



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VIVIANE LANSKY XAVIER

**POTENCIAL TECNOLÓGICO DE FRUTOS DO UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa*
Arr. Cam.): aproveitamento integral do umbu na elaboração de produtos alimentícios
funcionais**

Recife
2019

VIVIANE LANSKY XAVIER

**POTENCIAL TECNOLÓGICO DE FRUTOS DO UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa*
Arr. Cam.): aproveitamento integral do umbu na elaboração de produtos alimentícios
funcionais**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Biotecnologia.

Orientadora: Prof^a Dra. Maria das Graças Carneiro da Cunha

Coorientadora: Prof^a Dra. Marthyna Pessoa de Souza

Recife

2019

Catálogo na fonte
Elaine C Barroso (CRB4/1728)

Xavier, Viviane Lansky

Potencial tecnológico de frutos do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): aproveitamento integral do umbu na elaboração de produtos alimentícios funcionais / Viviane Lansky Xavier - 2019.

151 folhas: il., fig., tab.

Orientadora: Maria das Graças Carneiro da Cunha

Coorientadora: Marthyna Pessoa de Souza

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. Recife, 2019.

Inclui referências, apêndices e anexos

1. Umbu 2. Produtos alimentícios 3. Prática extrativista I. Cunha, Maria das Graças Carneiro da (orient.) II. Souza, Marthyna Pessoa de (coorient.) III. Título

641.3444

CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2020-048

VIVIANE LANSKY XAVIER

POTENCIAL TECNOLÓGICO DE FRUTOS DO UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa*

Arr. Cam.): aproveitamento integral do umbu na elaboração de produtos alimentícios
funcionais

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 25/07/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Maria das Graças Carneiro da Cunha (Orientador)

Departamento de Bioquímica – CB/UFPE

Prof^a. Dra. Maria Tereza dos Santos Correia (Examinador Interno)

Departamento de Bioquímica – CB/UFPE

Prof. Dr. António Augusto Vicente (Examinador Externo)

Departamento de Engenharia Biológica – Universidade do Minho/Portugal

Prof^a. Dra. Silvana Magalhães Salgado (Examinador Externo)

Departamento de Nutrição – CCS/UFPE

Prof^a. Dra. Marthyna Pessoa de Souza (Examinador Externo)

Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas do Centro de Saúde e Tecnologia Rural –
Campus de Patos/UFCG

Aos meus pais, Josué e Cleny,
dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Toda a minha gratidão a Deus, meu Pai de amor, que me proporcionou mais uma conquista. Tudo isso só foi possível através da Sua infinita graça e misericórdia derramada sobre mim em cada momento me dando força e coragem. “Nunca me deixes esquecer que tudo o que tenho, tudo o que sou e o que vier a ser, vem de ti, Senhor”.

Aos meus pais, Josué Xavier da Silva e Cleny Alves Lansky Xavier, por todo amor, dedicação, paciência, confiança, investimento e as muitas orações durante minha formação pessoal e profissional. Vocês são meu exemplo, amo vocês!

A minha irmã Vanessa Lansky Xavier dos Santos e ao meu cunhado Rodrigo Luís Lansky dos Santos, pelas orações e torcida para que tudo desse certo. Mesmo de longe, o cuidado de vocês por mim sempre foi presente!

Ao meu amado noivo, Júlio César de Souza Leão Galvão, que Deus enviou no momento certo para me acalmar, me apoiar e me incentivar a prosseguir, especialmente nos momentos de maior cansaço físico e mental. Obrigada, meu amor, por ser meu suporte em todo esse processo. Amo-te além do infinito!

Aos familiares e amigos queridos, de perto ou de longe, que sempre se alegraram comigo em cada bênção recebida.

À minha orientadora, professora Dra. Maria das Graças Carneiro da Cunha, por ter me aceitado como aluna e confiado em mim mesmo sem me conhecer. Obrigada pelos ensinamentos, pela paciência e por todo esforço para melhorar este trabalho.

À minha coorientadora, professora Dra. Marthyna Pessoa de Souza, que abriu as portas do Departamento de Bioquímica para mim e me possibilitou cursar o Doutorado num momento em que eu não tinha nenhuma perspectiva para isso. Amiga, sem você nada disso seria possível. Muito obrigada por tudo!

Às professoras Dra. Márcia Vanusa da Silva e Dra. Maria Tereza dos Santos Correia, que me acolheram tão bem, por todo apoio e incentivo, e por terem viabilizado o possível para que eu pudesse trabalhar com o umbu.

À minha amiga querida Marcela Sarmiento Valencia, que me ajudou imensamente do início ao fim desses quatro anos. Amiga, você sabe que esse doutorado só se tornou menos pesado devido a sua presença e apoio em todos os momentos. Muitíssimo obrigada!

Ao querido amigo Rudã Fernandes Brandão Santos, por estar sempre à disposição quando precisei de ajuda. Obrigada pelas valiosas sugestões a este trabalho e por todas as

nossas conversas, que foram fundamentais para me fazer enxergar a pesquisa científica de outra maneira.

Aos técnicos do Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra – LEAAL, Vivaldo, Alexandre, Olívia, Artur e, especialmente Camilo, pelo auxílio substancial na execução das análises. Eu não daria conta sem vocês!

Às minhas colegas de trabalho, professoras do Departamento de Nutrição, em especial as do LEAAL, Tânia Stamford, Margarida Angélica, Ruth Guilherme, Silvana Salgado, Alda Livera, Karina Correia e Vivianne Padilha, por todo apoio, compreensão e torcida pela finalização deste trabalho.

Aos meus alunos queridos, que são e sempre serão o motivo para que eu busque aprimorar cada vez mais meus conhecimentos e habilidades. Aprendo mais com vocês do que o contrário! Destaco aqui os alunos que estiveram comigo me ajudando diretamente neste trabalho: Julyanne Barbosa, Pedro Andrade, Lara Laíze, Dayana Dantas, Lysia Saraiva e Palloma Freitas.

Aos colegas do Laboratório de Biotecnologia, George Souza, Fernanda Pacífico, Fernanda Andrade, Rita Granja e José Roberto, e aos demais colegas que fiz na pós-graduação, Raphael Ferrer, Daniela Barros, Leonardo Araújo, Nandara Costa, Zilmar Pimenta e Daniely Dias, pelos momentos compartilhados.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, através do seu corpo docente e funcionários.

E aos demais que, direta ou indiretamente, me incentivaram, apoiaram e contribuíram para a realização e conclusão deste trabalho.

“Melhor é o fim das coisas do que o princípio delas.”

Eclesiastes 7:8a

RESUMO

O processamento do umbu, fruta tropical endêmica do Semiárido brasileiro, gera grande quantidade de resíduos, que podem ser aproveitados sob a forma de farinha na elaboração de produtos alimentícios. O objetivo deste trabalho foi utilizar a polpa e os resíduos do umbu na elaboração de produtos com características funcionais. Os resíduos foram submetidos à secagem em estufa para obtenção da farinha, que foi utilizada no desenvolvimento de biscoitos tipo *cookie* e em sobremesa láctea tipo umbuzada. A farinha foi analisada quanto à composição nutricional e mineral, perfil de ácidos graxos, fatores antinutricionais, compostos bioativos, atividade antioxidante e propriedades tecnológicas. Os biscoitos, elaborados com substituição parcial da farinha de trigo por farinha dos resíduos do umbu nas concentrações de 0 % (F0), 20 % (F20), 30 % (F30) e 40 % (F40), foram analisados quanto à composição físico-química, atividade antioxidante, características físicas e aceitação sensorial. As sobremesas lácteas tipo umbuzada foram produzidas a partir da polpa do umbu, leite integral e açúcar, sendo uma formulação padrão (F1) e outra (F2) adicionada da farinha dos resíduos do umbu na proporção de 2 % e analisadas quanto à composição físico-química, atividade antioxidante, aceitação sensorial e influência do tratamento térmico na vida de prateleira. A composição nutricional da farinha mostrou elevados níveis de fibra dietética. A farinha pôde ser classificada como uma boa fonte de cálcio, fósforo e magnésio e excelente fonte de ferro, zinco e cobre. Foram identificados os ácidos graxos palmítico, esteárico, oleico e linoleico. A farinha não apresentou substâncias potencialmente tóxicas. Foram encontrados teores significativos de ácido ascórbico (44,78 mg/100 g), carotenoides (463,73 µg/100 g) e flavonoides (37,85 mg EQ/100 g), e elevado teor de compostos fenólicos (20357,26 mg EAG/100 g), correlacionados a alta atividade antioxidante encontrada. Os valores de absorção de água (783,33 %) e óleo (255,28 %), capacidade emulsificante (54,17 %) e de estabilidade de emulsão (49,59 %), demonstram um grande potencial para uso da farinha na indústria de alimentos. Os biscoitos elaborados com a farinha destacaram-se em relação ao teor de fibras, compostos fenólicos e atividade antioxidante, quando comparados ao controle, sendo F30 e F40 considerados funcionais quanto ao teor de fibras. Biscoitos com concentrações mais altas da farinha tornaram-se mais escuros, mais ácidos e menos crocantes, porém não houve influência no diâmetro e fator de expansão em relação ao controle. Os biscoitos F20 foram mais apreciados sensorialmente. Em relação às sobremesas lácteas, ambas apresentaram teores de fibras que as classificam como funcionais, porém a F2 apresentou quase o dobro do teor de fibras que a F1 e valores significativamente maiores de fenólicos totais e atividade

antioxidante. A adição da farinha incrementou os valores de acidez na F2, o que pode ter favorecido sua estabilidade microbiológica durante a vida de prateleira, mesmo sem tratamento térmico prévio. Em contrapartida, interferiu na aceitação sensorial em relação a F1. Os resultados indicam perspectivas promissoras para a utilização da farinha dos resíduos do processamento do umbu como ingrediente funcional para enriquecer produtos alimentícios, contribuindo para a valorização da fruta, bem como para a redução dos resíduos agroindustriais e da poluição ambiental.

Palavras-chave: Desperdício. Subprodutos. Extrativismo. Biscoitos. Laticínios.

ABSTRACT

The processing of umbu, a tropical fruit endemic to the Brazilian semiarid region, generates a large amount of waste, which can be used in the form of flour in the preparation of food products. The objective of this work was to use the pulp and umbu residues in the elaboration of products with functional characteristics. The residues were subjected to oven drying to obtain the flour, which was used in the development of cookie type cookies and in an umbuzada type dairy dessert. The flour was analyzed for nutritional and mineral composition, fatty acid profile, anti-nutritional factors, bioactive compounds, antioxidant activity and technological properties. The cookies, made with partial replacement of wheat flour with flour from umbu residues in concentrations of 0 % (F0), 20 % (F20), 30 % (F30) and 40 % (F40), were analyzed for physical composition -chemical, antioxidant activity, physical characteristics and sensory acceptance. Umbuzada type dairy desserts were produced from the pulp of umbu, whole milk and sugar, with a standard formulation (F1) and another (F2) added to the flour from the umbu residues in the proportion of 2 % and analyzed for the physical- chemistry, antioxidant activity, sensory acceptance and influence of heat treatment on shelf life. The nutritional composition of the flour showed high levels of dietary fiber. The flour could be classified as a good source of calcium, phosphorus and magnesium and an excellent source of iron, zinc and copper. Palmitic, stearic, oleic and linoleic fatty acids were identified. The flour did not present potentially toxic substances. Significant levels of ascorbic acid (44.78 mg /100 g), carotenoids (463.73 µg /100 g) and flavonoids (37.85 mg EQ /100 g), and high content of phenolic compounds (20357.26 mg EAG /100 g), correlated to the high antioxidant activity found. The values of water absorption (783.33 %) and oil (255.28 %), emulsifying capacity (54.17 %) and emulsion stability (49.59 %), demonstrate a great potential for the use of flour in food industry. The cookies made with flour stood out in relation to the fiber content, phenolic compounds and antioxidant activity, when compared to the control, being F30 and F40 considered functional in terms of fiber content. Cookies with higher concentrations of flour became darker, more acidic and less crunchy; however there was no influence on the diameter and expansion factor in relation to the control. F20 cookies were more sensorially appreciated. Regarding dairy desserts, both had fiber contents that classify them as functional, however F2 had almost twice the fiber content as F1 and significantly higher values of total phenolics and antioxidant activity. The addition of flour increased the values of acidity in F2, which may have favored its microbiological stability during the shelf life, even without previous heat treatment. In contrast, it interfered with

sensory acceptance in relation to F1. The results indicate promising perspectives for the use of the flour from the umbu processing residues as a functional ingredient to enrich food products, contributing to the valorization of the fruit, as well as to the reduction of agro-industrial residues and environmental pollution.

Keywords: Waste. By-products. Extractivism. Cookies. Dairy products.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Revisão da Literatura

Figura 1 – Localização do bioma Caatinga (a) e vegetação típica (b).....	18
Figura 2 – O umbuzeiro durante o período da seca (a) e após as chuvas (b).....	20
Figura 3 – Umbus para colheita (a) e nos estágios de maturação ‘de vez’ e maduro (b).	22
Figura 4 – Classificação dos antioxidantes fenólicos.....	39
Figura 5 – Diferentes biscoitos tipo <i>cookie</i>	46

Artigo 1

Figure 1 – Macromineral (a) and microminerals (b) of umbu (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.) processing by-product flour and covering (%) of the Recommended Dietary Allowances (RDA) for an adult in a serving (50 g) (c, d).....	61
--	----

Artigo 2

Figura 1 – Aparência dos biscoitos tipo <i>cookie</i> enriquecidos com farinha dos resíduos do processamento do umbu nas concentrações 0 (padrão), 20, 30 e 40%.....	82
Figura 2 – Índice de aceitabilidade (a) e intenção de compra (b) dos biscoitos tipo <i>cookie</i> enriquecidos com farinha dos resíduos do processamento do umbu...	84

Artigo 3

Figura 1 – Aspecto visual das sobremesas lácteas tipo umbuzada padrão (F1) e adicionada da farinha dos resíduos do processamento do umbu (F2).....	97
Figura 2 – Índice de aceitabilidade (a) e intenção de compra (b) das sobremesas lácteas tipo umbuzada padrão (F1) e adicionada da farinha dos resíduos do processamento do umbu (F2).....	100

LISTA DE TABELAS

Revisão da Literatura

Tabela 1 – Classificação dos estágios de maturação dos umbus.....	23
Tabela 2 – Produtos alimentícios elaborados com resíduos de frutas.....	43

Artigo 1

Table 1 – Physicochemical composition of umbu (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.) processing by-product flour.....	60
Table 2 – Antinutritional factors, bioactive compounds and antioxidant activity of umbu (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.) processing by-product flour.....	63

Artigo 2

Tabela 1 – Formulações dos biscoitos tipo <i>cookie</i>	72
Tabela 2 – Caracterização físico-química dos biscoitos tipo <i>cookie</i> enriquecidos com farinha dos resíduos do processamento do umbu.....	77
Tabela 3 – Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais dos biscoitos tipo <i>cookie</i> enriquecidos com farinha dos resíduos do processamento do umbu.....	79
Tabela 4 – Características físicas dos biscoitos tipo <i>cookie</i> enriquecidos com farinha dos resíduos do processamento do umbu.....	81
Tabela 5 – Análise sensorial dos biscoitos tipo <i>cookie</i> enriquecidos com farinha dos resíduos do processamento do umbu.....	83

Artigo 3

Tabela 1 – Caracterização físico-química das sobremesas lácteas tipo umbuzada com e sem adição da farinha dos resíduos do processamento do umbu.....	96
Tabela 2 – Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante das sobremesas lácteas tipo umbuzada com e sem adição da farinha.....	98
Tabela 3 – Análise sensorial das sobremesas lácteas tipo umbuzada.....	99
Tabela 4 – Contagem de bolores e leveduras nas sobremesas lácteas tipo umbuzada adicionadas da farinha dos resíduos do processamento do umbu durante 28 dias de armazenamento sob refrigeração (4 ± 1 °C).....	101

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1	BIOMA CAATINGA.....	18
2.2	UMBUZEIRO.....	19
2.3	UMBU.....	21
2.3.1	Aspectos nutricionais do umbu.....	24
2.3.2	Aspectos tecnológicos do umbu.....	29
2.3.3	Importância do aproveitamento integral do umbu.....	31
2.4	RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE FRUTAS.....	33
2.4.1	Fibras alimentares.....	35
2.4.2	Compostos fenólicos.....	38
2.5	FARINHAS DE RESÍDUOS DE FRUTAS COMO INGREDIENTES FUNCIONAIS EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS.....	41
2.5.1	Utilização de farinhas de resíduos de frutas na elaboração de biscoitos..	45
2.5.2	Utilização de frutas e farinhas de resíduos de frutas na elaboração de sobremesas lácteas.....	49
3	OBJETIVOS.....	53
3.1	OBJETIVO GERAL.....	53
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	53
4	RESULTADOS.....	54
4.1	ARTIGO 1 – UMBU (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.) PROCESSING BY- PRODUCT FLOUR: NUTRITIONAL AND TECHNOLOGICAL POTENTIAL FOR FOOD APPLICATIONS.....	54
4.2	ARTIGO 2 – FARINHA DOS RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DO UMBU (<i>Spondias Tuberosa</i> Arr. Cam.) COMO INGREDIENTE FUNCIONAL EM BISCOITOS TIPO <i>COOKIE</i>	69
4.3	ARTIGO 3 – DESENVOLVIMENTO DE UMA NOVA SOBREMESA LÁCTEA A BASE DE POLPA DE UMBU (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.) E SEUS SUBPRODUTOS.....	89
5	CONCLUSÃO.....	107
	REFERÊNCIAS.....	108

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO E FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL DOS BISCOITOS TIPO <i>COOKIE</i>	124
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO E FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL DAS SOBREMESAS LÁCTEAS TIPO UMBUZADA.....	127
ANEXO A – NORMAS DA REVISTA <i>JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY</i>	130
ANEXO B – NORMAS DA REVISTA <i>JOURNAL LWT - FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY</i>	138

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga é um bioma exclusivo do Brasil e tem sido reconhecida como uma das regiões naturais mais importantes do mundo, embora pouco conhecida e bastante ameaçada. Localizada na região semiárida do Nordeste, apresenta várias espécies frutíferas nativas com grande potencial nutricional e tecnológico para uso na indústria de alimentos. Dentre essas, destaca-se o umbu, fruto do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), conhecida como árvore sagrada do sertão.

O umbu é uma fruta climatérica, de curta sazonalidade e sabor peculiar agradável, muito consumida e apreciada na região Nordeste. Sua exploração extrativista constitui uma importante fonte alternativa de emprego e renda para os moradores da região, especialmente nos períodos de seca, época em que ocorre a frutificação. A comercialização da fruta geralmente é realizada na forma *in natura* ou como polpa congelada, produtos que possuem baixo valor agregado.

A demanda dos consumidores por frutos com sabores exóticos e isentos de agrotóxicos, associada ao crescente número de pequenas indústrias de processamento de polpa de frutas, sinaliza um mercado promissor para a industrialização de frutíferas nativas. Além disso, o umbu foi incluído na relação de alimentos da biodiversidade brasileira, estabelecida pela Portaria Interministerial nº 284/2018, que tem como objetivo valorizar e ampliar o conhecimento sobre as espécies nativas para nortear ações ligadas a vários programas nacionais de alimentação (BRASIL, 2018). Portanto, o umbu tem despertado interesse em vista de explorar seu potencial tecnológico como matéria-prima alimentar.

Entretanto, a industrialização de frutas resulta em grande quantidade de resíduos agroindustriais, constituídos por cascas, entrecascas, sementes e bagaço, partes estas não consumidas habitualmente e que poderiam ser aproveitadas na alimentação por serem fonte de nutrientes e compostos bioativos importantes para a saúde. A utilização integral das frutas reduz o desperdício de alimentos e minimiza o impacto da produção agroindustrial no meio ambiente, e vai ao encontro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS listados pela cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, que visam garantir um sistema sustentável de produção de alimentos que auxiliem na manutenção dos ecossistemas (BRASIL, 2016). Por isso, é cada vez maior a necessidade de estudar formas de aproveitamento desses resíduos, seja como ingrediente em produtos alimentícios ou como fonte de extração de compostos de interesse para a indústria de alimentos ou farmacêutica.

Considerando a necessidade de pesquisas que busquem agregar valor às frutas pouco exploradas industrialmente no Brasil, este trabalho teve por objetivo estudar o potencial nutritivo e tecnológico dos resíduos do processamento do umbu na elaboração de produtos de maior valor agregado, fomentando o seu aproveitamento na alimentação tradicional e ampliando as possibilidades de inserção como matéria-prima no agronegócio.

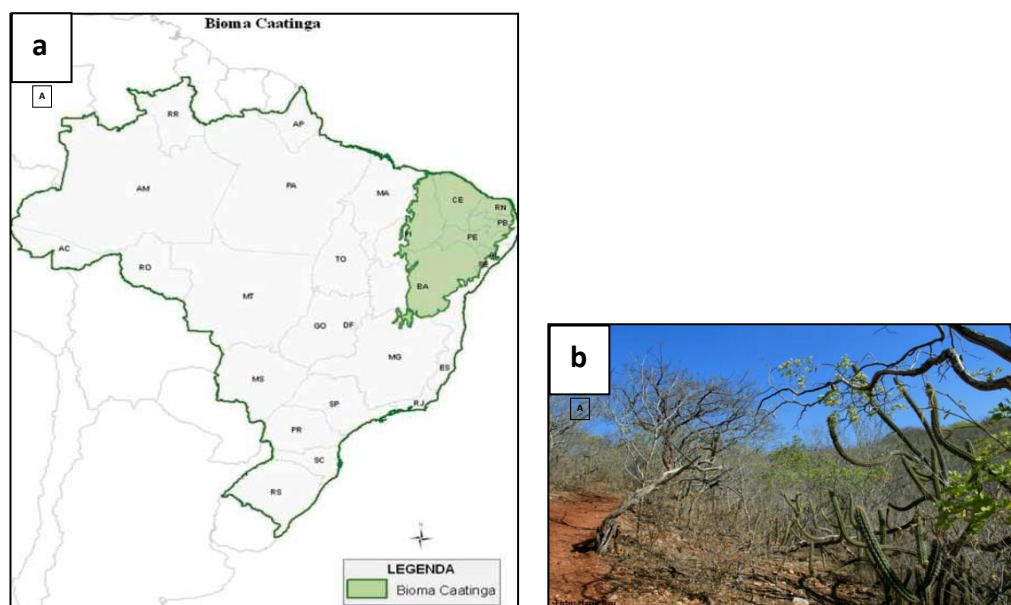
2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 BIOMA CAATINGA

O Brasil produz grande variedade de frutos tropicais, nativos e exóticos, com boas perspectivas para exploração econômica (OLIVEIRA et al., 2012; SCHIASSI et al., 2018). Muitos desses frutos são encontrados na Caatinga, único bioma exclusivamente brasileiro e o principal da região Nordeste, ocupando uma área de 844.453 km², aproximadamente 11 % do território nacional (Figura 1a). Abrange de forma contínua os estados do Ceará (quase 100 %), Rio Grande do Norte (95 %), Paraíba (92 %), Pernambuco (83 %), Piauí (63 %), Bahia (54 %), Alagoas (48 %), Sergipe (49 %), além de Minas Gerais (2 %) e Maranhão (1 %) (BRASIL, 2011).

A região da Caatinga é caracterizada por apresentar vegetação arbustiva seca, com galhos retorcidos, além de possuir solo raso e pedregoso e precipitação escassa e irregular (Figura 1b). É comum a presença de ervas e cactos, vegetação completamente adaptada ao clima seco e a baixa disponibilidade de água (GIULIETTI et al., 2003). O nome Caatinga é originário do tupi-guarani “ka'a [mata] + tinga [branca]” que significa mata branca, uma referência à paisagem branco-acinzentada apresentada pela vegetação, que perde sua folhagem nos períodos mais secos (BARRETO; CASTRO, 2010).

Figura 1 – Localização do bioma Caatinga (a) e vegetação típica (b).



Fonte: Brasil (2011) e Caatinga (2017).

A Caatinga é um bioma bastante heterogêneo e apresenta riquíssima biodiversidade de flora e fauna, incluindo espécies endêmicas, o que lhe proporciona enorme potencial de exploração sustentável para fins nutricionais, medicinais, para alimentação animal, uso energético (lenha e carvão vegetal) e ornamental (SAWYER; NOGUEIRA, 2014). Mesmo diante de sua riqueza e valor biológico, a Caatinga ainda é considerada como um dos menos conhecidos e mais negligenciados dentre os biomas brasileiros, tanto em relação à quantidade de pesquisas, quanto à criação de políticas públicas de conservação e uso sustentável da biodiversidade (SANTOS et al., 2011; RICARDO et al., 2018).

A localização da Caatinga coincide com a região de clima semiárido do Brasil, que é descrita como a região semiárida mais biodiversa e mais densamente povoada do mundo, com cerca de 28 milhões de habitantes, o que equivale a quase 15 % da população brasileira. Os habitantes são os mais pobres do país, com índices de desenvolvimento humano inferiores às médias nacionais, marcados pela dependência dos recursos naturais para sobreviver (BRASIL, 2011). O desenvolvimento da região e o uso sustentável dos recursos é uma forma de promover a geração de renda e a inclusão social de uma população que vive sob grande vulnerabilidade social e econômica.

Nesse sentido, o Governo Federal, através do Ministério do Meio Ambiente (MMA), vem implementando estratégias inéditas na Caatinga desde 2009, a partir do monitoramento via satélite do desmatamento, que é o principal problema que leva a degradação ambiental da região. As informações coletadas levaram a elaboração do Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento da Caatinga – PPCaatinga, que possui três eixos principais: gestão territorial, fiscalização e controle e fomento às atividades produtivas (BRASIL, 2019).

A criação de unidades de conservação para promover o aumento da área da Caatinga é outra ação importante priorizada pelo MMA para manutenção e incremento da capacidade produtiva da região. Até o momento, 27 unidades de conservação já foram criadas, além de 9 reservas particulares (ICMBio, 2019). Essas ações vêm contribuindo para aumentar o nível de conhecimento sobre a Caatinga, sua importância, biodiversidade e alternativas de manejo sustentável para a conservação e desenvolvimento do bioma.

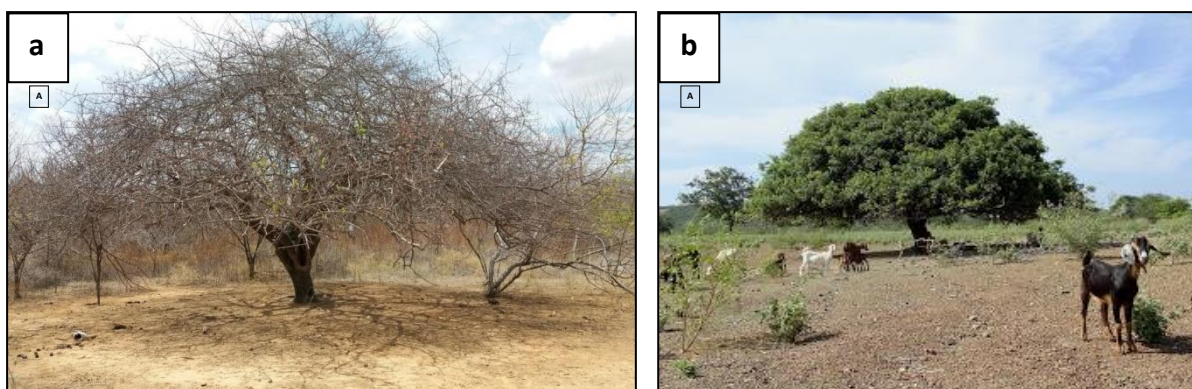
2.2 UMBUZEIRO

O umbuzeiro ou imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), da família Anacardiaceae, é uma frutífera tropical nativa da Caatinga, originária dos chapadões semiáridos do Nordeste brasileiro, ocorrendo de forma espontânea e com elevada diversidade genética (SANTOS; RODRIGUES; ZUCCHI, 2008). O gênero *Spondias* L. reúne espécies nacionalmente

conhecidas, como a cajazeira (*S. mombin*), a sirigueleira (*S. purpurea* L.), a umbu-cajazeira (*S. sp.*) e a cajaraneira (*S. cytherea* Sonner) (MENEZES et al., 2017).

O umbuzeiro vive aproximadamente 100 anos e é considerado um símbolo de resistência, devido à presença de raízes tuberosas que armazenam água e nutrientes. Essa adaptação possibilita a sobrevivência da planta mesmo durante longos períodos de seca. A árvore perde todas as suas folhas durante a seca (Figura 2a), mas volta a florescer assim que começa o período chuvoso (Figura 2b) e frutifica apenas uma vez por ano, coincidindo com o período mais crítico de ausência de chuvas em regiões semiáridas do Nordeste (MERTENS et al., 2017).

Figura 2 – O umbuzeiro durante o período da seca (a) e após as chuvas (b).



Fonte: Umbuzeiro (2017).

O umbuzeiro apresenta grande importância socioeconômica para as populações do sertão brasileiro, pois serve de alimento tanto para polinizadores e dispersores quanto para ruminantes domésticos. Além dos frutos, as raízes tuberosas, ou xilopódios, são aproveitadas na alimentação para obtenção de doce em massa, pickles em conserva e ração para animais. As folhas servem de alimento para caprinos e ovinos (CAVALCANTI et al., 1996; NASCIMENTO; NOGUEIRA; CAVALCANTI, 2016).

As folhas, raízes e caule também são usados na medicina popular como anti-inflamatório no tratamento de diversas doenças como conjuntivite, problemas digestivos, cólicas, diarreia, infecção renal e de garganta etc. O estudo de Guimarães et al. (2018) identificou pela primeira vez compostos presentes nos óleos fixos extraídos dessas partes da árvore que podem ser responsáveis pelo efeito anti-inflamatório e outros compostos com propriedades antioxidantes e emolientes, que podem ser usados na indústria farmacêutica em formulações dermatológicas. Barbosa et al. (2018) observaram efeitos antioxidantes e

hepatoprotetores, além de melhora na sensibilidade à insulina em ratos diabéticos tratados com extratos obtidos da casca do caule do umbuzeiro, cujos principais componentes foram ácido gálico e quercetina.

Dada a sua importância na região, o escritor brasileiro Euclides da Cunha intitulou o umbuzeiro de “árvore sagrada do sertão” em sua obra “Os Sertões”, de 1902 (BARRETO; CASTRO, 2010). Ainda hoje a maioria dos moradores da Caatinga considera o umbuzeiro uma árvore sagrada, pois a colheita e venda dos seus frutos é uma das principais fontes de renda dos moradores da região no período da seca, quando as chuvas não são suficientes para a exploração das culturas tradicionais de milho e feijão (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2000). Apesar de seus benefícios, esta árvore enfrenta várias ameaças naturais e antrópicas que podem levar a sua extinção, sendo importante estabelecer medidas de proteção e estratégias de conservação desta espécie (MERTENS et al., 2017).

2.3 UMBU

O fruto do umbuzeiro é denominado umbu, conhecido também como imbu, ambu e ombu, muito apreciado e consumido, tanto pelo homem como pela fauna. O termo umbu é de origem tupi-guarani, “y-mb-u”, que significa “árvore que dá de beber”. O umbu destaca-se dentre as frutas do semiárido brasileiro por ser a base alimentar e econômica de muitas famílias das áreas rurais (BARRETO; CASTRO, 2010).

A prática de coleta dos frutos é uma atividade cultural passada de geração em geração e começa desde a infância, garantindo fonte de renda complementar durante a safra e favorece a fixação de mão-de-obra no meio rural, pelo menos nesse período. Farias et al. (2012) verificaram que 86 % das famílias entrevistadas no município de Soledade, agreste paraibano, obtinham renda extra diretamente através da comercialização do umbu *in natura* ou processado e, indiretamente, na forma de forragem.

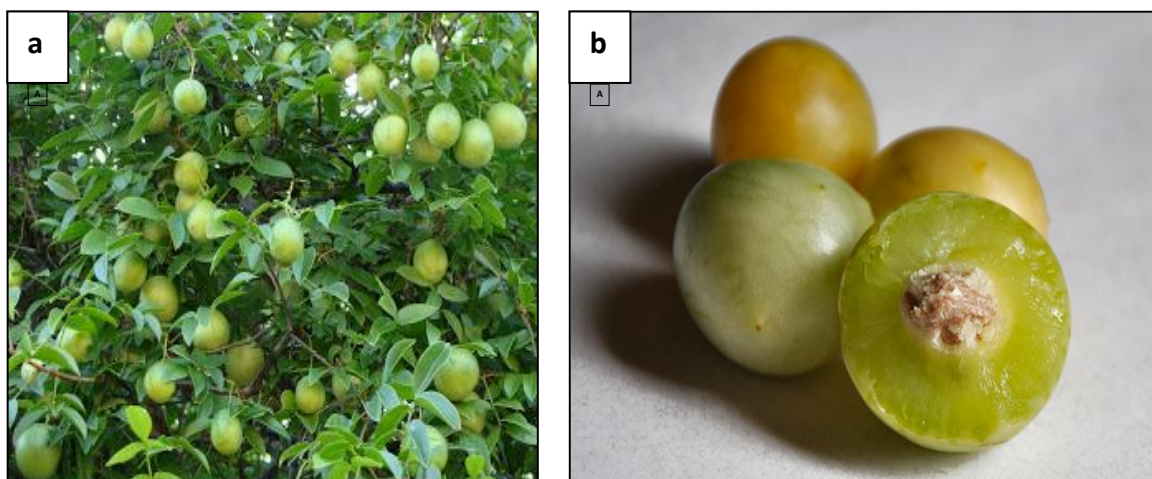
O umbu está entre as principais espécies provenientes do extrativismo com importância econômica na Caatinga, ao lado do licuri (*Syagrus coronata*) e da carnaúba (*Copernicia prunifera*) (GIULIETTI et al., 2003), por ser fonte alternativa de emprego e renda e, portanto, apresentar forte potencial socioeconômico. É também uma das frutas nativas mais conhecidas, consumidas e comercializadas na região (SANTOS; NASCIMENTO-JÚNIOR; PRATA, 2012).

A produção nacional é representada pelos estados da Bahia (88 %), Pernambuco (5 %), Rio Grande do Norte (3 %), Minas Gerais (2 %), Piauí (1 %), Paraíba (2 %) e outros (2 %) (CONAB, 2017). Nos últimos cinco anos avaliados pelo IBGE (2013-2017), a produção

anual de umbu se manteve entre 7.451 e 7.561 toneladas, com exceção do ano de 2016, cuja produção foi de cerca de 8.390 toneladas (IBGE, 2019).

O umbu (Figura 3) apresenta superfície lisa ou levemente pilosa com casca de cor amarelo-esverdeada e polpa branco-esverdeada, de consistência mole, succulenta, aroma peculiar e sabor agri-doce agradável. O fruto apresenta, em média, de 2 a 4 cm de diâmetro, peso entre 10 a 20 g e é constituído por 22 % de casca, 68 % de polpa e 10 % de caroço. A colheita é realizada manualmente direto das árvores ou através de coleta no solo após queda natural (MENDES, 1990).

Figura 3 – Umbus para colheita (a) e nos estágios de maturação ‘de vez’ e maduro (b).



Fonte: Umbu (2017).

A seleção dos frutos para colheita é realizada visualmente, tomando-se como base a coloração da casca e a firmeza aparente. Por serem critérios subjetivos, é necessário que haja uma definição clara para classificar os frutos de acordo com seu estágio de maturação, tanto para fins de pesquisa, quanto para o processamento. Em geral, são quatro estágios: 1- verde, 2- verde-maduro (ou ‘de vez’), 3- maduro e 4- maturação avançada (COSTA et al., 2004; MOURA et al., 2013; MENEZES et al., 2017). A descrição das características de cada estágio está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos estágios de maturação dos umbus.

Estágios de maturação	Descrição
Verde	- Frutos com coloração externa totalmente verde escuro, polpa com consistência muito firme.
De vez	- Frutos com coloração externa parcialmente verde escuro (50 %), polpa com consistência firme.
Maduro	- Frutos com coloração externa totalmente verde-amarelado, polpa com consistência firme.
Maturação avançada (em início de deterioração)	- Frutos bastante maduros e caídos ao solo, apresentando polpa com consistência mole.

Fonte: COSTA et al. (2004).

Por outro lado, Cavalcanti, Resende e Brito (2000) classificaram os frutos em: frutos do tipo 1, umbu inchado (estágio entre o umbu verde e o maduro – equivalente ao estágio ‘de vez’); frutos do tipo 2, umbu muito inchado (frutos numa fase de amadurecimento intermediária entre o umbu inchado e o maduro; frutos do tipo 3, umbu maduro; e frutos do tipo 4, umbu muito maduro (frutos depois da maturação plena). Os autores somaram a esses critérios a forma de colheita, sendo os frutos do tipo 1 aqueles coletados em árvores selecionadas e os frutos dos tipos 2, 3 e 4 provenientes daqueles caídos sob as árvores e que apresentam alguns danos, como rachaduras e apodrecimento, devido ao ataque de insetos ou ao estágio avançado de maturação, altamente perecíveis.

Em outro estudo, os frutos foram classificados nos estágios de maturação verde, meio maduros e maduros, com base nos seguintes critérios, respectivamente: coloração predominante da casca (verde, verde amarelado e amarelo esverdeado), textura (firme, meio firme e macia) e facilidade de extrair a polpa em liquidificador doméstico (difícil, normal, fácil) (de Sousa Galvão et al., 2011). Costa et al. (2015a), por sua vez, utilizaram penetrômetro para selecionar umbus maduros em relação a firmeza da polpa, os quais deveriam apresentar valores entre 10 e 15 Newton (N).

Os estágios de maturação preferidos para consumo *in natura* ou para processamento é o ‘de vez’ e o maduro, quando apresentam sabor bastante desenvolvido e atributos organolépticos apreciáveis. De Sousa Galvão et al. (2011) relataram pela primeira vez o perfil volátil de umbus nos estágios de maturação meio maduros e maduros e detectaram um total de 37 compostos voláteis aromáticos característicos, sendo que 11 destes poderiam ser os responsáveis pelo aroma característico da polpa do fruto do umbu maduro. Os autores observaram um aumento notável de compostos terpênicos nos umbus maduros, que podem ser os responsáveis pelo *flavor* agradável acentuado característico da fruta.

O umbu é uma fruta climatérica e de rápida sazonalidade, cujo período de safra vai de janeiro a abril, sendo abundante a oferta para consumo *in natura* (SILVA et al., 2011). Neste período, a comercialização é feita nas feiras livres, mercados, ruas das cidades e nas estradas (CONAB, 2017). Existe uma grande perda pós-colheita durante o período de máxima produção devido a sua elevada perecibilidade, falta de infraestrutura local e de boas práticas de produção e, principalmente, falta de conhecimento sobre métodos de preservação pós-colheita (CLERICE; CARVALHO-SILVA, 2011; SAWYER; NOGUEIRA, 2014). Como consequência, as pessoas que sobrevivem do extrativismo e comercialização do umbu *in natura* obtêm rendimentos pouco expressivos.

Em relação à qualidade pós-colheita do umbu, Moura et al. (2013) observaram que o armazenamento do fruto maduro sob atmosfera ambiente, em temperatura de 23 ± 1 °C, limita a sua vida útil pós-colheita a apenas três dias devido a excessiva perda de massa. Com o uso de atmosfera modificada (filme de PVC), os autores obtiveram um incremento na vida útil dos frutos colhidos nos estágios de maturação verde e ‘verde-maduro’ em dois e um dia, respectivamente, sob a mesma temperatura. Ainda assim, esse tempo curto de vida útil do umbu inviabiliza seu transporte e comercialização fora das regiões produtoras, bem como o armazenamento do excedente da produção, levando ao desperdício.

Por esta razão, o fruto *in natura* tem seu consumo praticamente restrito à região Nordeste do Brasil, onde é bem inserido no hábito alimentar local, consumido e comercializado principalmente na forma *in natura*, como polpa congelada, suco, picolés, sorvetes, doces e geleias, além de ser utilizado em várias preparações culinárias, como a tradicional umbuzada (FARIAS et al., 2012; BATISTA et al., 2015). Em outras regiões do país, como Sudeste e Sul, e no mercado externo, os frutos do umbuzeiro apresentam apelo exótico, com grandes perspectivas de valorização e de inserção no mercado, não apenas pelo seu sabor, mas por ser fonte de nutrientes e compostos bioativos benéficos à saúde, o que vem estimulando estudos para aumento de sua produção há algum tempo, bem como o desenvolvimento de tecnologias para conservação e elaboração de novos produtos (FOLEGATTI et al., 2003; GOUVÊA et al., 2017).

2.3.1 Aspectos nutricionais do umbu

Espécies frutíferas cultivadas já estão bem caracterizadas quanto ao seu potencial nutritivo (ALMEIDA et al., 2009). Porém, as frutas tropicais nativas, como o umbu, comercializadas no mercado local brasileiro, são pouco estudadas quanto aos seus constituintes químicos e potencial nutritivo e tecnológico, especialmente as frutas da

Caatinga, o que dificulta sua introdução no mercado e industrialização (ZERAÍK et al., 2016). A carência de estudos se dá principalmente pela falta de incentivo e interesse em produtos que, historicamente, desde o período da colonização, não são valorizados e inseridos no hábito alimentar do brasileiro (OLIVEIRA et al., 2012). A comercialização no mercado local é dificultada devido a entraves associados à baixa capacidade de organização das comunidades e dificuldades de produção, distribuição e comercialização (SAWYER; NOGUEIRA, 2014).

O estudo da composição nutricional, que inclui composição centesimal, conteúdo mineral, compostos bioativos e capacidade antioxidante, é fundamental para ampliar as possibilidades de inserção na alimentação e o desenvolvimento de novos produtos, explorando a vegetação nativa da Caatinga (TIBURSKI et al., 2011). Incentivar a ampliação do conhecimento e a diversificação das espécies utilizadas na alimentação contribui também para o combate à monotonia alimentar e doenças relacionadas, como a desnutrição e a obesidade.

Assim como várias frutas tropicais brasileiras que ainda não foram caracterizadas quanto ao seu valor nutritivo, não há muitos dados relativos à composição nutricional do umbu (ZERAÍK et al., 2016). Bispo (1989) analisou a polpa do umbu, encontrando 89,9 % de umidade, 0,52 % de proteínas, 0,35 % de lipídeos, 0,37 % de fibras, 0,35 % de cinzas, 7,95 % de açúcares totais, acidez total titulável de 1,23 % (em ácido cítrico), pH de 2,45, 9,61 mg/100 g de ácido ascórbico, 0,82 % de pectina e 126,27 mg de taninos/100 g. Em geral, os dados da literatura mostram que há grande variabilidade em relação às características físico-químicas da fruta, provavelmente devido à diversidade fenotípica dos umbus e a diferenças metodológicas, especialmente no que se refere à padronização do estágio de maturação para a análise (COSTA et al., 2015a).

Estudos da composição físico-química do umbu ao longo da maturação (verde, ‘de vez’ e maduro), demonstraram que o fruto é ácido, com pH médio de 3,07 e acidez titulável de 1,14 %. Com o avanço do estágio de maturação, houve redução da acidez e incremento dos teores de sólidos solúveis (9,30 para 10,20 °Brix), açúcares totais (3,37 para 6,63 %) e redutores (2,79 para 5,34 %) (NARAIN et al., 1992). As análises realizadas por Costa et al. (2004) para pH, acidez titulável e sólidos solúveis em umbus em diferentes estágios de maturação corroboram com esses resultados. A razão sólidos solúveis/acidez titulável, que indica o sabor e o ponto ideal de colheita, variou de 2,65 nos umbus verdes até 6,86 em umbus maduros.

Quanto a composição mineral, os umbus apresentaram ferro (1,46 mg/100 g), cálcio (15,6 mg/100 g) e fósforo (27,9 mg/100 g), sem variação significativa dentre os estágios de maturação avaliados (NARAIN et al., 1992). Almeida et al. (2009) também encontraram valores médios significativos dos minerais potássio (205,17 mg/100 g), cálcio (30,06 mg/100 g), fósforo (28,36 mg/100 g) e ferro (0,41 mg/100 g) nos frutos.

Em relação ao conteúdo de ácido ascórbico (vitamina C) dos umbus, os valores encontrados por Melo e Andrade (2010) variaram entre 9,61 e 31,26 mg/100 g. O avanço da maturação dos frutos levou a uma redução significativa do ácido ascórbico, de 18,4 para 13,2 mg/100 g, nos umbus avaliados por Narain et al. (1992). Esses teores são considerados baixos (< 30 mg/100 g) ou médios (entre 30 e 50 mg/100 g), segundo a classificação de Ramful et al. (2011), porém podem contribuir substancialmente para a ingestão diária recomendada de ácido ascórbico para um homem adulto, que é de 75 mg por dia (PADOVANI et al., 2006). O umbu também possui em sua composição as vitaminas B₁ (0,05 mg/100 g), B₂ (0,06 mg/100 g) e B₆ (0,03 mg/100 g), segundo dados da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (UNICAMP, 2011).

O umbu também pode ser considerado um fruto com potencial antioxidante natural, contribuindo para uma dieta saudável devido a presença de compostos bioativos com atividade antioxidante (ALMEIDA et al., 2011). Rufino et al. (2010) detectaram polifenóis (90,4 mg de ácido gálico/100 g), antocianinas (0,3 mg/100 g), flavonoides (6,9 mg/100 g) e carotenoides (1,0 mg/100 g) na porção comestível de umbus. Zielinski et al. (2014) identificaram na polpa congelada do umbu quantidades importantes de polifenóis (158,54 mg de ácido gálico/100 g), flavonoides (69,30 mg/100 g) e carotenoides (4,16 mg/100 g). Ambos os estudos observaram que o umbu apresentou atividade antioxidante *in vitro* nos diferentes métodos utilizados, correlacionada, principalmente, com os teores de compostos fenólicos presentes.

Em estudo mais abrangente sobre o isolamento e identificação de compostos bioativos em umbu, Zeraik et al. (2016) observaram que o extrato bruto metanólico da polpa do umbu apresentou alta atividade antioxidante, determinada pelos ensaios DPPH, ABTS e ORAC, e inibição da acetilcolinesterase (inibidores dessa substância são utilizados no tratamento de doenças neurodegenerativas como o Alzheimer). O extrato de diclorometano exibiu atividade quimiopreventiva do câncer, com indução da quinona redutase em células Hepa1c1c7 (hepatocarcinoma murino). Os autores isolaram da polpa do umbu sete compostos, dentre eles dois novos produtos naturais. O estudo mostrou o potencial do umbu como ingrediente ativo

para produtos alimentícios funcionais, reforçando a necessidade de mais estudos que levem a valorização da fruta.

Em relação aos resíduos do umbu (casca e semente), Abud e Narain (2009) constataram maior conteúdo de cinzas (12,50 %), que se referem ao conteúdo mineral total de um alimento, quando comparado aos outros resíduos de frutas analisados, como goiaba (2,32 %), acerola (2,13 %) e maracujá (4,41 %), além de conterem alto teor de carboidratos (53,92 %) e pectina (13,70 %). A caracterização físico-química da farinha elaborada a partir dos resíduos do umbu *in natura* demonstrou elevado teor de fibras, com destaque para fibras solúveis, além de ser boa fonte de calorias e açúcares totais (COSTA, 2013).

Borges et al. (2007) concluíram que as sementes do umbu são uma boa fonte dos minerais fósforo, potássio, magnésio, ferro e cobre. Os autores também identificaram nas sementes um conteúdo lipídico médio de 55 %, dos quais 69 % constituíram-se de ácidos graxos insaturados (oleico e linoleico), sendo consideradas economicamente atrativas como fonte para extração de óleo quando comparadas a outras matérias-primas. Costa et al. (2016) identificaram sete ácidos graxos saturados e dois ácidos insaturados, o oleico (maioria, 43 %) e o linoleico, em sementes de umbu.

Sobre o potencial de extração de óleo que as sementes de umbu apresentam, Dias et al. (2019) demonstraram que o melhor método para extração do óleo em termos de rendimento e teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante foi através de ultrassom assistida por micro-ondas utilizando solventes polares em relação ao uso de fluido supercrítico e o aparelho de Soxhlet. O perfil de ácidos graxos encontrado corrobora com os resultados de Borges et al. (2007), e confirma que as sementes do umbu apresentam características físico-químicas semelhantes aos óleos comestíveis convencionais, como soja, girassol e milho, podendo ser utilizadas como fonte para extração de óleo para uso em preparações alimentícias e produtos industrializados. Santos et al. (2018) identificaram sitosterol e estigmasterol no extrato hexânico do óleo da semente de umbu, fitoesteróis importantes encontrados em óleos comestíveis. Os autores apontaram a necessidade de pesquisas futuras para o uso potencial desse óleo na indústria alimentícia.

Os resíduos de umbu desidratados analisados por Costa et al. (2015b), demonstraram elevado teor de fenólicos totais (776,00 mg de ácido gálico/100 g), bem como de flavonoides (52,00 mg de quercetina/100 g). Os autores identificaram ainda proantocianidinas (0,15 mg de catequina/100 g), taninos hidrolisáveis (0,40 mg de ácido gálico/100 g) e carotenoides totais (11,90 µg de β-caroteno/g). O extrato hidroetanólico dos resíduos apresentou capacidade antioxidante considerável correlacionada diretamente com o conteúdo de fenólicos totais.

Em outro estudo, as cascas desidratadas apresentaram expressivo potencial antioxidante (superior a 80 %), com percentuais maiores do que a polpa, especialmente as cascas do umbu maduro. O teor médio de fenólicos totais encontrado foi de 454,21 mg de catequina/100 g nas cascas desidratadas do umbu maduro e de 466,17 mg de catequina/100 g, nas cascas do umbu semi-maduro, podendo ser vistas como material promissor para a extração de compostos bioativos com possibilidade de aplicação em alimentos como antioxidantes naturais (MELO; ANDRADE, 2010).

No estudo de Ribeiro et al. (2019), a casca do umbu apresentou maior teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante que a semente. A casca também se destacou pelos seus teores de vitamina C (79 mg/100 g) e carotenoides totais (2,751 µg/100 g). Por outro lado, os maiores teores de fibras e ferro foram observados na semente do umbu. Os autores concluíram que os subprodutos do despulpamento do fruto podem ser ingredientes adequados como ingredientes para o desenvolvimento de alimentos mais ricos em nutrientes e compostos bioativos.

Não há dados na literatura sobre a presença de fatores antinutricionais, tais como, inibidores de proteases, fitatos, oxalatos e nitratos, nas frações do umbu (polpa, casca e semente). Costa et al. (2016) identificaram taninos, ácidos orgânicos, cumarinas, flavonoides (flavonas, flavonóis e xantonas) e esteroides na semente *in natura* do umbu, enquanto que saponinas e alcaloides não foram identificados. A presença de flavonoides nas sementes é relevante devido às interessantes propriedades desses compostos, como atividade antitumoral, anti-inflamatória, antiviral e antioxidante (KSOURI et al., 2013). De acordo com o Clerici et al. (2011), a ausência de alcaloides garante o uso seguro deste produto como ingrediente alimentar.

Sobre o possível potencial citotóxico dos resíduos do umbu, um estudo realizado por Omena et al. (2012) com três frutos nativos brasileiros (jenipapo, umbu e siriguela) mostrou que os extratos etanólicos das frações do umbu (polpa, casca e semente) não apresentaram efeitos de citotoxicidade em testes com células epiteliais da córnea de ovelhas. Os extratos das sementes e cascas de umbu e siriguela apresentaram as maiores atividades antioxidantes.

Quanto ao uso dos resíduos de umbu na formulação de alimentos, ainda são poucos os estudos na literatura. Abud e Narain (2009) formularam biscoitos com resíduos de frutas, dentre elas o umbu, provenientes da indústria de polpas congeladas, e observaram boa aceitabilidade sensorial e intenção de compra nos biscoitos elaborados com a incorporação de 10 % do resíduo de umbu sob a forma de farinha. Silva et al. (2014c), realizaram avaliação

sensorial de hambúrguer de tilápia adicionado de 0,5 % de farinha das cascas do umbu e não observaram diferença na aceitação pelos provadores.

Os estudos apresentados mostram que o umbu apresenta apelo funcional e elevado potencial para ser aproveitado integralmente na alimentação da população, que se tornou cada vez mais preocupada com a saúde e com o consumo de alimentos saudáveis (VIDIGAL et al., 2011). Os resíduos do umbu também apresentam grande potencial para utilização como ingrediente alimentar a fim de melhorar a qualidade nutricional de diversos produtos. Portanto, é importante o desenvolvimento de novas tecnologias e outras formas de consumo para expandir sua comercialização para outros mercados valorizando, assim, essa cultura ainda pouco explorada.

2.3.2 Aspectos tecnológicos do umbu

A sazonalidade e a vida de prateleira limitada do umbu exigem o emprego de algum método de conservação e/ou processamento para manter sua qualidade e permitir seu consumo em outras regiões, seja na forma *in natura* ou processada (OLIVEIRA et al., 2013). O processamento dos frutos e sua transformação em polpa, suco, doces, geleias e outros, abre perspectivas para desenvolvimento social e econômico da região. O sabor ácido característico e marcante do umbu diversifica as possibilidades para elaboração de produtos derivados com maior vida útil, maior valor agregado e grande potencial para inserção no mercado (BATISTA et al., 2015).

O aproveitamento do umbu, sob a forma de preparações culinárias ou produtos alimentícios, apresenta uma série de vantagens, pois permite o uso da produção excedente durante a safra, possibilita o aproveitamento no período entressafra, reduz as perdas para o produtor, diversifica a oferta de produtos derivados da fruta no mercado, bem como agrega valor a produção (POLICARPO et al., 2003). Tais fatores, em conjunto, contribuem para o fortalecimento da agricultura familiar e das comunidades extrativistas, ao mesmo tempo em que estimula o desenvolvimento regional e sustentável, a geração de emprego e renda e a erradicação da pobreza.

O umbu *in natura* ou para processamento deve apresentar características desejáveis para comercialização, que incluem produtividade, tamanho, estágio de maturação adequado ao processamento, equilíbrio entre os teores de açúcar e acidez, resistência ao transporte e armazenamento e ser de fácil industrialização (CLERICE; CARVALHO-SILVA, 2011). Embora o umbu já seja industrializado na forma de suco, doces, geleia e cerveja em pequena escala por cooperativas, especialmente na Bahia, ainda não é um fruto devidamente

caracterizado, principalmente no que se refere ao seu potencial para industrialização, sendo necessário adequar tecnologias convencionais e desenvolver novas tecnologias para o seu processamento (FOLEGATTI et al., 2003).

Algumas pesquisas têm sido realizadas para o desenvolvimento de técnicas de conservação e melhoria do processamento do umbu. A fim de ampliar a vida útil dos frutos *in natura*, Teodósio (2019) estudou a aplicação de revestimento comestível a base da microalga *Chlorella* sp. e óleo de semente da romã para a conservação pós-colheita do umbu e observou que o recobrimento com 2,0 % *Chlorella* sp. proporcionou 12 dias de vida útil em umbus armazenados a 14 ± 2 °C, e 5 dias quando armazenados a 24 ± 2 °C. Foi observado ainda que houve preservação dos compostos bioativos dos frutos, como a vitamina C e os compostos fenólicos.

Uma vez que a polpa congelada é o principal produto comercializado do umbu e a principal matéria-prima para obtenção de seus derivados, Gouvêa et al. (2017) aplicaram tratamento enzimático como um método de clarificação em polpas congeladas não-pasteurizadas a fim de melhorar a produtividade e o ganho de qualidade na obtenção de suco. Os tratamentos realizados com enzimas pectinolíticas promoveram redução significativa da viscosidade da polpa original do umbu preservando a vitamina C e melhorando as características da polpa do umbu para o processamento de suco.

Outros estudos tiveram por objetivo desenvolver produtos industrializados do umbu, como polpa congelada pasteurizada (OLIVEIRA et al., 2011), polpa em pó (GALDINO et al., 2003; SILVA et al., 2014a), umbu desidratado (OLIVEIRA et al., 2013), doce em massa (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2000; POLICARPO et al., 2003; MARTINS et al., 2007), geleia e compota (FOLEGATTI et al., 2003), suco (VIDIGAL et al., 2011; SANTOS et al., 2015), bebida mista (MATTIETTO; LOPES; MENEZES, 2007; VIEIRA et al., 2014) e fermentado de umbu (DUARTE et al., 2010; PAULA et al., 2012).

O umbu também se mostrou apropriado e apreciado como ingrediente em produtos lácteos, como bebida láctea fermentada com polpa de umbu (SANTOS et al., 2006), iogurte de leite de cabra adicionado de geleia e de polpa de umbu (QUEIROGA et al., 2011; GARCIA; TRAVASSOS, 2012), bebida láctea com polpa de umbu, leite e soro caprino (ARAÚJO; BARBOSA, 2015), doce cremoso com adição de soro de leite de cabra e polpa de umbu (SILVA et al., 2011) e sorvete de leite de cabra com polpa de umbu (SILVA, 2013). A diversificação de produtos de umbu para o prolongamento de sua vida útil favorece a expansão de sua industrialização e comercialização.

O umbu no estágio maduro apresenta características mais vantajosas para a indústria por apresentar maior peso, tamanho e percentual de polpa, além de teores mais elevados de sólidos solúveis quando comparado aos demais estágios de maturação (COSTA et al., 2004). Entretanto, o tratamento térmico dos frutos, tradicionalmente realizado nas cooperativas de beneficiamento do umbu para obtenção e conservação da polpa, resulta em maiores perdas de polpa no fruto maduro, sendo por isso a preferência pelo uso de frutos ainda verdes ou ‘de vez’ (BATISTA et al., 2015).

O tratamento térmico aplicado aos frutos é interessante, pois garante matéria-prima para o processamento dos produtos derivados do umbu, cujos principais são geleia, compota, doce cremoso e doce em massa, durante o período de entressafra. O processamento é realizado de maneira artesanal nas cooperativas; os frutos são lavados em água corrente, imersos em água em quantidade suficiente para cobri-los até que, com o aquecimento da água, a uma temperatura de 80 °C, aproximadamente, os frutos adquiram tonalidade camurça e apresente rachaduras na casca, sem que a água tenha iniciado a fervura (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2000). Em seguida, os frutos cozidos são envasados a quente em recipientes com fechamento hermético e mantidos em temperatura ambiente. Assim, os produtos derivados do umbu continuam a ser fabricados durante o período da entressafra. A água da cocção é denominada pré-geleia, sendo aproveitada como matéria-prima para fabricação da geleia, adicionando-se a polpa do umbu e açúcar.

O despulpamento é realizado manualmente, utilizando-se peneiras para separação dos resíduos (casca e sementes). O aquecimento para a extração da polpa apresenta, ainda, vantagens adicionais, como aumento significativo nos níveis de fenóis totais e redução do nitrato, presentes tanto na polpa como na casca do umbu (CAMPOS, 2007), bem como a extração da pectina presente na casca, o que favorece a fabricação de geleias e doces sem a necessidade de utilizar aditivos comerciais (BATISTA et al., 2015).

Pesquisa realizada em 2011 em unidades de processamento de umbu no estado da Paraíba evidenciou que não há aproveitamento dos resíduos gerados nesse tipo de processamento, os quais são simplesmente descartados (BATISTA et al., 2015). Não foram encontrados na literatura trabalhos utilizando esses resíduos.

2.3.3 Importância do aproveitamento integral do umbu

O aproveitamento integral do umbu desponta como fonte alternativa para incremento de nutrientes na dieta, contribui para agregar valor ao produto final, diminuindo os custos de industrialização e o preço no mercado, além de aumentar as oportunidades de trabalho e

reduzir a poluição ambiental (KOWALSKA et al., 2017). Estudos sobre o aproveitamento da fruta e de seus resíduos (casca e semente) devem ser incentivados com o objetivo de minimizar seu impacto no meio ambiente através da busca por alternativas para sua utilização.

Ademais, a necessidade de estudos sobre o aproveitamento tecnológico de frutas nativas para a criação de produtos alimentícios respeita um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS pautados pela cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, que visam garantir um sistema sustentável de produção de alimentos que auxiliem na manutenção dos ecossistemas (BRASIL, 2016). O Brasil, junto com o Quênia, o Sri Lanka e a Turquia, integra o Projeto intitulado “Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade para Melhoria da Nutrição e do Bem-Estar Humano”, também conhecido como “Biodiversity for Food and Nutrition – BFN”, coordenado internacionalmente pelo *Bioversity International*. Tem como agências implementadoras o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA e a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO (MMA, 2016).

No Brasil, o projeto é conduzido pelo Ministério do Meio Ambiente que, por meio de ações de transversalidade em programas e estratégias nacionais que contribuam para melhorar a segurança alimentar e a nutrição humana, busca valorizar as ações de conservação e promoção do uso sustentável de espécies nativas da biodiversidade brasileira, de modo a melhorar a segurança alimentar e nutricional e resgatar o valor cultural desempenhado no passado por muitas dessas espécies. O BFN tem como premissa que a biodiversidade pode desempenhar um papel ainda maior na cadeia alimentar, melhorando a nutrição e a saúde, haja vista que uma dieta menos diversificada está diretamente associada à deficiência de micronutrientes, sobrepeso e consequente aumento do risco ou da prevalência de doenças.

O umbu foi incluído na relação de alimentos da biodiversidade brasileira, estabelecida pela Portaria Interministerial nº 284/2018, para fins de comercialização *in natura* ou de seus produtos derivados. A iniciativa teve como objetivo valorizar as espécies nativas e ampliar o conhecimento sobre elas para nortear ações ligadas a vários programas nacionais de alimentação, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE, o Programa de Aquisição de Alimentos – PAA, a Política de Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Sociobiodiversidade – PGPMBio, entre outros (BRASIL, 2018).

Diante deste panorama, existe a necessidade de incentivar pesquisas sobre as potencialidades tecnológicas do aproveitamento industrial do umbu, especialmente quando se considera que, recentemente, a fruta entrou na lista de alimentos ameaçados de extinção elaborada pela fundação *Slow Food*, uma vez que o umbuzeiro não é uma espécie cultivada,

portanto, não existem árvores novas na Caatinga, e a propagação natural da planta está cada vez menor (FARIAS et al., 2012; SLOW FOOD, 2019).

Em relação à comercialização, o umbu teve seu volume comercializado diminuído entre 2011 e 2013 na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP e a demanda pela compra do umbu foi maior entre os consumidores nordestinos, devido ao hábito histórico-cultural e saudosista ligado ao consumo da fruta (WATANABE; OLIVEIRA, 2014). A pequena exploração industrial e comercial do umbu contribui para que a produção possa deixar de ser interessante em longo prazo e, em consequência, o ambiente natural da espécie pode tornar-se ainda mais vulnerável.

Assim, buscar metodologias que possibilitem o uso consciente dos produtos oriundos da biodiversidade brasileira, em especial, o umbu, é uma forma de evitar sua extinção e promover a segurança alimentar, colaborando com a renda de pequenos produtores agroextrativistas e garantindo um sistema sustentável de produção para os mercados interno e externo. Portanto, o estudo das espécies nativas de importância socioeconômica, como o umbu, é essencial para sua valorização, pois propicia informações importantes que possibilitam a conservação, exploração e comercialização de forma mais racional, equilibrada e sustentável, além de ir ao encontro de programas e políticas nacionais e internacionais.

2.4 RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE FRUTAS

As características organolépticas e propriedades nutricionais das frutas podem ser mais bem apreciadas quando consumidas *in natura*, sendo esta a principal forma de consumo pela população. Entretanto, devido à elevada perecibilidade, são, em sua grande maioria, processadas para obtenção de produtos com maior vida de prateleira, mais fáceis de preparar e consumir e que possam ser comercializados durante todo o ano, inclusive em mercados distantes dos locais de produção (OLIVEIRA; SANTOS, 2015). O despulpamento para obtenção da polpa congelada ou a extração de suco são os principais métodos de processamento empregado em frutas.

Sabe-se, porém, que a industrialização de frutas gera grande quantidade de resíduos, cerca de 20 a 50 %, constituídos por casca, entrecasca, sementes e bagaço (BANERJEE et al., 2017). O termo resíduo designa a parte da matéria prima não aproveitada ou rejeitada na elaboração de produtos alimentícios, e passa a ser denominado subproduto quando é transformado industrialmente para ser aproveitado (EVANGELISTA, 2005). Em geral, resíduos são destinados à alimentação animal ou adubo, entretanto, a maior parte ainda é

descartada sem tratamento, causando potenciais problemas de poluição ambiental e econômicos, pois representam perdas de matéria-prima e energia (CARDOSO et al., 2015).

Perdas e desperdícios significativos nas indústrias de produtos frescos e processados de frutas estão se tornando um sério problema nutricional, econômico e ambiental. Isso porque não representam apenas o desperdício de alimentos, mas também indiretamente incluem o desperdício de recursos críticos, como terra, água, fertilizantes, produtos químicos, energia e mão-de-obra, além de contribuir para os imensos problemas ambientais à medida que se decompõem em aterros sanitários e emitem gases nocivos relacionados com o efeito estufa (SAGAR et al., 2018). Reduzir o desperdício de alimentos é um dos objetivos que a Organização das nações Unidas – ONU estabeleceu para alcançar um mundo mais sustentável até 2030 (ONU, 2015). Logo, existe a necessidade do desenvolvimento de tecnologias visando a um melhor aproveitamento dos resíduos agroindustriais.

O uso de resíduos na alimentação e como fonte para extração e obtenção de vários componentes bioativos cruciais é um passo importante para agregar valor a coprodutos agroindustriais e proporcionar o desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva. As tendências recentes de possibilidades de exploração dos resíduos agroindustriais apontam perspectivas promissoras para usos na indústria alimentícia e farmacêutica (aditivos, suplementos alimentares, ingredientes funcionais, medicamentos), de biocombustíveis, para tratamento de água, fonte para extração de enzimas, meios de cultura, fabricação de embalagens comestíveis, dentre outros (BANERJEE et al., 2017). Os principais componentes bioativos de interesse que podem ser extraídos de resíduos agroindustriais são os compostos fenólicos, as fibras alimentares, compostos de *flavor*, aromatizantes, enzimas, como amilases, celulasas, invertases, pectinases e outras, ácidos orgânicos e proteínas (SAGAR et al., 2018).

Para maioria das frutas, apenas a polpa é consumida, porém, vários estudos têm revelado que as cascas e as sementes de vegetais exibem teor de nutrientes e compostos bioativos em quantidades maiores do que a polpa (AYALA-ZAVALA et al., 2011; SILVA et al., 2014b; LEÃO et al., 2017). Em geral, as cascas são uma fonte rica de fitoquímicos, minerais e fibras alimentares, enquanto as sementes contêm lipídios, fibras e compostos fenólicos (BANERJEE et al., 2017). Cascas de melão, por exemplo, podem ser consideradas como uma rica fonte dietética de carboidratos, proteínas, cálcio, potássio e polifenóis. Já as sementes do melão apresentaram elevado conteúdo de lipídeos, proteínas, minerais, flavonoides, fitoesteróis e tocoferóis (MALLEK-AYADI; BAHLOUL; KECHAOU, 2017, 2018).

Pesquisas envolvendo utilização de resíduos agroindustriais na área alimentícia, como farelo de cereais e leguminosas, cascas, sementes, folhas e/ou bagaço de frutas, vegetais, rizomas e outros, concentram-se em caracterizá-los para ampliar as possibilidades de utilização na alimentação (AYALA-ZAVALA et al., 2011; CHEOK et al., 2018). Dentro desse contexto, destacam-se os elevados teores de fibra alimentar e de compostos fenólicos presentes em resíduos de frutas, reconhecidamente dois fatores dietéticos responsáveis por efeitos potenciais na saúde humana (QUIRÓS-SAUCEDA et al., 2014). Por isso, resíduos de frutas têm sido amplamente utilizados como ingredientes funcionais para enriquecer alimentos, sendo considerados um ingrediente promissor para a indústria alimentícia, porque combinam as propriedades de ambos os componentes em um único material (TOLEDO et al., 2017).

2.4.1 Fibras alimentares

As fibras são componentes alimentares resistentes à digestão e absorção no intestino delgado, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso, sendo os polissacarídeos não-amiláceos considerados os principais componentes. São classificadas como fibras solúveis, como pectinas, β -glucanos, gomas, inulina e mucilagem, que têm elevada capacidade de hidratação e são facilmente fermentáveis no cólon, e fibras insolúveis, como lignina, celulose, quitina e algumas hemiceluloses, que retêm água e, por isso, incrementam o peso da massa fecal (DAI; CHAU, 2017). Além disso, outros compostos indigeríveis podem ser considerados como parte da estrutura da fibra dietética, tais como proteínas resistentes, compostos fenólicos, ceras, saponinas, fitatos e fitoesteróis, presentes nas estruturas celulares das plantas (QUIRÓS-SAUCEDA et al., 2014).

Tais propriedades das fibras indicam seu papel fisiológico na saúde humana, pois auxiliam no funcionamento do intestino, prevenindo a constipação, no equilíbrio da microflora intestinal e na modulação da resposta glicêmica, bem como na absorção do colesterol dietético. Esses mecanismos de atuação auxiliam na prevenção e tratamento de constipação, obesidade, diabetes, hipercolesterolemia e câncer de cólon (DAI; CHAU, 2017). Recomenda-se para adultos o consumo 25 a 38 g de fibras por dia (PADOVANI et al., 2006).

Produtos embalados comercializados no âmbito do Mercosul, podem apresentar no rótulo a Informação Nutricional Complementar (Declarações de Propriedades Nutricionais), relativa ao conteúdo de fibras (BRASIL, 2012). De acordo com a legislação, um produto pode ter a declaração no rótulo ‘fonte de fibras’ quando possuir no mínimo 3g de fibras por 100g de produto e ‘alto conteúdo de fibras’ quando possuir no mínimo 6g. Apesar de facultativa, a

declaração de propriedades nutricionais nos rótulos permite ao consumidor avaliar melhor os produtos adquiridos para inseri-los na dieta e, assim, atingir as recomendações diárias de ingestão de nutrientes importantes para a saúde.

As fibras alimentares apresentam alegação de ingrediente funcional, ou seja, exercem efeitos benéficos na saúde quando consumidos como parte de uma dieta variada e regular, baseado em evidência científica (CROWE; FRANCIS, 2013). Uma revisão de artigos sobre alimentos funcionais publicados em revistas brasileiras durante o período de 2005 e 2015 observou que a maioria dos estudos utilizou fibras como componente funcional em suas formulações (SILVA et al., 2016).

A legislação brasileira não apresenta uma definição para o termo ‘alimentos funcionais’, porém, reconhece nutrientes e não nutrientes que apresentem alegações de propriedades funcionais e de saúde comprovadas cientificamente. Propriedades funcionais são aquelas que descrevem o papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou outros constituintes possuem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano. Já as alegações de propriedades de saúde são aquelas que afirmam, sugerem ou implicam na existência de relação entre o alimento ou ingrediente com determinada doença ou condição relacionada à saúde (BRASIL, 2016). Atualmente, não existe nenhuma substância com alegação de propriedade de saúde aprovada pela legislação brasileira.

Em relação às alegações de propriedades funcionais, alimentos embalados que contenham compostos bioativos nas quantidades mínimas preconizadas na legislação podem trazer no rótulo a descrição das alegações relacionadas. As fibras alimentares estão na lista de ingredientes e a porção do produto pronto para consumo que fornecer no mínimo 2,5 g de fibras pode apresentar a seguinte alegação de propriedade funcional: “As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis” (BRASIL, 2016).

O papel da fibra alimentar torna-se cada vez mais evidente devido ao crescente aparecimento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs) e, conseqüentemente, no aumento de evidências científicas utilizando-as no tratamento das DCNTs, além de proporcionar saúde, nutrição e bem-estar para os indivíduos. As fibras alimentares não sofrem ação das enzimas digestivas e intestinais sendo utilizadas como substrato por bactérias benéficas ao organismo presentes no intestino grosso, causando, assim, a produção de metabólitos com características específicas e importantes para a saúde (DAI; CHAU, 2017).

Sagar et al. (2018), em revisão sobre resíduos de frutas e hortaliças, demonstraram que resíduos de diversas frutas, como maçã (bagaço), *cranberry* (semente), banana (casca), uva (bagaço), manga (casca), laranja (casca), pêssego (bagaço) e framboesa (bagaço) apresentaram alto conteúdo de fibra alimentar total, que variou de 50% (casca de banana) até 88,5% (bagaço de maçã). Em geral, os alimentos ricos em fibra apresentam maior teor de fibra insolúvel, porém vale destacar que alguns resíduos de frutas apresentam teor de fibra solúvel elevado, como, por exemplo, a casca do kiwi, com valores de 10,57 % (SOQUETTA et al., 2016), e farinhas de casca de pequi, cujos valores foram de 9,5 % (LEÃO et al., 2017). Esses resultados demonstram que inserir resíduos de frutas na alimentação habitual pode contribuir para atingir a ingestão diária de fibras recomendada para a população.

Deve-se notar que, devido às suas propriedades físico-químicas, existem também benefícios tecnológicos que podem ser conferidos a produtos alimentícios quando fibras são adicionadas as formulações, somando-se aos atributos de qualidade nutricional. As fibras apresentam propriedades tecnológicas de hidratação, medidas através da capacidade de absorção e retenção de água e capacidade de intumescimento. Enquanto que a absorção e retenção de água estão relacionadas aos grupos hidrofílicos abundantes da estrutura química da fibra, a capacidade de intumescimento é diretamente relacionada aos seus componentes celulósicos (CUI; NIE; ROBERTS, 2011; KARAMAN; YILMAZ; TUNCEL; 2017).

Fibras com valores elevados de propriedades de hidratação podem aumentar a viscosidade e maciez nos alimentos, exercendo um efeito positivo na palatabilidade, reduzir o custo, prevenir a sinérese, prolongar a vida útil e substituir a gordura em produtos alimentícios (ELLEUCH et al. 2011). Por sua vez, a capacidade de absorção de óleo que as fibras apresentam é outra propriedade interessante relacionada à presença de grupos hidrofóbicos que podem se ligar ao óleo e a propriedades de superfície. Esta propriedade é importante porque favorece a retenção do sabor nos alimentos e melhora a palatabilidade, o rendimento e a extensão do prazo de validade (CHANDRA; SINGH; KUMARI, 2015).

Foi demonstrado, por exemplo, que fibras extraídas do resíduo da prensagem de sementes de limão, laranja e *grapefruit* apresentaram 4,95 a 7,95 % de fibra solúvel, 75,95 a 82,24 % de fibra insolúvel, sendo celulose e lignina os componentes principais desta fração. A análise das capacidades de retenção de água e óleo bem como da capacidade de intumescimento revelaram que tais fibras são funcionais e especialmente interessantes para incorporar em alimentos que contêm óleo (KARAMAN; YILMAZ; TUNCEL, 2017).

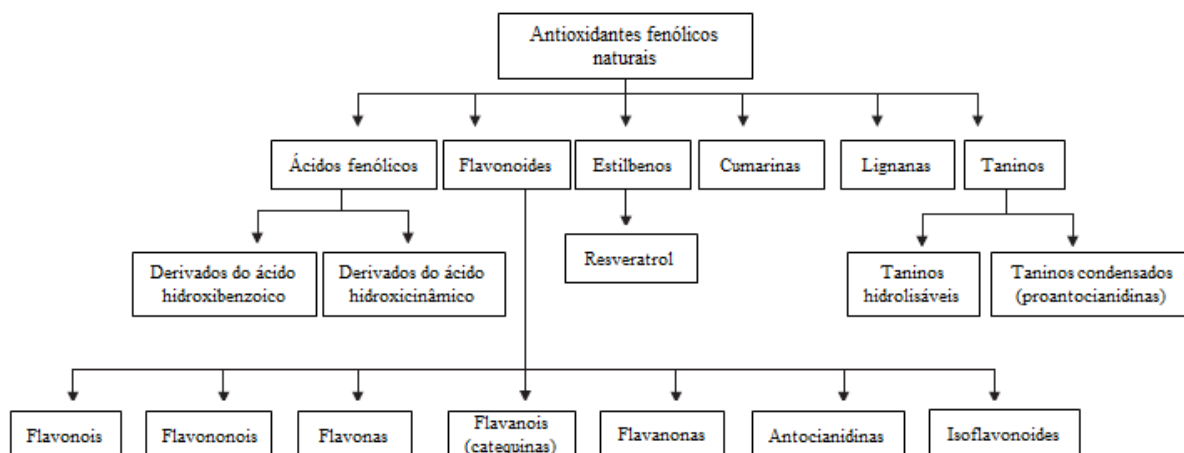
Crizel et al. (2013) demonstraram que as fibras dietéticas extraídas de subprodutos de laranja (casca, polpa e sementes) apresentaram altos níveis de fibra dietética total e uma

proporção ideal entre fibra solúvel e insolúvel, além de alta capacidade de retenção de água e óleo e alto teor de compostos fenólicos e carotenoides. O uso de fibra de laranja como substituto de gordura em sorvete se mostrou promissor, pois levou a uma redução de 70 % da gordura na formulação sem causar alterações significativas nos atributos sensoriais dos produtos, como cor, odor e textura.

Alguns trabalhos levantam a hipótese de que os benefícios funcionais e tecnológicos das fibras são determinados pela ação de alguns compostos ligados a sua estrutura, como os compostos fenólicos, que possuem atividade antioxidante (QUIRÓS-SAUCEDA et al., 2014). Estima-se que cerca de 2,5 % da fibra dietética presente em frutas estejam associados a compostos fenólicos. Nesse sentido, surgiu o conceito de “fibra dietética antioxidante”, definido como um concentrado de fibra dietética (superior a 50 % em base seca) contendo quantidades significativas de antioxidantes naturais, principalmente compostos fenólicos, em quantidade capaz de inibir a peroxidação lipídica, associados a compostos não digeríveis (SAURA-CALIXTO, 1998). Além disso, as fibras de frutas, em geral, apresentam melhor qualidade nutricional que as encontradas em cereais devido a uma melhor relação entre fibras solúveis e insolúveis e conteúdo significativo de compostos bioativos associados (flavonóides, carotenoides etc.), além de menor conteúdo de ácido fítico (UCHOA et al., 2009).

2.4.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos destacam-se dentre os compostos bioativos presentes no reino vegetal por sua grande quantidade nos resíduos de frutas e hortaliças, formando a maior categoria dos agentes fitoquímicos do reino vegetal (Figura 4). Sua estrutura química é diversa, porém a estrutura básica é composta por um anel benzênico, com um ou mais grupamentos hidroxila e sua atividade biológica depende, principalmente, do número e das posições dos grupos hidroxila e a natureza das substituições nos anéis aromáticos (SHAHIDI; AMBIGAIPALAN, 2015). Os compostos fenólicos podem estar associados com carboidratos (simples e complexos), lipídios, ácidos orgânicos, e alguns também podem estar ligados aos componentes da parede celular (celulose, hemiceluloses e lignina) (QUIRÓS-SAUCEDA et al., 2014).

Figura 4 – Classificação dos antioxidantes fenólicos.

Fonte: Adaptado de Shahidi e Ambigaipalan (2015)

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários das plantas, responsáveis por sua defesa contra agentes externos, como patógenos, parasitas, predadores e pragas e contribuem para a qualidade nutricional e sensorial de frutas e hortaliças, além de apresentarem funções biológicas diversas e importantes (SAGAR et al., 2018). Já está bem documentado na literatura que compostos fenólicos possuem potentes propriedades antioxidantes e sequestradoras de radicais livres, pois atuam como agentes redutores, doadores de hidrogênio, inibidores de oxigênio singlete ou quelantes de metais, protegendo biomoléculas importantes contra o dano oxidativo, associados a vários efeitos fisiológicos, como a redução do risco de câncer e de algumas doenças crônicas (QUIRÓS-SAUCEDA et al., 2014; GRANATO et al., 2018).

O resíduo da produção do suco de manga, por exemplo, apresentou potencial atividade antidiabética em ratos, devido ao seu elevado conteúdo de fibra solúvel e de vários compostos fenólicos, como o ácido elágico, ácido gálico, quercetina e carotenoides, como o β -caroteno (RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ et al., 2017). Sorvetes enriquecidos com compostos fenólicos microencapsulados extraídos da casca de romã apresentaram significativo potencial antidiabético *in vitro*, devido à ação inibitória da α -glucosidase conferida pelos ácidos fenólicos presentes na casca de romã (ÇAM; IÇYER; ERDOĞAN, 2014).

Urquiaga et al. (2015) observaram alterações clínicas favoráveis, como melhora da pressão arterial, glicemia e insulina pós-prandial, aumento das defesas antioxidantes e diminuição do dano oxidativo às proteínas, em homens adultos que apresentavam um ou mais componentes da síndrome metabólica, que consumiram 20 g por dia de farinha de bagaço de

uva durante 16 semanas. Esses efeitos foram atribuídos às fibras alimentares e aos compostos fenólicos presentes na farinha.

Dietas enriquecidas com compostos fenólicos podem ter efeitos benéficos contra o desenvolvimento de doenças degenerativas, incluindo aterosclerose e distúrbios que afetam o sistema nervoso central, tanto devido às propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, como a mecanismos adicionais, como a modulação do metabolismo lipídico e a função da microbiota intestinal (POTÌ et al., 2019).

No entanto, ainda não há recomendações definitivas para o consumo desses compostos em termos de quantidade e forma de administração. A legislação brasileira não contempla nenhum composto fenólico na lista de ingredientes funcionais (BRASIL, 2016). Isso se deve, provavelmente, ao efeito sinérgico que esses compostos apresentam ao serem ingeridos em uma matriz alimentar, o que pode potencializar ou não seu efeito mediante sua biodisponibilidade no lúmen intestinal, tornando a previsão do impacto do fenólico na saúde incerta (QUIRÓS-SAUCEDA et al., 2014; DANTAS et al., 2019). A suplementação de componentes biologicamente ativos e purificados nem sempre alcança os resultados esperados e, segundo Liu (2003), antioxidantes de frutas são mais eficazes do que suplementos de fitoquímicos purificados.

Resíduos de frutas, por serem ricos em compostos fenólicos, podem ser utilizados como aditivos naturais, na forma de farinhas ou extratos, em formulações alimentícias em substituição aos aditivos antioxidantes sintéticos e, assim, contribuir para evitar reações oxidativas que ocorrem ao longo do armazenamento, possibilitando a preservação e incremento da qualidade (KOWALSKA et al., 2017). A adição de antioxidantes em sistemas alimentares é o método mais efetivo para controlar a taxa e extensão das reações oxidativas, especialmente a oxidação lipídica, e tem a vantagem de estender a vida útil dos produtos sem comprometer as características sensoriais e nutricionais (TURGUT; IŞIKÇI; SOYER, 2017).

A incorporação de cascas de romã em pó em salsichas bovinas, por exemplo, resultou em produtos com elevada estabilidade e valores reduzidos de marcadores de rancificação oxidativa durante o armazenamento refrigerado em comparação com as amostras controle (EL-NASHI et al., 2015). Abid et al. (2017) adicionaram extrato de subprodutos do processamento do tomate como aditivo natural contra a peroxidação lipídica em manteiga e observaram extensão de sua vida útil em até dois meses.

2.5 FARINHAS DE RESÍDUOS DE FRUTAS COMO INGREDIENTES FUNCIONAIS EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Dentre as tecnologias empregadas para aproveitamento de resíduos agroindustriais, merece destaque a secagem para obtenção de farinha, que é um produto estável, de fácil armazenamento em temperatura ambiente, além de possuir menores custos de transporte e embalagem (STORCK et al., 2015; REIS et al., 2017). Além dos resíduos, polpas de frutas também podem ser usadas para a produção de farinha e esse método de processamento aumenta a vida útil de várias frutas, especialmente as sazonais, tornando possível disponibilizá-las no mercado fora do período de produção (RESENDE; FRANCA, 2019).

A secagem com ar quente é a técnica mais utilizada para a secagem de frutas e seus subprodutos. É o processo mais comum e de menor custo para realizar a desidratação de alimentos e, simultaneamente, concentra o conteúdo de nutrientes e compostos bioativos no produto final (LEÃO et al., 2017). A técnica consiste em expor o material a um fluxo de ar quente e contínuo, permitindo que a umidade evapore. As amostras são moídas após a desidratação e peneiradas para selecionar o tamanho de partícula desejado da farinha. A secagem com ar quente fornece produtos desidratados com vida útil de aproximadamente um ano, mas, dependendo da temperatura empregada, pode degradar alguns compostos bioativos mais sensíveis (RESENDE; FRANCA, 2019).

Em geral, farinhas de resíduos de frutas podem ser usadas para complementação alimentar, como ingredientes para enriquecimento e conservação de produtos alimentícios ou preparações culinárias e em substituição parcial ou total à farinha de trigo em produtos de panificação, como pães, bolos e biscoitos. As farinhas proporcionam melhoria no perfil nutricional e acrescentam propriedades tecnológicas aos produtos (MARTINS; PINHO; FERREIRA, 2017).

Porém, o sucesso na aplicação das farinhas de resíduos de frutas em produtos alimentícios depende das propriedades tecnológicas que apresentam. Essas propriedades são definidas como características físico-químicas intrínsecas dos componentes, geralmente relacionadas à interação com água e óleo, importantes para prever o impacto tecnológico de um determinado ingrediente em um produto alimentício. Incluem propriedades como capacidade de absorção e retenção de água e óleo, capacidade de intumescimento, capacidade emulsificante, espumante e estabilizante (MARQUES et al., 2013; MARTINS; PINHO; FERREIRA, 2017).

As farinhas de resíduos de frutas, comumente ricas em fibras, apresentam altos valores de propriedades de hidratação e, por isso, podem ser empregadas como ingredientes em

produtos de panificação, molhos, sopas (cremes), sobremesas e produtos lácteos. Farinhas de resíduos com elevada capacidade de retenção e absorção de óleo são apropriadas para incorporação em alimentos ricos em gordura e em emulsões, como produtos cárneos e de panificação (KARAMAN; YILMAZ; TUNCEL, 2017).

Coelho et al. (2017) avaliaram propriedades estabilizantes, espessantes, emulsionantes e gelificantes da farinha da casca do maracujá em sistemas alimentares. Os autores observaram que a farinha apresentou potencial emulsificante em maionese, capacidade de estabilização em néctar e bom espessamento e gelificação em xarope para cobertura de sorvete e em fruta estruturada. Os mesmos concluíram que esse subproduto se mostrou promissor para ser utilizado em substituição a hidrocolóides comerciais, como pectinas, goma xantana, goma guar e carragenana em sistemas alimentares, com a vantagem de ser obtido através de um processo simples e de baixo custo.

Em produtos à base de carne, a incorporação de resíduos de frutas nas formulações pode melhorar propriedades organolépticas, minimizar efeitos tóxicos da cocção, aumentar seu valor nutricional e o benefício à saúde (JIANG; XIONG, 2016). Tais características foram observadas em hambúrgueres adicionados de resíduo de abacaxi desidratado e óleo de canola em substituição a gordura. Os produtos apresentaram maior retenção de água e óleo, menor redução de peso e diâmetro após o cozimento e maior coesão e rendimento em relação à formulação controle (SELANI et al., 2016).

Além dessas propriedades, estudos têm mostrado que resíduos agroindustriais podem ter efeito prebiótico e, por isso, podem ser usados como meio de crescimento, de imobilização ou de crioproteção para micro-organismos probióticos a fim de melhorar a estabilidade e viabilidade das cepas durante o armazenamento (MONTELLA et al., 2013; GENEVOIS; FLORES; ESCALADA, 2016). Assim, as fibras presentes nos resíduos de frutas têm se mostrado adequadas para incorporação em produtos lácteos probióticos, pois promovem a viabilidade dos micro-organismos durante a vida de prateleira, reduzem o tempo de fermentação, modificam positivamente o perfil de ácidos graxos e melhoram características de textura (do ESPÍRITO SANTO et al., 2012; SAH et al., 2016).

A Tabela 2 sumariza algumas categorias de produtos elaborados com o aproveitamento de resíduos de frutas com boas características nutricionais e físico-químicas, elevada aceitabilidade sensorial e, no caso dos produtos cárneos, melhoria da qualidade. Destaca-se uma maior quantidade de trabalhos com produtos de cereais e panificação, o que se justifica pela versatilidade, popularidade e ampla aceitação desses alimentos pela população associados à facilidade de incorporar os resíduos sob a forma de farinha nas

formulações sem mudanças significativas na percepção sensorial (KUREK; WYRWISZ, 2015; MARTINS; PINHO; FERREIRA, 2017). Leão et al. (2017) reforçam que subprodutos de frutas são ingredientes naturais valiosíssimos, de baixo custo e obtidos por processos simples com grande potencial para exploração.

Tabela 2 – Produtos alimentícios elaborados com resíduos de frutas.

Produtos de cereais	Tipo de resíduo	Referência
Biscoito tipo <i>cookie</i>	Farinhas de resíduos de acerola, umbu, goiaba e maracujá	Abud e Narain (2009)
	Farinha de resíduos de acerola	Aquino et al. (2010)
	Farinha de bagaço de uva	Piovesana, Bueno e Klajn (2013)
	Farinha de casca de romã	Srivastava, Indrani e Singh (2014)
	Compostos bioativos encapsulados extraídos de bagaço de cereja ácida	Šaponjac et al. (2016)
	Farinha de casca de pitaya	Ho, Abdul Latif e Yildiz (2016)
	Farinha de resíduos de melão, maçã e abacaxi	Toledo et al. (2017)
Biscoito tipo <i>cracker</i> sem glúten	Farinha de resíduos de pinha	Souza et al. (2018)
	Farinha de resíduos de uva	Theagarajan et al. (2019)
Pão	Farinha de bagaço de maçã	Mir et al. (2017)
	Farinha de casca de cupuaçu	Salgado et al. (2011)
	Farinha de casca de banana	Eshak (2016)
Bolo	Bagaço de romã	Bhol, Lanka e Bosco (2016)
	Casca do maracujá	Miranda et al. (2013)
	Cascas de melancia e de melão	Al-Sayed e Ahmed (2013)
	Celulose extraída de cascas de banana	Sodchit et al. (2014)
<i>Cupcake</i>	Resíduos de laranja e maracujá	Oliveira et al. (2016)
	Farinha de semente e bagaço de goiaba	Khalifa et al. (2016)
<i>Muffin</i>	Farinha de resíduos de manga	Ramírez-Maganda et al. (2015)
<i>Snack</i> extrusado	Resíduos de groselha	Mäkilä et al. (2014)
	Casca de uva	Bender et al. (2016)
Barras de cereais	Farinha de bagaço e semente de acerola	Marques et al. (2015)
Produtos lácteos		
Iogurte	Farinha de resíduos de uva	Natividade (2010)
	Farinha de resíduos de maracujá	Toledo (2013)
	Farinha de casca de abacaxi	Neres, Souza e Bezerra (2015)
Iogurte probiótico	Farinha de resíduos de maçã, banana e maracujá	do Espírito Santo et al. (2012)
Bebidas de maracujá do mato probióticas com e sem fermentação	Pectina extraída da casca de maracujá do mato	Santos, Andrade e Gouveia (2017)
Bebida láctea fermentada	Amido da semente de manga	Silva et al. (2013)
Flan	Casca e semente de maracujá	Henrique et al. (2012)
Sobremesa láctea	Resíduos de tâmara	Jridi et al. (2015)
Manteiga tradicional da Tunísia	Extratos de pele e sementes de tomate	Abid et al. (2017)
Sorvete	Resíduos de uva	Nascimento, Melo e Lima (2018)

Produtos cárneos		
Patê de carne	Extrato de casca de romã	Hayrapetyan, Hazeleger e Beumer (2012)
Hambúrguer de tilápia	Farinha de cascas de umbu e umbu-cajá	Silva et al. (2014)
Salsicha bovina	Casca de romã	El-Nashi et al. (2015)
Hambúrguer bovino	Resíduos de abacaxi	Selani et al. (2016)
Carne bovina empanada	Extrato da casca de maçã desidratada	Sabally et al. (2016)
Almôndegas de carne bovina	Extrato da casca de romã	Turgut, Işikçi e Soyer (2017)

Um aspecto a ser considerado ao utilizar farinhas de resíduos de frutas é a presença de fatores antinutricionais e/ou tóxicos, como inibidores de proteases, oxalatos, taninos, fitatos, nitratos, lectinas, alcaloides e outros. Os fatores antinutricionais são compostos químicos sintetizados naturalmente pelas plantas, através do metabolismo normal de cada espécie, exercendo a função de proteção para o vegetal (HAMID et al., 2017). Porém, quando ingeridos na alimentação humana, estes compostos são definidos como substâncias capazes de reduzir o valor nutritivo dos alimentos, pois podem interferir na absorção de nutrientes essenciais e causar danos quando ingeridos em grandes quantidades, sendo assim consideradas antinutritivas ou tóxicas (BENEVIDES et al., 2011).

Os alimentos mais estudados quanto à presença de fatores antinutricionais são as leguminosas, porém, resíduos de frutas também podem apresentar alguns desses compostos, ainda que em menores quantidades (MOHAN; TRESINA; DAFFODIL, 2016), fazendo-se necessário esse tipo de estudo de modo a garantir segurança no consumo. Inibidores de proteases, por exemplo, muito comuns em leguminosas, já foram encontrados em sementes de goiaba, maracujá-amarelo e melancia, com destaque para as sementes de goiaba (BEZERRA et al., 2014).

Ácido cianídrico, inibidores de tripsina e ácido fítico foram detectados em farinha de semente de manga, porém em valores considerados baixos e seguros para consumo (OKPALA; GIBSON-UMEH, 2013). Marques et al. (2013) indicaram a presença de taninos, depsídeos, depsídonas e cumarinas na farinha de semente e de bagaço de acerola, enquanto que glicosídeos cardíacos, esteroides, alcaloides e inibidores de tripsina não foram detectados em nenhuma das farinhas. Lectina não foi observada em sementes de atemoia (CRUZ et al., 2013).

Alcalóides e taninos foram encontrados na farinha da casca de lichias cultivar "Bengal" e saponina espumídica, na farinha da semente (QUEIROZ et al., 2015). Alcaloides também foram identificados em farinhas e amidos obtidos de fruta-de-lobo elaboradas com a

casca e as sementes, porém glicosídeos cardioativos e cianogênicos não foram encontrados (CLERICI et al., 2011). Segundo os autores, a ausência de alcalóides garante o uso seguro desses produtos como ingredientes alimentares.

2.5.1 Utilização de farinhas de resíduos de frutas na elaboração de biscoitos

O termo "biscoito" deriva do latim (*bis coctus*) e depois do francês (*biscuit*) que significa cozido duas vezes. O nome refere-se a produtos, geralmente feitos de farinha de trigo, que foram assados e depois secos lentamente em forno. Biscoitos são produzidos desde a antiguidade pelos romanos, persas e egípcios em diferentes formas. Eles eram consumidos por marinheiros e soldados e por pessoas pobres como uma forma barata de sustento (THE BISCUITS, 2019).

Biscoitos são os produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não, podendo apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2005). Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados, o Brasil é o segundo maior produtor de biscoitos do mundo; em 2017 foram 5.272,7 milhões de dólares em vendas, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, e o consumo per capita de biscoitos pelos brasileiros foi de 8,75 kg no ano de 2017 (ABIMAPI, 2018).

Apesar dos biscoitos não serem um alimento básico na mesa dos brasileiros como o pão, é um produto que faz parte do cotidiano de indivíduos de qualquer idade e classe social. Dados do Estudo Global sobre Alimentos para Lanches em relação aos lanches mais consumidos no mundo revelaram que bolachas e biscoitos foram os mais consumidos por 51% dos entrevistados, ficando atrás dos chocolates, frutas frescas e vegetais. Observou-se também que os biscoitos e bolos estavam na primeira colocação na América Latina entre os lanches mais vendidos (NIELSEN, 2014).

Biscoitos são produtos que apresentam boa aceitação pela população de diferentes faixas etárias, amplamente consumidos devido à diversidade de sabores, texturas, formatos e tamanhos disponíveis, praticidade de consumo, por serem boas fontes de energia e de custo acessível para diversas classes. Além disso, o baixo custo de fabricação, a longa vida de prateleira, devido à baixa atividade de água, e a facilidade de transporte permitem sua produção em grandes quantidades com um mínimo de tempo e favorece sua ampla distribuição e comercialização (CHENG et al., 2016).

Biscoitos podem ser classificados em fermentados, como os crackers, em laminados ou semi-doces, como os biscoitos tipo maria, maisena e recheados, e em moldados, tendo como exemplos, os *cookies*, rosquinhas, entre outros. Este último grupo, particularmente, caracteriza-se por uma menor exigência em força de glúten (RAE, 2011). Essa característica em relação ao glúten torna o *cookie* um veículo em potencial para o emprego de novos ingredientes para substituir total ou parcialmente a farinha de trigo ou para enriquecer nutricionalmente com fibras, vitaminas, minerais, compostos bioativos etc., formulados para fins especiais, como crianças ou idosos (THE BISCUITS, 2019).

Tradicionalmente, biscoitos tipo *cookies* são produzidos a partir de farinha de trigo refinada, açúcar, gordura e quantidades mínimas de água, caracterizados por apresentar alto teor de açúcar e gordura (HAWA; SATHEESH; KUMELA, 2018). Porém, formulações de *cookies* podem conter ingredientes variados para conferir sabor, cor e textura diferenciados, bem como ausência de glúten (Figura 5).

Figura 5 – Diferentes biscoitos tipo *cookie*.



Fonte: Adaptado de Davidson (2016).

Os métodos e parâmetros para avaliação da qualidade das características físicas dos biscoitos tipo *cookie* são a medida do diâmetro (ou largura), espessura, fator de expansão (razão entre os valores do diâmetro e espessura dos biscoitos após a cocção), cor e textura. A medida das dimensões do biscoito é crucial no caso de produtos a serem produzidos e embalados automaticamente. O fator de expansão é um parâmetro físico importante, pois fornece informações sobre a forma do biscoito. Embora as propriedades da farinha possam afetar este parâmetro, é mais fácil, mais conveniente e mais eficaz controlar a expansão adequando o teor de gordura, a granulometria e tipo do açúcar, a adição de água e o uso de fermentos. A cor pode ser medida subjetiva ou objetivamente utilizando os parâmetros L^* , a^* , b^* . A textura, medida através da dureza ou fragilidade pode ser avaliada por análise sensorial ou em texturômetro (MISKELLY, 2017).

O mercado de alimentos tem buscado novas alternativas de produtos que atendam ao novo estilo de vida da população, que está voltado para a praticidade e precisa estar aliada também à saudabilidade (KÜSTER-BOLUDA; VIDAL-CAPILLA, 2017). Assim, produtos enriquecidos têm tido grande aceitabilidade, dentre eles, os biscoitos tipo *cookie*, que podem representar boas matrizes para a adição de ingredientes funcionais (ŠARIĆ et al., 2019).

A facilidade de incorporar os resíduos de frutas sob a forma de farinha nas formulações de biscoitos tipo *cookie* com incremento da qualidade nutricional, funcional e elevada aceitação sensorial foi avaliada por diversos pesquisadores. Resíduos de casca de melancia incorporados em *cookies* em nível de 20% proporcionaram maior teor de fibra alimentar, maior atividade antioxidante e menor índice glicêmico nas formulações (NAKNAEN et al., 2016). *Cookies* enriquecidos com resíduos de seriguela obtiveram notas entre 6 e 7 numa escala de 9 pontos, com intenção de compra e preferência semelhantes aos biscoitos controle (ALBUQUERQUE et al., 2016).

A análise sensorial de *cookies* enriquecidos com farinha de casca de goiaba mostrou aceitação satisfatória nas formulações contendo 30 % da farinha em relação aos atributos aroma, sabor e textura, enquanto aqueles contendo 50 e 70 % receberam aceitação satisfatória apenas em relação ao aroma (BERTAGNOLLI et al., 2014). Farinhas de resíduos de abacaxi, maçã e melão, nas concentrações 5, 10 e 15 % influenciaram positivamente nos aspectos nutricionais de *cookies*, especialmente em relação ao conteúdo de fibra (4,67-6,46 %) e cinzas (1,74-2,25 %) – para os resíduos de melão – e elevada aceitação sensorial – até 97 % para aqueles com resíduos de abacaxi – entre os provadores. O uso desses subprodutos resultou em biscoitos ligeiramente mais escuros, com variações no diâmetro e no fator de expansão, em

geral reduzidos, devido à capacidade de absorção de água das fibras presentes nos subprodutos de frutas (TOLEDO et al., 2017).

Resíduos resultantes da produção de uva foram utilizados na elaboração de *cookies* nas concentrações de 2, 4, 6 e 8 % e conferiram coloração mais escura aos biscoitos, porém, não apresentaram diferença significativa nos parâmetros de avaliação física em relação ao biscoito controle. Foram observados maiores teores de cinzas, fenólicos totais e atividade antioxidante e manutenção das características de qualidade, como retenção da dureza, ao longo de 60 dias de armazenamento, possivelmente devido ao aumento do efeito antioxidante, limitando a peroxidação lipídica. No entanto, biscoitos com 8 % apresentaram menores notas na avaliação sensorial por apresentarem sabor amargo, conferido pelos compostos fenólicos (THEAGARAJAN et al., 2019).

A incorporação de farinha dos resíduos de pinha na formulação de *cookies*, nas proporções de 5 a 50 %, aumentou o teor de fenólicos totais, com valores entre 199,26 e 512,94 mg de equivalentes em ácido gálico/100g e atividade antioxidante, com valores entre 9,88 e 10,46 % de inibição do radical DPPH. Em algumas formulações, houve maior preferência pelos biscoitos com a farinha dos resíduos de pinha quando comparado ao biscoito elaborado com 100% de farinha de trigo (SOUZA et al., 2018).

A adição de farinha de bagaço de maçã em *cookies* levou a maiores pontuações globais de aceitabilidade do que para os *cookies* controle. O atributo sensorial que mais diferenciou os biscoitos adicionados da farinha foi o sabor agradável, sendo o escore de sabor superior ao do controle (PARRA et al., 2019). Os autores observaram ainda melhores características tecnológicas quando a granulometria das farinhas foi mais fina, produzindo biscoitos mais crocantes.

Šarić et al. (2019) produziram biscoitos sem glúten com a adição de bagaço de framboesa e mirtilo em nível de 30 % de substituição e observaram maior dureza da massa e biscoitos mais firmes em relação ao controle, sendo os parâmetros mais pronunciados nos biscoitos feitos apenas com os resíduos de mirtilo. O enriquecimento resultou em produtos com teor de fibra dietética superior a 6 g/100 g, tornando-os assim candidatos à alegação nutricional de “alto conteúdo de fibra” conforme a legislação europeia.

Os estudos mostram que as farinhas de resíduos de frutas podem ser adicionadas em preparações alimentícias, agregando suas propriedades tecnológicas e/ou melhorando a composição nutricional. No entanto, os atributos sensoriais podem apresentar algumas alterações, dependendo da quantidade de farinha substituída, e este fator deve ser levado em consideração. Pineli et al. (2015) argumentaram que uma melhor aceitação sensorial poderia

ser conseguida se os provadores fossem informados sobre o potencial benefício a saúde dos produtos, como fonte de fibra ou alto teor de antioxidantes.

2.5.2 Utilização de frutas e farinhas de resíduos de frutas na elaboração de sobremesas lácteas

No setor leiteiro, é possível distinguir a categoria de "laticínios ultrafrescos", que são conservados entre 0 e 6 °C e exibem um curto prazo para o consumo. É subdividida em 3 subcategorias: iogurtes e outros leites fermentados, queijos frescos e sobremesas lácteas frescas (LUBRANO-LAVADERA; BRAESCO; CHANSON-ROLLÉ, 2015). Ao contrário dos iogurtes, leites fermentados, queijos e creme de leite, não há nenhuma regulamentação internacional que defina com precisão a composição das sobremesas lácteas frescas, que compreendem diversos produtos não fermentados (excluindo sorvetes) que contêm pelo menos 50 % de ingredientes lácteos na sua composição (SAUNDERS, 2015). No Brasil também não existe uma legislação específica com definição de padrões de identidade e qualidade para sobremesas lácteas.

A composição das sobremesas difere quanto aos ingredientes e suas concentrações utilizadas, assim como sua forma de preparo. Normalmente apresentam consistência semissólida e são basicamente formuladas com leite, hidrocoloides, sacarose, aromatizantes e corantes. Alguns desses produtos incluem sobremesas cremosas e geladas, como mousses, flans, cremes e pudins e os sabores predominantes no mercado são chocolate, morango e baunilha. A estabilidade depende da tecnologia de fabricação, características intrínsecas de cada ingrediente e estocagem sob condições refrigeradas (SAUNDERS, 2015).

Ao contrário de outros produtos da categoria, as sobremesas lácteas não são protegidas pela flora láctica ou pela acidez resultante da fermentação, como o iogurte e o leite fermentado. No entanto, o controle por tratamentos de calor (pasteurização e esterilização) assegura a conservação dos produtos e garante a sua segurança (LUBRANO-LAVADERA; BRAESCO; CHANSON-ROLLÉ, 2015).

Apesar de serem obtidas por processos tecnológicos variados, as sobremesas lácteas conservam os benefícios nutricionais do leite, incluindo significativo teor de cálcio, em média 110-140 mg/100 g, e a maioria pode ser considerada pobre em gordura, pois, em geral, contêm valores menores de 5 %. Quanto ao teor de açúcar (11 a 18 g/100 g), esses produtos podem fornecer um bom aporte numa dieta equilibrada e são comparados com outros "alimentos de prazer" (LUBRANO-LAVADERA; BRAESCO; CHANSON-ROLLÉ, 2015).

Alimentos fermentados, como iogurtes e bebidas lácteas fermentadas, são os que predominam no mercado de produtos lácteos. Porém, ao longo do armazenamento, podem desenvolver sabores muito ácidos, indesejáveis por muitos consumidores (MORAIS et al., 2014). Por este motivo, produtos lácteos não fermentados surgem como uma opção mais atrativa para o mercado, tornando-se possível ampliar o consumo em diferentes faixas etárias devido às propriedades organolépticas mais atrativas (VALENCIA et al., 2016).

A comercialização de sobremesas lácteas prontas para consumo tem apresentado considerável crescimento, pois os ingredientes inovadores e sistemas tecnológicos aplicados nas indústrias de laticínios têm proporcionado novas alternativas às sobremesas clássicas, permitindo a produção de produtos com novos sabores, de melhor valor nutritivo e como opções interessantes para incorporação de ingredientes funcionais (BURITI; SAAD, 2014).

Devido ao sabor exótico conferido pelas frutas tropicais e considerando o Brasil como um dos maiores produtores, especialmente a região Nordeste, tem sido relatada sua utilização na elaboração de sobremesas lácteas. As frutas agregam sabor aos produtos e conferem maior valor nutritivo, com grande potencial para comercialização. Sobremesas lácteas produzidas a partir da combinação de iogurte com polpas de frutas nos sabores acerola, cajá, caju, goiaba, graviola, manga, mangaba, pitanga, seriguela e umbu exibiram boas características físico-químicas em relação a produtos similares industrializados (ROCHA et al., 2005).

Salgado et al. (2013) avaliaram sobremesa láctea elaborada com polpa de cupuaçu e obtiveram boa avaliação sensorial pelos provadores. A análise da vida de prateleira demonstrou que o produto, mesmo sem passar por tratamento térmico após o preparo, pôde ser estocado por até 15 dias. Os autores atribuíram esse comportamento ao baixo pH da polpa de cupuaçu, que conferiu estabilidade microbiológica ao produto.

Em relação ao umbu, uma das formas mais tradicionais de consumo da fruta na região Nordeste do Brasil é sob a forma de umbuzada, preparação elaborada a partir da polpa do umbu cozida com leite de vaca ou de cabra adoçada com açúcar, rapadura ou leite condensado (FOLEGATTI et al., 2003). É um produto com ótima aceitação, preparado apenas no período de safra do umbu, já que, para sua elaboração, é necessário o fruto no estágio de maturação 'de vez'. A umbuzada pode ser considerada uma sobremesa láctea, pois não é um produto fermentado e seu processo de fabricação é constituído basicamente das etapas de mistura dos ingredientes, tratamento térmico, homogeneização, resfriamento parcial e estocagem sob refrigeração (NIKAEDO, AMARAL; PENNA, 2004).

A umbuzada elaborada com a polpa do umbu e leite de vaca (proporção 1:2 p/v) apresentou teor significativo de ácido ascórbico (21,62 mg/100 g) durante 180 dias de

armazenamento a 4 ± 2 °C, valor este superior aos detectados em frutas como abacate (8,7 mg/100 g), banana-maçã (10,5 mg/100 g), graviola (19,1 mg/100 g) e jabuticaba (16,2 mg/100 g) (LIMA et al., 2012a). Adicionalmente, a análise sensorial da umbuzada realizada com crianças e adultos evidenciou elevada aceitação (LIMA et al., 2012b) mostrando a potencialidade do umbu para enriquecer nutricionalmente produtos lácteos e agregar características sensoriais desejáveis ao consumidor.

Apesar de ainda não ser comum em produtos lácteos, a utilização de resíduos de frutas pode conferir características organolépticas, nutricionais, funcionais e tecnológicas satisfatórias. Dentre as características tecnológicas, resíduos de frutas conferem efeito antioxidante e antimicrobiano, incrementando a vida útil dos produtos, e podem ter função de corante e agente de textura. Quanto às propriedades nutricionais, produtos lácteos adicionados de subprodutos apresentam maiores valores de fenólicos totais e fibras (TRIGO et al., 2019).

Uma revisão recente de artigos publicados entre 2000 até 2018 sobre uso de subprodutos de frutas e vegetais como ingredientes sustentáveis em produtos lácteos encontrou 49 publicações, cujos produtos desenvolvidos foram bebida láctea, leite fermentado, iogurte, sobremesa láctea, sorvete, manteiga e queijo (IRIONDO-DEHOND; MIGUEL; DEL CASTILLO, 2018). Para a categoria de sobremesa láctea adicionada de resíduo de fruta, foi encontrado apenas o estudo de Jridi et al. (2015), o qual analisou o efeito da adição de subprodutos de tâmaras desidratados e observaram propriedades edulcorantes e espessantes naturais em sobremesas lácteas, conferindo aumento da viscosidade aparente e prevenção da sinérese. Devido ao alto conteúdo de fenólicos, os subprodutos melhoraram consideravelmente as atividades antioxidantes das sobremesas formuladas.

Considerando os sorvetes, apesar de serem produtos diferentes das sobremesas lácteas, a adição de 2 % de farinha de resíduos de uva proporcionou aumento de proteínas, lipídios, cinzas, fibra alimentar, valor energético total, açúcares redutores, fenólicos totais, flavonoides, flavonóis e antocianinas nos produtos, bem como maior atividade antioxidante. Houve alterações nos atributos de cor, porém não afetaram a percepção visual de cor característica e desejada para este tipo de produto (NASCIMENTO; MELO; LIMA, 2018).

Apesar desses benefícios, ainda é um desafio desenvolver produtos lácteos adicionados de subprodutos de frutas mais saborosos e bem aceitos. Alguns autores relataram problemas organolépticos associados ao uso de subprodutos em alimentos lácteos, principalmente devido aos sabores desagradáveis percebidos pelos consumidores, geralmente mencionados como ácido, adstringente, amargo ou salgado, que são relacionados aos fitoquímicos presentes nas plantas (ARIOUI; AIT SAADA; CHERIGUENE, 2017; COSTA

et al., 2018). Por isso, há a necessidade de mais estudos sobre o tema visando à utilização de resíduos de alimentos para redução de desperdícios na cadeia alimentar e para diversificar a oferta de produtos lácteos no mercado.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL:

Desenvolver produtos alimentícios funcionais utilizando a polpa e os resíduos do umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Obter a polpa e a farinha dos resíduos do processamento do umbu;
- Caracterizar a farinha obtida quanto à composição nutricional, físico-química e propriedades tecnológicas;
- Quantificar os compostos bioativos, antinutricionais e a atividade antioxidante da farinha;
- Desenvolver biscoitos com a adição da farinha dos resíduos do processamento do umbu;
- Avaliar os biscoitos quanto às características físicas, composição físico-química, atividade antioxidante e aceitação sensorial.
- Elaborar sobremesas lácteas com a polpa do umbu com e sem a adição da farinha dos resíduos do processamento da fruta;
- Avaliar o efeito da incorporação da farinha dos resíduos nas sobremesas lácteas quanto às propriedades nutricionais, físico-químicas e sensoriais;
- Determinar a estabilidade microbiológica das sobremesas lácteas durante o armazenamento refrigerado (4 °C).

4 RESULTADOS

4.1 ARTIGO 1 – UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) PROCESSING BY-PRODUCT FLOUR: NUTRITIONAL AND TECHNOLOGICAL POTENTIAL FOR FOOD APPLICATIONS

Artigo submetido à revista *Journal of Food Science and Technology*

Fator de impacto 1,797, Qualis B3 na área CB 1.

Abstract

The aim of this study was to determine nutritional and mineral composition, fatty acids profile, anti-nutrients, bioactive compounds, antioxidant activity and technological properties of flour from residues generated by umbu fruit processing. Nutritional composition showed high levels of dietary fibre, especially insoluble fibre (56.67 %). The flour can be classified as a good source of calcium, phosphorus and magnesium; and an excellent source of iron, zinc and copper. Palmitic and stearic saturated fatty acids and oleic and linoleic unsaturated fatty acids were identified. No potentially toxic substances were detected. Significant values of ascorbic acid (44.78 mg/100 g), carotenoids (463.73 µg/100 g) and flavonoids (37.85 mg QE/100 g) were found, as well as very high levels of phenolic compounds (20357.26 mg GAE/100 g). Strong antioxidant property was detected by using different assays (ABTS and DPPH radical scavenging activity and ferric reducing antioxidant power) and linear positive correlations were established between phenolic content and antioxidant activity evaluated by three methods. The flour showed high absorption of water (783.33 %), oil (255.28 %), emulsifying capacity (54.17 %) and emulsion stability (49.59 %) presenting a great potential for use in foods, especially meat, bakery and dairy products. These results indicate promising prospects to full use of umbu as a functional ingredient.

Keywords: chemical characterization; extractive practice; food waste; seed.

Introduction

Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) is an endemic tropical fruit from semi-arid region of Northeast Brazil. It is a small fruit with yellowish-green colour when ripe, refreshing and acidic flavour, velvety texture, rich in vitamin C and bioactive compounds. In general, it is consumed and commercialized *in natura*, as frozen pulp, juice, ice cream, sweets, jelly or the traditional “umbuzada” (fruit pulp cooked with milk and sugar) (Almeida et al. 2011). Popularly known as “umbuzeiro” or “imbuzeiro”, umbu tree presents an important role in local economy, mainly during dry season, since it’s an alternative income source for the population which survives from umbu extractive practice (Batista et al. 2015).

Umbu is a climacteric fruit of fast seasonality, whose period of harvest is from December to March. Data on umbu extraction in Brazil between 1990 and 2016 indicated a loss of almost 60 % of the volume produced, from a level of approximately 20 thousand tons to 8 thousand tons/year (Conab 2017). Some factors corroborate for this; such as great loss during production peak due to high perishability (post-harvest life is only three days) associated with the absence of adequate crop and post-harvest infrastructure, as well as small umbu commercial exploitation (Moura et al. 2013). This might make production cease to be interesting or render vulnerable the species natural environment.

In this sense, there is a need to adapt conventional technologies and develop new technologies for umbu processing to promote a more profitable and sustainable use. Although umbu is already partially benefited on a small scale by cooperatives, research evidenced that its residues are simply discarded causing potential problems of environmental pollution and economic loss, as they represent losses of raw material and energy (Batista et al. 2015). Literature studies were not found on residues from umbu processing. However, several studies have shown that fruit residues contain vitamins, minerals, fibres and antioxidant compounds in their composition and this content may be higher than that of the fruit edible portion (Silva et al. 2014).

The dehydration of residues to obtain flours shows some advantages, such as increase in shelf life and safety due to reduction of free water, facility to store at room temperature, reduction of volume and costs with transport and packaging and it is a relatively inexpensive process. Simultaneously, this process concentrates content of nutrients and bioactive compounds in the final product. Flour manufacturing process convenience and low cost can make possible to increase family incomes of those who survive from umbu extraction due to its greater added value and diversity of application. Flours can be used for nutritional supplementation, enrichment, preservation, and partial or total replacement of ingredients in

food products, which depends on its chemical composition and technological properties.

Taking into account the potential of fruit residues, the aim of this study was to obtain flour from residues generated by umbu processing and determine nutritional and mineral composition, fatty acid profile, antinutrients, bioactive compounds, antioxidant activity and technological properties, with the purpose to explore its potential use as a new functional ingredient in food products.

Material and methods

Flour preparation

Umbu fruits (50 kg) were obtained in Campina Grande, Paraíba, Brazil and selected by skin colour (partially dark green) and firm consistency pulp (half-ripe stage). The fruits were sanitized with 200 mg/L sodium hypochlorite for 15 min and boiled (about 8-10 min). The pulping was carried out in a 20-mesh sieve and the residues (skin and seeds) were dried in a dryer with forced air circulation at 60 ± 2 °C for 72 h. Dried residues were ground in a knife mill (Marconi, model MA340) coupled with a 20-mesh sieve. The flour obtained was hermetically packaged in placed in zipped bags (Royal Pack, Brazil) and stored at 25 ± 2 °C.

Flour yield and particle size

Yield of the flour was calculated by relation between weight of initial raw material (kg) and weight of final product, expressed in percentage. A sieve shaker (Produtest[®]) was used to determine flour particle size, according to NBR 7217 (ABNT 1987). A 100 g-portion of flour was sieved for 15 min, using a set of five round sieves, openings 10, 20, 30, 50 and 60-mesh. The contents retained in each sieve were weighed and expressed in retention percentages.

Proximate, physicochemical analysis and mineral composition

Moisture and fixed mineral residue (gravimetric methods), protein (Kjeldahl method, conversion factor of 6.25), lipids (Soxhlet method with ethyl ether) and total, soluble and insoluble dietary fibres (enzymatic gravimetric method) were determined according to the AOAC (2005). The available carbohydrates content was determined by difference. Energy value (kcal/100 g) was calculated by lipids, proteins and carbohydrates multiplied by 9, 4 and 4 kcal, respectively.

Total and reducing sugars were determined by Lane and Eynon method (IAL 2008). The pH was measured using a pH-meter (MicroNAL, B474) in a homogenate prepared with 5 g of flour and 50 ml of distilled water. Total titratable acidity was carried out by titration with

0.1 N NaOH, to pH 8.2-8.4 (IAL 2008). Water activity was directly measured using a water activity analyser (Labtouch-aw, Novasina, Switzerland) at 25 ± 3 °C.

Potassium, calcium, phosphorus, zinc and copper were analysed by energy dispersive X-ray fluorescence (EDXRF), using X-ray fluorescence spectrometer (EDX-720, Shimadzu). Approximately 2 g of the sample were weighed in a specific sample port (31 mm Closed X-Cell - SPEX) using thin film of polypropylene (thin film for XRF, 5 µ-SPEX). The measurements were conducted in accordance with analytical conditions as follows: camera pressure less than 30 Pa, 15 kV voltage for elements K, Ca, P, 50 kV voltage for elements Zn and Cu, Al filter for K, Ag filter for Zn, time 100 s, collimator 10 mm. The standards used were SRM 8415 (whole egg powder), SRM 1547 (peach leaves) and SRM 1573a (tomato leaves) obtained from Sigma-Aldrich. Magnesium and iron were determined by atomic absorption spectrophotometry by flame (FAAS) (Varian model GTA 110), using a calibration curve for each mineral. Analysis was carried out after nitric-perchloric acid digestion (4:1 v/v) in microwave (Mars-5 CEM) at 150 °C for 30 min, and 75 % of maximum power (1600 W). The results were expressed in mg/100 g.

Fatty acids profile

Lipid fraction (25 mg), obtained according Bligh and Dyer method (1959), was transesterified to methyl esters according to AOCS Ce 2-66 method (2009). Fatty acid methyl esters (FAMES) were analysed, using a gas chromatograph (Agilent Technologies, 7890A), equipped with a flame-ionization detector (FID), injector split and automatic sampler. FAMES were separated by using a DB-5ms column (30 m length $\times$ 250 µm diameter $\times$ 0.25 µm). The column oven temperature was initially held at 150 °C for 4 min, heated at 4 °C for min until 280 °C and maintained at 280 °C for 5 min. Injector and detector temperatures were 300 °C. Samples of 1.0 µL were injected adopting a split ratio of 1:10. Carrier gas was helium with a flow rate of 1 mL/min. FAMES were identified by comparing their retention times with those of pure FAME standards (FAME Supelco™ mix C4-C24, Bellefonte, PA, USA), under the same operating conditions. The results were expressed as percentages of individual fatty acids in the lipid fraction (w/w).

Phytochemical screening and antinutritional factors

Tannins, flavones, flavonols, xanthones, anthraquinones, steroids, triterpenoids, depsides, depsidonas, saponins and alkaloids were qualitatively analysed according to Matos (1997). Nitrate was quantified by salicylic acid method using sodium nitrate as standard (Cataldo et

al. 1975). Tannins were analysed by Vanillin-HCl method using catechin as standard (Price et al. 1980).

Trypsin inhibitors were extracted with NaOH 0.1 mol/L in magnetic stirring for 1 h in the ratio 1:10 (w/v) at room temperature (25 °C). After centrifugation at 6,000 rpm for 5 min, an aliquot of the supernatant was used in the enzyme activity assay (Kakade et al. 1974). For lectins analysis, the flour (1 g) was suspended in 10 ml sodium chloride solution 0.85 g/100 mL (pH = 7.4) and stirred for 3 h at room temperature (25 °C). The extract was then filtered and the hemagglutinating activity determined (Calderon de la Barca et al. 1985).

Bioactive compounds

Total carotenoids were extracted employing acetone and petroleum ether and quantified considering an absorption coefficient of 2500, expressed as µg/100 g flour (Rodriguez-Amaya and Kimura 2004) Ascorbic acid was determined by extraction with acid oxalic (1 % w/v) and titration using 2,6-dichlorophenol indophenol (Strohecker and Henning 1967). The results were expressed as mg ascorbic acid/100 g flour.

In order to analyse total phenolic compounds and flavonoids, extracts were prepared in triplicate as follows: 5 g of flour were sequentially extracted with 30 mL of acetone (80 % v/v), 30 ml of ethyl alcohol (80 % v/v) and 30 ml of methanol (80 % v/v). Samples were stirred for 20 min at room temperature (25 °C) and centrifuged at 15,000 rpm for 15 min after each extraction cycle. Supernatants were combined and final volume was increased to 100 ml with distilled water. Extracts were packed in amber bottles and stored at 4 °C.

Total phenolic contents were determined according to Singleton and Rossi (1965) using Folin-Ciocalteu reagent expressed as mg gallic acid equivalent (GAE)/100 g flour. Flavonoid content was determined according AlCl₃ method (Lamaison and Carnet 1990), expressed as mg quercetin equivalent (QE)/100 g flour.

In vitro antioxidant activity

DPPH radical scavenging activity was analysed using the stable radical DPPH[•] (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) (Brand-Williams et al. 1995). Absorbance was measured at 517 nm, using a control solution (0.1 mM DPPH) and a blank (methanol). Percentage of DPPH radical scavenging activity was calculated using Equation (1) where A_{control} is the absorbance of the control solution and A_{sample} is the absorbance in presence of the sample extract. The amount of antioxidant required to decrease the initial concentration of DPPH by 50 % (IC₅₀) in a fixed reaction time was determined by linear regression.

$$\% \text{ inibição} = \{[(\text{Abs}_{\text{controle}} - \text{Abs}_{\text{amostra}})/\text{Abs}_{\text{controle}}] \times 100\} \quad (1)$$

ABTS radical scavenging activity was measured according to Re et al. (1999). The 2,2'-azino-bis(3,ethyl benz-thiazoline-6-sulfonic acid) radical cation ($\text{ABTS}^{\cdot+}$) was obtained by reaction of 5 mL of 7 mM ABTS solution with 88 μL of 140 mM potassium persulphate. The absorbance of the solutions was taken at 734 nm. Percentage of ABTS radical inhibition was calculated using Equation (1). Trolox was used as standard and trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) was expressed as μM trolox/g flour.

Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay was carried out according to Benzie and Strain (1999). Absorbance was measured at 595 nm. A calibration curve was obtained using aqueous solutions of ferrous sulphate as standard. The results were expressed as μM ferrous sulphate/g flour.

Technological properties

Water absorption capacity (WAC) was determined according to Sosulski (1962). Oil absorption capacity (OAC) was determined according to Lin et al. (1974) and emulsifying capacity (EC) and emulsion stability (ES) were determined according to Dench et al. (1981), using soybean oil.

Statistical analysis

All the experiments were carried out in triplicate. The values of different parameters were expressed as mean $\pm$ SD (standard deviation). The correlation between antioxidant capacity and phenolic compounds were determined using Pearson's Correlation Coefficient Test. Significant correlations ($p < 0.05$) were considered significant when r of at least 0.7 was observed.

Results and Discussion

Flour yield and particle size

Flour yield was 13.14 %. This value is equivalent to umbu fruit percentage of seeds related by Costa et al. (2015), of 16.06 %. To extract the umbu pulp in the industry, especially with half-ripe fruits, peel and pulp are homogenized together, not having influence of peel thickness on the industrial yield, in quantitative terms (Batista et al. 2015).

Most flour particles (80 %) were retained on sieves sized 50 mesh (0.30 mm), classified as fine (Zanotto and Bellaver 1996). Particle size affects water absorption capacity and mixing time as well as sensory characteristics such as appearance, taste and texture, when incorporated into food formulations. The results found here indicate that this product has potential to be used in bakery products, because of fine and uniform particles promote greater flour dispersibility in dough.

Physicochemical analysis

The results for proximate composition and physicochemical characteristics of the flour (Table 1) showed low values of moisture, water activity, and pH associated to high acidity. These results indicate low susceptibility to the growth of microorganism and can confer stability and safety at room temperature storage and prolong product shelf life.

Table 1. Physicochemical composition of umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) processing by-product flour.

Components	Values
Moisture (%)	7.64 ± 0.01
Ash (%)	2.63 ± 0.09
Lipids (%)	7.53 ± 1.06
Palmitic acid (C16:0) (%)	24.18 ± 0.19
Stearic acid (C18:0) (%)	13.07 ± 0.04
Oleic acid (C18:1 <i>n</i> -9) (%)	33.31 ± 0.13
Linoleic acid (C18:2 <i>n</i> -6) (%)	29.44 ± 0.04
Proteins (%)	5.60 ± 0.12
Carbohydrate (%)	15.39 ± 0.94
Total sugars (%)	11.79 ± 0.75
Reducing sugars (% glucose)	9.99 ± 0.72
Total Dietary Fibre (%)	61.21 ± 0.47
Insoluble Dietary Fibre (%)	56.67 ± 0.29
Soluble Dietary Fibre (%)	4.54 ± 0.18
Energy (kcal/100 g)	151.75 ± 5.55
Titrateable total acidity (% citric acid)	4.96 ± 0.05
pH	3.19 ± 0.38
Water activity at 25.7 ± 0.3 °C	0.51 ± 0.00

Data represent the mean of triplicate determinations ± standard deviation.

Ash refers to total mineral content of a food and is affected by several factors, such as cultivar, soil, weather, agricultural practices and ripeness stage (Almeida et al. 2009). Mineral analysis (Fig. 1 a-b) showed considerable amounts of macrominerals: potassium (924.2 ±

132.0 mg/100 g), calcium (231.7 ± 26.7 mg/100 g), phosphorus (197.1 ± 15.1 mg/100 g) and magnesium (132.6 ± 4.2 mg/100 g), as well as microminerals: iron (12.3 ± 1.1 mg/100 g), zinc (3.9 ± 0.3 mg/100 g) and copper (0.88 ± 0.1 mg/100 g) in the flour. As compared to umbu fresh pulp evaluated by Almeida et al. (2009), the flour presented values up to 22 % higher values in minerals analysed.

The results obtained in relation to a flour serving (50 g) ranged from 9.8 % to 17.9 % for macrominerals and from 20.5 % to 48.9 % for microminerals (Fig. 1 c-d), regarding percentage contributions for minerals by Recommended Dietary Allowances (RDA) (Padovani et al. 2006). Thus, the flour can be classified as a good dietary source of calcium, phosphorus and magnesium (can supply 10-20 % of the RDA) and an excellent source of iron, zinc and copper (can supply at least 20 % of the RDA) (FDA 1993). Considering that a flour serving (50 g) contributes with 43.9 % of RDA for iron, certainly might be a low-cost alternative to supplement daily of iron intake, by applying in food fortification.

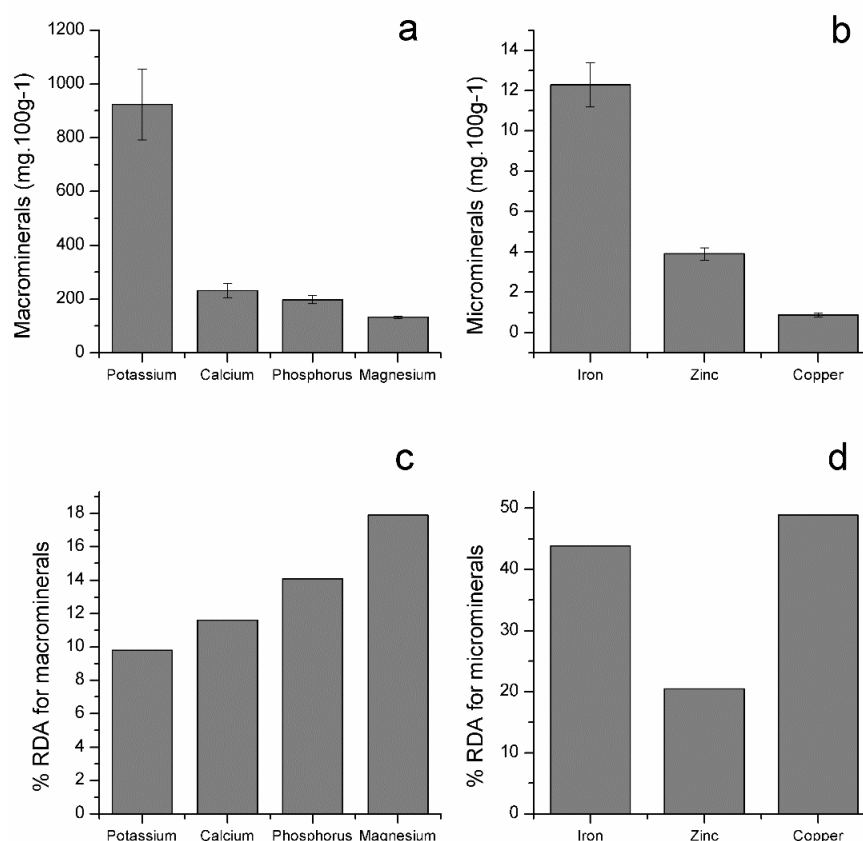


Fig. 1 Macromineral (a) and microminerals (b) of umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) processing by-product flour and covering (%) of the Recommended Dietary Allowances (RDA) for an adult in a serving (50 g) (c, d).

Total lipid content found in the flour (Table 1) can be considered economically attractive for industrial extraction. Palmitic, stearic, oleic and linoleic fatty acids were detected in flour lipid fraction (Table 1). The results showed a higher proportion of unsaturated fatty acids (62.75 %), being oleic about 12 % higher than linoleic acid (Table 1). In umbu seed oil extracted by different methods, the oleic and linoleic acids constituted the majority fatty acids (Dias et al. 2019). Oleic acid percentage presented in flour lipid fraction is interesting because extend the applications of this raw material.

The flour presented high content of sugars and dietary fibre and low energy value (Table 1). Approximately 20 to 30 g of the flour (2 to 3 tablespoons) is sufficient for supplying half the dietary fibre recommended intake (Padovani et al. 2006). This result indicates that the flour can be considered as food with functional claims of promote reduce the absorption of cholesterol and sugar, weight reduction, regulate digestion, prevent constipation, and improve the balance of the intestinal microflora.

Phytochemical screening and antinutritional factors

The results indicated the presence of tannins, flavones, flavonols, xanthonenes, depsides and depsidones. Presence of these compounds arouses the interest for investigations on possible biological activities of the flour, such as antimicrobial, anti-inflammatory and antioxidant activities. Anthraquinones, steroids, triterpenoids, saponins and alkaloids were not detected. According to Clerici et al. (2011), the absence of alkaloids ensures safe use of this product as food ingredient.

The flour presented low value of nitrate and tannins (Table 2). Another excellent result was absence of trypsin inhibitors and lectins in flour. Protease inhibitors cause pancreatic hypertrophy/hyperplasia and lectins' ability to bind glycoprotein receptors to epithelial cells, lining intestinal mucosa; inhibits growth by interfering with the absorption of nutrients (Mohan et al. 2016). These factors are thermosensitive and may have been inactivated during thermal processing to which umbu fruits were submitted to obtain flour.

Bioactive compounds

In relation to content of acid ascorbic (Table 2), the flour presented values below than half-ripe umbu dried peels (144.91 mg/100 g). This fact could be attributed to the probable degradation of ascorbic acid during umbu fruit cooking in the process of obtaining flour. However, the value obtained in this work is higher than the content of ascorbic acid reported in umbu pulp (12.1 mg/100 g) by Almeida et al. (2011).

Table 2. Antinutritional factors, bioactive compounds and antioxidant activity of umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) processing by-product flour.

Antinutritional factors		Bioactive compounds		Antioxidant activity	
Nitrate (mg/100 g)	13.93 ± 0.17	Ascorbic acid (mg AA/100 g)	44.78 ± 5.55	DPPH (% inhibition)	96.92 ± 0.67
Tannins (mg/100 g)	88.52 ± 0.33	Carotenoids (µg/100 g)	463.73 ± 35.80	ABTS (% inhibition)	99.66 ± 0.03
Trypsin inhibitors (mg TI/g)	n.d.	Total phenolic (mg GAE/100 g)	20357.26 ± 1287.19	TEAC (µM trolox/g)	42.45 ± 0.02
Lectin (HU/ml)	n.d.	Flavonoids (mg QE/100 g)	37.85 ± 0.48	FRAP (µM ferrous sulphate/g)	137.77 ± 8.44

Data represent the mean of triplicate determinations ± standard deviation. TI = Trypsin inhibitors. HU = Hemagglutinating units. GAE = Gallic acid equivalent. QE = Quercetin equivalent. AA = Ascorbic acid. TEAC = Trolox equivalent antioxidant capacity. n.d.: Not detected.

The flour presented carotenoid content (Table 2) similar to papaya by-product (490.29 µg/100 g dry basis) and higher than other tropical fruits by-products, such as pineapple, acerola, cashew fruit, guava, mango and passion fruit (Silva et al. 2014).

The flour exhibited very high values of total phenolic compounds (Table 2), value well above the ranges found in the literature for other fruit by-products (Silva et al. 2014). This result shows that antioxidant compounds should be located mainly in umbu seeds, because umbu half-ripe dried peels showed lower values (466.17 mg GAE/100 g) (Melo and Andrade 2010). This finding provides potential applications of the flour as source for nutraceutical supplements, dietary additives and/or pharmaceutical products.

Bioactive compounds production is the result of secondary metabolism of plants and depends on genetic and, mainly, environmental factors. The greater the exposure of the plant to adverse conditions, such as high sun incidence, water stress and soil poor in nutrients, the greater the production of these compounds (Mohan et al. 2016). This may explain the very high levels of phenolic compounds found in the flour. Umbuzeiro is considered an icon tree by rural communities of Caatinga biome, a Brazilian northeast semi-arid area, because trees blossom and bear fruits during dry season, evidencing its high resistance even with low rainfall or irrigation.

In vitro antioxidant activity

Flour showed a high antioxidant activity for all antioxidant activity assays (Table 2), similar to obtained in dried peels of half-ripe and ripe umbu (Melo and Andrade 2010). Percentages

of DPPH and ABTS inhibition were considered high, because they were above 70 % inhibition (Hassimotto et al. 2005). Low value of IC₅₀ (3.68 ± 1.71 mg/ml) indicates a greater ability to neutralize free radicals. TEAC value and FRAP assay showed good free radical scavenging ability.

Phenolic compounds content showed strong linear correlations with DPPH ($r = 0.74$), ABTS ($r = 0.99$) and FRAP ($r = 0.92$) assays. Literature data reported the same type of linear correlation between antioxidant activities and phenolic contents in fruits and by-products (Almeida et al. 2011; Dias et al. 2019). The results show phenolic compounds as one of the main components responsible for antioxidant activity in flour and ABTS assay was the most sensitive assay in measuring antioxidant activity of flour, followed by FRAP and DPPH.

Antioxidant activity results indicate that flour is a promising material for the extraction of bioactive compounds, with the possibility of application in food, as a natural antioxidant, contributing to avoid oxidative reactions that occur in food systems, especially meat and fish products, during storage, allowing preservation and increase of quality. Furthermore, food, rich in bioactive compounds and high antioxidant activity can contribute to health-promoting and disease-preventing.

Technological properties

Flour presented high value of water absorption capacity (783.33 ± 28.87 %); result directly related to high dietary fibre content. Oil absorption capacity in flour was 255.28 ± 5.65 %. Regarding to emulsifying capacity and emulsion stability, flour presented values of 54.17 ± 3.61 % and 49.59 ± 2.36 %, respectively. These results show that the flour finds useful applications as functional ingredients to enhance viscosity and softness in foods, reduce the cost, prevent water syneresis, extend shelf life, and replace fat in meat or bakery products, sauces, soups (creams), desserts and dairy, with the advantage of adding considerable amounts of antioxidants in relation to cereals fibre (Elleuch et al. 2011).

Conclusion

Umbu processing by-product flour can be considered a new ingredient of interest to food industry due to its high nutritional content, especially dietary fibres and minerals, absence of potentially toxic substances, high phenolic compounds content and stronger antioxidant activity. The technological properties analysed suggest that flour has great potential to be used as an ingredient in food systems that require high water and oil absorption capacity, such as emulsified products (meat and bakery) and dairy, as well as in the elaboration of new food

products with functional appeal. Therefore, the use of the residues of the umbu should be encouraged as the use in the form of flour is a viable and low cost alternative that can be used in human nutrition for nutritional complementation and/or supplementation, as well as used in the food industry as an ingredient for product enrichment. In addition, it contributes positively to reducing food waste and environmental pollution.

References

- 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. doi:[10.1590/S0101-20612009000300020](https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000300020)
- 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. doi:[10.1016/j.foodres.2011.03.051](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.051)
- 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.
- 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. doi:[10.1016/S0076-6879\(99\)99005-5](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99005-5)
- Bligh EG, Dyer WJ (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37(8):911-917. doi:[10.1139/o59-099](https://doi.org/10.1139/o59-099)
- 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. doi:[10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

- 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. doi:[10.1111/j.1365-2621.1985.tb10569.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1985.tb10569.x)
- 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. doi:[10.1080/00103627509366547](https://doi.org/10.1080/00103627509366547)
- 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. doi:[10.1016/j.foodres.2011.01.060](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.060)
- Conab – Companhia Nacional de Abastecimento (2017) Boletim da Sociobiodiversidade. http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_04_17_34_21_boletim_sociobiodiversidade_1_trimestre_2017.pdf Accessed 30 July 2017
- 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. doi:[10.14393/BJ-v31n3a2015-22844](https://doi.org/10.14393/BJ-v31n3a2015-22844)
- 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. doi:[10.1002/jsfa.2740320606](https://doi.org/10.1002/jsfa.2740320606)
- Dias JL, Mazzutti S, de Souza JA, Ferreira SR, Soares LA, Stragevitch L, Danielski L (2019) Extraction of umbu (*Spondias tuberosa*) seed oil using CO₂, ultrasound and conventional methods: Evaluations of composition profiles and antioxidant activities. J Supercrit Fluids 145:10-18. doi:[10.1016/j.supflu.2018.11.011](https://doi.org/10.1016/j.supflu.2018.11.011)
- 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. doi:[10.1016/j.foodchem.2010.06.077](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077)
- 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.
- 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. doi:[10.1021/jf047894h](https://doi.org/10.1021/jf047894h)
- IAL – Instituto Adolfo Lutz (2008) Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL, 2008. 1020p.

- http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf. Accessed 12 March 2018
- 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.
- 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.
- Lin MJY, Humbert ES, Sosulski FW (1974) Certain functional properties of sunflower meal products. *J Food Sci* 39(2):368-370. doi:[10.1111/j.1365-2621.1974.tb02896.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1974.tb02896.x)
- Matos FJA (1997) Introdução à fitoquímica experimental. Edições UFC.
- Melo EA, Andrade RAMS (2010) Bioactive compounds and antioxidant potential from the “umbuzeiro” fruits. *Alim Nutr* 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. doi:[10.1016/B978-0-12-384947-2.00036-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00036-2)
- 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. doi:[10.1590/S1806-66902013000400013](https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000400013)
- 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. doi:[10.1590/S1415-52732006000600010](https://doi.org/10.1590/S1415-52732006000600010)
- 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. doi:[0.1021/jf60228a047](https://doi.org/0.1021/jf60228a047)
- 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. doi:[10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Rodriguez-Amaya DB, Kimura M (2004) *Harvest Plus Handbook of Carotenoids Analysis*. Washington, DC and Cali: International Food Policy Research Institute and International Center for Tropical Agriculture, 2004. 64p.
- 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. doi:[10.1016/j.foodchem.2013.08.001](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.001)

Singleton VL, Rossi JA (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult* 16:144–158.

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) *Análisis de vitaminas: métodos comprobados*. Madrid: Paz Montalvo, 428p.

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

4.2 ARTIGO 2 – FARINHA DOS RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DO UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) COMO INGREDIENTE FUNCIONAL EM BISCOITOS TIPO *COOKIE*

Artigo a ser traduzido e submetido à revista *LWT - Food Science and Technology*.

Fator de impacto 3,714, Qualis B1 na área CB 1.

Resumo

Biscoitos tipo *cookie* são veículos promissores de ingredientes que contêm substâncias bioativas para o desenvolvimento de alimentos funcionais. Neste sentido, o presente trabalho avaliou o efeito da substituição parcial (20, 30 e 40 %) da farinha de trigo por farinha dos resíduos do processamento do umbu em biscoitos tipo *cookie* sobre os parâmetros físico-químicos e sensoriais. Os biscoitos elaborados foram proeminentes nos aspectos nutricionais, especialmente em relação ao teor de fibras, compostos fenólicos e atividade antioxidante em relação ao biscoito controle, podendo ser consideradas funcionais as formulações contendo 30 e 40 % da farinha dos resíduos do processamento do umbu. Embora nessas concentrações os biscoitos tenham apresentado uma coloração mais escura, sabor mais ácido e textura menos crocante, não houve influência nos parâmetros físicos de diâmetro e fator de expansão. Contudo, os biscoitos elaborados com 20 % da farinha dos resíduos do processamento do umbu em substituição a farinha de trigo foram mais apreciados do ponto de vista sensorial, apresentando maior aceitação e intenção de compra. Conclui-se, assim, que a farinha dos resíduos do processamento do umbu pode ser utilizada como fonte de polifenóis com alto potencial antioxidante, assim como fonte de fibras, sendo uma alternativa viável para a elaboração de biscoitos tipo *cookie* com valor nutricional e funcional agregado, sem afetar suas características tecnológicas. Ademais, representa uma alternativa para agregar valor ao resíduo e minimizar as perdas ao longo da cadeia de produção do umbu, favorecendo o poder econômico dos pequenos produtores, especialmente em períodos de seca.

Palavras-chave: resíduo agroindustrial, fibra dietética, atividade antioxidante, análise sensorial.

Introdução

A tendência mundial da alimentação nos últimos anos indica um aumento no interesse dos consumidores por determinados alimentos que, além do seu valor nutritivo, trazem benefícios específicos às funções fisiológicas do organismo humano. Como resultado, houve um aumento da oferta de produtos alimentícios contendo compostos bioativos, tais como polifenóis, fibras alimentares, vitaminas, probióticos, prebióticos, ácidos graxos essenciais, minerais etc., os chamados alimentos funcionais. Tais compostos podem estar naturalmente presentes, mas, em geral, são intencionalmente adicionados para melhorar a qualidade nutricional dos alimentos e proporcionar melhorias específicas na saúde ao serem consumidos regularmente (Gramza-Michałowska et al., 2016; Premkumar & Vasudevan, 2018; Salazar, Encalada, Cruz, & Campos, 2018).

O consumo e o processamento de frutas exóticas estão aumentando em todo o mundo devido à melhoria nos métodos de colheita, conservação, transporte, estratégias de marketing e conscientização dos consumidores quanto aos seus benefícios à saúde. No entanto, os principais produtos de frutas comercializados são obtidos a partir da polpa, sendo grande a porcentagem de subprodutos não aproveitados, que incluem as cascas, sementes e bagaço, gerados nas diferentes etapas da cadeia de processamento, causando um impacto ambiental negativo e perdas econômicas significativas (Ayala-Zavala et al. 2011). Na maioria dos casos, os subprodutos desperdiçados podem apresentar um conteúdo similar ou maior de compostos bioativos, especialmente polifenóis e fibras alimentares, do que a porção usualmente comestível (Resende, Franca, & Oliveira, 2019). Por isso, aproveitar ao máximo o potencial biológico desses biomateriais, especialmente para gerar aditivos alimentares, proporciona benefícios econômicos, ambientais e também sociais, uma vez que contribui para minimizar a desnutrição e a fome, e favorece a criação de oportunidades de emprego, ao promover a diversificação das cadeias produtivas nos países em desenvolvimento onde são produzidos (Torres-Leon et al., 2018).

O Brasil produz grande variedade de frutos tropicais, nativos e exóticos, com boas perspectivas para exploração econômica, como o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), que é uma fruta climatérica, de curta sazonalidade e sabor peculiar agradável, nativa da região semiárida do Nordeste brasileiro. Sua exploração extrativista constitui uma importante fonte alternativa de emprego e renda para as comunidades, especialmente nos períodos de seca, época em que ocorre a frutificação. Pequenas agroindústrias da região processam o umbu na forma de geleias e doces, porém descartam os resíduos (cascas e sementes), que poderiam ser

aproveitados na alimentação por serem fonte de fibras, vitaminas, minerais e outros compostos bioativos importantes para a saúde, como carotenoides e polifenóis, e expressiva atividade antioxidante (Ribeiro et al., 2019). Portanto, os resíduos do umbu apresentam-se como um ingrediente promissor no desenvolvimento de alimentos com características funcionais.

Os produtos de panificação são um dos grupos principais de alimentos consumidos diariamente pela população e têm um papel importante na nutrição. Eles variam em complexidade e incluem itens como pão, bolos, biscoitos, que contêm farinha de trigo como ingrediente principal (Martins, Pinho, & Ferreira, 2017). A adição de ingredientes funcionais a produtos de panificação vem ganhando popularidade, com destaque para os biscoitos tipo *cookie*, pois atendem aos requisitos de baixo custo, alto prazo de validade, diversidade de sabores disponíveis, praticidade e amplo consumo por todas as faixas etárias (Moro et al., 2018). Estima-se que só no Brasil o consumo per capita de biscoitos foi de 8,75 kg no ano de 2017 (Abimapi, 2018). Subprodutos agroindustriais vêm sendo descritos como ricas fontes de compostos bioativos, com impactos nas propriedades tecnológicas, nutricionais e promotoras da saúde dos produtos de panificação, despontando como uma estratégia viável e promissora para a elaboração de biscoitos com atributos nutritivos e funcionais aliados ao bem-estar e à alimentação saudável (Naknaen, Itthisoponkul, Sondee, & Angsombat, 2016; Toledo, Nunes, da Silva, Spoto, & Canniatti-Brazaca, 2017; Souza et al., 2018; Theagarajan, Malur Narayanaswamy, Dutta, Moses, & Chinnaswamy, 2019).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi utilizar a farinha dos resíduos do processamento do umbu como ingrediente funcional para desenvolver biscoitos tipo *cookie* com alto teor de fibras, atributos antioxidantes promissores e elevada aceitabilidade sensorial, bem como avaliar o efeito sobre as características tecnológicas dos produtos.

Material e Métodos

Obtenção da farinha dos resíduos do processamento do umbu

Foram utilizados umbus no estágio de maturação ‘de vez’ (coloração externa parcialmente verde escuro e polpa de consistência firme), colhidos no município de Uauá (Bahia, Brasil). Os frutos foram lavados e sanitizados (solução de hipoclorito de sódio a 0,2 % v/v por 15 min) e submetidos à cocção (aproximadamente 8 a 10 min) até apresentarem rachaduras na casca e coloração amarronzada. Após despulpamento em peneira (10 mesh), os resíduos (sementes e casca) foram dispostos em bandejas e submetidos à desidratação em

estufa com circulação de ar a 60 ± 2 °C por 72 h. Para obter a farinha, os resíduos secos foram triturados em moinho de facas (Marconi, modelo MA340), acoplado com peneira de 20 mesh.

Elaboração dos biscoitos tipo cookie

Os biscoitos foram elaborados com a substituição da farinha de trigo pela farinha dos resíduos do processamento do umbu conforme as formulações descritas na Tabela 1. Os ingredientes: farinha de trigo sem fermento (10 % de proteína; Dona Benta, Bahia, Brasil), margarina (80 % de lipídeos; Qualy, Paraná, Brasil), açúcar refinado (União, Pernambuco, Brasil), açúcar demerara (União, Pernambuco, Brasil), bicarbonato de sódio (Kitano, São Paulo, Brasil) e fermento químico (amido de milho, bicarbonato de sódio, fosfato monocalcico e carbonato de cálcio; Royal, Paraná, Brasil) foram adquiridos no mercado local.

Tabela 1: Formulações dos biscoitos tipo *cookie*.

INGREDIENTES (%)*	FP	F20	F30	F40
Farinha de trigo	100g	80g	70g	60g
Farinha dos resíduos do umbu	--	20g	30g	40g
Margarina	60g	60g	60g	60g
Açúcar refinado	30g	30g	30g	30g
Açúcar demerara	30g	30g	30g	30g
Bicarbonato de sódio	0,5g	0,5g	0,5g	0,5g
Fermento químico	0,5g	0,5g	0,5g	0,5g

*Base do peso da farinha. FP = Formulação padrão (100 % de Farinha de trigo + 0 % de Farinha dos resíduos do umbu), F20 (80 % de Farinha de trigo + 20 % de Farinha dos resíduos do umbu), F30 (70 % de Farinha de trigo + 30 % de Farinha dos resíduos do umbu) e F40 (60 % de Farinha de trigo + 40 % de Farinha dos resíduos do umbu).

Para elaboração dos biscoitos, os açúcares, previamente peneirados, e a margarina, previamente resfriada a 8 °C, foram homogeneizados em batedeira planetária profissional (B-06; Mondial, Brasil), em velocidade média, até o ponto de se obter um creme claro e fofo (3-5 min). Em seguida, foram incorporados os demais ingredientes previamente peneirados (farinhas, bicarbonato de sódio e fermento) e homogeneizados em batedeira em velocidade baixa por 30 seg, seguido de amassamento até o ponto de obter uma massa homogênea e lisa. Após 15 min de descanso em refrigeração (8 °C), a massa foi estendida em superfície lisa previamente higienizada e os biscoitos foram moldados com auxílio de um cortador de 6 cm de diâmetro e espessura de 6 mm. Os biscoitos foram assados em forno pré-aquecido a 160 °C por cerca de 15 min (tempo determinado previamente pela coloração externa do biscoito), resfriados em temperatura ambiente (25 °C) e acondicionados em embalagens de polietileno seladas termicamente até a realização das análises.

Composição centesimal e análises físico-químicas

As análises da composição centesimal foram conduzidas conforme a *Association of Official Analytical Chemists* - AOAC (2005). A umidade foi determinada em estufa a 105 °C e as cinzas, por incineração em mufla a 550 °C. O teor de lipídeos foi determinado por extração em aparelho de Soxhlet com éter etílico e o de proteínas foi analisado através da dosagem do nitrogênio total pelo método de Kjeldahl, utilizando 6,25 como fator de conversão. Os conteúdos de fibra alimentar total, solúvel e insolúvel foram determinados pelo método enzimático-gravimétrico utilizando as enzimas α -amilase, protease e amiloglucosidase (K-TDFR, Megazyme). Os carboidratos foram estimados por diferença e o valor energético total calculado considerando 4 kcal/g para carboidratos e proteínas e 9 kcal/g para lipídeos.

Para análise do pH, as amostras foram moídas e diluídas em água destilada na proporção de 10 % (p/v) e o pH foi aferido nesta mistura com potenciômetro (marca Micronal, modelo B474). A acidez álcool-solúvel foi determinada por titulação com solução de NaOH a 0,1 N e expressa em percentual de ácido cítrico (IAL, 2008). Para esta análise, as amostras foram moídas e diluídas em álcool etílico, na proporção de 10 % (p/v) e o ponto final da titulação foi determinado por potenciometria. A atividade de água foi mensurada diretamente nos biscoitos usando um analisador de atividade de água (Labtouch-aw, Novasina, Switzerland) a $30,2 \pm 0,6$ °C.

Teor de compostos fenólicos e determinação da atividade antioxidante

Amostras de 5 g de cada formulação dos biscoitos, previamente triturados, foram submetidas à extração com 40 mL de solução hidroacetônica (80 % v/v) em agitador magnético (600 rpm) por 20 min (25 °C) e posteriormente centrifugadas a 2500 g por 15 min (4 °C). O sobrenadante foi recolhido e ao resíduo foram adicionados 40 mL de solução hidroetanólica (80 % v/v), sendo submetido às mesmas condições anteriores. Ambos os sobrenadantes (da 1ª e 2ª extração) foram combinados e o volume final completado para 100 mL com água destilada. Os extratos obtidos foram acondicionados em frascos de vidro âmbar, armazenados sob refrigeração (4 °C) por até uma semana. Os ensaios foram realizados em triplicata.

O conteúdo total de compostos fenólicos foi quantificado usando o reagente Folin-Ciocalteu de acordo com Singleton e Rossi (1965). Inicialmente, foi adicionado a 0,2 mL da amostra, 1 mL do reagente de Folin-Ciocalteu, diluído em água na proporção 1:10. Após 3 min de repouso em ausência de luz, foram adicionados 0,8 mL de carbonato de sódio a 7,5 %,

seguido de repouso em ambiente escuro por mais 120 min. A leitura das absorbâncias foi realizada em espectrofotômetro a 765 nm. Os resultados foram calculados com base em uma curva padrão de ácido gálico (10-90 µg/mL) e expressos em mg de EAG (equivalente em ácido gálico)/100 g de biscoito.

A atividade antioxidante foi determinada pelos métodos de captura dos radicais DPPH e ABTS e avaliação do poder de redução do ferro (FRAP). Para o método DPPH, 3,9 mL de solução metanólica do radical estável DPPH[•] (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) a 0,1 mM foram homogeneizados com 0,1 mL dos extratos, seguido de incubação no escuro por 25 min e leitura em espectrofotômetro a 517 nm (Brand-Williams; Cuvelier; Berset, 1995). A amostra controle constituiu-se do solvente utilizado para obtenção dos extratos. Os resultados foram expressos como percentual de inibição do radical, calculado conforme a Equação 1:

$$\% \text{ inibição} = \{[(\text{Abs}_{\text{controle}} - \text{Abs}_{\text{amostra}})/\text{Abs}_{\text{controle}}] \times 100\} \quad (1)$$

O método de captura do radical ABTS foi mensurado de acordo com Re et al. (1999). O radical 2,2'-azino-bis(3,ethyl benz-thiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS^{•+}) foi obtido pela reação entre 5 mL de solução estoque de ABTS (7 mM) e 88 µL de persulfato de potássio (140 mM). A mistura foi mantida no escuro por 16h antes do uso e então diluída em etanol até atingir a absorbância de $0,7 \pm 0,05$ a 734 nm. Para a análise, uma alíquota de 30 µL das amostras foi homogeneizada com 3 mL do radical ABTS. Após incubação no escuro por 6 min, a absorbância foi mensurada a 734 nm. O percentual de inibição do radical ABTS foi calculado usando a Equação 1.

Para a avaliação do poder antioxidante de redução do ferro (método FRAP), o reagente foi preparado pela homogeneização da solução de 2,4,6-tris (1-pyridyl)-5-triazine a 10 mM em HCl a 40 mM com solução de cloreto férrico a 20 mM e tampão acetato a 0,3 M (pH 3,6) na proporção de 1:1:10 (v/v/v) (Benzie & Strain, 1996). Alíquotas de 20 µL da amostra foram homogeneizadas com 180 µL do reagente, seguido de incubação a 37 °C por 30 min, e a absorbância determinada a 593 nm. O sulfato ferroso foi utilizado como padrão. Os resultados foram expressos como µM de sulfato ferroso/g de biscoito.

Avaliação das características físicas dos biscoitos tipo cookie

Todas as análises foram conduzidas com amostras de 6 biscoitos provenientes de uma mesma fornada, escolhidos de forma aleatória, em triplicata. As análises pós-cocção foram realizadas quando os biscoitos atingiram a temperatura ambiente (25 °C). As amostras foram

avaliadas em relação ao rendimento, diâmetro, espessura e fator de expansão (Toledo et al., 2017). Os biscoitos foram pesados em balança semianalítica (marca BEL, modelo M723) antes e após a cocção para estimativa do rendimento, calculado a partir da razão entre os pesos pós e pré-cocção multiplicado por 100. O diâmetro e a espessura foram determinados com paquímetro após a cocção, expressos em mm. O fator de expansão dos biscoitos foi determinado pela razão entre os valores do diâmetro e espessura das amostras após a cocção.

A cor instrumental após a cocção foi analisada em colorímetro (Minolta, CR-400, Osaka, Japão) a partir dos parâmetros L^* , a^* e b^* ; em que L^* é a luminosidade, a^* define a transição da cor verde (-a) para a cor vermelha (+a), e b^* representa a transição da cor azul (-b) para cor amarela (+b). As leituras foram registradas em cinco repetições para cada formulação em posições aleatórias.

Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra (LEAAL), localizado no Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Foram aplicados testes de aceitabilidade e intenção de compra com uma amostra de 105 julgadores não treinados, de ambos os sexos, maiores de 18 anos, recrutados de forma aleatória, após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco, sob número 97142518.9.0000.5208.

Os biscoitos foram preparados 24 h antes dos testes e armazenados em embalagens de polietileno seladas termicamente. Foram oferecidos aos julgadores um biscoito de cada formulação dispostos de forma balanceada em pratos plásticos retangulares brancos, codificados aleatoriamente com números de três dígitos, água em temperatura ambiente e a ficha de análise, composta por uma escala hedônica com 9 categorias, cujo ponto 1 corresponde a “Desgostei extremamente” e o ponto 9 a “Gostei extremamente”, em relação aos atributos sensoriais aparência, cor, aroma, textura, sabor e qualidade geral. Na mesma ficha de análise de aceitabilidade, foi investigada a intenção de compra das amostras oferecidas, de acordo com uma escala hedônica de 5 pontos, cuja categoria 1 corresponde a “Certamente não compraria” e 5 a “Certamente compraria”. O índice de aceitabilidade (IA) foi determinado para cada formulação, contabilizando as pontuações entre 6 (Gostei ligeiramente) e 9 (Gostei extremamente) obtidas no teste de aceitação para cada formulação do biscoito em comparação com o número total de participantes do teste (Toledo et al., 2017).

Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os dados analisados através da análise de variância (ANOVA), seguido do teste de Tukey para comparação entre as médias obtidas, em nível de 5 % de significância ($p \leq 0,05$). O teste de Coeficiente de Correlação de Pearson ($p \leq 0,05$) foi realizado para calcular a correlação entre a capacidade antioxidante e o teor de compostos fenólicos. Correlações foram consideradas significativas quando $r > 0,7$.

Resultados e Discussão

Composição centesimal e análises físico-químicas

Os resultados da composição centesimal (Tabela 2) mostraram que os teores de umidade, atividade de água, cinzas, fibras, lipídeos e acidez aumentaram significativamente com o aumento da proporção da farinha dos resíduos do processamento do umbu nas formulações. Por outro lado, houve redução significativa nos teores de carboidratos, proteínas, valor energético e pH. Resíduos de frutas são ricos em fibras, constituintes responsáveis pelo aumento da capacidade de absorção de água, bem como ricos em minerais, já que esses nutrientes se concentram predominantemente nas cascas e sementes das frutas. O processo de desidratação dos resíduos para a elaboração da farinha concentra ainda mais esses nutrientes, tornando o seu uso vantajoso para o enriquecimento de alimentos (Leão, Franca, Oliveira, Bastos, & Coimbra et al., 2017).

Em relação às fibras, os biscoitos experimentais apresentaram aumento significativo do teor de fibra total, de até aproximadamente 793 %, quando comparado ao padrão. Para que um produto pronto para consumo seja considerado funcional, basta que forneça no mínimo 2,5 g de fibras por porção (Brasil, 2016). Considerando que uma porção de biscoitos para consumo equivale a 30 g (Brasil, 2003), as formulações F20, F30 e F40 fornecem, respectivamente, 1,99, 2,73 e 3,45 g de fibras por porção, sendo que os biscoitos F30 e F40 podem ser considerados funcionais. A alegação de propriedade funcional das fibras está relacionada aos seus efeitos benéficos na saúde humana, como promover a redução da absorção de lipídeos e açúcar, redução de peso, regular a digestão, prevenir a constipação e melhorar o equilíbrio da microbiota intestinal (Dai & Chau, 2017). Ao dificultar a absorção de lipídeos e açúcar, as fibras auxiliam no controle do colesterol, triglicerídeos e glicose séricos, contribuindo na prevenção da arteriosclerose, o que reduz o risco de doenças cardíacas, e diabetes (Cassidy, McSorley, & Allsopp, 2018).

Tabela 2: Caracterização físico-química dos biscoitos tipo *cookie* enriquecidos com farinha dos resíduos do processamento do umbu.

Parâmetros	Formulações			
	FP	F20	F30	F40
Umidade (%)	3,30 ± 0,04 ^a	4,97 ± 0,19 ^b	5,74 ± 0,37 ^c	7,62 ± 0,27 ^d
Cinzas (%)	0,92 ± 0,01 ^a	1,17 ± 0,09 ^b	1,30 ± 0,02 ^c	1,33 ± 0,01 ^c
Proteínas (%)	5,52 ± 0,02 ^a	4,91 ± 0,09 ^b	5,03 ± 0,36 ^b	4,35 ± 0,21 ^c
Lipídeos (%)	24,29 ± 0,01 ^a	26,75 ± 0,04 ^b	25,08 ± 0,04 ^c	25,88 ± 0,02 ^d
Carboidratos (%)	64,68 ± 0,19 ^a	55,56 ± 0,34 ^b	54,03 ± 0,45 ^c	49,30 ± 0,44 ^d
Fibra alimentar total (%)	1,29 ± 0,19 ^a	6,64 ± 0,08 ^b	9,10 ± 0,06 ^c	11,52 ± 0,50 ^d
Fibra alimentar insolúvel (%)	0,28 ± 0,16 ^a	4,90 ± 0,06 ^b	7,70 ± 0,06 ^c	9,19 ± 0,02 ^d
Fibra alimentar solúvel (%)	1,00 ± 0,16 ^a	1,74 ± 0,14 ^{ab}	1,40 ± 0,05 ^a	2,33 ± 0,53 ^b
Valor energético (kcal/ 100g)	499,44 ± 0,69 ^a	482,66 ± 1,01 ^b	460,83 ± 1,41 ^c	447,56 ± 0,88 ^d
Aw a 30,2 ± 0,6 °C	0,316 ± 0,006 ^a	0,365 ± 0,004 ^b	0,331 ± 0,003 ^c	0,408 ± 0,007 ^d
pH	8,71 ± 0,01 ^a	5,76 ± 0,07 ^b	4,59 ± 0,07 ^c	3,39 ± 0,04 ^d
Acidez álcool-solúvel (% ácido cítrico)	0,001 ± 0,000 ^a	0,049 ± 0,001 ^b	0,086 ± 0,003 ^c	0,175 ± 0,001 ^d

Valores expressos em média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença em nível de 5% de significância. FP = Formulação padrão (100 % de Farinha de trigo + 0 % de Farinha dos resíduos do umbu), F20 (80 % de Farinha de trigo + 20 % de Farinha dos resíduos do umbu), F30 (70 % de Farinha de trigo + 30 % de Farinha dos resíduos do umbu) e F40 (60 % de Farinha de trigo + 40 % de Farinha dos resíduos do umbu).

Para fins de comercialização, os biscoitos podem apresentar no rótulo a informação nutricional complementar de alto conteúdo de fibra alimentar, pois apresentam mais de 6 g de fibra por 100 g de produto (Brasil, 2012). É relativamente difícil para a maioria dos indivíduos suprir suas necessidades diárias de ingestão de fibras, sendo os alimentos enriquecidos uma alternativa interessante e viável. O consumo de uma porção de 30 g dos biscoitos F20, F30 e F40 cobrem 6,63, 9,09 e 11,52 %, respectivamente, da ingestão dietética máxima recomendada (RDA) de fibras para adultos, que é de 30 g/dia (Bernaud & Rodrigues, 2013).

Valores mais elevados de fibras insolúveis do que solúveis foram observados em todas as formulações dos biscoitos, com exceção do biscoito padrão. As frações solúvel e insolúvel da fibra alimentar diferenciam-se em relação às taxas e extensões da solubilidade na água. Fibras solúveis em contato com a água formam uma rede onde são aprisionadas, dando

origem a soluções altamente viscosas, que influenciam no metabolismo de lipídios e carboidratos. Já as fibras insolúveis ou pouco solúveis podem reter água em sua matriz estrutural, formando misturas com baixa viscosidade. *In vivo*, isso produz um aumento na matéria fecal, que acelera o tempo de trânsito intestinal e é fundamental para o tratamento e prevenção da constipação crônica, propriedade esta que contribui para diminuir a concentração e o tempo de contato de potenciais agentes carcinogênicos com as membranas mucosas do cólon (Salazar et al., 2018). Ademais, a incorporação de fibras em produtos pela indústria alimentícia é requerida, uma vez que estas podem reduzir o índice glicêmico dos produtos sem reduzir ou substituir o teor de açúcar das formulações. Tal efeito na redução do índice glicêmico foi observado em biscoitos suplementados com casca de melancia em pó, um subproduto rico em fibras (Naknaen et al., 2016).

Observou-se um pequeno decréscimo no teor de proteínas dos biscoitos enriquecidos com a farinha dos resíduos do processamento do umbu em relação ao biscoito padrão. Este resultado é devido ao menor teor proteico das farinhas de resíduos de frutas quando comparadas com a farinha de trigo e já foi observado em outros estudos (Naknaen et al., 2016; Toledo et al., 2017). O conteúdo lipídico dos cookies aumentou em relação ao biscoito controle e pode ser atribuído ao maior teor de lipídeos da farinha dos resíduos de umbu, constituída predominantemente pelas sementes da fruta, que apresentam considerável teor de lipídeos na sua composição, conforme observado por Dias et al. (2019).

De acordo com os resultados obtidos para pH e acidez (Tabela 2), pode-se observar que, à medida que houve o aumento da adição da farinha dos resíduos do processamento do umbu aos biscoitos, houve aumento da acidez com consequente diminuição do pH. Outros autores demonstraram que farinhas de resíduos de frutas são mais ácidas que a farinha de trigo e promovem aumento da acidez nos produtos alimentícios aos quais são incorporadas (Toledo et al., 2017).

Em relação aos teores de atividade de água, os resultados mostraram valores menores que 0,42 (Tabela 2), o que é satisfatório para aumentar vida útil dos produtos, além de evitar a perda de crocância e o desenvolvimento de microrganismos (Toledo et al., 2017). Portanto, os valores baixos de umidade, atividade de água e pH associados à elevada acidez podem conferir baixa suscetibilidade ao crescimento de microrganismos, o que leva a maior segurança durante o armazenamento dos biscoitos em temperatura ambiente, prolongando sua vida de prateleira (Rousk, Brookes, & Bååth, 2009; Beuchat et al., 2013).

Teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante

O teor de compostos fenólicos, bem como a atividade antioxidante dos biscoitos, aumentou significativamente na medida em que houve aumento nos teores da farinha dos resíduos do processamento do umbu nas formulações (Tabela 3). Foi possível observar um aumento linear ($R^2 = 0,95$) no teor de compostos fenólicos, sendo a formulação F40 quatro vezes mais rica em compostos fenólicos em relação à formulação padrão.

Tabela 3: Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais dos biscoitos tipo *cookie* enriquecidos com a farinha dos resíduos do processamento do umbu.

Parâmetros	Formulações			
	FP	F20	F30	F40
Fenólicos totais (mg EAG/100g)*	110,14 ± 1,47 ^a	265,06 ± 1,01 ^b	303,85 ± 0,39 ^c	410,07 ± 1,74 ^d
ABTS (% de inibição)	3,02 ± 0,02 ^a	15,71 ± 0,45 ^b	18,51 ± 0,02 ^c	22,95 ± 0,05 ^d
DPPH (% de inibição)	9,98 ± 0,67 ^a	16,54 ± 0,62 ^b	21,75 ± 0,80 ^c	31,77 ± 0,06 ^d
FRAP (μM sulfato ferroso/g)	0,96 ± 0,00 ^a	2,89 ± 0,01 ^b	2,99 ± 0,01 ^c	4,37 ± 0,01 ^d

Valores expressos em média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença em nível de 5% de significância. FP = Formulação padrão (100 % de Farinha de trigo + 0 % de Farinha dos resíduos do umbu), F20 (80 % de Farinha de trigo + 20 % de Farinha dos resíduos do umbu), F30 (70 % de Farinha de trigo + 30 % de Farinha dos resíduos do umbu) e F40 (60 % de Farinha de trigo + 40 % de Farinha dos resíduos do umbu).

*EAG = equivalente em ácido gálico.

O conteúdo de compostos fenólicos para todas as formulações dos biscoitos mostrou forte correlação linear com os ensaios DPPH, ABTS e FRAP (valores de r entre 0,76 - 1,00). Dados da literatura reportam correlação linear entre teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante em frutas (Almeida et al., 2011; Gregoris et al., 2013). Esses resultados demonstram que, a despeito das altas temperaturas utilizadas na fabricação dos biscoitos, os compostos fenólicos provenientes da farinha dos resíduos de umbu são retidos nos produtos e mantêm correlação com a atividade antioxidante.

Apesar de, geralmente, a elevada capacidade antioxidante de uma amostra ser correlacionada à presença de alto conteúdo fenólico, o aumento da atividade antioxidante nos biscoitos também pode ser atribuído aos compostos coloridos resultantes da reação de Maillard que ocorre durante o processo de cozimento. Já foi relatado que estes pigmentos possuem excelente atividade antioxidante em produtos alimentícios (Nooshkam, Varidi, & Bashash, 2019). Como já discutido anteriormente, quanto maior a proporção da farinha dos resíduos do processamento do umbu nos biscoitos, maior foi o teor de compostos fenólicos e a

intensidade do escurecimento, podendo ter ocorrido um sinergismo que levou aos maiores valores de atividade antioxidante mensurada pelos três métodos.

Sabe-se que os benefícios potenciais para a saúde dos compostos fenólicos podem ser atribuídos às suas atividades antioxidantes. O consumo regular de compostos fenólicos diretamente dos alimentos pode ser mais eficaz no combate ao dano oxidativo do que na forma de suplemento devido as possíveis interações sinérgicas com outros componentes alimentares aumentando, assim, a capacidade antioxidante dessas substâncias (Giada, 2013). O consumo dos biscoitos tipo *cookie* produzidos com a farinha dos resíduos do processamento do umbu poderiam contribuir para a ingestão de compostos fenólicos e conferir efeitos benéficos à saúde.

Avaliação das características físicas dos biscoitos tipo cookie

De acordo com os resultados obtidos para os biscoitos elaborados com diferentes concentrações da farinha dos resíduos do processamento do umbu, não houve diferença significativa entre eles para valores de diâmetro, espessura e fator de expansão (Tabela 4). Esses resultados demonstram um alto grau de homogeneidade nos biscoitos produzidos, demonstrando que a adição da farinha não interferiu nas características físicas analisadas, apesar da elevada proporção de farinha incorporada. Theagarajan et al. (2019) também não observaram diferença significativa nos parâmetros de avaliação física em biscoitos elaborados com a incorporação de pó de bagaço de uva em relação ao biscoito controle, porém, as proporções de substituição utilizadas, de 2, 4, 6 e 8 %, foram bastante inferiores aos utilizados no presente trabalho.

Em geral, a incorporação de farinhas de resíduos de frutas tende a impactar nas características físicas de biscoitos, especialmente na redução no fator de expansão, produzindo biscoitos mais compactos. Toledo et al. (2017) observaram variações no diâmetro e fator de expansão de biscoitos enriquecidos com 5, 10 e 15 % de resíduos de abacaxi, maçã e melão, o que não ocorreu com os biscoitos elaborados com a farinha dos resíduos do processamento do umbu, mesmo em concentrações mais elevadas. A capacidade de retenção de água das fibras presentes nos subprodutos de frutas interfere na expansão da rede de glúten que ocorre durante a cocção (Becker, Damiani, de Melo, Borges, & Boas et al., 2014). Isso pôde ser demonstrado no rendimento da formulação F40, que foi significativamente maior em relação às demais. Ou seja, quanto maior o teor de fibras, maior a retenção de água na massa, resultando em maior rendimento (Naknaen et al., 2016), embora não tenha havido impacto significativo no fator de expansão em relação ao biscoito padrão no presente trabalho.

Tabela 4: Características físicas dos biscoitos tipo *cookie* enriquecidos com farinha dos resíduos do processamento do umbu.

Parâmetros	Formulações			
	FP	F20	F30	F40
Rendimento (%)	90,4 ± 0,45 ^a	90,0 ± 1,34 ^a	91,7 ± 0,39 ^{ab}	93,4 ± 0,76 ^b
Diâmetro (mm)	4,40 ± 0,16 ^a	4,40 ± 0,16 ^a	4,20 ± 0,16 ^a	4,20 ± 0,16 ^a
Espessura (mm)	0,81 ± 0,01 ^a	0,84 ± 0,01 ^a	0,80 ± 0,03 ^a	0,80 ± 0,02 ^a
Fator de expansão	5,40 ± 0,14 ^a	5,36 ± 0,08 ^a	5,38 ± 0,01 ^a	5,22 ± 0,05 ^a
L*	79,70 ± 0,53 ^a	58,26 ± 3,29 ^b	62,87 ± 4,17 ^b	51,34 ± 1,66 ^c
a*	0,20 ± 0,49 ^a	5,00 ± 0,47 ^b	4,27 ± 0,45 ^b	6,04 ± 0,27 ^c
b*	26,36 ± 0,42 ^a	18,46 ± 2,57 ^b	18,61 ± 0,45 ^b	15,74 ± 0,74 ^c

Valores expressos em média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença em nível de 5 % de significância. FP = Formulação padrão (100 % de Farinha de trigo + 0 % de Farinha dos resíduos do umbu), F20 (80 % de Farinha de trigo + 20 % de Farinha dos resíduos do umbu), F30 (70 % de Farinha de trigo + 30 % de Farinha dos resíduos do umbu) e F40 (60 % de Farinha de trigo + 40 % de Farinha dos resíduos do umbu).

A aparência dos biscoitos padrão e experimentais pode ser visualizada na Figura 1. Diferença significativa foi encontrada nos parâmetros de cor para todas as formulações em relação ao padrão. Conforme demonstrado na Tabela 4, com o aumento da concentração de farinha dos resíduos do processamento do umbu nas formulações, os valores de L* (luminosidade) diminuíram progressivamente, resultando em biscoitos com tonalidade mais escura. Os valores encontrados para a* e b* corroboram com esse resultado, visto que, o aumento progressivo dos valores de a* indica uma coloração mais avermelhada, enquanto que a diminuição progressiva de valores para b* indicam coloração menos amarela.

Esses resultados podem ser explicados devido à farinha dos resíduos do processamento do umbu possuir uma coloração mais escura do que a farinha de trigo, levando, assim, a uma cor mais intensa dos biscoitos à medida que foi adicionada maior quantidade desta nas formulações. Bender et al. (2016) e Theagarajan et al. (2019) demonstraram que farinhas de resíduos de frutas possuem naturalmente cor mais escura e intensa do que a farinha de trigo e, ao utilizá-las como ingredientes em produtos alimentícios, leva, conseqüentemente, ao escurecimento destes.

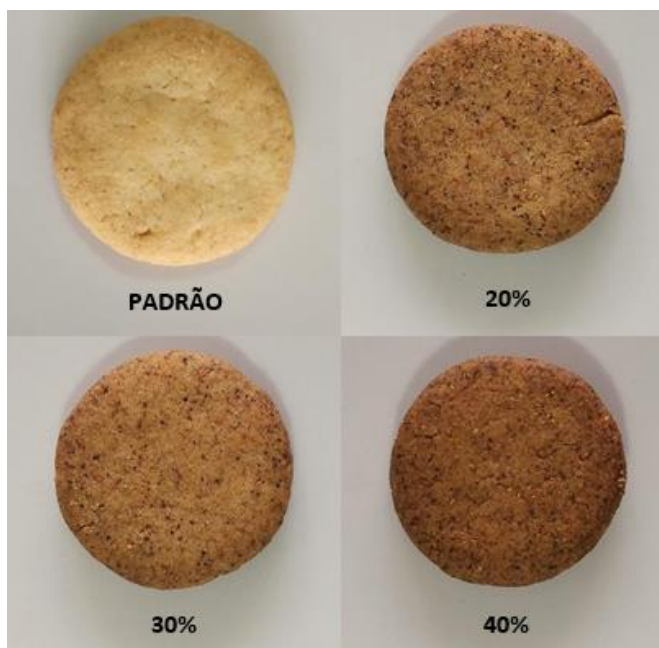


Fig. 1: Aparência dos biscoitos tipo *cookie* enriquecidos com farinha dos resíduos do processamento do umbu nas concentrações 0 (padrão), 20, 30 e 40 %.

Análise sensorial

Os resultados da análise sensorial (Tabela 5) revelaram que a adição da farinha dos resíduos do processamento do umbu nas formulações dos biscoitos não influenciou nos atributos aparência, exceto para o biscoito F40, e cor, apesar do escurecimento dos biscoitos. Os outros parâmetros sensoriais, como aroma, sabor, textura e qualidade geral, apresentaram notas significativamente menores em relação ao biscoito padrão.

Porém, a formulação F20 obteve um escore superior a 6 que, na escala hedônica, ficou próximo a classificação "Gostei ligeiramente" para os atributos sabor, textura e qualidade geral, indicando boa aceitação. Alguns provadores mencionaram que o sabor mais ácido dos biscoitos influenciou nas notas mais baixas para as formulações F30 e F40, que ficaram próximas às classificações "Indiferente" (nota 5) e "Desgostei ligeiramente" (nota 4). Subprodutos de frutas podem conferir ligeiro amargor e acidez aos produtos devido ao alto teor de polifenóis presentes (Naknaen et al., 2016). Theagarajan et al. (2019) observaram que biscoitos produzidos com 8 % de pó do bagaço da uva conferiam sabor mais amargo às formulações. Associado a este fato, ressalta-se que o umbu é uma fruta ácida e essa acidez se mantém no resíduo e nos biscoitos, conforme demonstrado nas determinações de pH e acidez total titulável. Logo, quanto maior a quantidade incorporada nas formulações houve maior impacto no sabor, sendo perceptível aos provadores.

Tabela 5: Análise sensorial dos biscoitos tipo *cookie* enriquecidos com farinha dos resíduos do processamento do umbu.

Atributos	Formulações			
	P	20%	30%	40%
Aparência	7,63 ± 1,63 ^a	7,43 ± 1,30 ^{ab}	7,22 ± 1,48 ^{ab}	7,06 ± 1,60 ^b
Cor	7,57 ± 1,54 ^a	7,58 ± 1,20 ^a	7,28 ± 1,36 ^a	7,10 ± 1,47 ^a
Aroma	7,49 ± 1,36 ^a	5,78 ± 1,84 ^b	5,36 ± 1,78 ^b	5,46 ± 1,80 ^b
Sabor	8,08 ± 1,13 ^a	6,41 ± 1,95 ^b	5,13 ± 2,16 ^c	4,66 ± 2,27 ^c
Textura	8,10 ± 1,18 ^a	7,56 ± 1,37 ^a	5,97 ± 1,92 ^b	4,10 ± 1,96 ^c
Qualidade geral	8,08 ± 0,91 ^a	6,85 ± 1,47 ^b	5,52 ± 1,92 ^c	4,85 ± 2,09 ^d
Intenção de compra	4,59 ± 0,72 ^a	3,67 ± 1,07 ^b	2,65 ± 1,15 ^c	2,22 ± 1,07 ^d

Valores expressos em média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença em nível de 5% de significância. FP = Formulação padrão (100 % de Farinha de trigo + 0 % de Farinha dos resíduos do umbu), F20 (80 % de Farinha de trigo + 20 % de Farinha dos resíduos do umbu), F30 (70 % de Farinha de trigo + 30 % de Farinha dos resíduos do umbu) e F40 (60 % de Farinha de trigo + 40 % de Farinha dos resíduos do umbu).

Em relação à textura, a menor nota foi atribuída à formulação F40, que apresentou textura mais macia e menos crocante na opinião de alguns provadores. De fato, este resultado correlaciona-se com os teores de umidade e de atividade de água da formulação F40, que foram maiores em relação às demais formulações. Além disso, uma menor quantidade de farinha de trigo na massa e, conseqüentemente, menor teor de glúten formado, levou a diminuição da dureza em relação ao biscoito padrão. Resultado semelhante foi encontrado por Naknaen et al. (2016) ao substituírem parcialmente a farinha de trigo por pó de casca de melancia.

Avaliando o índice de aceitabilidade dos biscoitos (Fig. 2a), foi verificado que a formulação F20 foi a mais aceita pelos provadores, atingindo índices acima de 70 % para os atributos aparência, cor, sabor, textura e qualidade geral. Toledo et al. (2017) observaram expressiva aceitação dos provadores (acima de 65 %) quanto ao consumo de biscoitos preparados com subprodutos de frutas, destacando que é um produto inovador que associa sustentabilidade com apelo a saúde. Em relação à intenção de compra dos biscoitos (Fig. 2b), os dados corroboram que a formulação F20 foi a mais aceita, pois, em relação às formulações F30 e F40, obteve os maiores percentuais nas categorias “Provavelmente compraria” e “Certamente compraria” (61,54 %), com notas entre 3 e 5 (Tabela 5).

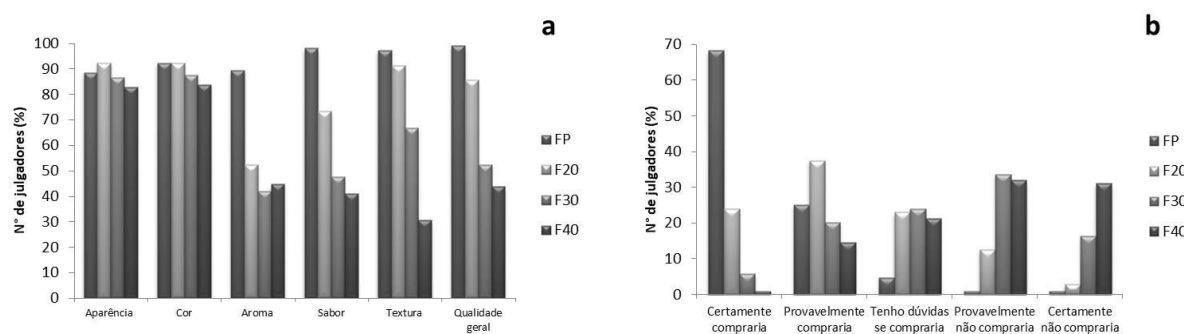


Fig. 2: Índice de aceitabilidade (a) e intenção de compra (b) dos biscoitos tipo *cookie* enriquecidos com farinha dos resíduos do processamento do umbu.

Conclusão

A utilização da farinha dos resíduos do processamento do umbu influenciou positivamente nos aspectos nutricionais dos biscoitos tipo *cookie*, especialmente em relação ao conteúdo de fibras, teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante, podendo ser considerados um produto alimentício funcional. A substituição parcial de farinha de trigo por 20 % da farinha dos resíduos foi a mais aceita do ponto de vista sensorial, enquanto que a formulação com 40 % foi mais rica em fibras, fenólicos e atividade antioxidante. Portanto, a farinha dos resíduos do processamento do umbu surge como um novo ingrediente viável para elaboração de biscoitos tipo *cookie*, conferindo vantagens nutricionais aos produtos, sem afetar suas características tecnológicas, sendo uma alternativa para agregar valor ao resíduo e minimizar as perdas ao longo da cadeia de produção do umbu, bem como favorecendo o poder econômico da população que sobrevive do extrativismo do umbu, especialmente nos períodos de seca.

Referências

- ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. *Estatísticas – Biscoito*. 2018. Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br/estatistica-biscoito.php>> Acesso em: 08 abr. 2018.
- Almeida, M. M. B., de Sousa, P. H. M., Arriaga, Â. M. C., do Prado, G. M., de Carvalho Magalhães, C. E., Maia, G. A., & de Lemos, T. L. G. (2011). Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. *Food Research International*, 44(7), 2155-2159.

- Ayala-Zavala, J., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodriguez, J. A., Siddiqui, M. W., ... & González-Aguilar, G. A. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*, 44(7), 1866-1874.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 18th ed. Washington: AOAC, 2005.
- Becker, F. S., Damiani, C., de Melo, A. A. M., Borges, P. R. S., & Boas, E. V. D. B. V. (2014). Incorporation of buriti endocarp flour in gluten-free whole cookies as potential source of dietary fiber. *Plant foods for human nutrition*, 69(4), 344-350.
- Bender, A. B. B., de Mello Luviélmo, M., Loureiro, B. B., Speroni, C. S., Boligon, A. A., da Silva, L. P., & Penna, N. G. (2016). Obtenção e caracterização de farinha de casca de uva e sua utilização em snack extrusado/Obtention and characterization of grape skin flour and its use in an extruded snack. *Brazilian Journal of Food Technology*, 19, 1.
- Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Bernaudo, F. S. R., & Rodrigues, T. D. C. (2013). Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. *Arquivos brasileiros de endocrinologia & metabologia= Brazilian archives of endocrinology and metabolism*. Vol. 57, N. 6 (ago 2013), p. 397-405.
- Beuchat, L. R., Komitopoulou, E., Beckers, H., Betts, R. P., Bourdichon, F., Fanning, S., ... & Ter Kuile, B. H. (2013). Low–water activity foods: increased concern as vehicles of foodborne pathogens. *Journal of food protection*, 76(1), 150-172.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. *Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional*. Disponível em:
http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0359_23_12_2003.pdf/76676765-a107-40d9-bb34-5f05ae897bf3 Acesso em: 03 Mai 2019.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. *Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar*. Disponível em:
http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864. Acesso em: 03 Mai 2019.

- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde*. Atualizado em 14/03/2016. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1800442/mod_resource/content/1/ANVISA%20%202016%20-%20Alimentos%20funcionais.pdf Acesso em: 29 mai. 2019.
- Cassidy, Y. M., McSorley, E. M., & Allsopp, P. J. (2018). Effect of soluble dietary fibre on postprandial blood glucose response and its potential as a functional food ingredient. *Journal of functional foods*, 46, 423-439.
- Dai, F. J., & Chau, C. F. (2017). Classification and regulatory perspectives of dietary fiber. *Journal of food and drug analysis*, 25(1), 37-42.
- Dias, J. L., Mazzutti, S., de Souza, J. A., Ferreira, S. R., Soares, L. A., Stragevitch, L., & Danielski, L. (2019). Extraction of umbu (*Spondias tuberosa*) seed oil using CO₂, ultrasound and conventional methods: Evaluations of composition profiles and antioxidant activities. *The Journal of Supercritical Fluids*, 145, 10-18.
- Giada, M. D. L. R. (2013). Food phenolic compounds: main classes, sources and their antioxidant power. In *Oxidative stress and chronic degenerative diseases-A role for antioxidants*. InTechOpen.
- Gramza-Michałowska, A., Kobus-Cisowska, J., Kmiecik, D., Korczak, J., Helak, B., Dziedzic, K., & Górecka, D. (2016). Antioxidative potential, nutritional value and sensory profiles of confectionery fortified with green and yellow tea leaves (*Camellia sinensis*). *Food Chemistry*, 211, 448-454.
- Gregoris, E., Pereira Lima, G. P., Fabris, S., Bertelle, M., Sicari, M., & Stevanato, R. (2013). Antioxidant properties of Brazilian tropical fruits by correlation between different assays. *BioMed research international*, 2013.
- Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 1020p. Disponível em: http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 12 mar. 2018.
- Leão, D. P., Franca, A. S., Oliveira, L. S., Bastos, R., & Coimbra, M. A. (2017). Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit by-products. *Food chemistry*, 225, 146-153.
- Martins, Z. E., Pinho, O., & Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2017). Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 106-128.

- Moro, T. M. A., Celegatti, C. M., Pereira, A. P. A., Lopes, A. S., Barbin, D. F., Pastore, G. M., & Clerici, M. T. P. S. (2018). Use of burdock root flour as a prebiotic ingredient in cookies. *LWT*, 90, 540-546.
- Naknaen, P., Itthisoponkul, T., Sondee, A., & Angsombat, N. (2016). 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*, 25(2), 415-424.
- Nooshkam, M., Varidi, M., & Bashash, M. (2019). The Maillard reaction products as food-born antioxidant and antibrowning agents in model and real food systems. *Food chemistry*, 275, 644-660.
- Premkumar, J., & Vasudevan, R. T. (2018). Bioingredients: functional properties and health impacts. *Current Opinion in Food Science*, 19, 120-128.
- 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 radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Resende, L. M., Franca, A. S., & Oliveira, L. S. (2019). Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. *Food chemistry*, 270, 53-60.
- Ribeiro, L. D. O., Viana, E. D. S., Godoy, R. L. D. O., Freitas, S. C. D., Freitas, S. P., & Matta, V. M. D. (2019). Nutrients and bioactive compounds of pulp, peel and seed from umbu fruit. *Ciência Rural*, 49(4).
- Rousk, J., Brookes, P. C., & Bååth, E. (2009). Contrasting soil pH effects on fungal and bacterial growth suggest functional redundancy in carbon mineralization. *Appl. Environ. Microbiol.*, 75(6), 1589-1596.
- Salazar, V. A. G., Encalada, S. V., Cruz, A. C., & Campos, M. R. S. (2018). Stevia rebaudiana: A sweetener and potential bioactive ingredient in the development of functional cookies. *Journal of functional foods*, 44, 183-190.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Souza, F. T. C., Santos, E. R., Silva, J. D. C., Valentim, I. B., Rabelo, T. C. B., Andrade, N. R. F. D., & Silva, L. K. D. S. (2018). Production of Nutritious Flour from Residue Custard Apple (*Annona squamosa* L.) for the Development of New Products. *Journal of Food Quality*, 2018.

- Theagarajan, R., Malur Narayanaswamy, L., Dutta, S., Moses, J. A., & Chinnaswamy, A. (2019). Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies. *International Journal of Food Science & Technology*.
- Toledo, N. M. V., Nunes, L. P., da Silva, P. P. M., Spoto, M. H. F., & Canniatti-Brazaca, S. G. (2017). Influence of pineapple, apple and melon by-products on cookies: physicochemical and sensory aspects. *International journal of food science & technology*, 52(5), 1185-1192.
- Torres-Leon, C., Ramirez, N., Londoño, L., Martinez, G., Diaz, R., Navarro, V., ... & AGUILAR, C. N. (2018). Food waste and byproducts: an opportunity to minimize malnutrition and hunger in developing countries. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 52.

4.3 ARTIGO 3 – DESENVOLVIMENTO DE UMA NOVA SOBREMESA LÁCTEA A BASE DE POLPA DE UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) E SEUS SUBPRODUTOS

Artigo a ser traduzido e submetido à revista *LWT - Food Science and Technology*.

Fator de impacto 3,714, Qualis B1 na área CB 1.

Resumo

Foram desenvolvidas sobremesas lácteas tipo umbuzada com e sem a adição da farinha dos resíduos do processamento do umbu e investigados os efeitos na composição centesimal, conteúdo de compostos fenólicos, atividade antioxidante, avaliação sensorial e influência do tratamento térmico na vida de prateleira dos produtos. Foram elaboradas duas formulações, sendo F1: sem adição da farinha dos resíduos (formulação padrão) e F2: adicionada da farinha dos resíduos na proporção de 2 % (p/p). A farinha dos resíduos do processamento do umbu proporcionou maior teor de fibras na formulação F2 (3,73 %), porém ambas as formulações podem ser designadas como fonte de fibras, podendo apresentar também a alegação de propriedade funcional relacionada a este componente, conforme a legislação brasileira. Foram obtidos maiores valores de compostos fenólicos e de atividade antioxidante, mensurada pelos métodos de sequestro dos radicais DPPH e ABTS, na formulação F2. A sobremesa láctea sem a adição da farinha foi mais aceita do ponto de vista sensorial, demonstrando o potencial de mercado que o novo produto apresenta. O estudo da vida de prateleira indicou o atendimento aos critérios microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente e que a ausência do tratamento térmico no processo não limitou o armazenamento refrigerado durante o período de 28 dias de estudo, possivelmente devido ao baixo pH do produto, potencializado pela adição da farinha. Desse modo, o aproveitamento do umbu na elaboração de sobremesa láctea tipo umbuzada apresenta-se como alternativa viável para utilização integral da fruta e diversificação da oferta de produtos lácteos no mercado com maior valor nutricional e propriedades funcionais, além de minimizar o desperdício de alimentos.

Palavras-chave: resíduo agroindustrial, fibra dietética, atividade antioxidante, vida de prateleira.

Introdução

Dentre as espécies com potencial de exploração no semiárido brasileiro, o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) destaca-se por sua grande importância socioeconômica para as populações rurais do Nordeste, especialmente nos períodos de seca (Mertens, Germer, Siqueira Filho, & Sauerborn, 2017). Seu fruto, o umbu, possui superfície lisa ou aveludada com casca de cor amarelo-esverdeada e polpa branco-esverdeada, de consistência mole, suculenta, aroma peculiar e sabor agridoce agradável. É um fruto climatérico e de rápida sazonalidade, cujo período de safra vai de dezembro a março, sendo grande nesse período sua oferta para consumo *in natura* (Narain, Bora, Holschuh, & Vasconcelos, 1992).

Por ser muito perecível, existe uma grande perda pós-colheita durante o período da safra devido à falta de infraestrutura e boas práticas de produção, requerendo algum tipo de processamento para manter a qualidade (Moura, Melo Silva, Schunemann, & Martins, 2013). O processamento do umbu permite a utilização da produção excedente, possibilitando o consumo na entressafra, reduz as perdas para o produtor, diversifica a oferta de produtos derivados da fruta no mercado e contribui para o fortalecimento da agricultura familiar e o desenvolvimento regional (Policarpo et al., 2003).

Estudos têm mostrado que as frutas e seus subprodutos podem fornecer uma mistura de compostos, tais como fibras dietéticas, fenólicos, antioxidantes naturais e outras moléculas bioativas com efeitos benéficos à saúde (Yahia, García-Solís, & Celis, 2019). O umbu apresenta apelo funcional e elevado potencial para ser aproveitado integralmente na alimentação. A polpa do umbu pode ser utilizada como ingrediente ativo com atividade antioxidante para elaboração de produtos alimentícios funcionais (Zeraik et al., 2016). Os resíduos do umbu (casca e semente) possuem quantidades importantes de fitoquímicos e minerais, como fósforo, potássio, magnésio, ferro e cobre, além de fibras alimentares (Ribeiro et al., 2019), tornando-se uma alternativa promissora para o enriquecimento de produtos alimentícios.

Uma das formas mais tradicionais de consumo do umbu na região Nordeste do Brasil é sob a forma de umbuzada, preparação elaborada a partir da polpa do umbu cozida com leite e açúcar, rapadura ou leite condensado (Lima, Sousa, Silva, Pereira, & Santana, 2012). Devido ao fato de não ser um produto fermentado, a umbuzada pode ser considerada uma sobremesa láctea, cujo processo de fabricação é constituído basicamente das etapas de preparo da mistura, tratamento térmico, homogeneização, resfriamento parcial e estocagem sob refrigeração (Nikaedo, Amaral, & Penna, 2004). Como o umbu é uma fruta ácida, com pH médio de 3,07 (Narain et al., 1992), não há necessidade do uso de espessantes e gelificantes

na formulação, como ocorre nas sobremesas lácteas convencionais, pois o baixo pH promove a coagulação da caseína levando ao espessamento do produto, semelhante ao que ocorre no iogurte (Dussault-Chouinard, Britten, & Pouliot, 2019).

O umbu vem sendo processado em pequena escala por cooperativas localizadas nas regiões de produção da fruta para produção de doces, compotas, geleias, porém os resíduos são descartados (Batista, Silva, Santan, & Cavalcante, 2015). Apesar de ainda não ser comum em produtos lácteos, a utilização de resíduos de frutas pode conferir características organolépticas, nutricionais e funcionais satisfatórias. Dentre as propriedades nutricionais, produtos lácteos adicionados de subprodutos de frutas apresentam maiores valores de fenólicos totais e fibras (Trigo, Alexandre, Saraiva, & Pintado, 2019). Além disso, sua utilização representa uma excelente alternativa para minimizar os impactos ambientais da geração de resíduos agroindustriais e o desperdício de alimentos (Banerjee et al., 2017).

Considerando-se o crescente interesse da indústria em desenvolver novos produtos e a necessidade de trabalhos que busquem agregar valor às frutas pouco exploradas industrialmente no Brasil, o objetivo deste trabalho foi elaborar sobremesa láctea tipo umbuzada com e sem adição da farinha dos resíduos do umbu e avaliar as características físico-químicas, conteúdo de compostos fenólicos, atividade antioxidante, aceitação sensorial e influência do tratamento térmico na estabilidade microbiológica dos produtos.

Material e Métodos

Obtenção da polpa e da farinha dos resíduos do processamento do umbu

Os umbus no estágio de maturação 'de vez' (cor da casca parcialmente verde escura e polpa de consistência firme), coletados no município de Uauá (Bahia, Brasil), foram selecionados, lavados em água corrente e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 0,2 % v/v por 15 min. Em seguida foram cozidos em água por 8 a 10 min, tempo suficiente para que as cascas apresentassem cor amarronzada e rachaduras. A polpa foi separada manualmente utilizando-se peneira (10 mesh) e então congelada (-18 °C) até a elaboração dos produtos. Os resíduos (casca e semente) foram submetidos à desidratação em estufa com circulação forçada de ar a 60 ± 2 °C por 72 h. Para obter a farinha, os resíduos desidratados foram submetidos ao moinho de facas (Marconi, MA340) acoplado com peneira de 20 mesh. A farinha foi acondicionada em sacos de polietileno de baixa densidade, mantida a -18 ± 2 °C.

Elaboração das sobremesas lácteas tipo umbuzada

Após testes preliminares, foi definida a formulação F1 (padrão) constituída por leite integral UHT (Leitíssimo, Goiás, Brasil) e polpa de umbu, na proporção 1:1 (p/p), adicionada de 10 % (p/p) de açúcar cristal (União, Pernambuco, Brasil). Para a formulação F2, a farinha dos resíduos do processamento do umbu foi adicionada à formulação anterior na proporção de 2 % (p/p). A polpa do umbu foi previamente descongelada sob refrigeração (4 ± 1 °C) e homogeneizada com os demais ingredientes em liquidificador doméstico (Mondial, Brasil) à máxima velocidade por cerca de 1 min. Ambas as formulações foram submetidas ao tratamento térmico (75 °C/5 min), seguido de envase em recipientes de polipropileno estéreis com tampa (capacidade de 175 mL), em porções de aproximadamente 100 g, e mantidas sob refrigeração (4 ± 1 °C).

Análises físico-químicas

Umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e fibra alimentar foram analisados de acordo as metodologias recomendadas pela AOAC (2005). O teor de umidade foi avaliado por secagem em estufa a 105 °C até peso constante e as cinzas foram quantificadas após incineração a 550 °C em mufla. Os lipídeos foram avaliados pelo método de Soxhlet, utilizando éter etílico e a proteína foi determinada pelo método de Kjeldahl, utilizando-se o fator de conversão de 6,38. Os teores de fibra alimentar total, insolúvel e solúvel foram determinados pelo método enzimático-gravimétrico, empregando-se as enzimas α -amilase, protease e amiloglucosidase (kit de enzimas K-TDFR, Megazyme). O conteúdo de carboidratos foi obtido por diferença e o valor energético total calculado considerando 4 kcal/g para carboidratos e proteínas e 9 kcal/g para lipídeos.

Os valores de pH das sobremesas foram determinados em potenciômetro (Micronal B474). A acidez titulável foi determinada por titulação com solução de NaOH a 0,1 N e expressa em percentual de ácido láctico (IAL, 2008). As amostras foram diluídas em água destilada na proporção de 10 % (p/v) antes das análises.

A cor instrumental foi analisada em colorímetro (Minolta, CR-400, Osaka, Japão) a partir dos parâmetros L^* , a^* e b^* . O parâmetro L^* indica a luminosidade, a^* define a transição da cor verde (-a) para a cor vermelha (+a) e b^* representa a transição da cor azul (-b) para cor amarela (+b). As leituras foram realizadas em cinco repetições para cada formulação em posições aleatórias. A diferença total de cores entre as amostras (ΔE^*) foi calculada usando a Equação 1 (Francis & Clydesdale, 1975).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

Onde: ΔL^* , Δa^* e Δb^* são a diferença entre a formulação padrão (F1) e a formulação adicionada da farinha dos resíduos do processamento do umbu (F2) em L^* , a^* e b^* , respectivamente.

Avaliação do teor de compostos fenólicos e da atividade antioxidante

Amostras de 15 g das formulações F1 e F2 foram submetidas à extração com 40 mL de solução hidroacetônica (80 % v/v) em centrífuga a 1200 *g* por 20 min (4 °C). O sobrenadante foi recolhido e ao resíduo foram adicionados 40 mL de solução hidroetanólica (80 % v/v), sendo submetido às mesmas condições anteriores. Ambos os sobrenadantes (da 1ª e 2ª extração) foram combinados e o volume final completado para 100 mL com água destilada. Os extratos obtidos foram acondicionados em frascos de vidro âmbar, armazenados sob refrigeração (4 °C) por até uma semana. Os ensaios foram realizados em triplicata.

O conteúdo total de compostos fenólicos foi quantificado usando o reagente Folin-Ciocalteu de acordo com Singleton e Rossi (1965). Resumidamente, foi adicionado a 0,2 mL da amostra, 1 mL do reagente de Folin-Ciocalteu, diluído em água na proporção 1:10. Após 3 min de repouso em ausência de luz, foram adicionados 0,8 mL de carbonato de sódio a 7,5 % (p/v), seguido de repouso em ambiente escuro por 120 min. A leitura das absorbâncias foi realizada em espectrofotômetro no comprimento de onda 765 nm. Os resultados foram calculados com base em uma curva padrão de ácido gálico (10-90 µg/mL) e expressos em mg de EAG (equivalente em ácido gálico)/100 g de amostra.

A atividade antioxidante foi determinada pelos métodos de captura dos radicais DPPH e ABTS. Para o método DPPH, 3,9 mL de solução metanólica do radical estável DPPH[•] (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) a 0,1 mM foram homogeneizados com 0,1 mL dos extratos, seguido de incubação no escuro por 25 min e leitura em espectrofotômetro a 517 nm (Brand-Williams, Cuvelier, & Berset, 1995). Os resultados foram expressos como percentual de inibição do radical, calculado conforme a Equação 2:

$$\% \text{ inibição} = \{[(\text{Abs}_{\text{controle}} - \text{Abs}_{\text{amostra}})/\text{Abs}_{\text{controle}}] \times 100\} \quad (2)$$

O método de captura do radical ABTS foi mensurado de acordo com Re et al. (1999). O radical 2,2'-azino-bis(3-ethyl benz-thiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS^{•+}) foi obtido pela

reação entre 5 mL de solução estoque de ABTS (7 mM) e 88 µL de persulfato de potássio (140 mM). A mistura foi mantida no escuro por 16 h antes do uso e então diluída em etanol até atingir a absorvância de $0,7 \pm 0,05$ a 734 nm. Uma alíquota de 30 µL das amostras homogeneizadas com 3 mL da solução do radical ABTS^{•+} e a absorvância foi mensurada a 734 nm após 6 min de incubação no escuro. O percentual de inibição do radical ABTS foi calculado usando a Equação 2.

Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada um dia após a produção das sobremesas no Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra – LEAAL, localizado no Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Foram aplicados testes de aceitabilidade e intenção de compra a 100 julgadores não treinados, de ambos os sexos, maiores de 18 anos, recrutados de forma aleatória. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco sob o nº 59670216.0.0000.5208. Após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, os julgadores receberam 30 mL de cada sobremesa, F1 e F2, em ordem balanceada, em recipientes plásticos brancos, codificados aleatoriamente com números de três dígitos. Junto às formulações, foram fornecidos aos julgadores água à temperatura ambiente e a ficha de análise de aceitabilidade e intenção de compra.

A ficha era composta por uma escala hedônica com 9 categorias, cujo ponto 1 corresponde a “Desgostei extremamente” e o ponto 9 a “Gostei extremamente”, em relação aos atributos sensoriais aparência, aroma, cor, sabor, consistência e impressão global. Na mesma ficha de análise de aceitabilidade, foi investigada a intenção de compra das amostras oferecidas, de acordo com uma escala hedônica de 5 pontos, cuja representação 1 corresponde a “Certamente não compraria” e a 5 a “Certamente compraria”. O índice de aceitabilidade (IA) foi determinado para cada formulação, contabilizando as pontuações entre 6 (Gostei ligeiramente) e 9 (Gostei extremamente) obtidas no teste de aceitação para cada formulação em comparação com o número total de participantes do teste. O produto foi considerado bem aceito quando o índice de aceitabilidade foi maior ou igual a 70 % (Toledo, Nunes, Silva, Spoto, & Canniatti-Brazaca, 2017).

Avaliação da influência do tratamento térmico na estabilidade microbiológica da sobremesa láctea tipo umbuzada adicionada da farinha dos resíduos do processamento do umbu durante o armazenamento refrigerado

Para análise do efeito do tratamento térmico sobre a estabilidade microbiológica do produto, a formulação F2, elaborada com a farinha dos resíduos do processamento do umbu, foi dividida em dois grupos, F2A – sem tratamento térmico, e F2B – com tratamento térmico (75 °C/5 min). Ambas foram acondicionadas em recipientes de polipropileno estéreis com tampa, em porções de aproximadamente 100 g, mantidas sob refrigeração (4 ± 1 °C) por 28 dias. Análises microbiológicas foram realizadas nos dias 1, 7, 14, 21 e 28 após a preparação das sobremesas para avaliar o efeito do tratamento térmico aplicado.

Foram realizadas análises microbiológicas para contagens de *Bacillus cereus* (método 980.31), coliformes termotolerantes/g (45°C) (método 991.14), estafilococos coagulase positiva/g (método 995.12), *Salmonella* spp./25 g (método 996.08) e bolores e leveduras/g (método 997.02), conforme as normas da AOAC (2005), segundo a recomendação da legislação vigente para produtos lácteos (Brasil, 2001).

Análise estatística

As análises foram realizadas em triplicata e os dados foram analisados através do teste “t” de *Student* e da análise de variância (ANOVA), seguido do teste de *Tukey* para comparação entre as médias obtidas, em nível de 5 % de significância.

Resultados e Discussão

Análises físico-químicas

Os resultados da composição centesimal (Tabela 1) mostram que os produtos elaborados (F1 e F2) apresentaram características esperadas para sobremesas lácteas, como elevada umidade, baixo teor de lipídeos (< 5 %) e teor de carboidratos entre 11 e 18 % (Lubrano-Lavadera, Braesco, & Chanson-Rollé, 2015). Com a adição da farinha dos resíduos do processamento do umbu (F2), foi observada redução significativa nos teores de umidade, lipídeos, proteínas e valor energético, assim como aumento significativo nos teores de cinzas, que se referem ao conteúdo mineral total, e fibras. Nascimento, Melo e Lima (2018) também observaram aumento nos teores de cinzas e fibra dietética em sorvetes adicionados de 2 % de farinha de resíduos de uva.

Tabela 1: Caracterização físico-química das sobremesas lácteas tipo umbuzada com e sem adição da farinha dos resíduos do processamento do umbu.

Parâmetros	Formulações	
	F1	F2
Umidade (%)	79,84 ± 0,22 ^a	78,44 ± 0,02 ^b
Cinzas (%)	0,53 ± 0,01 ^a	0,59 ± 0,01 ^b
Lipídios (%)	1,17 ± 0,01 ^a	0,80 ± 0,01 ^b
Proteínas (%)	2,38 ± 0,04 ^a	1,97 ± 0,02 ^b
Carboidratos (%)	13,87 ± 0,32 ^a	14,48 ± 0,28 ^a
Fibra alimentar total (%)	2,22 ± 0,16 ^a	3,73 ± 0,25 ^b
Fibra alimentar insolúvel (%)	1,55 ± 0,02 ^a	3,07 ± 0,08 ^b
Fibra alimentar solúvel (%)	0,67 ± 0,18 ^a	0,66 ± 0,17 ^a
Valor energético (kcal/100g)	75,47 ± 1,11 ^a	72,96 ± 1,03 ^b
pH	3,10 ± 0,02 ^a	2,63 ± 0,02 ^b
Acidez total titulável (% ácido láctico)	1,46 ± 0,00 ^a	1,80 ± 0,18 ^b
L*	81,19 ± 0,37 ^a	76,37 ± 0,64 ^b
a*	-6,23 ± 0,07 ^a	-3,61 ± 0,14 ^b
b*	20,82 ± 0,18 ^a	20,65 ± 0,14 ^a
ΔE*	0,00 ± 0,00 ^a	5,51 ± 0,79 ^b

Valores expressos em média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença em nível de 5 % de significância. F1 = sobremesa láctea tipo umbuzada padrão; F2: sobremesa láctea tipo umbuzada adicionada da farinha dos resíduos do processamento do umbu.

Em relação ao teor de fibras, as formulações F1 e F2 apresentaram 2,66 g e 4,48 g de fibras por porção (120 g), valores que permitem classificá-las como fontes de fibras alimentares (Brasil, 2003; 2012). Uma vez que, para que um produto pronto para consumo apresente a alegação de propriedade funcional, uma porção deve fornecer no mínimo 2,5 g de fibras (Brasil, 2016). Portanto, pode-se afirmar que ambas as formulações podem ser consideradas alimentos funcionais, tendo em vista os benefícios que as fibras podem trazer a saúde quando consumidas regularmente, especialmente quanto ao equilíbrio da microbiota intestinal (Dai & Chau, 2017). Na Tabela 1 pode-se observar que a adição da farinha dos resíduos à sobremesa proporcionou quase o dobro do conteúdo de fibras presente na formulação, podendo ser considerada uma alternativa de baixo custo para adicionar fibra alimentar a produtos lácteos, contribuindo para a ingestão dietética diária recomendada.

A análise das frações da fibra alimentar mostrou que a farinha dos resíduos do processamento do umbu proporcionou incremento no teor de fibras insolúveis da sobremesa. Em geral, farinhas de resíduos de frutas apresentam maior teor de fibra insolúvel do que solúvel (Resende, Franca, & Oliveira, 2019). A fração insolúvel geralmente inclui celulose, hemiceluloses e lignina e desempenha um papel importante no processo digestivo, incluindo a

promoção do peristaltismo intestinal, aumento do volume fecal, bem como absorção e eliminação de gordura, metais pesados e outras substâncias tóxicas (Hua et al., 2019).

Os resultados de pH e acidez (Tabela 1) mostraram que ambas as formulações são ácidas, com valores de pH menores até que outros produtos lácteos adicionados de resíduos de frutas já descritos, como por exemplo, sobremesa láctea com subprodutos de tâmara, com pH de 6,29 a 6,46 (Jridi et al., 2015), sorvete com farinha de resíduo de uva, com pH = 4,52 (Nascimento, Melo, & Lima, 2018) e iogurte com farinha de semente e casca de maracujá, com pH entre 4,26 e 4,31 (Toledo et al., 2018). Também foi observado que com a adição da farinha dos resíduos do processamento do umbu houve um incremento da acidez, com consequente diminuição do pH, comportamento que pode ser atribuído a natureza ácida dos resíduos do umbu. Os valores baixos de pH associados à elevada acidez podem conferir baixa suscetibilidade ao crescimento de microrganismos, o que leva a maior segurança durante o armazenamento dos produtos (Rousk, Brookes, & Bååth, 2009).

Quanto aos parâmetros de cor (Tabela 1), a formulação F2 apresentou menores valores de L^* demonstrando que a farinha dos resíduos do processamento do umbu conferiu coloração mais escura à sobremesa. Toledo et al. (2018) também verificaram menores valores de L^* nos iogurtes adicionados de farinha de semente e cascas de maracujá. Os valores negativos de a^* mostram variação para a coloração verde, sendo mais intensa na sobremesa F1, cor característica da polpa do umbu. A temperatura de secagem dos resíduos para a produção de farinha promove a reação de Maillard, que gera compostos de coloração amarronzada (Theagarajan, Malur Narayanaswamy, Dutta, Moses, & Chinnaswamy, 2019). Devido a isso, a formulação F2 apresentou coloração menos esverdeada que a F1 (Fig. 1). Em relação à diferença total de cor entre as formulações, o valor de ΔE^* avaliado (> 3) indicou que a farinha interferiu na cor da sobremesa, sendo essa diferença perceptível ao olho humano (Bodart, Peñaranda, Deneyer, & Flamant, 2008).

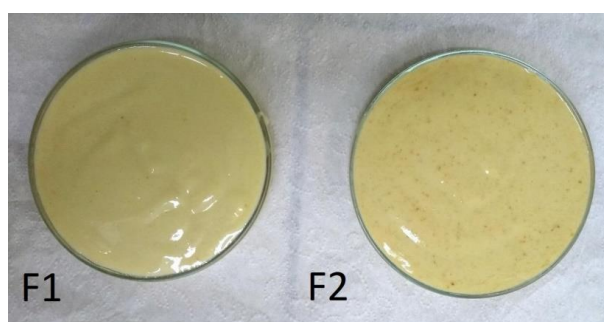


Fig. 1: Aspecto visual das sobremesas lácteas tipo umbuzada padrão (F1) e adicionada da farinha dos resíduos do processamento do umbu (F2).

Teor compostos fenólicos e atividade antioxidante

O teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante da formulação F2 foram significativamente maiores do que na formulação F1 (Tabela 2), o que pode ser justificado devido a maior concentração desses fitoquímicos na farinha dos resíduos do processamento do umbu adicionada na formulação F2. Os compostos fenólicos são metabólitos secundários produzidos pelos vegetais em situações de estresse e é frequentemente maior nos resíduos do processamento, como cascas e sementes, em comparação com a polpa dos frutos (Banerjee et al., 2017). Segundo Melo e Andrade (2010), as cascas desidratadas do umbu apresentam teores de compostos fenólicos totais aproximadamente 14 vezes maiores que os presentes na polpa do fruto e expressiva atividade antioxidante.

Tabela 2: Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante e das sobremesas lácteas tipo umbuzada com e sem adição da farinha.

Parâmetros	Formulações	
	F1	F2
Fenólicos totais (mg EAG/100 g)*	25,68 ± 1,69 ^b	35,90 ± 2,96 ^a
ABTS (% de inibição)	15,28 ± 0,46 ^b	20,00 ± 0,37 ^a
DPPH (% de inibição)	33,54 ± 1,47 ^b	40,85 ± 1,21 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença em nível de 5 % de significância. F1 = sobremesa láctea tipo umbuzada padrão; F2: sobremesa láctea tipo umbuzada adicionada da farinha dos resíduos do umbu. *EAG = equivalente em ácido gálico.

Os compostos fenólicos, de maneira geral, têm recebido considerável atenção relacionada à possibilidade de substituir os aditivos alimentares sintéticos devido à sua capacidade de eliminar os radicais livres e prevenir reações oxidativas nos alimentos e, assim, possibilitar sua preservação e incremento da qualidade (Kowalska, Czajkowska, Cichowska, & Lenart, 2017). Além do mais, o consumo regular de fitoquímicos bioativos com atividade antioxidante incorporados na dieta alimentar também atuará como coadjuvante na redução do risco do desenvolvimento de doenças, uma vez que estes auxiliam na redução de radicais livres *in vivo*, evitando assim o estresse oxidativo e o dano celular (Granato, Nunes, & Barba, 2017).

Análise sensorial

A maneira como os produtos alimentícios são percebidos pelos consumidores é um fenômeno complexo que é influenciado por uma ampla gama de características e pode ser determinante para o sucesso do produto no mercado (Hernández-Carrión, Varela, Hernando,

Fiszman, & Quiles, 2015). Os resultados da análise sensorial (Tabela 3) revelaram que a adição da farinha dos resíduos do processamento do umbu na formulação F2 influenciou nos atributos avaliados, exceto para consistência, que obteve notas estatisticamente iguais para ambas as formulações (F1 e F2). Para a formulação F1, as notas foram acima de 6 para todos os atributos, que corresponde a "Gostei ligeiramente" na escala hedônica. Este dado é interessante, pois a maioria dos provadores mencionou que não conhecia o umbu ou nunca havia experimentado a fruta, demonstrando o potencial para consumo da sobremesa láctea tipo umbuzada pela população avaliada.

Tabela 3: Análise sensorial das sobremesas lácteas tipo umbuzada.

Atributos	Formulações	
	F1	F2
Aparência	7,21 ± 1,60 ^a	6,62 ± 1,76 ^b
Aroma	6,29 ± 1,77 ^a	5,70 ± 1,95 ^b
Cor	7,00 ± 1,63 ^a	6,52 ± 1,74 ^b
Sabor	6,44 ± 2,14 ^a	4,87 ± 2,38 ^b
Consistência	7,09 ± 1,61 ^a	6,85 ± 1,95 ^a
Impressão global	6,78 ± 1,72 ^a	5,42 ± 2,22 ^b
Intenção de compra	3,50 ± 1,21 ^a	2,57 ± 1,32 ^b

Valores expressos em média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença em nível de 5 % de significância. F1 = sobremesa láctea tipo umbuzada padrão; F2: sobremesa láctea tipo umbuzada adicionada da farinha dos resíduos do umbu.

Já em relação à formulação F2, o aroma, o sabor e a impressão global obtiveram notas menores, provavelmente devido a maior acidez conferida pela adição da farinha dos resíduos do processamento do umbu. Associado a este fato, ressalta-se que o umbu é uma fruta ácida, e a utilização da polpa e dos resíduos na elaboração do produto proporcionaram uma acidez mais acentuada (Tabela 1). O sabor ácido geralmente causa aversão ao consumo, especialmente em indivíduos não acostumados a esse sabor.

A literatura mostra que ainda é um desafio desenvolver produtos lácteos adicionados de subprodutos de frutas com melhores características sensoriais e bem aceitos, como já relatado para iogurte e queijo (Arioui, Ait Saada, & Cheriguene, 2017; Costa, Lucera, Marinelli, Del Nobile, & Conte, 2018). Os autores relataram problemas organolépticos associados ao uso de subprodutos nesses alimentos, principalmente devido aos sabores desagradáveis, relatados como ácido, adstringente, amargo ou salgado, inerentes aos fitoquímicos presentes nas plantas.

Avaliando o índice de aceitabilidade das sobremesas (Fig. 2a), foi verificado que a formulação F1 foi a mais aceita pelos provadores, atingindo índices acima de 70 % para os

atributos aparência, cor, sabor, consistência e impressão global. A formulação F2 obteve índices acima de 70 % apenas para os atributos aparência, cor e consistência. Em relação à intenção de compra das sobremesas (Fig. 3b), os dados corroboram que a formulação F1 foi a mais aceita, pois obteve os maiores percentuais nas categorias “Provavelmente compraria” e “Certamente compraria” (57,54 %), com notas entre 3 e 5. Esses resultados enfatizam o potencial para comercialização da sobremesa láctea tipo umbuzada, mesmo entre consumidores não familiarizados com o umbu.

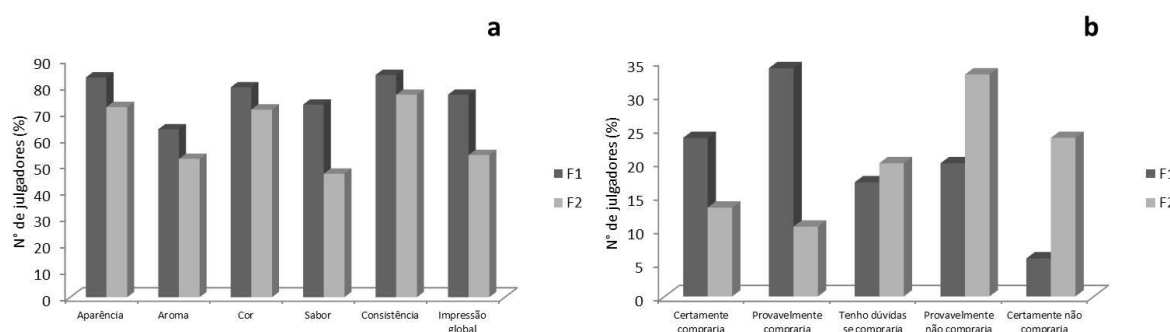


Fig. 2: Índice de aceitabilidade (a) e intenção de compra (b) das sobremesas lácteas tipo umbuzada padrão (F1) e adicionada da farinha dos resíduos do processamento do umbu (F2).

Influência do tratamento térmico na estabilidade microbiológica da sobremesa láctea tipo umbuzada adicionada da farinha dos resíduos do processamento do umbu durante o armazenamento refrigerado

A análise microbiológica das sobremesas lácteas avaliadas ao longo do armazenamento mostrou ausência de *Bacillus cereus*, coliformes termotolerantes/g (45 °C), estafilococos coagulase positiva/g e *Salmonella* spp., estando em conformidade com a legislação brasileira para sobremesas lácteas (Brasil, 2001), o que evidencia as boas condições higiênico-sanitárias durante as etapas de produção. Para bolores e leveduras, observou-se um aumento contínuo na contagem de células a partir do 14º dia na sobremesa láctea que não sofreu o tratamento térmico (F2A), com valores na ordem de 10^2 (Tabela 4).

Produtos com alto teor de açúcares e valores de pH relativamente baixos são propensos ao crescimento de bolores e leveduras. Embora não sejam patogênicos, a proliferação de bolores e leveduras pode levar a deterioração dos alimentos, além da possível produção de micotoxinas durante seu armazenamento. Esses microrganismos são considerados indicadores das condições higiênico-sanitárias de manipulação e, em sua maioria, não resistem quando expostos a altas temperaturas (Lima et al., 2017). Contagens

elevadas de bolores e leveduras em produtos alimentícios podem ocorrer devido à exposição ao ar durante o preparo, bem como ao emprego ineficiente das boas práticas de manipulação quanto ao ambiente, higiene de equipamentos, móveis, utensílios, embalagens etc.

Tabela 4: Contagem de bolores e leveduras nas sobremesas lácteas tipo umbuzada adicionadas da farinha dos resíduos do processamento do umbu durante 28 dias de armazenamento sob refrigeração (4 ± 1 °C).

Dias	Formulações	
	F2A	F2B
1	<10 UFC/g	<10 UFC/g
7	<10 UFC/g	<10 UFC/g
14	$3,5 \times 10^2$ UFC/g	<10 UFC/g
21	$8,5 \times 10^2$ UFC/g	<10 UFC/g
28	$9,4 \times 10^2$ UFC/g	<10 UFC/g

F2A – sem tratamento térmico e F2B – com tratamento térmico.

A legislação brasileira (Brasil, 2001) não estabelece obrigatoriedade para contagens de bolores e leveduras em sobremesas lácteas. Porém, para polpa de fruta, a legislação estabelece no máximo 5×10^3 UFC/g para polpa *in natura*, congelada ou não, e 2×10^3 UFC/g para polpa conservada quimicamente e/ou que sofreu tratamento térmico (Brasil, 2018). Pode-se inferir que o pH ácido da sobremesa láctea tipo umbuzada (Tabela 1) contribuiu para menores contagens de bolores e leveduras durante os 28 dias de armazenamento, proporcionando maior conservação dos produtos, mesmo na formulação sem o tratamento térmico (F2A), estando ambas adequadas para o consumo.

Salgado, Lourenço, Sousa e Araújo (2012) analisaram a vida de prateleira de sobremesas lácteas elaboradas com polpa de cupuaçu (pH entre 4,5 e 4,8) sem tratamento térmico, estocadas durante 22 dias a 4 ± 1 °C, e constataram que houve crescimento de bolores e leveduras acima de 1×10^4 UFC/g já no 22º dia de armazenamento, considerando-as impróprias para consumo. Os autores concluíram que os produtos poderiam ser consumidos apenas até o 15º dia de estocagem, quando a contagem ficou na ordem de 10^2 .

O fato de o emprego de tratamento térmico não ser um fator limitante para a conservação da sobremesa láctea tipo umbuzada permite que as pequenas cooperativas que processam o umbu no período da safra disponham de um novo produto para diversificar a fonte de renda sem necessitar de grandes investimentos em infraestrutura. No entanto, o emprego das boas práticas de manipulação na elaboração dos produtos é fundamental para garantir sua qualidade e inocuidade e atingir os resultados obtidos neste estudo.

Conclusão

As sobremesas lácteas tipo umbuzada acrescidas ou não da farinha dos resíduos do processamento do umbu demonstraram elevado valor nutricional e características funcionais, com potencial mercadológico. A adição da farinha na formulação proporcionou melhores características nutricionais, como maiores teores de fibras e atividade antioxidante, e o estudo da vida de prateleira demonstrou atendimento aos padrões microbiológicos. Em contrapartida, o aumento da acidez conferido pela farinha dos resíduos reduziu a aceitação sensorial do produto. Os resultados aqui apresentados abrem a possibilidade para a utilização dos resíduos do umbu, como uma rica fonte de fibras e compostos com atividade antioxidante, para enriquecer produtos lácteos em resposta à demanda existente por parte dos consumidores por ingredientes naturais e que ofereçam benefícios à saúde.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. (2005). *Official methods of analysis of the association of the analytical chemists*. 18th ed. Washington: AOAC.
- Arioui, F., Ait Saada, D., & Cheriguene, A. (2017). Physicochemical and sensory quality of yogurt incorporated with pectin from peel of Citrus sinensis. *Food science & nutrition*, 5(2), 358-364.
- Banerjee, J., Singh, R., Vijayaraghavan, R., MacFarlane, D., Patti, A. F., & Arora, A. (2017). Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals. *Food chemistry*, 225, 10-22.
- Batista, F. R. C.; Silva, S. M.; Santana M. F. S., Cavalcante, A. R. (2015). *O umbuzeiro e o semiárido brasileiro*. Campina Grande: INSA. 72p.
- Bodart, M., De Peñaranda, R., Deneyer, A., & Flamant, G. (2008). Photometry and colorimetry characterisation of materials in daylighting evaluation tools. *Building and Environment*, 43(12), 2046-2058.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. *Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2001, Seção I, p. 45-53.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. *Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins*

- de Rotulagem Nutricional*. Disponível em:
http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0359_23_12_2003.pdf/76676765-a107-40d9-bb34-5f05ae897bf3 Acesso em: 03 Mai 2019.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. *Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar*. Disponível em:
http://portal.anvisa.gov.br/documents/2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864. Acesso em: 03 Mai 2019.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde*. Atualizado em 14/03/2016. Disponível em:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1800442/mod_resource/content/1/ANVISA%20%202016%20-%20Alimentos%20funcionais.pdf Acesso em: 29 mai. 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 49, de 26 de setembro de 2018. *Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade de Suco e Polpa de Fruta, na forma desta Instrução Normativa*. DOU de 27/09/2018, nº 187, Seção 1, pág. 4.
- Costa, C., Lucera, A., Marinelli, V., Del Nobile, M. A., & Conte, A. (2018). Influence of different by-products addition on sensory and physicochemical aspects of Primosale cheese. *Journal of food science and technology*, 55(10), 4174-4183.
- Dussault-Chouinard, I., Britten, M., & Pouliot, Y. (2019). Improving rennet coagulation and cheesemaking properties of reverse osmosis skim milk concentrates by pH adjustment. *International Dairy Journal*, 95, 6-14.
- FRANCIS, Frederick John et al. (1975). *Food colorimetry: theory and applications*. AVI Publishing Co. Inc.
- Granato, D., Nunes, D. S., & Barba, F. J. (2017). An integrated strategy between food chemistry, biology, nutrition, pharmacology, and statistics in the development of functional foods: A proposal. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 13-22.
- Hernández-Carrión, M., Varela, P., Hernando, I., Fiszman, S. M., & Quiles, A. (2015). Persimmon milkshakes with enhanced functionality: Understanding consumers' perception of the concept and sensory experience of a functional food. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 384-392.
- Hua, M., Lu, J., Qu, D., Liu, C., Zhang, L., Li, S., ... & Sun, Y. (2019). Structure, physicochemical properties and adsorption function of insoluble dietary fiber from ginseng residue: A potential functional ingredient. *Food chemistry*, 286, 522-529.

- IAL. INSTITUTO ADOLFO IAL LUTZ. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. (2008). São Paulo: IAL. 1020p. Disponível em: http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 12 mar. 2018.
- Jridi, M., Souissi, N., Salem, M. B., Ayadi, M. A., Nasri, M., & Azabou, S. (2015). Tunisian date (*Phoenix dactylifera* L.) by-products: Characterization and potential effects on sensory, textural and antioxidant properties of dairy desserts. *Food chemistry*, 188, 8-15.
- 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 in Food Science & Technology*, 67, 150-159.
- Lima, A. K. V. O., Sousa, F. C., Silva, L. M. M., Pereira, F. C., Santana, M. F. S. (2012). Utilização de umbuzadas formuladas com palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) na merenda escolar. *Revista Verde*, 7(3), 68-72.
- Lima, W. K. D. S., Barros, L. S. S., Da Silva, R. M., De Deus, T. B., Silva, A. D. S., & Lima, D. D. V. (2017). Patogenic and Indicator Microorganisms in Chicken Cuts Sold in the Recôncavo-Bahia-Brazil. *Food and Nutrition*, 8, 1028-1038.
- Lubrano-Lavadera, A. S., Braesco, V., & Chanson-Rollé, A. (2015). Desserts lactés frais. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 50(2), 109-116.
- Melo, E. A., & Andrade, R. A. M. S. (2010). Compostos bioativos e potencial antioxidante de frutos do umbuzeiro Bioactive compounds and antioxidant potential from the “umbuzeiro” fruits. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 21(3), 453-458.
- Mertens, J., Germer, J., Siqueira Filho, J. A., & Sauerborn, J. (2017). *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), a threatened tree of the Brazilian Caatinga?. *Brazilian Journal of Biology*, 77(3), 542-552.
- Moura, F. T., de Melo Silva, S., Schunemann, A. P. P., & Martins, L. P. (2013). Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estádios de maturação. *Revista Ciência Agronômica*, 44(4), 764-772.
- Narain, N., Bora, P. S., Holschuh, H. J., & Vasconcelos, M. A. D. S. (1992). Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*) fruits. *Food Chemistry*, 44(4), 255-259.
- Nascimento, E. D. A., Melo, E. D. A., & Lima, V. L. A. G. D. (2018). Ice Cream with Functional Potential Added Grape Agro-Industrial Waste. *Journal of culinary science & technology*, 16(2), 128-148.

- Nikaedo, P. H. L., Amaral, F. F., & Penna, A. L. B. (2004). Caracterização tecnológica de sobremesas lácteas achocolatadas cremosas elaboradas com concentrado protéico de soro e misturas de gomas carragena e guar. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 40(3), 397-404.
- Policarpo, V. M., Resende, J., Endo, E., Marcussi, B., Castro, F. T., Jorge, E. C., ... & CAVALCANTI, N. D. B. (2003). Aprovechamiento de la pulpa de umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) verde como alternativa para la producción de dulces en masa. *Alimentaria*, 344, 75-78.
- 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 radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Resende, L. M., Franca, A. S., & Oliveira, L. S. (2019). Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. *Food chemistry*, 270, 53-60.
- Ribeiro, L. D. O., Viana, E. D. S., Godoy, R. L. D. O., Freitas, S. C. D., Freitas, S. P., & Matta, V. M. D. (2019). Nutrients and bioactive compounds of pulp, peel and seed from umbu fruit. *Ciência Rural*, 49(4).
- Rousk, J., Brookes, P. C., & Bååth, E. (2009). Contrasting soil pH effects on fungal and bacterial growth suggest functional redundancy in carbon mineralization. *Appl. Environ. Microbiol.*, 75(6), 1589-1596.
- Salgado, H., Lourenço, L., Sousa, C., & Araújo, E. (2013). Dessert made from cupuassu fruit on eastern amazon: preparation and shelf life. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(5), 391-398.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Theagarajan, R., Malur Narayanaswamy, L., Dutta, S., Moses, J. A., & Chinnaswamy, A. (2019). Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(4), 1299-1305.
- Toledo, N. M. V., Nunes, L. P., da Silva, P. P. M., Spoto, M. H. F., & Canniatti-Brazaca, S. G. (2017). Influence of pineapple, apple and melon by-products on cookies: physicochemical and sensory aspects. *International journal of food science & technology*, 52(5), 1185-1192.

- Toledo, N., de Camargo, A., Ramos, P., Button, D., Granato, D., & Canniatti-Brazaca, S. (2018). Potentials and pitfalls on the use of passion fruit by-products in drinkable yogurt: Physicochemical, technological, microbiological, and sensory aspects. *Beverages*, 4(3), 47.
- Trigo, J. P., Alexandre, E. M., Saraiva, J. A., & Pintado, M. E. (2019). High value-added compounds from fruit and vegetable by-products—Characterization, bioactivities, and application in the development of novel food products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 1-29.
- YAHIA, E. M.; GARCÍA-SOLÍS, P.; CELIS, M. E. M. (2019). Contribution of Fruits and Vegetables to Human Nutrition and Health. In: *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*. Woodhead Publishing, p. 19-45.
- Zeraik, M. L., Queiroz, E. F., Marcourt, L., Ciclet, O., Castro-Gamboa, I., Silva, D. H. S., ... & Wolfender, J. L. (2016). Antioxidants, quinone reductase inducers and acetylcholinesterase inhibitors from *Spondias tuberosa* fruits. *Journal of functional foods*, 21, 396-405.

7 CONCLUSÃO

- A farinha dos resíduos do processamento do umbu pode ser considerada um novo ingrediente para a indústria de alimentos devido ao seu elevado valor nutricional, especialmente fibras e minerais, baixos níveis de fatores antinutricionais, elevado teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante e propriedades tecnológicas que podem ser exploradas em sistemas alimentares.
- A farinha apresentou-se como um ingrediente viável para elaboração de biscoitos tipo *cookie* com características funcionais e sensorialmente aceitáveis, conferindo vantagens nutricionais sem afetar suas características tecnológicas.
- Sobremesas lácteas elaboradas com a polpa do umbu apresentaram características funcionais, sendo que a adição da farinha potencializou os atributos nutricionais e funcionais do produto e favoreceu sua estabilidade microbiológica ao longo do armazenamento.
- A conveniência e simplicidade do processo de fabricação da farinha podem permitir aumentar a renda das famílias que sobrevivem a partir do extrativismo do umbu devido ao maior valor agregado e diversidade de aplicação. Além disso, contribui positivamente para reduzir o desperdício de alimentos e a poluição ambiental. Portanto, os resíduos do processamento do umbu são um subproduto com potencial econômico promissor.

REFERÊNCIAS

- ABID, Y. et al. Storage stability of traditional Tunisian butter enriched with antioxidant extract from tomato processing by-products. **Food chemistry**, v. 233, p. 476-482, 2017.
- ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. Estatísticas – Biscoito. 2018. Disponível em: <https://www.abimapi.com.br/estatistica-biscoito.php> Acesso em: 08 abr. 2018.
- ABUD, A. K. de S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, p. 57-265, 2009.
- ALBUQUERQUE, J. G. de et al. Integral utilization of seriguela fruit (*Spondias purpurea* L.) in the production of cookies. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 3, 2016.
- ALMEIDA, M. M. B. et al. Avaliação de macro e microminerais em frutas tropicais cultivadas no nordeste brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, 2009.
- ALMEIDA, M. M. B. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, 2011.
- AL-SAYED, H. M. A; AHMED, A. R. Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 58, n. 1, p. 83-95, 2013.
- AQUINO, A. C. M. de S. et al. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 69, n. 3, p. 379-386, 2010.
- 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**, v. 70, n. 2, p. 85-92, 2015.
- ARIOUI, F.; AIT SAADA, D.; CHERIGUENE, A. Physicochemical and sensory quality of yogurt incorporated with pectin from peel of Citrus sinensis. **Food Science & Nutrition**, v. 5, n. 2, p. 358-364, 2017.
- AYALA-ZAVALA, J. F. et al. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1866-1874, 2011.
- BANERJEE, J. et al. Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals. **Food Chemistry**, v. 225, p. 10-22, 2017.
- BARBOSA, H. M. et al. Spondias tuberosa inner bark extract exert antidiabetic effects in streptozotocin-induced diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 227, p. 248-257, 2018.

BARRETO, L. S.; CASTRO, M. S. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do umbu**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. Disponível em: <http://www.ispn.org.br/arquivos/Umbu4.pdf> Acesso em: 26 nov. 2017.

BATISTA, F. R. da C.; SILVA, S. de M.; SANTANA M. de F. Simplício de, CAVALCANTE, A. R. **O umbuzeiro e o semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA, 2015. 72p.

BENDER, A. B. B. et al. Obtenção e caracterização de farinha de casca de uva e sua utilização em snack extrusado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, p. 1, 2016.

BENEVIDES, C. M. J. et al. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 2, p. 67-79, 2011.

BERTAGNOLLI, S. M. M. et al. Bioactive compounds and acceptance of cookies made with Guava peel flour. **Food Science Technololy (Campinas)**, v. 34, n. 2, p.303-308, 2014.

BEZERRA, A. D. L. et al. Atividade antitriptica de proteínas em polpas e sementes de frutas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 36, n. 2, p.408-416, jun. 2014.

BHOL, S.; LANKA, D. I; BOSCO, S. J. D. Quality characteristics and antioxidant properties of breads incorporated with pomegranate whole fruit bagasse. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 3, p. 1717-1721, 2016.

BISPO, E. da S. **Estudo de produtos industrializáveis do umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara)**. 1989. 119 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1989.

BORGES, S. V. et al. Chemical composition of umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) seeds. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 49-52, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial [DA] União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005a. Seção 1, p.368-369.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Subsídios para a elaboração do plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Caatinga**. Brasília, 2011. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/168/_arquivos/diagnostico_do_desmatamento_na_caatinga_168.pdf Acesso em: 26 nov. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. **Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar**. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864. Acesso em: 03 Mai 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Portaria Interministerial nº 284, de 30 de maio de 2018**. Diário Oficial da União, Sessão 1, n. 131, 10 de julho de 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde**. Atualizado em 14/03/2016. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1800442/mod_resource/content/1/ANVISA%2C%202016%20-%20Alimentos%20funcionais.pdf Acesso em: 29 mai. 2019.

BRASIL. Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio). Coordenadoria-Geral de Desenvolvimento Sustentável (CGDES) do Ministério das Relações Exteriores do Brasil. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2016. Disponível em: http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/ODSportugues12fev2016.pdf Acesso em: 23 mai. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga> Acesso em: 23 mai. 2019.

BURITI, F. C. A.; SAAD, S. M. I. Chilled milk-based desserts as emerging probiotic and prebiotic products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, p. 139-150, 2014.

CAATINGA. In: **Google Imagens**. Mountain View: Google, 2017. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/artigos/biomas-do-brasil-caatinga>. Acesso em: 7 mar. 2017.

ÇAM, M.; İÇYER, N. C.; ERDOĞAN, F.. Pomegranate peel phenolics: microencapsulation, storage stability and potential ingredient for functional food development. **LWT-Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 117-123, 2014.

CAMPOS, C. de O. **Frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda): características físico-químicas durante seu desenvolvimento e na pós-colheita**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 113p. 2007.

CARDOSO, F. T. et al. Aproveitamento integral de Alimentos e o seu impacto na Saúde. **Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate**, v. 6, n. 3, 2015.

CAVALCANTI, N. B. et al. Extrativismo do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) como fonte alternativa de renda para pequenos produtores no semi-árido nordestino: um estudo de caso. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 4, p. 529-533, out./dez., 1996.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Processamento do fruto do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 252-259, 2000.

CHANDRA, S.; SINGH, S.; KUMARI, D. Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 6, p. 3681-3688, 2015.

CHENG, Y. F.; BHAT, R. Functional, physicochemical and sensory properties of novel cookies produced by utilizing underutilized jering (*Pithecellobium jiringa* Jack.) legume flour. **Food Bioscience**, v. 14, p. 54-61, 2016.

CHEOK, C. Y. et al. Current trends of tropical fruit waste utilization. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 58, n. 3, p. 335-361, 2018.

CLERICI, M. T. P. S. et al. Physical, chemical and technological characteristics of *Solanum lycocarpum* A. St.-HILL (Solanaceae) fruit flour and starch. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2143-2150, 2011.

CLERICI, M. T. P. S.; CARVALHO-SILVA, L. B. Nutritional bioactive compounds and technological aspects of minor fruits grown in Brazil. **Food Research International**, Toronto, v. 44, 1658-1670, 2011.

COELHO, E. M. et al. Passion fruit peel flour–Technological properties and application in food products. **Food Hydrocolloids**, v. 62, p. 158-164, 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da Sociobiodiversidade**. Brasília: Conab, v. 1, n. 1, Jan. /Fev. /Mar. 2017. 69p. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_04_17_34_21_boletim_sociobiodiversidade_1_trimestre_2017.pdf Acesso em 31 out. 2017.

COSTA, N. P. et al. Caracterização físico-química de frutos do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), colhidos em quatro estádios de maturação. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 2, p. 65-71, 2004.

COSTA, F. I. B. **Caracterização e avaliação da atividade antioxidante de farinhas produzidas a partir dos resíduos de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Cam.) e maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.)**. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga, 2013.

COSTA, F. R. da et al. Análise biométrica de frutos de umbuzeiro do semiárido brasileiro. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, 2015a.

COSTA, F. I. B. et al. Avaliação fitoquímica e screening da capacidade antioxidante de resíduos de umbu. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.17, n.4, p.341-348, 2015b.

COSTA, T. A. C. et al. Phytochemical Profile of Seed Extracts of Plants Typical of the Brazilian Semiarid and their Potential Application in Brackish Water Desalination. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 27, n. 9, p. 1694-1703, 2016.

COSTA, C. et al. Influence of different by-products addition on sensory and physicochemical aspects of Primosale cheese. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 10, p. 4174-4183, 2018.

CRIZEL, T. de M. et al. Orange fiber as a novel fat replacer in lemon ice cream. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 2, p. 332-340, 2014.

CROWE, K. M.; FRANCIS, C. Position of the academy of nutrition and dietetics: functional foods. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 113, n. 8, p. 1096-1103, 2013.

CRUZ, L. S. da et al. Caracterização física e química das frações do fruto atemoia (gefner). **Ciencia Rural**, v. 43, p. 2280-2284, 2013.

CUI, S.W.; NIE, S.; ROBERTS, K.T. Functional Properties of Dietary Fiber. Functional Properties of Dietary Fiber. In: MOO-YUNG, M. (Ed.), **Comprehensive Biotechnology**. (2 ed.). Oxford: Academic Press. (Elsevier), p. 517-525, 2011.

DAI, F.; CHAU, C. Classification and regulatory perspectives of dietary fiber. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 25, n. 1, p. 37-42, 2017.

DANTAS, A. M. et al. Bioaccessibility of phenolic compounds in native and exotic frozen pulps explored in Brazil using a digestion model coupled with a simulated intestinal barrier. **Food Chemistry**, v. 274, p. 202-214, 2019.

DAVIDSON, I. The Biscuits. **Biscuit Baking Technology: Processing and Engineering Manual**, Second Edition, p. 1-34, 2016.

DE SOUSA GALVÃO, M. et al. Volatile compounds and descriptive odor attributes in umbu (*Spondias tuberosa*) fruits during maturation. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1919-1926, 2011.

DIAS, J. L. et al. Extraction of umbu (*Spondias tuberosa*) seed oil using CO₂, ultrasound and conventional methods: Evaluations of composition profiles and antioxidant activities. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 145, p. 10-18, 2019.

DO ESPÍRITO SANTO, A. P. et al. Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acid profile and increase CLA content in yoghurts. **International Journal of Food Microbiology**, v. 154, n. 3, p. 135-144, 2012.

DUARTE, W. F. et al. Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuassu, gabioba, jaboticaba and umbu. **LWT-Food Science and Technology**, v. 43, n. 10, p. 1564-1572, 2010.

ELLEUCH, M. et al. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v. 124, n. 2, p. 411-421, 2011.

EL-NASHI, H. B. et al. Quality characteristics of beef sausage containing pomegranate peels during refrigerated storage. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 60, n. 2, p. 403-412, 2015.

ESHAK, N. S. Sensory evaluation and nutritional value of balady flat bread supplemented with banana peels as a natural source of dietary fiber. **Annals of Agricultural Science**, v. 61, n. 2, p. 229-235, 2016.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 652 p. 2005.

FARIAS, L. A. O. et al. Percepção dos agricultores do Lajedo de Timbaúba, Soledade (PB) quanto à importância do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* A. Câmara). **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 27, n. 1, p. 39-44, 2012.

FOLEGATTI, M. I. S. et al. Aproveitamento industrial do umbu: processamento de geléia e compota. **Ciência e Agrotécnica**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1308-1314, 2003.

GALDINO, P. O. et al. Avaliação da estabilidade da polpa de umbu em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande**, v. 5, n. 1, p. 73-80, 2003.

GARCIA, R. V.; TRAVASSOS, A. E. R. Leite fermentado caprino sabor umbu: elaboração e aceitabilidade. **Revista do Instituto Adolfo Lutz** (Impr.), São Paulo, v. 71, n. 1, 2012.

GENEVOIS, C.; FLORES, S.; DE ESCALADA PLA, M. Byproduct from pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex poiret) as a substrate and vegetable matrix to contain *Lactobacillus casei*. **Journal of Functional Foods**, v. 23, p. 210-219, 2016.

GIULIETTI, A. M. et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.). **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, 2003. 382 p.

GOUVÊA, R. F. et al. Effect of enzymatic treatment on the rheological behavior and vitamin C content of *Spondias tuberosa* (umbu) pulp. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 7, p. 2176-2180, 2017.

GRANATO, D. et al. Antioxidant activity, total phenolics and flavonoids contents: Should we ban in vitro screening methods? **Food Chemistry**, v. 264, p. 471-475, 2018.

GUIMARÃES, A. L. et al. Gas chromatographymass spectrometry (GC-MS) analysis of the constituents of the fixed oils obtained from the barks, leaves and stems of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae). **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 12, n. 8, p. 89-95, 2018.

HAMID et al. Anti-nutritional factors, their adverse effects and need for adequate processing to reduce them in food. **Agricinternational**, [s.l.], v. 4, n. 1, p.56-60, 2017.

HAWA, A.; SATHEESH, N.; KUMELA, D. Nutritional and anti-nutritional evaluation of cookies prepared from okara, red teff and wheat flours. **International Food Research Journal**, v. 25, n. 5, 2018.

HAYRAPETYAN, H.; HAZELEGER, W. C.; BEUMER, R. R. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by pomegranate (*Punica granatum*) peel extract in meat paté at different temperatures. **Food Control**, v. 23, n. 1, p. 66-72, 2012.

HENRIQUE, J. R. et al. Desenvolvimento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial de sobremesas lácteas produzidas com diferentes variedades de maracujá com e sem soro de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 389, p. 27-33, 2012.

HO, L.; ABDUL LATIF, N. W. b.; YILDIZ, F. Nutritional composition, physical properties, and sensory evaluation of cookies prepared from wheat flour and pitaya (*Hylocereus undatus*) peel flour blends. **Cogent Food & Agriculture**, v. 2, n. 1, p. 1136369, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado> Acesso em: 23 mai. 2019.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. **Unidades de Conservação – Caatinga**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/caatinga/unidades-de-conservacao-caatinga> Acesso em: 23 mai. 2019.

IRIONDO-DEHOND, M.; MIGUEL, E.; DEL CASTILLO, M. Food byproducts as sustainable ingredients for innovative and healthy dairy foods. **Nutrients**, v. 10, n. 10, p. 1358, 2018.

JIANG, J.; XIONG, Y. L. Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. **Meat science**, v. 120, p. 107-117, 2016.

JRIDI, M. et al. Tunisian date (*Phoenix dactylifera* L.) by-products: Characterization and potential effects on sensory, textural and antioxidant properties of dairy desserts. **Food chemistry**, v. 188, p. 8-15, 2015.

KARAMAN, E.; YILMAZ, E.; TUNCEL, N. B. Physicochemical, Microstructural and Functional Characterization of Dietary Fibers Extracted from Lemon, Orange and Grapefruit Seeds Press Meals. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, 2017.

KHALIFA, I. et al. Influencing of guava processing residues incorporation on cupcake characterization. **Journal of Nutrition & Food Sciences**, v. 6, n. 513, p. 2, 2016.

KOWALSKA, H. et al. What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 67, p. 150-159, 2017.

KSOURI, W. M. et al. 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 Chemistry**, v. 139, n. 1-4, p. 1073-1080, 2013.

KUREK, M.; WYRWISZ, J. The application of dietary fiber in bread products. **Journal Food Processing & Technology**, v. 447, n. 6, p. 74-80, 2015.

KÜSTER-BOLUDA, I.; VIDAL-CAPILLA, I. Consumer attitudes in the election of functional foods. **Spanish Journal of Marketing-ESIC**, v. 21, p. 65-79, 2017.

LEÃO, D. P. et al. Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit by-products. **Food Chemistry**, v. 225, p. 146-153, 2017.

LIMA, A. K. V. O. et al. Caracterização físico-química de umbuzadas formuladas com palma forrageira. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. 4, p. 397-405, 2012a.

LIMA, A. K. V. de O. et al. 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, 2012b.

LIU, R. H. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 78, n. 3, p. 517S-520S, 2003.

LUBRANO-LAVADERA, A-S.; BRAESCO, V.; CHANSON-ROLLÉ, A. Desserts lactés frais. **Cahiers de Nutrition et de Diététique**, v. 50, n. 2, p. 109-116, 2015.

MÄKILÄ, L. et al. Exploiting blackcurrant juice press residue in extruded snacks. **LWT-Food Science and Technology**, v. 57, n. 2, p. 618-627, 2014.

MALLEK-AYADI, S.; BAHLOUL, N.; KECHAOU N. Characterization, phenolic compounds and functional properties of *Cucumis melo* L. peels. **Food Chemistry**, v. 221, p. 1691-1697, 2017.

MALLEK-AYADI, S.; BAHLOUL, N.; KECHAOU N. Chemical composition and bioactive compounds of *Cucumis melo* L. seeds: Potential source for new trends of plant oils. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 113, p. 68-77, 2018.

MARQUES, T. R. et al. Chemical constituents and technological functional properties of acerola (*Malpighia emarginata* DC.) waste flour. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 33, n. 3, p. 526-531, 2013.

MARQUES, T. R. et al. Cereal bars enriched with antioxidant substances and rich in fiber, prepared with flours of acerola residues. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 8, p. 5084-5092, 2015.

MARTINS, M. L. A. et al. Características de doce em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1329-1333, 2007.

MARTINS, Z. E.; PINHO, O.; FERREIRA, I. M. P. L. V. O. Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 67, p. 106-128, 2017.

MATTIETTO, R. de A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. de. Stability of mixed cajá and umbu nectar. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 27, n. 3, p. 456-463, 2007.

MELO, E. A.; ANDRADE, R. A. M. S. Compostos bioativos e potencial antioxidante de frutos do umbuzeiro. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 3, p. 453-457, 2010.

MENDES, B.V. **Umbuzeiro (Spondias tuberosa Arr. Cam): importante fruteira do semi-árido**. Mossoró: ESAM, 1990. 63p. (ESAM. Coleção Mossoreense, Série C, v.564).

MENEZES, P. H. S. de et al. Influência do estágio de maturação na qualidade físico-química de frutos de umbu (*Spondias tuberosa*). **Scientia Agropecuaria**, Trujillo, v. 8, n. 1, p. 73-78, 2017.

MERTENS, J. et al. *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), a threatened tree of the Brazilian Caatinga? **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 77, n. 3, p. 542-552, 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade para Alimentação e Nutrição**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/conservacao-e-promocao-do-uso-da-diversidade-genetica/biodiversidade-para-alimenta%C3%A7%C3%A3o-e-nutri%C3%A7%C3%A3o> Acesso em: 21 out. 2017.

MIR, S. A. et al. Effect of apple pomace on quality characteristics of brown rice based cracker. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 16, n. 1, p. 25-32, 2017.

MIRANDA, A. A. et al. Desenvolvimento e análise de bolos enriquecidos com farinha da casca do maracujá (*Passiflora edulis*) como fonte de fibras. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 24, n. 2, p. 232, 2013.

MISKELLY, D. Optimisation of End-Product Quality for the Consumer. **Cereal Grains**, Second Edition, p. 653-68, 2017.

MOHAN, V.R., TRESINA, P.S., DAFFODIL, E.D. Antinutritional Factors in Legume Seeds: Characteristics and Determination. 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), p. 211-220, 2016.

MONTELLA, R. et al. Bioactive compounds from hazelnut skin (*Corylus avellana* L.): Effects on *Lactobacillus plantarum* P17630 and *Lactobacillus crispatus* P17631. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 1, p. 306-315, 2013.

MORAIS, E. C. et al. Development of chocolate dairy dessert with addition of prebiotics and replacement of sucrose with different high-intensity sweeteners. **Journal of Dairy Science**, vol. 97, n. 5, p. 2600-9, 2014.

MOURA, F. T. et al. Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estádios de maturação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 764-772, 2013.

NAKNAEN, P. et al. 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.

NARAIN, N. et al. Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*). **Food Chemistry**, n. 44, p. 255-259, 1992.

NASCIMENTO, E. de A.; MELO, E. de A.; LIMA, V. L. A. G. de. Ice Cream with Functional Potential Added Grape Agro-Industrial Waste. **Journal of Culinary Science & Technology**, v. 16, n. 2, p. 128-148, 2018.

NASCIMENTO, T. V. C.; NOGUEIRA, D. M.; CAVALCANTE, N. de 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, 2016.

NATIVIDADE, N. M. P. **Desenvolvimento, caracterização e aplicação tecnológica de farinhas elaboradas com resíduos da produção de suco de uva**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 202p. 2010.

NERES, J. P. G.; SOUZA, R. L. A. de; BEZERRA, C. F. Iogurte com polpa e farinha da casca do abacaxi. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 5, p. 262-269, 2016.

NIELSEN. Pesquisa Nielsen mostra que 45% da população mundial troca refeições por lanches. 2014. Disponível em: <http://www.nielsen.com/br/pt/insights/news/2014/Pesquisa-da-Nielsen-mostra-que-45-porcento-da-populacao-mundial-troca-refeicoes-por-lanches.html>. Acessado em: 08 abr. 2018.

NIKAEDO, P. H. L.; AMARAL, F. F.; PENNA, A. L. B. Caracterização tecnológica de sobremesas lácteas achocolatadas cremosas elaboradas com concentrado proteico de soro e misturas de gomas carragena e guar. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 397-404, 2004.

OKPALA, L. C.; GIBSON-UMEH, G. I. Physicochemical properties of mango seed flour. **Nigerian Food Journal**, v. 31, n. 1, p. 23-27, 2013.

OLIVEIRA, E. A. de et al. Heat processing (HTST) of umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) pulp. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 31, n. 4, p. 923-928, 2011.

OLIVEIRA, V. B. et al. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 170-179, 2012.

OLIVEIRA, C. F. P. de. et al. Estudio del proceso de deshidratación osmótica de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, 2013.

OLIVEIRA, V. R. de et al. Physicochemical and sensory evaluation of cakes made with passion fruit and orange residues. **Journal of Culinary Science & Technology**, v. 14, n. 2, p. 166-175, 2016.

OLIVEIRA, E. N. A. de, SANTOS, D. C. (organizadores). **Tecnologia e processamento de frutos e hortaliças**. Natal: IFRN, 2015. 234 p. Disponível em: <http://portal.ifrn.edu.br/campus/paudosferros/arquivos/livro-tecnologia-e-processamento-de-frutos-e-hortalicas> Acesso em: 21 out. 2017.

OMENA, C. M. B. et al. Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities of ethanol extracts of peel, pulp and seeds of exotic Brazilian fruits: antioxidant, anti-

acetylcholinesterase and cytotoxic activities in fruits. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 334-344, 2012.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development**. NY, USA, New York. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> Acesso em 04 nov. 2017.

PADOVANI, R. M. et al. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 741-760, 2006.

PARRA, A. F. R. et al. Particle Size and Hydration Properties of Dried Apple Pomace: Effect on Dough Viscoelasticity and Quality of Sugar-Snap Cookies. **Food and Bioprocess Technology**, p. 1-10, 2019.

PAULA, B. de. et al. Produção e caracterização físico-química de fermentado de umbu. **Ciencia Rural**, v. 42, n. 9, p. 1688-1693, 2012.

PINELI, L. de L. O. et al. Use of baru (Brazilian almond) waste from physical extraction of oil to produce flour and cookies. **LWT-Food Science and Technology**, v. 60, n. 1, p. 50-55, 2015.

PIOVESANA, A.; BUENO, M. M.; KLAJN, V. M. Elaboração e aceitabilidade de biscoitos enriquecidos com aveia e farinha de bagaço de uva/Elaboration and acceptability of cookies enhanced with oat and flour grape pomace. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 1, p. 68, 2013.

POLICARPO, V. M. N. et al. Aprovechamiento de la pulpa de "umbu" (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) verde como alternativa para la producción de dulces en masa. **Alimentaria**, n. 344, p. 75-78, 2003.

POTÌ, F. et al. Polyphenol Health Effects on Cardiovascular and Neurodegenerative Disorders: A Review and Meta-Analysis. **International journal of molecular sciences**, v. 20, n. 2, p. 351, 2019.

QUEIROGA, R. de C. R. do E. et al. Elaboração de iogurte com leite caprino e geleia de frutas tropicais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impr.)**, v. 70, n. 4, 2011.

QUEIROZ, E. de R. et al. Chemical and phytochemical composition of flours from skin and seeds of Bengal'lychee (*Litchi chinensis* Sonn). **Ciência Rural**, v. 45, n. 2, p. 329-334, 2015.

QUIRÓS-SAUCEDA, A. E. et al. Dietary fiber and phenolic compounds as functional ingredients: interaction and possible effect after ingestion. **Food & function**, v. 5, n. 6, p. 1063-1072, 2014.

RAE, R. P. (Org.). **O Triticulor e o Mercado**. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria do Trigo, 2011. 44 p. Disponível em: http://abitrito.com.br/associados/arquivos/cartilha_triticulor.pdf Acesso em 09 abr. 2018.

RAMFUL, D. et al. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2088-2099, 2011.

RAMÍREZ-MAGANDA, J. et al. Nutritional properties and phenolic content of a bakery product substituted with a mango (*Mangifera indica*) ‘Ataulfo’ processing by-product. **Food Research International**, v. 73, p.117–123, 2015.

REIS, D. S. et al. Produção e estabilidade de conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes temperaturas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, e2015083, 2017.

RESENDE, L. M.; FRANCA, A. S. Flours Based on Exotic Fruits and Their Processing Residues - Features and Potential Applications to Health and Disease Prevention. **Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention**, p. 387-401, 2019.

RIBEIRO, L. de O. et al. Nutrients and bioactive compounds of pulp, peel and seed from umbu fruit. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 49, n. 4, e20180806, 2019.

RICARDO, S. D. F. et al. Reference collection of plant phytoliths from the Caatinga biome, Northeast Brazil. **Flora**, v. 249, p. 1-8, 2018.

ROCHA, E. M. et al. Elaboração e caracterização de sobremesa láctea à base de frutas tropicais. **Higiene Alimentar**, v. 19, n. 129, p. 12-14, 2005.

RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, S. et al. Mechanisms related to the anti-diabetic properties of mango (*Mangifera indica* L.) juice by-product. **Journal of Functional Foods**, v. 37, p. 190-199, 2017.

RUFINO, M. do S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SABALLY, K. et al. Inhibitory effects of apple peel polyphenol extract on the formation of heterocyclic amines in pan fried beef patties. **Meat Science**, v. 117, p. 57-62, 2016.

SAGAR, N. A. et al. Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 3, p. 512-531, 2018.

SAH, B. N. P. et al. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. **LWT-Food Science and Technology**, v. 65, p. 978-986, 2016.

SALGADO, J. M. et al. Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) peel as potential source of dietary fiber and phytochemicals in whole-bread preparations. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 66, n. 4, p. 384-390, 2011.

SALGADO, H. et al. Dessert made from cupuassu fruit on eastern amazon: preparation and shelf life. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 37, n. 5, p. 391-398, 2013.

SANTOS, C. T. et al. Elaboração e caracterização de uma bebida láctea fermentada com polpa de umbu (*Spondias tuberosa* sp.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.8, n.2, p.111-116, 2006.

SANTOS, J. C. et al. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. **Tropical Conservation Science**, v. 4, n. 3, p. 276-286, 2011.

SANTOS, I. P. dos. et al. Características físico-químicas e estabilidade do suco de umbu co-cristalizado com sacarose. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 33, n. 1, 2015.

SANTOS, P. A. et al. Chemical Study, Antioxidant and Cytotoxic Activities of Oil Seeds of *Spondias tuberosa* (Anacardiaceae). **International Journal of Fruit Science**, p. 1-12, 2018.

SANTOS, E.; ANDRADE, R.; GOUVEIA, E. Utilization of the pectin and pulp of the passion fruit from Caatinga as probiotic food carriers. **Food Bioscience**, v. 20, p. 56-61, 2017.

SANTOS, T. C.; NASCIMENTO-JÚNIOR, J. E.; PRATA, A. P. N. Frutos da Caatinga de Sergipe utilizados na alimentação Humana. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4(a), 2012.

SANTOS, C. A. F.; RODRIGUES, M. A.; ZUCCHI, M. I. Variabilidade genética do umbuzeiro no Semi-Árido brasileiro, por meio de marcadores AFLP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 1037-1043, 2008.

ŠAPONJAC, V. T. et al. Sour cherry pomace extract encapsulated in whey and soy proteins: Incorporation in cookies. **Food Chemistry**, v. 207, p. 27-33, 2016.

ŠARIĆ, B. et al. Fiber concentrates from raspberry and blueberry pomace in gluten-free cookie formulation: Effect on dough rheology and cookie baking properties. **Journal of Texture Studies**, v. 50, n. 2, p. 124-130, 2019.

SAUNDERS A.B. Dairy Desserts. In: Ice Cream and Desserts. **Encyclopedia of Dairy Sciences**, p. 905-912, 2015. 2.ed.

SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant dietary fiber product: a new concept and a potential food ingredient. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 10, p. 4303-4306, 1998.

SAWYER, D.; NOGUEIRA, M. Comercialização de Produtos Agroextrativistas: Problemas e Soluções. **Sustentabilidade em Debate**, v. 5, n. 3, p. 169-182, 2014.

SCHIASSI, M.C.E., et al. Fruits From The Brazilian Cerrado Region: Physico-Chemical Characterization, Bioactive Compounds, Antioxidant Activities, And Sensory Evaluation. **Food Chemistry**, v. 245, p. 305-311, 2018.

SELANI, M. M. et al. Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. **Meat Science**, v. 112, p. 69-76, 2016.

SHAHIDI, F.; AMBIGAIPALAN, P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects—A review. **Journal of Functional Foods**, v. 18, p. 820-897, 2015.

SILVA, M. do S. S. da. et al. Avaliação físico-química e sensorial de doces cremosos produzidos com soro de leite de cabra, leite de vaca e polpa de umbu. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. Especial, p. 397-410, 2011.

SILVA, G. A. S. et al. Utilização do amido da amêndoa da manga Tommy Atkins como espessante em bebida láctea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 12, 2013.

SILVA, A. O. **Elaboração de sorvete e iogurte de leite de cabra com frutos do semiárido**. 2013. 102 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2013.

SILVA, J. A. et al. Influence of Process Conditions on Drying by Atomization Pulp Umbu. **Journal of Bioprocessing & Biotechniques**, v. 4, n. 4, p. 1, 2014a.

SILVA, L. M. R. et al. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398-404, 2014b.

SILVA, G. de S. et al. Avaliação da qualidade e aceitação de fishburguers de tilápia processados com farinha das cascas de umbu e de umbu-cajá como provável antioxidante natural. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 2S, 2014c.

SILVA, A. C. C. et al. Alimentos contendo ingredientes funcionais em sua formulação: revisão de artigos publicados em revistas brasileiras. **Revista Conexão Ciência I**, v. 11, n. 2, p. 133-144, 2016.

SLOW FOOD. **Produtos do Brasil na Arca do Gosto**. Disponível em: <http://www.slowfoodbrasil.com/arca-do-gosto/produtos-do-brasil> Acesso em 29 mai. 2019.

SODCHIT, C. et al. Effect of banana peel cellulose as a dietary fiber supplement on baking and sensory qualities of butter cake. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 35, n. 6, 2013.

SOQUETTA, M. B. et al. 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.

SOUZA, F. T. C. et al. Production of Nutritious Flour from Residue Custard Apple (*Annona squamosa* L.) for the Development of New Products. **Journal of Food Quality**, v. 2018, 2018.

SRIVASTAVA, P.; INDRANI, D.; SINGH, R. P. Effect of dried pomegranate (*Punica granatum*) peel powder (DPPP) on textural, organoleptic and nutritional characteristics of biscuits. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 65, n. 7, p. 827-833, 2014.

STORCK, C. R. et al. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias/Microbiological quality and composition of flour from fruit juice production residues with different granulometries. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 4, p. 277, 2015.

TEODOSIO, A. E. M. M. **Uso de microalga e óleo de semente da romã na composição de recobrimento para a conservação pós-colheita do umbu**. 2019. 80f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB.

THE BISCUITS. **Biscuit, Cookie and Cracker Production: Process, Production and Packaging Equipment**, p. 1–12, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128155790000015> Acesso em: 30 mai. 2019.

THEAGARAJAN, R. et al. Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 54, n. 4, p. 1299-1305, 2019.

TIBURSKI, J. H. et al. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2326-2331, 2011.

TOLEDO, N. M. V. **Aproveitamento de subprodutos da industrialização do maracujá para elaboração de iogurte**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. São Paulo, 129p. 2013.

TOLEDO, N. M. V. et al. Influence of pineapple, apple and melon by-products on cookies: physicochemical and sensory aspects. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 52, n. 5, p. 1185-1192, 2017.

TRIGO, J. P. et al. High value-added compounds from fruit and vegetable by-products—Characterization, bioactivities, and application in the development of novel food products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-29, 2019.

TURGUT, S. S.; IŞIKÇI, F.; SOYER, A. Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage. **Meat Science**, v. 129, p. 111-119, 2017.

UCHOA, A. M. A. et al. Formulation and physicochemical and sensorial evaluation of biscuit-type cookies supplemented with fruit powders. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 64, n. 2, p. 153-159, 2009.

UMBU. In: **Google Imagens**. Mountain View: Google, 2017. Disponível em: <https://www.cerratinga.org.br/umbu/>. Acesso em: 7 mar. 2017.

UMBUZEIRO. In: **Google Imagens**. Mountain View: Google, 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/petrolina-regiao/noticia/cultivo-do-umbuzeiro-e-resgatado-atraves-de-projeto-do-if-sertao-de-ouricuri-pe.ghml>. Acesso em: 7 mar. 2017.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p.

URQUIAGA, I. et al. Wine grape pomace flour improves blood pressure, fasting glucose and protein damage in humans: a randomized controlled trial. **Biological Research**, v. 48, n. 1, p. 49, 2015.

VALENCIA, M. S. et al. Development of creamy milk chocolate dessert added with fructo-oligosaccharide and *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* LBC 81. **LWT-Food Science and Technology**, v. 69, p. 104-109, 2016.

VIDIGAL, M. C.T.R., et al. Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), Camu-camu (*Myrciaria dubia*), Cajá (*Spondias lutea* L.) and Umbu (*Spondias tuberosa* Arruda). **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1988-1996, 2011.

VIEIRA, M. M. da S. et al. Desenvolvimento de bebidas mistas de frutos do gênero *Spondias* a base de água de coco. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 4, p. 242-249, 2015.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. de. Comercialização de frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 23-38, 2014.

ZERAIK, M. L. et al. Antioxidants, quinone reductase inducers and acetylcholinesterase inhibitors from *Spondias tuberosa* fruits. **Journal of Functional Foods**, v. 21, p. 396-405, 2016.

ZIELINSKI, A. A. F. et al. The association between chromaticity, phenolics, carotenoids, and in vitro antioxidant activity of frozen fruit pulp in Brazil: an application of chemometrics. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 4, p.510-516, 2014.

APÊNDICE A

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr.(a) para participar, como voluntário (a), da pesquisa **Potencial tecnológico de frutos do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): utilização da polpa e dos resíduos de umbu na elaboração de produto lácteo funcional**, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Viviane Lansky Xavier que reside na Rua Prefeito José Alberto de Lima, nº 41, CEP: 54515-503, Tel.: (81) 99106-0843, E-mail: vivianelansky@yahoo.com.br, e está sob a orientação da: Prof^ª. Dra. Maria das Graças Carneiro da Cunha, Tel.: (81) 99963-7000, E-mail: mgcc1954@gmail.com.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

A pesquisa tem como **objetivo** o desenvolvimento de um produto lácteo funcional utilizando integralmente o umbu (polpa, casca e sementes). A **metodologia** é composta por várias etapas, incluindo a formulação do produto, a verificação das características tecnológicas e a avaliação sensorial.

A sua participação ocorrerá da seguinte forma:

- a) Cada participante receberá as amostras dos produtos. O procedimento terá o tempo de duração de aproximadamente 10 minutos para a degustação das amostras.
- b) As amostras serão provadas individualmente e, entre as amostras, o participante receberá água filtrada para lavagem da cavidade oral e neutralização do paladar.
- c) O participante receberá uma ficha de avaliação para cada amostra.

A sua participação poderá envolver riscos ou desconfortos provocados por intolerância à lactose e pelo consumo de fibras presentes nas formulações tais como, diarreia, flatulência, cólicas e distensão abdominal. Todos esses sintomas cessarão com a interrupção do consumo do produto. Entretanto lhe serão garantidos todos os cuidados necessários a sua participação de acordo com seus direitos individuais e respeito ao seu bem estar físico e psicológico.

Preveem-se como benefícios da realização da pesquisa: agregar valor às frutas pouco exploradas industrialmente no Brasil, a exemplo do umbu; conhecer a aceitabilidade dos produtos alimentícios utilizando integralmente o fruto; facilitar a inserção no mercado de novos produtos com propriedades funcionais; analisar quais formulações serão mais bem aceitas; identificar quais atributos devem ser melhorados nas formulações; verificar se o consumidor teria interesse em adquirir os produtos através dos resultados obtidos na ficha de intenção de compra, e através de entrevista de aceitabilidade. Dentre os benefícios diretos aos participantes, ter-se-á a contribuição na ingestão diária de fibras e compostos antioxidantes. Este benefício será potencializado caso no futuro os produtos venham a ser consumidos diariamente.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa na forma de questionário, ficarão armazenados em pastas de arquivo e em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima informado, pelo período de 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br.**

Viviane Lansky Xavier
(Pesquisadora responsável)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **Potencial tecnológico de frutos do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): utilização da polpa e dos resíduos de umbu na elaboração de produto lácteo funcional**, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data: _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

NOME: _____ Idade: _____ Data: _____

TESTE DE ACEITABILIDADE

Você está recebendo duas amostras de **Produto lácteo tipo umbuzada**. Após a degustação, atribua notas para cada característica avaliada, de acordo com o seguinte critério:

	Amostra	Amostra
	_____	_____
(9) Gostei extremamente		
(8) Gostei muito		
(7) Gostei moderadamente	Aparência	
(6) Gostei ligeiramente	Cor	
(5) Indiferente	Aroma	
(4) Desgostei ligeiramente	Sabor	
(3) Desgostei moderadamente	Consistência	
(2) Desgostei muito	Impressão Global	
(1) Desgostei extremamente		

TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

Por favor, avalie as amostras de **Produto lácteo tipo umbuzada** quanto a sua intenção de compra utilizando a escala abaixo:

	Amostra	Amostra
	_____	_____
(5) Certamente compraria		
(4) Provavelmente compraria		
(3) Tenho dúvida se compraria		
(2) Provavelmente não compraria		
(1) Certamente não compraria	Nota	

COMENTÁRIOS:

APÊNDICE B

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr.(a) para participar, como voluntário (a), da pesquisa: **Desenvolvimento de biscoitos tipo *cookie* enriquecidos com farinha de resíduos do umbu**, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Viviane Lansky Xavier que reside na Rua Padre Champagnat, nº 120, Várzea, CEP: 50740-320, Tel.: (81) 98716-2669, E-mail: vivianelansky@yahoo.com.br. Faz parte da pesquisa a aluna de graduação em nutrição Lysia Saraiva Brasileiro, Tel.: (81) 99612-0270, E-mail: lysiasaraiva@gmail.com.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

A pesquisa tem como objetivo elaborar e caracterizar biscoitos tipo *cookie* enriquecidos com farinha de resíduos do umbu. A metodologia é composta pela obtenção da farinha dos resíduos do umbu para a elaboração dos biscoitos tipo *cookie*, os quais serão avaliados quanto as características físicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

A sua participação nesta pesquisa ocorrerá da seguinte forma:

- a) Cada participante receberá 4 amostras. O procedimento terá o tempo de duração de aproximadamente 10 minutos para a degustação.
- b) As amostras deverão ser provadas individualmente e, entre elas, o participante deverá beber água filtrada para lavagem da cavidade oral e neutralização do paladar.
- c) O participante receberá uma ficha de avaliação para preencher as informações sobre cada amostra.

A sua participação poderá envolver riscos ou desconfortos provocados consumo de fibras presentes nas formulações tais como, diarreia, flatulência, cólicas e distensão abdominal. Todos esses sintomas cessarão com a interrupção do consumo do produto. Entretanto serão garantidos todos os cuidados necessários a participação de acordo com os direitos individuais e respeito ao bem estar físico e psicológico. **As formulações apresentam trigo e traços de leite na composição, caso você seja alérgico ou intolerante, não poderá participar da pesquisa.**

Preveem-se como benefícios da realização da pesquisa: agregar valor ao umbu; conhecer a aceitabilidade dos produtos alimentícios utilizando essa fruta; facilitar a inserção no mercado de novos produtos fontes de fibras; identificar quais atributos devem ser melhorados nas formulações; verificar se o consumidor teria interesse em adquirir os produtos através dos resultados obtidos na ficha de intenção de compra. Dentre os benefícios diretos aos participantes, ter-se-á a contribuição para o teor de fibras diário recomendado. Este benefício será potencializado caso no futuro os produtos venham a ser consumidos diariamente.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, na forma de questionário, ficarão armazenados em pastas de arquivo e em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife – PE, CEP 50640-901 (Departamento de Nutrição) por um período de 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 – Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br.**

Viviane Lansky Xavier
(Pesquisadora responsável)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo, **Desenvolvimento de biscoitos tipo *cookie* enriquecidos com farinha de resíduos do umbu**, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data: _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

NOME: _____ Idade: _____ Data: _____

TESTE DE ACEITABILIDADE

Você está recebendo 4 amostras de biscoito tipo *cookie*. Por favor, prove na ordem indicada e, após a degustação, atribua notas para cada característica avaliada, de acordo com o seguinte critério:

- (9) Gostei extremamente
 (8) Gostei muito
 (7) Gostei moderadamente
 (6) Gostei ligeiramente
 (5) Indiferente
 (4) Desgostei ligeiramente
 (3) Desgostei moderadamente
 (2) Desgostei muito
 (1) Desgostei extremamente

	Amostra _____	Amostra _____	Amostra _____	Amostra _____
Aparência				
Cor				
Aroma				
Sabor				
Textura				
Impressão Global				

TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

Por favor, avalie as amostras de biscoitos tipo *cookie* quanto a sua intenção de compra utilizando a escala abaixo:

- (5) Certamente compraria
 (4) Provavelmente compraria
 (3) Tenho dúvida se compraria
 (2) Provavelmente não compraria
 (1) Certamente não compraria

	Amostra _____	Amostra _____	Amostra _____	Amostra _____
Nota				

COMENTÁRIOS:

ANEXO A

Journal of Food Science & Technology
REVISED INSTRUCTION TO AUTHORS
(effective from 01 November 2015)

Pre-submission tips for faster handling of Manuscripts

- ☐ Before you begin your submission, you have the following ready in order to make the submission easy and faster
- ☐ Please do not contact the editor-in-chief (EIC) or editor(s) for seeking opinion on suitability of your manuscript (MS) for submission to the journal, as this is the decision best left to you (and your co-authors). As JFST depends on the Editorial Manager® (EM) electronic submission system, the EIC or editors cannot pre-screen your MS outside the electronic system. All papers have to be submitted through the EM system.
- Cover letter as per the requirements of JFST
- List of potential reviewers
- Title page as a separate file
- Blinded copy of the MS either complete with tables & figures
- If submitting MS as single file then arrange in the following order - text (including references), tables, list of figures and figures
- File containing tables, if not included in the blinded copy
- File containing figures, if not included in the blinded copy
- Make sure that list of figures is appended at the beginning of the file containing figures (or at the beginning point from where figures start in case of single file)
- Additional electronic material in support of your MS, if any
- ☐ Include only those who have contributed meaningfully and have made primary contributions (like design of work, interpretation of results, writing of the paper etc) to the work. It is the responsibility of the corresponding author to make sure that every author has read and approved the paper before submission.
- ☐ Make sure that you have used both line numbering (continuous) and page numbering in your MS apart from using double spacing for the text.
- ☐ Please take note of the following when making suggestions about the possible reviewers -
 1. The reviewers suggested should not be from your own institution.
 2. They all cannot be from your own country (if suggesting from your own country, restrict it to only one of the three or more reviewers suggested).
 3. Make sure that expertise in your field (and not your collaboration with the suggested person) must be the criteria in suggesting the name of the reviewer. Your suggestion, however is not binding on the Editor(s) for use as first choice for the review of your paper.
- ☐ The presentation language must be consistent in usage (either British or American) and should be, in the view of the Editor(s) concerned, adequate for submission to JFST. If the language standard does not meet the Journal's requirement, the MS will be rejected without review. Please use the English language service offered by Springer, if needed.
- ☐ Make sure that your MS clearly demonstrates that it fits within the scope of the journal. Novelty of work and its ability to advance the knowledge in the field should be clearly highlighted in the text of the MS as well as briefly mentioned in the cover letter.
- ☐ Proper citations must be provided to prior work or mentioning/quoting of sentences, paragraphs or tables/figures. Copy right permission must be obtained for use of tables/figures from other works and the responsibility for the same rests solely with the corresponding author. Please note that JFST screens each MS through an anti-plagiarism software and excessive reproduction of previous works might result in rejection of MS.
- ☐ The MS should clearly identify and define the procedures used in the work, unless it is a standard protocol accepted globally. Mere mention and reference to previous work would make the paper insufficient and dependent one in turn making the other researchers who would like to use the method to depend on cross references.

□ If the MS is reporting data involving human/animal subjects or radioactive materials, make sure that permission details or approved protocol numbers are clearly provided in the text of the MS. If reporting studies related to bacterial cultures/cell lines, make sure to mention its public accession numbers.

Manuscript Submission

Submission of a manuscript (MS) implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Cover Letter

Authors must enclose a cover letter specifically covering the following aspects –

- (a) the type of article being submitted (original research article / review / short communication)
- (b) the total word count of the Manuscript (excluding tables and figure legends), number of references and number of tables and / or figures in the MS should be clearly spelt out.
- (c) highlights / novelty of the work being submitted (**not more than 3 sentences; each sentence should not exceed 125 characters including spaces**)
- (d) a statement on conflict of interest, if any or otherwise.
- (e) should clearly mention about the originality of work, its non-submission / consideration in other journal
- (f) a statement to the effect that all authors have read and approved the MS; and, that all are aware of its submission to JFST
- (g) and, **the corresponding author must undertake in the covering letter that he/she shall review at least three manuscripts (in his/her own specialization) submitted to JFST.**

If author(s) do not enclose a covering letter mentioning all the above, the MS would be returned by the Editorial Office.

Types of Manuscripts

The journal accepts **Original Research Papers**, **Reviews** and **Short Communications**. Authors must include continuous line numbering on all the manuscript pages; and, the pages should be sequentially numbered. Following are the limits of word count, tables figures etc for different types of articles -

Original Research Paper

Abstract word count (maximum) : 250

Word count (including abstract & references; excluding tables & figure legends) : 6500

Total no. of figures+Tables : 06

Total no. of references (maximum) : 36

Short Communication

Abstract word count (maximum) : 200

Word count (including abstract & references; excluding tables & figure legends) : 3250

Total no. of figures+Tables : 03

Total no. of references (maximum) : 30

Review

Abstract word count (maximum) : 250

Word count (including abstract & references; excluding tables & figure legends) : 9000

Total no. of figures+Tables : 08

Total no. of references (maximum) : 75

Please note that in case of MS dealing with bacteriological cultures or strains, invariably the culture deposition numbers as given by public culture collection (e.g., ATCC, MTCC, NCIM etc) must be provided, without which such MS will not be considered for the review process.

Online Submission

Authors should submit their manuscripts online. Electronic submission substantially reduces the editorial processing and reviewing times and shortens overall publication times. Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

Additional remark Online Submission

Highlight the changes made in the revised MS for faster processing and provide a point-by-point reply to the reviewer(s) comments as a separate file. Insert continuous line numbers and page numbers throughout the text to facilitate reviewing process.

Text

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- ☐ Use a normal, plain font (e.g., 12-point Times Roman) for text.
- ☐ Use italics for emphasis.
- ☐ Use the automatic page numbering function to number the pages.
- ☐ Do not use field functions.
- ☐ Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- ☐ Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- ☐ Use the equation editor or MathType for equations.
- ☐ Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

- ☐ [LaTeX macro package \(zip, 182 kB\)](#)

Article Structure

Title page

The title page should include:

- ☐ The name(s) of the author(s)
- ☐ A concise and informative title
- ☐ The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- ☐ The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author
- ☐ Acknowledgements & any information that would reveal author(s) identity should be placed here, as JFST follows a double blind review process, at the time of initial submission and revision(s).

Research highlights

Research highlights to be provided on a separate page preceding the abstract – Max 5 highlights with each highlight not exceeding 100 characters including spaces

Abstract

Please provide an abstract of a maximum of 200 or 250 words (depending on the type of manuscript). The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide a minimum of 4 and a maximum of 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Body of the main text

The article should be divided into clearly defined sections as mentioned below and each section heading should appear on its own in a separate line. Any subsection may be given a brief heading. Please do not use more than three levels of displayed headings. If the MS uses abbreviations, they should be defined at first mention and used consistently thereafter.

- Introduction

Provide an adequate background to your work (do not resort to self citation, unless it is very essential) outlining the issue that is being addressed and clearly state the objectives of your work. Avoid a detailed literature survey and do not summarize previously published results.

- Material and methods

This section should have sufficient details in order to allow the work to be reproduced by any fellow researcher interested in the area. If standard methods / globally accepted protocols are used, mere mention of the method along with details of any relevant modifications made should be described. The section should also provide details of the raw material/starting material, the source, the components in it and changes that would have happened due to any processing before or after use, if it is relevant to the study.

In case of theoretical papers / engineering calculations, the section should provide an extended (not repeating what is already dealt in introduction) foundation for the current and further work. In other words, the calculation section should represent its practicality in the context of the MS from a theoretical basis.

- Results and Discussion

Results should be very concise and clear. To avoid repetition of results of the work, a combined section of results and discussion is often appropriate. Extensive citations and discussion of published literature without importance to the results of the work should be avoided. If author(s) choose to separate results and discussion sections, they are free to do so. However, in such cases the results section should be very clear, comprehensive and concise. Repetition of results in the discussion section should be avoided. Discussion should clearly focus on the significance of the work and the improvements over the already available knowledge.

- Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols. Always use footnotes instead of endnotes.

- Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full. In the first instance, this section shall be in the title page, when uploading the blinded copy.

- References

Citation in text

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples: Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990). This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996). This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1993).

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list. Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work.

Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted: Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325–329

Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med.* doi:10.1007/s001090000086

Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb.

<http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list. [EndNote style \(zip, 3kB\)](#)

- Tables

- ☐ All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- ☐ Each table should be stand alone and has to provide all the details
- ☐ Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- ☐ For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- ☐ Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- ☐ Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

- Artwork and Illustrations Guidelines

For the best quality final product, it is highly recommended that you submit all of your artwork – photographs, line drawings, etc. – in an electronic format. Your art will then be produced to the highest standards with the greatest accuracy to detail. The published work will directly reflect the quality of the artwork provided.

- Electronic Figure Submission

- ☐ Supply all figures electronically.
- ☐ Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- ☐ For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MS Office files are also acceptable.
- ☐ Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- ☐ Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

- Line Art

- ☐ Definition: Black and white graphic with no shading.
- ☐ Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- ☐ All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- ☐ Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- ☐ Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

- Halftone Art

- ☐ Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.
- ☐ If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.
- ☐ Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

- **Combination Art**

- ☐ Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.
- ☐ Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

- **Color Art**

- ☐ Color art is free of charge for online publication.
- ☐ If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
- ☐ If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.
- ☐ Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

- **Figure Lettering**

- ☐ To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
- ☐ Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
- ☐ Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- ☐ Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
- ☐ Do not include titles or captions within your illustrations.

- **Figure Numbering**

- ☐ All figures are to be numbered using Arabic numerals.
- ☐ Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
- ☐ Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).
- ☐ If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

- **Figure Captions**

- ☐ Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- ☐ Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- ☐ No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- ☐ Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- ☐ Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

- **Figure Placement and Size**

- ☐ When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
- ☐ For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
- ☐ For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

- ☐ All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)

- ☐ Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (color-blind users would then be able to distinguish the visual elements)
- ☐ Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

Electronic Supplementary Material

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Submission

- ☐ Supply all supplementary material in standard file formats.
- ☐ Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.
- ☐ To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

- ☐ Always use MPEG-1 (.mpg) format.

Text and Presentations

- ☐ Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.
- ☐ A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

- ☐ Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended.
- ☐ If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel).

Specialized Formats

- ☐ Specialized format such as .pdb (chemical), .vrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

- ☐ It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

- ☐ If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.
- ☐ Refer to the supplementary files as "Online Resource", e.g., "... as shown in the animation (Online Resource 3)", "... additional data are given in Online Resource 4".
- ☐ Name the files consecutively, e.g. "ESM_3.mpg", "ESM_4.pdf".

Captions

- ☐ For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

- ☐ Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

- ☐ The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material
- ☐ Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

Does Springer provide English language support?

Manuscripts that are accepted for publication will be checked by our copyeditors for spelling and formal style. This may not be sufficient if English is not your native language and substantial editing would be required. In that case, you may want to have your manuscript edited by a native speaker prior to submission. A clear and concise language will help editors and reviewers concentrate on the scientific content of your paper and thus smooth the peer review process.

The following editing service provides language editing for scientific articles in all areas Springer publishes in. Use of an editing service is neither a requirement nor a guarantee of acceptance for publication. Please contact the editing service directly to make arrangements for editing and payment.

After acceptance

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can indicate whether you wish to order offprints, or printing of figures in color. Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Society. This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Online publication of color illustrations is free of charge. For color in the print version, authors will be expected to make a contribution towards the extra costs.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor. After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

<http://www.springer.com/journal/13197>

ANEXO B

LWT - Food Science and Technology Guide for Authors

LWT - Food Science and Technology is an official journal of the Swiss Society of Food Science and Technology (SGLWT/SOSSTA) and the International Union of Food Science and Technology (IUFoST).

LWT - Food Science and Technology is an international journal that publishes innovative papers in the fields of food chemistry, biochemistry, microbiology, technology and nutrition. The work described should be innovative either in the approach or in the methods used. The significance of the results either for the science community or for the food industry must also be specified. Contributions that do not fulfil these requirements will not be considered for review and publication. Submission of a paper will be held to imply that it presents original research, that it has not been published previously, and that it is not under consideration for publication elsewhere.

Papers featuring animal trials and cell cultures are outside the scope of the journal and will not be considered for publication.

Essentials to ensure fast handling of Research papers and Short communications

- Manuscript-text must be saved as either a MS Word, Word Perfect, RTF, TEX or Plain ASCII file. Continuous line numbering must be added and the text must be double spaced.
- Research papers must be no longer than 5000 words, including abstract and references, but without tables, figures and the corresponding legends.
- Short communications must be no longer than 2500 words including abstract and references, but without tables, figures and the corresponding legends.
- Abstracts must not be longer than 200 words.
- You must include Keywords (≤ 5).
- Contact details of at least 3 suggested reviewers (name, affiliation and email address) must be included.
- Highlights must be included (a summary of your main achievements in 3-5 bullet points no more than 85 characters each).
- Figures and tables must be submitted as separate files and are clearly labeled.
- The international system of units (SI units) must be used only.
- If analytical data are reported in tables and/or figures: Number of replications should be mentioned in the legend or a footnote and standard error or other evidence of reliability of data must be given.
- Your Cover letter should explain the novelty of the research presented, that your paper presents original research, that it has not been published previously and that it is not under consideration for publication elsewhere.
- For reviews: please check the homepage and Guide for Authors for detail.
- Please note that this list is not extensive and purely highlights the most important aspects of a submission. For full details on all article types please refer to the online Guide for Authors at <https://www.elsevier.com/journals/lwt-food-science-and-technology/0023-6438/guide-for-authors>.

Types of paper

Three types of peer-reviewed papers will be published:

Review articles. These concise reviews should present a focused aspect on a topic of current interest or an emerging field. They are not intended as comprehensive literature surveys covering all aspects of the topic, but should include all major findings and bring together reports from a number of sources. They should aim to give balanced, objective assessments by giving due reference to relevant published work, and not merely present the prejudices of individual authors or summarise only work carried out by the authors or by those with whom the authors agree. Undue speculation should also be avoided. These reviews will receive priority in publication.

The reviews may address pertinent issues in food science, technology, processing, nutritional aspects of raw and processed foods and may include nutraceuticals, functional foods, use of "omics" in food quality, food processing and preservation, and food production.

Topics to be covered should be at the cutting edge of science, well thought out, succinct, focused and clear. Ideally, the review should provide a view of the state of the art and suggest possible future needs and trends.

All articles will be subjected to peer review process.

Submit an abstract of the proposed review to the Editor in Chief (Professor Rakesh Singh), rsingh@uga.edu for consideration prior to preparing the full length manuscript. Abstract of the proposed work should include the following:

- a. The abstract should identify the need for the proposed article, the intended audience, and five key words.
- b. Title (120 characters or less)
- c. Short abstract (≤ 300 words).
- d. Identify the address and contact information for the contact author. The contact information should include author name, postal address, telephone number, fax number, and email.
- e. Anticipated time needed to complete the proposed work once the initial abstract has been approved.

Manuscript Preparation

- a. All lines and pages must be continuously numbered.
 - b. All text should be double-spaced.
 - c. Total manuscript length $\leq 3,000$ words (text portion).
 - d. Total number of Tables ≤ 5 .
 - e. Total number of figures ≤ 5 .
 - f. Maximum number of references (including those cited in tables and figures) not to exceed 50.
 - g. In the reference list identify five (5) key references (indicated by an * in front of the reference in the reference section). In two to three sentences explain why this reference is a key reference.
- Research papers. Reports of complete, scientifically sound, original research which contributes new knowledge to its field. The paper must be organised as described in Article Structure below. Papers should not exceed 5000 words (approximately 18 typed double-spaced pages) including abstract and references but excluding figures, tables and their captions. All lines and pages must be continuously numbered.
- Short communications. Brief reports of scientifically sound, original research of limited scope of new findings. Short communications have the formal organisation of a full paper. Such notes will receive priority of publication. Short communications should not exceed 2500 words (approximately 9 typed double-spaced pages). All lines and pages must be continuously numbered.

Contact details for submission

Submission for all types of manuscripts to LWT - Food Science and Technology proceeds totally online. Via the Elsevier Editorial System (EES) website for this journal, <http://ees.elsevier.com/lwt>, you will be guided step-by-step through the creation and uploading of the various files.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our Support Center.

Ethics in publishing

Please see our information pages on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication.

By submitting this manuscript, the authors agree that text, equations, or figures from previously published articles or books have been clearly identified in full and their origin clearly explained in the adjacent text, with appropriate references given at the end of the paper. Duplication of text is rarely justified, even with diligent referencing. Exceptions may be made for descriptions of standard experimental techniques, or other standard methods used by the author in the investigation; but an appropriate citation is preferable. Authors who duplicate material from their own published work in a new article, without clearly identifying the repeated material and its source as outlined above, are self-plagiarising.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. More information.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see 'Multiple, redundant or concurrent publication' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its

publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Crossref Similarity Check.

Preprints

Please note that preprints can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's sharing policy. Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see 'Multiple, redundant or concurrent publication' for more information).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

Authorship

All authors should have made substantial contributions to all of the following: (1) the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data, (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content, (3) final approval of the version to be submitted.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors before submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only before the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the corresponding author: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors after the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. More information.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see more information on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the

manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (more information). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of user license.

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. More information.

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can share your research published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the gold open access publication fee. Details of existing agreements are available online.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs.
- No open access publication fee payable by authors.
- The Author is entitled to post the accepted manuscript in their institution's repository and make this public after an embargo period (known as green Open Access). The published journal article cannot be shared publicly, for example on ResearchGate or Academia.edu, to ensure the sustainability of peer-reviewed research in journal publications. The embargo period for this journal can be found below.

Gold open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- A gold open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For gold open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative Commons user licenses:

Creative Commons Attribution (CC BY)

Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The gold open access publication fee for this journal is USD 3050, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy:

<https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our open access page for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. Find out more.

This journal has an embargo period of 12 months.

Elsevier Researcher Academy

Researcher Academy is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Authors must provide and use an email address unique to themselves and not shared with another author registered in EES, or a department.

Review Process

A peer review system involving two or three reviewers is used to ensure high quality of manuscripts accepted for publication. The Editor-in-Chief and Editors have the right to decline formal review of the manuscript when it is deemed that the manuscript is 1) on a topic outside the scope of the Journal, 2) lacking technical merit, 3) focused on foods or processes that are of narrow regional scope and significance, 4) fragmentary and provides marginally incremental results, or 5) is poorly written.

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our Support site. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

Peer Reviews

It is the journal policy to keep the peer reviewing anonymous. Names of reviewers are only revealed if they are in agreement with the request of the author. When submitting a manuscript, authors may indicate names of experts who are not suitable/appropriate for reviewing the paper.

Peer review

This journal operates a single blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. More information on types of peer review.

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

All lines must be consecutively numbered throughout the manuscript.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- Title. Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- Author names and affiliations. Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- Corresponding author. Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.
- Present/permanent address. If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view example Highlights on our information site.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article,

so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Abstracts should not exceed 200 words for Research papers and Short communications, or 300 words for Review articles.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 5 keywords, using British spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

If possible the Food Science and Technology Abstracts (FSTA) Thesaurus should be used (IFIS Publ., Shinfield, Reading RG2 9BB, UK
<http://www.foodScienceCentral.com>).

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Do not use %, ppm, M, N, etc. as units for concentrations. If analytical data are reported, replicate analyses must have been carried out and the number of replications must be stated.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional

terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for color: in print or online only. Further information on the preparation of electronic artwork.

Figure captions

Figures must be comprehensible without reference to the text. Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used in the caption. If analytical data are reported, replicate analyses must have been carried out. State the number of replications and provide standard error or other evidence of reliability of the data.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Include a short but informative title. Provide the experimental conditions, as far as they are necessary for understanding. The reader should not have to refer to the text in order to understand the tables.

Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

If analytical data are reported, replicate analyses must have been carried out. State the number of replications and give standard error or other evidence of reliability of data.

Probabilities may be indicated by * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ and *** $P < 0.001$.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

All citations in the text should refer to:

1. Single author: the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication (Smith, 2003);
2. Two authors: both authors' names and the year of publication (Smith & Jones, 2004);
3. Three, four or five authors: all authors names and year of publication (Smith, Jones, & Brown, 2005). For all subsequent citations of this work use et al. (Smith et al., 2005).
4. Six or more authors: first author's name followed by et al. and the year of publication (Black et al., 2007).

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley. Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. More information on how to remove field codes from different reference management software.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/lwt-food-science-and-technology>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: Citations in the text should follow the referencing style used by the American Psychological Association. You are referred to the Publication Manual of the American Psychological Association, Sixth Edition, ISBN 978-1-4338-0561-5, copies of which may be ordered online or APA Order Dept., P.O.B. 2710, Hyattsville, MD 20784, USA or APA, 3 Henrietta Street, London, WC3E 8LU, UK.

List: references should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2018). The art of writing a scientific article. *Heliyon*, 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style*. (4th ed.). New York: Longman, (Chapter 4).

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). New York: E-Publishing Inc.

Reference to a website:

Cancer Research UK. Cancer statistics reports for the UK. (2003). <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> Accessed 13 March 2003.

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T. (2015). Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. *Mendeley Data*, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Reference to a conference paper or poster presentation:

Engle, E.K., Cash, T.F., & Jarry, J.L. (2009, November). The Body Image Behaviours Inventory-3: Development and validation of the Body Image Compulsive Actions and Body Image Avoidance Scales. Poster session presentation at the meeting of the Association for Behavioural and Cognitive Therapies, New York, NY.

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions here to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the research data page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the database linking page.

For supported data repositories a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to Mendeley Data. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the Mendeley Data for journals page.

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the Data Statement page.

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized Share Link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's Webshop. Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.