev. 2017.

JORGE, N.; DA SILVA, A. C.; ARANHA, C. P. M. Antioxidant activity of oils extracted from orange (*Citrus sinensis*) seeds. **International News on Fats, Oils and Related Materials**, v. 28, n. 6, p. 23–26, 2016.

KHATTAB, R.; GOLDBERG, E.; LIN, L. THIYAM, U. Quantitative analysis and free-radical-scavenging activity of chlorophyll, phytic acid, and condensed tannins in canola. **Food Chemistry**, v. 122, n. 4, p. 1266–1272, 2010.

KREUTZ, D. H.; WEIZENMANN, M; MACIEL, M. J.; SOUZA, C. F. V. Avaliação das concentrações de nitrato e nitrito em hortaliças produzidas em cultivos convencional e orgânico na região do Vale do Taquari – RS. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**, v. 14, n. 2, p. 105–110, 2012.

LAGO, R. C. A.; MAIA, M. L. L.; MATTA, V. M. **O sabor das frutas tropicais no Brasil / The taste of tropical fruits in Brazil / El sabor de las frutas tropicales en Brasil**. Brasília-DF : Embrapa, 2016. 49 p. color. 18 cm x 23 cm, 46 p. 2016.

LAGO-VANZELA, E. S.; RAMIN, P.; UMSZA-GUEZ, M. A.; SANTOS, G. V.; GOMES, E.; SILVA, R. Chemical and sensory characteristics of pulp and peel “cajá-manga” (*Spondias cytherea* Sonn.) jelly. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 398–405, 2011.

LEAL, R. C; REIS, V. B.; LUZ, D. A. Avaliação De Parâmetros Físico-Químico De Polpas

- Congeladas De Graviola Comercializada Em Supermercados De São Luís - Ma, v. 20, n. 2, p. 76–80, 2013.
- LEITE, J. A. B.; MATTOS, J. L. S. Caracterização e interações em agroecossistemas da comunidade Vila Nova - PE. **Extramuros - Revista de Extensão da UNIVASF**, v. 5, n. 2, 2017.
- LEITE, P. R. S. C.; MENDES, F. R.; PEREIRA, R. NM. L.; LACERDA, M. J. R. Limitações da utilização da soja integral e farelo de soja na nutrição de frangos de corte. **Enciclopédia Biosfera**, [s. l.], v. 8, n. 15, p. 1138–1157, 2012.
- LIMA, A. K. V. O.; SOUZA, F. C.; SILVA, L. M. M. S.; PEREIRA, F. C. & SANTANA, M. F. S. Utilização de umbuzadas formuladas com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) na merenda escolar. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n. 3, p. 68-72. 2012.
- LIMA, R. Z. . et al. Caracterização física e química das frações do fruto atemoia Gefner. **Ciência Rural**, v. 43, n. 12, p. 2280–2284, 2013.
- LIMA, V. A.; NEDER, G. D. **Cultura do Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam)**. 2014. 24 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.
- LINS NETO, E. M.; OLIVEIRA, I. F; BRITO, F. B.; ALBUQUERQUE, U. P. Tradicional knowlegd, genetc and morfological diversity in populations of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae). **Genetic Rsearch Group Evolution**, v. 12, n. 1, p. 5-12, 2013.
- LOPES, S. F. Competition analysis using neighborhood models: implications for plant community assembly rules. **Ethnobiology and Conservation**. v. 6:11, p. 1-6, July, 2017.
- LÓPEZ-MARCOS, M. C.; BAILINA, C.; VIUDA-MARTOS, M.; PÉREZ--ALVAREZ, M. C.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. Properties of Dietary Fibers from Agroindustrial Coproducts as Source for Fiber-Enriched Foods. **Food and Bioprocess Technology**, [s. l.], v. 8, n. 12, p. 2400–2408, 2015.
- MACIEL, M. V. **Monitoramento nutricional da dieta de pequenos ruminantes utilizando espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIRS) no sertão de Pernambuco**. 2016, 134 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- MADSEN, C. K. & BRINCH-PEDERSEN, H. The Antinutritional Components of Grains. **Reference Module in Food Science**, [s. l.], p. 283–289, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081005965001116>>. Acesso em 16 de fev. 2017.
- MAIA, J. M.; SOUSA, V. F. O.; LIRA, E. H. A.; LUCENA, A. M. A. Motivações socioeconômicas para a conservação e exploração sustentável do bioma Caatinga. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 41, p. 295-310, ago. 2017.

- MALDONADO, M. Y. I.; TEJACAL, I. A.; NÚÑEZ, C. C. A.; JIMÉNEZ, H. J.; PELAYO, Z. C.; LÓPEZ, M. V.; ANDRADE, R. M.; BAUTISTA, B. S.; GUADARRAM, S. V. Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* L. and *S. mombin* L. **Scientia Horticulturae**, v. 174, n. 1, p. 193–206, 2014.
- MARENGO, J. A.; BERNASCONI, M. Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: presente state and future projections. **Climatic Change**, v. 129, n. 1-2, p. 103-115, 2015.
- MARZOLFF, I.; PANI, P.; MOHAPATRA, S. N.; ALI, A. H. Sustainability of land reclamation measures in erosional badlands: A comparative perspective on semi-arid landscapes of South Morocco and Central India. **Geophysical Research Abstracts**. v. 17, p. , 2015.
- MATA, M. V. M.; HOELZEMANN, J. J.; SOUSA NETO, E. R.; AGUIAR, A. P. D.; VIEIRA, R. M. S. P.; ASSIS, T.; OMETTO, J. P. Emissões de CO₂ Provenientes do uso e Mudanças no Uso da Terra no Bioma Caatinga no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 1, p. 144-155, 2015.
- MELO, E. A.; ANDRADE, R. A. M. S. Compostos bioativos e potencial antioxidante de frutos de umbuzeiro. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 453-457, 2010.
- MENDES, B. A. B. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha das cascas de abacaxi e de manga**. 2013. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013.
- MENDES, B. A. B. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha das cascas de abacaxi e de manga**. 2013. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013.
- MENEZES, P. H. S.; SOUZA, A. A.; SILVA, E. S.; MEDEIROS, R. D.; BARBOSA, N. C.; SORIA, D. G. Influência do estágio de maturação na qualidade físico-química de frutos de umbu (*Spondias tuberosa*). **Scientia Agropecuaria**, v. 8, n. 1, p. 73-78, 2017.
- MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GIONGO, V.; PEREZ-MARIN, A. M. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**. n. 72, p. 643-653, Aug., 2012.
- MERTENS, J.; GERMER, J.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; SAUERBORN, J. *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), a threatened tree of the Brazilian Caatinga. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 3, p.1-11, 2016.
- MERTENSA, J.; GERMERA, J.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; SAUERBORN, J. *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), a threatened tree of the Brazilian Caatinga? **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 3, p. 542-552, 2017.
- MEUNIER, I. M. J. M. **Análises de sustentabilidade de planos de manejo florestal em Pernambuco**. 2014. 135f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; REHDER, T.; PEREIRA, A. V. B. **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção:**

opções para Cerrado e Caatinga., 170 f. Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agorflorestal – ICRAF, Brasília, 2016.

MINISERIO DO MEIO AMBIENTE. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areasprotegidas/cadastro-nacional-de-ucs>>. Acesso em 28 de fev 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2016. **Ministério do Meio Ambiente.** Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga/>>. Acesso em 15 jan. 2017.

MOHAN, V. . R. .; TRESINA, P. S. .; DAFFODIL, E. D. . Antinutritional Factors in Legume Seeds: Characteristics and Determination. **Encyclopedia of Food and Health**, p. 211–220, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123849472000362>> Acesso em 24 Jan., de 2017.

MORAIS, D. **BIOMA CAATINGA.** Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=962&sid=2>>. Acesso em 16 de jan. 2017.

MORENO, J. S. **Obtenção , Caracterização E Aplicação De Farinha De.** 2016. 81 f. Dissertação (Mestrado e Ciências de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

MORO, M. F.; LUGHADHA, E. N.; ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. A phytogeographical metaanalysis of the semiarid Caatinga domain in Brazil. **The Botanical Review**, v. 82, n. 2, p. 91-148, June., 2016.

MUSEU DO CACULÉ. **Caatinga (PELD, UFPE).** Disponível em: <<https://museudecacule.wordpress.com/tag/caatinga/>>. Acesso em 15 de jan. 2017.

NAKNAEN, P.; ITTHISOPONKIL, T.; SONDEE, A.; ANGSOMBAT, N. Utilization of watermelon rind waste as a potential source of dietary fiber to improve health promoting properties and reduce glycemic index for cookie making. **Food Science and Biotechnology**, v. 25, n. 2, p. 415–424, 2016.

NAKNAEN, P.; ITTHISOPONKIL, T.; SONDEE, A.; ANGSOMBAT, N. Utilization of watermelon rind waste as a potential source of dietary fiber to improve health promoting properties and reduce glycemic index for cookie making. **Food Science and Biotechnology**, v. 25, n. 2, p. 415–424, 2016

NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968–1987, 2015.

NASCIMENTO, T. V. C.; NOGUEIRA, D. M.; CAVALCANTE, N. B. Productive performance and parasitological control of kids supplemented with umbu fruits (*Spondias tuberosa* Arruda. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 17, n. 3, p. 520-528, jul./set., 2016.

- NDAGIJIMANA, C.; PAREYN, F. G. C.; RIEGELHAUPT, E. Uso do solo e desmatamento 395 da caatinga: um estudo de caso dos estados Paraíba e Ceará – Brazil. *In: Estatística Florestal da Caatinga*, Recife, v. 2, n.2, p. 18-29- 2015.
- NEVES, L. C.; TOSIN, J. M.; BENEDETTE, R. M.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Postharvest nutraceutical behaviour during ripening and senescence of 8 highly perishable fruit species from the orthern Brazilian Amazon region. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 174, p. 188-196, 2015.
- NEVES, L. C.; TOSIN, J. M.; BENEDETTE, R. M.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Postharvest nutraceutical behaviour during ripening and senescence of 8 highly perishable fruit species from the orthern Brazilian Amazon region. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 174, p. 188-196, 2015
- NIBA, L. Progress in Fiber-Enriched Foods. **IFT. feeding the minds that feed the word**, v. 66, n. 11, p. 1–11, 2012. Disponível em: <<http://www.ift.org/food-technology/past-issues/2012/november/features/progress-in-fiber-enriched-foods.aspx?page=viewall>> Acesso em 24 de Jan., de 2017.
- NÓBREGA, R. B.; ROCHA, B. A. M.; GADELHA, C. A. A.; SANTI-GAELHA, T.; PIRES, A. F.; ASSREUY, A. M. S.; NASCIMENTO, K. S.; NAGANO, C. S.; SAMPAIO, A. H.; CAVADA, B. S.; DELATORRE, P. Structure of Dioclea virgata lectin: Relations between carbohydrate binding site and nitric oxide production. **Biochimie**, v. 94, n. 3, p. 900–906, 2012.
- NOGUEIRA JÚNIOR, F. C.; SOARES, M. J. N.; LISI, C. S.; RIBEIRO, A. Avaliação qualitativa das cercas de madeiras em propriedades rurais na Caatinga do Vale do São Francisco-Bahia. Uma estratégia para o manejo e conservação. **Gaia Scientia**, v. 10, n. 4, p. 516-540, 2016.
- NUNES, A. T.; CABRAL, D. L. V.; AMORIM, E. L. C.; SANTOS, M. V. F.; ALBUQUERQUE, U. P. Plants used to feed ruminants in semi-arid Brazil: A study of nutritional composition guided by local ecological knowledge. **Journal of Arid Environments**, v. 135, p. 96-103, 2016.
- O'SHEA, N.; ARENDT, E. k.; GALLAGHER, E. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. **Innovative Food Science and Emerging Technologies 16**, v. 16, p. 1–10, 2012.
- OLIVEIRA, C. F. P. SOUZA, S. M. A.; MARTINEZ, E. A.; GUANAIS, A. L. S. R.; SILVA, C. M. R. Estudio del processo de desidratación osmótica de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 729-740, 2013.
- OMENA, C. M. B.; VALETIM, I. B.; GUEDES, G. S.; RABELO, L A.; MANO, C. M.; GOULART, M. O. F. Antioxidant, anti-cetylcholinesterase and cytotoxic activities of etanol extratc od peel, pul and seeds of exotic Brazilian fruits. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 334, 2012.

- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. FAO. FAOSTAT. **Divisão de estatística**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 21 de dez. 2016.
- ORTIZ, D. W. **Cascas de frutas: estudo das propriedades nutricionais e tecnológicas**. 2016. 61 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- PAULA, B.; CARVALHO FILHO, C. D.; MATTA, V. M.; MENEZES, J. S.; LIMA, P. C.; PINTO, C. O.; CONCEIÇÃO, L. E. M. G. Produção e caracterização físico-química de fermentado de umbu. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 9, p. 1688-1693, set, 2012.
- PINTADO, M. E & TEIXEIRA, J. Valorização de subprodutos da indústria alimentar: obtenção de ingredientes de valor acrescentado. **Boletim de Biotecnologia**, p. 10–12, Abr., 2015.
- RIBEIRO, L. O.; MATTOS, C. T. G. B.; SÁ, D. G. C. F.; MATTA, V. M.; FREITAS, S. P. Desenvolvimento de néctar de umbu: potencial para agregação de valor ao fruto do umbuzeiro. *In: XXV Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos*. 2016.
- ROCHA, C. **Frangos, Impacto de Diferentes Alimentos sobre a estrutura morfológica intestinal de digestibilidade dos nutrientes em**. 2014. 167 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ROCHA, W. S.; LOPES M. R. M.; SILVA, D. B.; VIERIA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 33, n. 4, p. 1215–1221, dez., 2011.
- RYTEL, E. Changes in glycoalkaloid and nitrate content in potatoes during dehydrated dice processing. **Food Control**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 349–354, 2012.
- SANDAMANN, P. **Ácido Fítico: potente agente desoigmentante**. Viafarma. Informalções técnicas. 2013. v. 3, n. 1. p. 83-86, . Disponível em: <<http://viafarmanet.com.br/wp-content/uploads/2015/07/--CIDO-F--TICO.pdf>>. Acesso em 23 de Jan de 2017.
- SANTOS, D. C. & OLIVEIRA, E. N. A. **Processamento de frutas**. 234 f. Natal: IFRN, 2015.
- SANTOS, D.; QUEIROZ, A. J. M.; FIQUEIRÊDO, R. M. F.; OLIVEIRA, R. N. A. Cinética de secagem de farinha de grãos residuais de urucum Drying kinetics of residual grain flour of annatto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 223–231, 2012.
- SANTOS, E. G. P.; ARAUJO, K. V. R.; BRAGA, P. E. P. C.; ALMEIDA, T. P. R. D. Características físico-químicas e instrumental de textura do néctar de umbu. *In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia*. Foz do Iguaçu – PR. 2016.

- SANTOS, T. C.; JÚNIOR, J. E. N.; PRATA, A. P. N. Frutos da Caatinga de Sergipe utilizados na alimentação humana. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 8, n. 4, p. 2-7, 2012.
- SANTOS, W. S.; HENRIQUES, I. G. N.; SANTOS, W. S.; RAMOS, G. G.; VASCONCELOS, G. S.; VASCONCELO, A. D. M. Análise florística-fitosociológica e potencial madeireiro em área de caatinga submetida a manejo florestal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos-PB, v. 13, n. 3, p. 203-211, jul-set, 2017.
- SEBRAE. Agronegócio - Fruticultura. **Boletim de Inteligência**, [s. l.], p. 1–6, 2015.
Disponível em:
<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/\\$File/5791.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/$File/5791.pdf)>.
- SEYFFARTH, J. A. S.; RODRIGUES, V. Impactos da seca sobre a biodiversidade da Caatinga. **Parceiras Estratégicas**, v. 22, n. 44, p. 41-62, Brasília-DF, 2017.
- SILVA, F. V. G.; SILVA, S. M.; SILVA, G. C.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; DANTAS, A. L. Bioactive compounds and antioxidant activity in fruits of clone and ungrafted genotypes of yellow mombin tree. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n. 4, p. 639-646, 2012.
- SILVA, J. A. A. Potencialidades de Florestas Energéticas de Rápido Crescimento no Bioma Caatinga. In: **Anais do I Simpósio do Bioma Caatinga**. ISSN 1808-9992 *on line* Dezembro, 2016. Editores: KIILL, L. H. P; PORTO, D. D. Petrolina : Embrapa Semiárido, 2016.
- SILVA, J. A. A. Reservoir sediments, residuals from aquaculture ponds and biochar used as fertilizer and soil amendment to native and exotic forest species in the semi-arid Northeastern of Brazil. In: INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION CONFERENCE, 2015, Berlin. **Proceedings**. Berlin: IWA, p. 1-11, 2015.
- SILVA, L. M. R.; FIQUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; FIQUEREIDO, R. W.; BRASIL, I. M.; Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 143, p. 398–404, 2014.
- SILVA, R. A.; MORAIS, S. M.; MARQUES, M. M.; OLIVEIRA, D. F.; BARROS, C. C.; ALMEIRDA, R. R.; GUEDES, M. I. Chemical composition, antioxidante and antibacterial activities of two Spondias species from Northeast Brazil. **Pharmaceutical Biology**, v. 50, n. 6, p. 740, 2012.
- SILVA, T. M. & MELO. Resíduos de Ciriguela (Spondias purpúrea L): teor de fitoquímicos e potencial antioxidante. In: XIII Jornada de ensino, pesquisa e extensão – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife. 2013.
- SILVA, V. M. .; ABUD, A. K. S. Importancia da avaliação periódica dos procedimentos operacionais padrão (POP's) em uma indústria de polpa de frutas. **Higiene Alimentar**, v. 30, n. January 2017, p. 8, 2016. Disponível em:
<<http://higienealimentar.com.br/edicoes/dentre-as-especies-produtoras-de-leite-a-cabra-vem-se-destacando-como-alternativa-para-pequenas-criacoes-ou-criacoes-familiares->

136.html>. Acesso em 22 de jan. 2017.

- SILVEIRA, L. P.; SOUTO, J. S.; DAMASCENO, M. M.; MUCIDA, D. P.; PEREIRA, I. M. Poleiros artificiais e enleiramento de galhada na restauração de área degradada no semiárido da Paraíba, Brasil. **Nativa**, v. 3, n. 3, p. 165-170, 2015.
- SILVEIRA, M. L. R.; SANTOS, C. O.; PENNA, N. G.; SAUTTER, C. K.; ROSA, C. S.; BERTAGNOLLI, S. M. M.; Aproveitamento tecnológico das sementes de goiba (*Pisidium guajava* L.) como farinha na elaboração de biscoitos. **Digital library of journals**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 1–20, 2016.
- SOBRINHO, I. S. B. Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriundos da indústria produtora de polpas. 2014. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- SOQUETTA, M. B.; STEFANELLO, F. S.; HUERTA, K. M.; MONTEIRO, S. S.; ROSA, C. S.; TERRA, N. N.; Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). **Food Chemistry**, v. 199, p. 471–478, 2016.
- SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, de A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 3, p. 202–210, 2011.
- SOUTO, J. S.; NASCIMENTO NETO, J. H.; LEONARDO, F. A. P.; SOUTO, P. C.; BORGES, C. H. A. Uso da técnica restauradora “BOCAJ” em área de Caatinga no Seridó da Paraíba, Brasil. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 2, p. 154-161, 2017.
- SOUZA JÚNIOR, J. C. A. **Avaliação das características físico-químicas do umbu (*Spondias tuberosa*) com aplicação de revestimento comestível a base de goma arábica**. 2016. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- SOUZA, B. I.; MENEZES, R.; ARTIGAS, R. C. Efeitos da desertificação na composição de espécies do bioma Caatinga, Paraíba/Brasil. **Investigaciones Geográficas**, Boletín del Instituto de Geografía, v. 2015, n 88, p. 45-58, 2015.
- SOUZA, L. C. **Caracterização e propriedades bioativas de polpa de graviola, resíduo in natura e desidratado**. 2015. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- SOUZA, M. T. C.; SILVA, M. E. F.; PAULO, P. F. M.; RIBEIRO, A. B.; ADRANDE, A. P.; CASSUCE, M. R. Caracterização climática e o efeito do estresse hídrico sob as plantas nativas da caatinga. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**. Londrina, v. 8, n. 1, p. 1-17, jan. 2014.
- SOUZA, E. C. M. **Umbu**. Boletim da Sociobiodiversidade. Conab – Companhia Nacional de Abastecimento, v. 1, n. 1, p. 53, 2017.
- STORCK, C. R.; BASSO, C.; FAVARIN, F. R.; RODRIGUES, A. C. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em

- diferentes granulometrias. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 277–284, 2015.
- TEIXEIRA, N. S.; SÁ, D. G. C. F.; NOGUEIRA, R. I.; SILVA, J. P. L.; TORREZAN, R.; MATTA, V. M. Avaliação sensorial de fruta laminada mista de umbu e manga. 2016. *In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Gramado – RS.
- TEJADA-ORTIGOZA, V.; G. AMEZQUITA, L. E. G.; SALDIVAR, S. O. S.; CHANES, J. W. Advances in the Functional Characterization and Extraction Processes of Dietary Fiber. **Food Engineering Reviews**, v. 8, n. 3, p. 251–271, 2016.
- TELRANDHE, U. B. et al. Nutraceuticals - A Phenomenal Resource in Modern Medicine. **International Journal of Universal Pharmacy and Life Sciences**, [s. l.], v. 2, n. February, p. 179–195, 2012.
- TIBURSKI, J. H.; ROSENTHA, A.; DELIZA, R.; GODOY, R. L. O.; PACHECO, S. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2326–2331, 2011.
- UCHÔA, A. D. A.; OLIVEIRA, W. F.; PEREIRA, A. P. C.; SILVA, A. G.; CORDEIRO, B. M. P. C.; MALAFAIA, C. B.; ALMEIDA, C. M. A.; SILVA, N. H.; ALBUQUERQUE, J. F. C.; SILVA, M. V.; CORREIA, M. T. S. Antioxidant activity and phytochemical profile of *Spondias tuberosa* Arruda leaves extracts. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 19, p. 3038-3044, 2015.
- VASCONCELOS, I. M.; OLIVEIRA, J. T. A. Antinutritional properties of plant lectins. **Toxicon**, v. 44, n. 4, p. 385–403, 2004.
- VASCONCELOS, Y. O cosmético que vem da Caatinga. Ciências farmacêuticas. **Revista de pesquisa da FAPESP**, ed. 240, p. 70, 2016. Disponível em <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2016/02/19/o-cosmetico-que-vem-da-caatinga/>>. Acesso em 02 jan. 2017.
- VAZ PATTO, M. C.; AMAROWICZ, R.; ARYEE, A. N. A.; BOYE, J. I.; CHUNG, H. J.; CABREJAS, M. A. M.; DOMONEY, C. Achievements and Challenges in Improving the Nutritional Quality of Food Legumes. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 34, n. 1–3, p. 105–143, 2015.
- VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 3, p. 202–210, 2011.
- ZANATTA, C. L. .; SCHLABITZ, C. .; ETHUR, E. M. Avaliação físico-química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização. **Alim. Nutr**, v. 21, n. 3, p. 459–468, 2010.
- ZERAIK, M. L.; QUEIROZ, E. F.; MARCOURT, L.; CICLET, O.; GAMBOA, I. C.; SILVA, D. H. S.; CUENDET, M.; BOLZANI, V. S.; WOLFENDER, J. Antioxidants, quinone

reductase inducers and acetylcholinesterase inhibitors from *Spondias tuberosa* fruits. **Journal of Functional Foods**, v. 21, p. 396–405, 2016.