

Clarissa Damiani,
Glêndara Aparecida de Souza Martins
Fernanda Salamoni Becker
(Organizadoras)

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS VEGETAIS

POTENCIAIS E LIMITAÇÕES

Clarissa Damiani,
Glêndara Aparecida de Souza Martins
Fernanda Salamoni Becker
(Organizadoras)

A P R O V E I T A M E N T O D E R E S Í D U O S V E G E T A I S

POTENCIAIS E LIMITAÇÕES



Palmas- TO
2020

Universidade Federal do Tocantins

Reitor

Luis Eduardo Bovolato

Vice-reitora

Ana Lúcia de Medeiros

Pró-Reitor de Administração e Finanças (PROAD)

Jaasiel Nascimento Lima

Pró-Reitor de Assuntos Estudantis (PROEST)

Kherley Caxias Batista Barbosa

Pró-Reitora de Extensão, Cultura e Assuntos

Comunitários (PROEX)

Maria Santana Ferreira Milhomem

Pró-Reitora de Gestão e Desenvolvimento de Pessoas

(PROGEDEP)

Vânia Maria de Araújo Passos

Pró-Reitor de Graduação (PROGRAD)

Eduardo José Cezari

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPESQ)

Raphael Sanzio Pimenta

Conselho Editorial

EDUFT

Presidente

Francisco Gilson Rebouças Porto Junior

Membros por área:

Liliam Deisy Ghizoni

Eder Ahmad Charaf Eddine
(Ciências Biológicas e da Saúde)

João Nunes da Silva

Ana Roseli Paes dos Santos

Lidianne Salvatierra

Wilson Rogério dos Santos
(Interdisciplinar)

Alexandre Tadeu Rossini da Silva

Maxwell Diógenes Bandeira de Melo
(Engenharias, Ciências Exatas e da Terra)

Francisco Gilson Rebouças Porto Junior

Thays Assunção Reis

Vinicius Pinheiro Marques
(Ciências Sociais Aplicadas)

Marcos Alexandre de Melo Santiago

Tiago Groh de Mello Cesar

William Douglas Guilherme

Gustavo Cunha Araújo
(Ciências Humanas, Letras e Artes)

Diagramação e capa: Gráfica Movimento

Arte de capa: Gráfica Movimento

O padrão ortográfico e o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas de cada autor. Da mesma forma, o conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade de seu respectivo autor.



<http://www.abecbrasil.org.br>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

D158a

Damiani, Clarissa. (Org.)

Aproveitamento de resíduos vegetais: potenciais e limitações /
Organizadores: Clarissa Damiani, Glêndara Aparecida de Souza Martins,
Fernanda Salamoni Becker – Palmas, TO: EDUFT, 2020.

14 p. il. ; 21 x 29,7 cm.

Inclui referências bibliográficas.

ISBN 978-65-89119-61-6

1. Alimentação humana. 2. Resíduos vegetais. 3. Frutos, resíduos. 4.
Frutos amazônicos. 5. Frutos do cerrado. I. Clarissa Damiani. II. Glêndara
Aparecida de Souza Martins. III. Fernanda Salamoni Becker. IV. Título. V.
Subtítulo.

CDD – 641

SUMÁRIO

PREFÁCIO	7
APRESENTAÇÃO.....	9
CAPÍTULO I: COPRODUTOS VEGETAIS NA ALIMENTAÇÃO HUMANA: ASPECTOS GERAIS	10
CAPÍTULO II: RESÍDUOS DE FRUTOS: COMPOSTOS DE INTERESSE	20
CAPÍTULO III: LIMITANTES DO APROVEITAMENTO INTEGRAL DE FRUTOS.....	39
CAPÍTULO IV: FRUTOS AMAZÔNICOS E DO CERRADO: POTENCIAL, LIMITANTES E SUBUTILIZAÇÃO.....	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS	63

PREFÁCIO

Clarissa Damiani

Fernanda Salamoni Becker

Glêndara Aparecida de Souza Martins

Já parou para pensar na quantidade de nutrientes que descartamos todos os dias no lixo? Comemos a banana e jogamos a casca no lixo; descascamos a cenoura ou a abóbora e jogamos as cascas no lixo, e assim por diante... Jogamos nutrientes ricos no lixo e pagamos por esses mesmos nutrientes nas farmácias em forma de capsulas de vitaminas, minerais e fibras.

Descartamos alimentos que poderiam nos nutrir, mas ao invés de aproveitarmos tudo do que ele nos fornece, jogamos ao lixo a melhor parte...

Resíduos de alimentos ou coprodutos são aquelas substâncias ricas em matéria orgânica que são geradas após o processamento de uma matéria prima, como frutas e hortaliças. Na agroindústria, é comum essa prática de descarte de cascas, talos e sementes na produção de sucos, néctares, polpas de frutas, doces, etc, assim como na industrialização de hortaliças e leguminosas. Esses resíduos geram quantidades elevadas de lixo orgânico, chamando a atenção para o problema ambiental e econômico. Atualmente, tem empresas que são contratadas para dar um fim nestes resíduos/coprodutos, transformando-os em adubo/compostagem ou alimentação animal. Mas será que é o melhor caminho para esse tipo de resíduo? O que eles têm de interessante? Sabe-se que as cascas, sementes, talos possuem substâncias tão ou mais ricas do que aquilo que, convencionalmente, ingerimos.

Para você ter uma noção do que estamos relatando, em alguns processamentos de frutas, pode-se descartar até 70% em cascas e sementes, resíduos estes fonte de compostos naturais que poderiam ser utilizados em outros produtos industrializados, enriquecendo-os, nutricionalmente, com minerais, vitaminas, antioxidantes, fibras, elementos que todos nós procuramos consumir para termos uma alimentação saudável. Citamos, ainda, que eles podem ser fontes de aromatizantes e/ou corantes de origem natural, que podem substituir os sintéticos utilizados em muitos produtos que consumimos.

No entanto, o consumo de cascas, sementes e/ou talos possuem limitantes que devem ser considerados, denominados de substâncias antinutricionais. Essas podem fazer parte da classe dos inibidores de proteases, compostos cianogênicos, taninos e/ou fitatos que, dependendo da quantidade inserida, nestes coprodutos, podem trazer sérios danos para a saúde. Porém, estudos mostram que a grande maioria desses antinutricionais possui uma base proteica, possibilitando que o tratamento térmico como secagem e/ou torra, das cascas e sementes, já são suficientes para eliminar ou inativar tais substâncias.

Utilizar frutas e hortaliças, em sua totalidade, vem de encontro à preocupação ambiental e socioeconômica mundial. Neste contexto, também, destacamos os frutos do Cerrado Brasileiro e da Amazônia Legal, que abrangem duas regiões extremamente importantes no Brasil, cujos frutos são totalmente desconhecidos, não somente aqui, mas também no mundo. Esses frutos possuem compostos nutricionais riquíssimos em antioxidantes, fibras, pigmentos e voláteis, não

só na parte convencionalmente comestível, mas também nas cascas e sementes, podendo ser incorporados na alimentação diária do brasileiro tranquilamente, porém, pouco explorados científica e economicamente.

As organizadoras da obra possuem vasta experiência em pesquisa com aproveitamento de coprodutos agroindustriais, assim como com frutos exóticos do Cerrado e da Amazônia e almejam que essa obra literária possa incentivar você, empresário, acadêmico e/ou professor, a investir em aproveitamento integral de frutos e hortaliças, assim como em frutos do Cerrado e da Amazônia Legal.

Enfim, se tivermos a consciência de que estamos alimentando o lixo, ao invés de ser alimentado por ele (cascas e sementes); se quebrarmos paradigmas, incentivamos a indústria a incorporar esses resíduos/coprodutos em seus processamentos industriais. Você, eu, a classe empresarial, o país, o planeta ganham com uma simples mudança de consciência. Desafiamos-te, então, a começar agora essa mudança e deixar de alimentar seu lixo. Quando for consumir algo, não descarte as cascas e sementes. Use-as... Desejamos, a você leitor, que os estudos científicos relatados nessa obra possam incentivá-lo a ingressar nessa maravilhosa esfera dos “APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS VEGETAIS”

APRESENTAÇÃO

As matérias-primas de origem vegetal são exploradas pela literatura de diversas maneiras haja vista a questão nutricional e ambiental que envolve o seu processamento. Nesse contexto, essa obra apresenta abordagens relevantes para a Ciência e Tecnologia de Alimentos, bem como para a Ciência da Saúde no âmbito dos potenciais e limitantes do aproveitamento integral de resíduos vegetais.

O capítulo I aborda os aspectos gerais do uso dos coprodutos de origem vegetal na alimentação humana, apresentando um compilado da literatura sobre as principais características desses coprodutos.

O capítulo II discorre sobre os compostos de interesse presentes em frutos, bem as vantagens do seu uso na indústria de alimentos e farmacêutica.

O capítulo III descreve os principais limitantes do aproveitamento integral de alimentos, chamando atenção para os danos a saúde dos consumidores caso determinados compostos não inativados ou eliminados durante o processamento.

O capítulo IV apresenta os potenciais e limitantes dos frutos do Cerrado e da Amazônia brasileira com vistas à minimização de sua subutilização dada sua importância nutricional, química e econômica.

De maneira geral o livro agrega informações importantes a literatura técnico-científica da área, podendo, inclusive, nortear o processo de decisão da indústria de alimentos e farmacêutica quanto aos processos e técnicas a serem empregadas no processamento e aproveitamento dessas matérias-primas com vistas na agregação de valor e geração de renda.

I

COPRODUTOS VEGETAIS NA ALIMENTAÇÃO HUMANA: ASPECTOS GERAIS

Clarissa Damiani

Natalia Ferreira da Silva Pensado

Vania Maria Alves

Fernanda Salamoni Becker

Glêndara Aparecida de Souza Martins

Segundo Ação Brasileira pela Nutrição e Direitos Humanos (ABRANDH), a fome é considerada violação do Direito Humano à Alimentação Adequada e aos objetivos da Segurança Alimentar que busca “a garantia, a todos, de condições de acesso a alimentos básicos de qualidade, em quantidade suficiente, de modo permanente e sem comprometer o acesso a outras necessidades básicas, com base em práticas alimentares que possibilitem a saudável reprodução do organismo humano, contribuindo, assim, para uma existência digna” (Editorial, 2010).

O direito à alimentação, que supra minimamente as demandas energéticas, proteicas e de outros nutrientes, deve ser tratado com seriedade e obrigatoriedade pelos Estados. Dessa maneira, é definido como “direito à segurança alimentar e nutricional”, alimentar-se de forma adequada, devendo-se respeitar as condições econômicas, culturais, climáticas e ecológicas (Brasil, 2013).

Nesse contexto, Santos (2015) diz que segurança alimentar é o conjunto de normas de produção, transporte e armazenamento de alimentos, visando determinadas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais padronizadas, segundo as quais os alimentos seriam adequados ao consumo. De acordo com a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA), esta classifica-se em 3 estágios, a saber: leve, moderado e grave. Na Insegurança Alimentar Leve (IL) existe os lares nos quais foi detectada preocupação com a quantidade e qualidade dos alimentos; a Insegurança Alimentar Moderada (IM), ocorre em residências com restrição na quantidade de comida, e a Insegurança Alimentar Grave (IG) acontece em domicílios nos quais faltam alimentos, atingindo não só adultos, mas também crianças, podendo levar à fome.

Se de um lado a fome sempre bateu a porta dos brasileiros, o desenfreado desperdício de alimentos no mundo, que ocorre anualmente, chegou a marca de 1,3 bilhões de toneladas, refletindo bruscamente na economia global. Os reflexos de tais perdas, porém, acabam provocando,

também, impactos graves nos recursos naturais, afetando a própria cadeia alimentar da humanidade, que necessita de tais recursos para sobreviver (FAO, 2013), e a falta de alimentos acaba desencadeando doenças relacionadas às carências nutricionais ou, até mesmo, a morte (Brasil, 2013). A causa do desperdício, segundo a FAO (2013), deve-se devido, desde as perdas pós colheita até o comportamento da sociedade, a falta de planejamento de suas compras, o excesso de compras, a escolha pelo padrão estético, levando ao descarte de produtos comestíveis pelos distribuidores.

Estudos sobre aproveitamento de resíduos/subprodutos/coprodutos apresentam resultados relevantes quanto à redução do desperdício de alimentos e o desenvolvimento de novas tecnologias, além de proporcionar economia nos gastos com alimentação, diversificar nutrientes e agregar valor nutricional às preparações (Damiani et al. 2011; Silva e Ramos, 2009; Valença et al. 2008). Essa alternativa tecnológica utiliza o alimento de forma sustentável, reduz a produção de lixo orgânico, beneficia a renda familiar e promove a segurança alimentar. Tais resíduos poderiam ser utilizados na fabricação de biscoitos, bolos e barras de cereais, reduzindo o desperdício de alimentos e gerando nova fonte alimentar (Souza et al. 2011).

De acordo com Embrapa (2016), os subprodutos são advindos de processos industriais e são utilizados para o desenvolvimento de insumos, ingredientes e produtos de interesse da indústria de alimentos, de modo a deter os nutrientes e compostos bioativos presentes nos resíduos agroindustriais. Se os alimentos não estão em condições para o consumo humano, a melhor opção é desviá-los para a cadeia alimentar animal, poupando recursos que, de outra forma, seriam necessários para produzir ração comercial.

De forma geral, a população brasileira e/ou mundial não está habituada a aproveitar o máximo dos alimentos, deixando de utilizar algumas partes dotadas de altos valores nutricionais, que acabam indo para o lixo por falta de conhecimento (Badawi, 2012).

A utilização do alimento, de forma sustentável reduz a produção de lixo orgânico, prolonga a vida útil do alimento, promove a segurança alimentar e beneficia a renda familiar (Silva et al. 2009). Além disso, o aproveitamento integral de frutas e hortaliças, como forma de incentivo ao consumo desse grupo de alimentos, é prática alimentar saudável e contribui para a promoção da saúde (Silva e Ramos, 2009).

Neste contexto, a preocupação com o meio ambiente leva a viabilização de projetos que ressaltam a sustentabilidade nos sistemas de produção industrial. Nesta vertente, observa-se que a indústria de alimentos produz uma série de resíduos com alto valor de reutilização (Castro et al. 2011).

Entre os subprodutos obtidos, a partir da indústria de suco de laranja, por exemplo, destacam-se os óleos essenciais da casca, que podem ser utilizados como ingredientes aromatizantes em uma variedade de alimentos como bebidas ou sorvetes, assim como na formulação de cosméticos e perfumes; D-limoneno, empregado na fabricação de tintas e solventes; o farelo de polpa cítrica, destinado a produção de ração e polpa de laranja de frutas com perdas comerciais, podem ser utilizadas pelas indústrias de alimentos e bebidas (Pereira, 2008).

Além da laranja, o Brasil é produtor e consumidor mundial de maracujá. Ambos, a fruta *in natura* e o suco, são produtos muito apreciados em função das suas características sensoriais (Macoris et al. 2011). No entanto, os resíduos do maracujá representam 40% do peso total do fruto e possuem quantidade razoável de compostos voláteis similares aos encontrados na fruta *in*

natura. O resíduo de maracujá pode ser utilizado para produção de novos produtos como barras de cereais (Silva et al. 2009).

O abacate é outro exemplo notável de fruto produzido no Brasil. Sua qualidade nutricional é relevante, pois contém quantidade de vitaminas, minerais, proteínas e fibras, além do teor de lipídios que confere destaque ao fruto como auxiliar na prevenção de doenças cardiovasculares. Além disso, contém níveis elevados de compostos fitoquímicos bioativos, incluindo a vitamina E, carotenoides, esteróis, compostos fenólicos, entre outros (Daiuto, 2010). Também é utilizado para evitar oxidação lipídica e deterioração microbiana em alimentos (Melo, 2008). Portanto, a exploração do conteúdo fitoquímico desses resíduos pode levar a novos produtos com valor agregado, o que teria impacto significativo, tanto no abacate como nas indústrias de processamento de alimentos.

Estudos indicam que os extratos de cascas de vegetais e frutas possuem forte atividade antioxidante. Antioxidantes podem ser definidos como quaisquer substâncias que, presentes em baixas concentrações, quando comparados a um substrato oxidável, atrasam ou inibem a oxidação desse substrato de maneira eficaz. A presença de antioxidantes em frutas e hortaliças tem estimulado o consumo destes produtos no mercado nacional.

O Brasil possui número significativo de espécies frutíferas, nativas e exóticas, ainda não exploradas. Tais espécies são alvos potenciais para a agroindústria, que valoriza o caráter exótico dos frutos, além da presença de compostos capazes de prevenir doenças e impulsionar mercados econômicos (Alves et al. 2008). A semente de *Solanum lycocarpum* (lobeira), a polpa de *Byrsonima verbascifolia* (murici), o epicarpo e o mesocarpo de *Caryocar brasiliense* (pequi) e o pendúculo de *Cipocereus minensis* (quiabo-da-lapa) tem considerável potencial antioxidante (Morais, 2013).

Há alguns anos, alguns tipos de alimentos, produzidos de forma inovadora, atraíram a atenção dos consumidores para seus benefícios de saúde, como a proteção contra doenças relacionadas à dieta (Soukoulis et al., 2014). Rodriguez-Ambriz et al. (2008) estudaram o uso potencial de polpa de banana verde e farinha de casca de banana na produção de sorvete, e suas propriedades químicas e funcionais. As vantagens da utilização da fibra da fruta na produção de sorvete foram: melhoria nas propriedades de fusão, redução da recristalização, vida útil prolongada e aprimoramento das viscosidades do sorvete.

O pó de semente de *Tamarindus indica* (tamarindo) foi avaliado como fonte de antioxidantes para inclusão em biscoitos. As sementes são ricas em fitoquímicos (fenólicos), que exibem potencial para reduzir a peroxidação lipídica e atividade antimicrobiana (Andabati et al. 2014). Biscoitos são consumidos regularmente por quase todos os grupos etários em países em desenvolvimento. São populares em comparação a outros alimentos processados, devido ao seu baixo custo, sabor diversificado e longa vida útil. Com isso, a incorporação do pó de semente de Tamarindo, em biscoitos, pode aumentar, significativamente, o seu conteúdo de fitoquímicos bioativos com aumento associado na atividade antioxidante (Davidov et al. 2012).

A polpa da *Punica granatum* (romã) consiste em sementes e cascas. Geralmente, os resíduos que permanecem após o suco ser extraído são compostos, principalmente, de celulose, cascas e bagaços. Os bagaços de romã, obtidos das indústrias, podem ser utilizados para extrair compostos potencialmente benéficos, como fibra dietética ou compostos bioativos, principalmente ácidos fenólicos e flavonoides, que podem ser utilizados como ingredientes no processa-

mento de alimentos (Santiago, 2014). Como os alimentos de padaria são os produtos de cereais mais desejáveis pelos consumidores, muitas alternativas para a substituição de sua farinha, incorporando farinhas mais nutritivas vem sendo estudado. Com isso, a incorporação do pó de bagaço de fruta integral de romã pode melhorar as características nutricionais (vitaminas, minerais e fibras) e propriedades antioxidantes de produtos panificáveis.

A acerola é uma fruta que pode ser consumida na forma de suco e polpa. No entanto, durante o seu processamento, é gerada grande quantidade de resíduos, aproximadamente, 40% do volume de produção. Este resíduo, são geralmente desprezados quando poderiam ser fontes alternativas de nutrientes (Bortolotti, 2012). A adição de valor a estes subprodutos é de grande interesse, uma vez que seu uso pode enriquecer alimentos com nutrientes e fibras. Os resíduos de semente e bagaço apresentaram níveis de fibras e minerais na dieta, bem como estabilidade da emulsão (Marques et al. 2013).

A flora do Cerrado possui diversas espécies frutíferas com grande potencial econômico (Silva et al. 2008), que são tradicionalmente utilizadas pela população local (extrativismo), onde são comercializadas e consumidas “in natura” ou beneficiadas pelas indústrias caseiras nas mais diversas atividades econômicas (Gonçalves et al. 2013).

O pequizeiro, uma das espécies típicas do cerrado brasileiro, além de gerar série de benefícios, contribui para o enriquecimento nutricional e constitui-se fonte de renda para muitos. A farinha do mesocarpo externo do pequi (casca) é muito rica em fibra alimentar total, além de possuir carboidratos, cinzas, magnésio, cálcio, manganês e cobre. Entretanto, mais pesquisas são necessárias para caracterizar a farinha do mesocarpo externo do pequi, assim como para conferir o desempenho deste produto como ingrediente ou como matéria-prima (Soares Júnior et al. 2010).

Outro fruto bastante encontrado na Região Centro-Oeste do Brasil é o baru. A amêndoa de baru, semente oleaginosa nativa do Cerrado, é fonte de proteínas de boa qualidade biológica, contém teores expressivos de minerais, com destaque para o cálcio, ferro e zinco, e também apresenta altos teores de fibra alimentar, assim como perfil de ácidos graxos favorável à saúde (Fernandes et al. 2010; Freitas e Naves, 2010). O extrato acetato de etila da amêndoa de baru apresenta elevado potencial antioxidante em diferentes solventes, quando analisado *in vitro* (Siqueira et al. 2009; Lemos et al., 2012).

Além do baru e do pequi, a mangaba, também, é um fruto com características importantes. Seu fruto contém elevado teor de vitamina C, carotenoides, compostos fenólicos e substâncias capazes de sequestrar radicais livres. Santos (2014) utilizou as sementes de mangaba para obtenção de bio-óleo, proveniente do processo de pirólise, e percebeu que, as sementes utilizadas, foram satisfatórias no estudo, além de minimizar os problemas ambientais, devido ao despejo inadequado desses produtos.

Frutos tradicionalmente conhecidos como a uva e o pêssego, por exemplo, são extremamente propícios ao seu aproveitamento integral, uma vez que são ricos em carotenoides e antocianinas, sendo usados como corantes alimentares naturais, além de apresentarem importantes funções fisiológicas como auxílio na prevenção da degeneração celular, de doenças cardiovasculares, de processos anti-inflamatórios e anticancerígenos.

Vargas (2015) utilizou cascas de uva e percebeu que o aumento do número de extrações proporcionou maior rendimento na produção de carotenoides, com recuperação de 66 % do total

de compostos. Já as cascas do pêssego representam potenciais fontes de corantes naturais e a extração de tais compostos torna-se alternativa para o aproveitamento do material que é gerado e descartado no processamento das polpas.

A banana é difundida na literatura quanto ao seu forte potencial no desenvolvimento de coprodutos com elevada aceitabilidade a partir de sua casca (Nunes e Botelho, 2009). De acordo com Rocha et al. (2008), cascas são boas fontes de fibras e lipídios, tendo-se como exemplos as cascas de banana, de laranja e de limão.

Em termos do aproveitamento de cascas, Miguel, (2008) utilizou as cascas do melão como aproveitamento em minimamente processados; Souza et al. (2011) utilizaram as cascas de banana, mas para produção de bioetanol; a entrecasca da melancia é um subproduto rico em fibra alimentar insolúvel. Logo, o seu aproveitamento na elaboração de produtos alimentícios pode contribuir para o aumento dos teores de fibra insolúvel na dieta, além de reduzir os desperdícios industriais (Guimarães, 2008). A farinha de casca de manga é apontada por Ajila et al. (2008) como fonte de carboidratos.

Nesse contexto, apesar de ser subproduto, o bagaço da maçã chama a atenção por apresentar, em sua composição, compostos bioativos como fibra e polifenóis, que podem fornecer valor para suas aplicações em alimentos e outros campos para a geração de produtos de valor agregado, como enzimas, proteína da célula, aroma composto, etc (Shalini et al. 2010). A farinha do bagaço de maçã pode substituir, parcialmente, a farinha de trigo em produtos de padaria ou muffins, para melhorar a fibra dietética e os compostos bioativos nos produtos.

O abacaxi é conhecido pelo sabor agradável e sua composição altamente fibrosa. Existem várias indústrias de processamento que comercializam seus produtos nos mercados interno e externo (Bezerra, 2017). Com essa quantidade produzida, há grande concentração de resíduos na região, por isso vê-se necessário o seu aproveitamento.

Com relação à utilização dos resíduos de abacaxi, Souza et al. (2011) utilizaram a casca para produção de barras de cereais irradiadas e perceberam que o conjunto de ingredientes trouxe benefícios ao consumidor, enriquecendo a sua dieta com antioxidantes que auxiliam no efeito oxidativo, devido ao fato de certos fenólicos terem efeito antioxidante comprovado e estarem presente na casca do abacaxi.

O resíduo do abacaxi pode ser considerado ingrediente promissor para o enriquecimento de formulações alimentícias, por apresentar elevados teores nutricionais importantes para a produção de produtos mais saudáveis. Selani et al. (2016), avaliando o efeito na qualidade físico-química e sensorial da adição de subproduto do abacaxi como substituto de gordura em carne de hambúrguer, obtiveram produtos com elevados teores de fibras, apresentando solução para o aumento da viabilidade de utilização desses resíduos.

Outro estudo avaliando a adição de bagaço de abacaxi em pó em formulações de biscoitos, visando seu enriquecimento nutricional, verificou que esta adição eleva o percentual de proteína, fibra e conteúdo mineral (Ade et al. 2014).

No âmbito das hortaliças, o mercado de comidas prontas e o processamento para posterior ingestão culminam num acúmulo relevante de resíduos. No processamento industrial das batatas, por exemplo, a produção de resíduos ocorre nas operações de escolha, seleção e lavagem da matéria prima (Fernandes et al. 2008). Entre esses resíduos, encontra-se a polpa residual da

lavagem das batatas (PRLB), obtida após a etapa do fatiamento, durante o processo de lavagem. No entanto, a literatura já aponta trabalhos que utilizam a polpa como ingrediente para formulação de snacks fritos em substituição da farinha de trigo como perspectiva de redução do impacto ambiental (Dias et al. 2014).

Outra demanda mercadológica são os produtos sem glúten. Portanto, a incorporação de hidrocolóides, como gomas, proteínas e fibras, tem sido sugerida para melhorar as características de qualidade dos produtos. Por isso, os muffins sem trigo são de interesse nos tempos atuais, não só para pessoas com intolerância ao glúten, mas também para pessoas interessadas em alimentos sem glúten.

A fibra de cenoura é uma fonte potencial de ingredientes alimentares naturais e funcionais (relacionados à promoção da saúde ou a prevenção de doenças) para enriquecer muffins sem glúten e sem aroma. Essa incorporação aumentou o conteúdo de fibras alimentares totais e diminuiu a leveza, o amargor e a atividade de água dos muffins, e aumentou a firmeza (Gomes et al. 2007).

No mesmo sentido, as sementes de *Cucurbita spp* (abóboras) possuem grande quantidade de substâncias capazes de proporcionar benefícios à saúde, prevenindo ou tratando doenças ou mesmo favorecendo o funcionamento do organismo (Jorge et al. 2012).

De acordo com Rocha et al. (2008), cascas, talos e folhas são boas fontes de fibras e lipídios. Em vista disso, Nunes e Botelho (2009) elaboraram bolo feito a partir das cascas de abóbora; Rocha et al. (2008) utilizaram cascas de *Sechium edule* (chuchu) para fazer assado; Souza et al. (2007) elaboraram panqueca colorida com folha e talo de *Beta vulgaris esculenta* (beterraba); Mauro et al. (2010) elaboraram biscoitos com farinha de talo de *Spinacia oleracea* (espinafre) e talo de couve flor. Todas as formulações foram aceitas nutricionalmente, aumentando os compostos vitamínicos e minerais dos alimentos e apresentando notas satisfatórias nos testes sensoriais da pesquisa.

Dentre as fontes naturais de compostos fenólicos, tem-se, também, a casca do amendoim (fina película que recobre o amendoim), proveniente do seu processamento. Este resíduo não possui aplicação posterior e tem como destino a queima para geração de energia ou o tratamento de resíduos. Porém, a casca do amendoim contém diversos compostos fenólicos com potencial antioxidante para serem aplicados como aditivo alimentar (Oldoni et al. 2016).

A indústria cafeeira é outro setor que gera diferentes resíduos, dependendo do tipo de processamento e do estágio de beneficiamento do grão. Os extratos acetônicos da casca e da polpa de café apresentaram capacidade antioxidante superior à do ácido gálico quando avaliado a ação redutora sobre radicais peroxila. A capacidade antioxidante dos extratos pode ser correlacionada com o teor de compostos fenólicos, e com a presença de ácido clorídrico. Os compostos fenólicos, presentes nesses resíduos, conferem a extratos atividade sequestradora e poder redutor de radicais livres. O resíduo da indústria cafeeira tem potencial para serem utilizados em bioprocessos, avaliando a extração e/ou a produção de compostos com valor biotecnológico (Garcia et al. 2015).

Referências Bibliográficas

ADE, K. D.; LAL, E. A.; RATHID, A. S. Development and Quality Evaluation of Pineapple Pomace And Wheat Bran Fortified Biscuits. **International Journal of Research in Engineering & Advanced Technology**. v.2, n.3, 2014.

AJILA, C.M. et al. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. **Journal of Cereal Science**. v.48, p.319-326, 2008.

ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; RUFINO, M. D. M.; SAMPAIO, C. de G. Antioxidant activity measurement in tropical fruits: A case study with acerola. **Acta Horticulturae**. v. 773, p. 299–305, n. 1, 2008.

ANDABATI, B.; MUYONGA J. H. Phenolic content and antioxidant activity of selected. **Journal of Food Science**. v. 8, n. 1, p. 427–434, 2014.

BADAWI, C. Aproveitamento Integral dos Alimentos: Melhor Sobrar do que Faltar. Estágio – Curso de Nutrição, USP, 2012.

BEZERRA, J. E. F. Árvore do conhecimento – Abacaxi, 2017. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000fbz80b-bh02wx5eo0sawqe35nbbcs8.html>. Acesso em: 16 out. 2019.

BORTOLOTTI, C, T. Estudo experimental da fluidodinâmica de uma mistura de resíduo de acerola e soja em leite de jorro. 2012. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

BRASIL. Direito à Alimentação Adequada. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República, Brasília, 2013.

CASTRO, I. P. M.; ALVIM, T. C.; SANTANA, W. R.; CARVALHO, V. D. P.; SILVEIRA, M. A.; Efeito da adição de soro de queijo no processo de obtenção de etanol a partir de batata-doce. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 35, n. 05, p. 980-986, 2011.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; TREMOCOLDI, M. A.; VILEIGAS, D. F. Estabilidade físico-química de um produto de abacate (*Persea American Mill.*) conservado pelo frio. **Alimentos e Nutrição**. v. 2.1, p. 97-105, 2010.

DAMIANI, C.; SILVA, F. A.; RODOVALHO, E. C.; BECKER, F. S.; ASQUIERI, E. R.; OLIVEIRA, R. A.; LAGE, M. E. Utilization of waste vegetable for the production of seasoned cassava flour. **Alimentos e Nutrição**. v. 22, n. 4, p. 657-662, 2011.

DAVIDOV, P. G.; MORENO, M.; AROZARENA, I.; MARIN-ARROYO, M. R.; BLEIBAUM, R. N.; BRUHN, C. M. Sensory and consumer perception of the addition of grape seed extracts in cookies. **Journal of Food Science**. v. 77, p. 430-438, 2012.

DIAS, T. L.; OLIVEIRA, T. F.; CAMPOS, M. R. H.; JUNIOR, M. S. S. Utilização da polpa de batata residual em snacks como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 18, n. 2, p. 225–230, 2014.

EDITORIAL. Agora é lei: alimentação é um direito do cidadão. **Interbio**. v.4, n.1, p.1981-3775, 2010.

EMBRAPA. Co-produtos, 2016. Disponível em: <<https://www.ipe.br/co-produtos>>. Acesso em: 15 set. 2017.

FERNANDES, A. F.; PEREIRA, J.; GERMANI, R.; NETO, J. O. Effect of the partial replacement of wheat flour for potato skin flour (*Solano Tuberosum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 28, p. 56-65, 2008.

FERNANDES, D.C.; FREITAS, J.B.; CZEDER, L.P.; NAVES, M.M.V. Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 90, n.2, p.1650-5, 2010.

FERNANDES, V. G. Co-produtos da indústria do milho. In: CURSO DE MANEJO E NUTRIÇÃO ANIMAL, 2, 2002, UNICASTELO – Campus VIII Descalvado. Anais... Descalvado: Domingues, J.L., 2008.

FREITAS, J.B.; NAVES, M.M.V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**. v. 23, n.2, p.269-79, 2010.

GARCIA, L. R. P.; BIANCHI, V. L. Antioxidant capacity in coffee industry residues. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 18, n. 4, p. 307-313, 2015.

GONÇALVES, L. G. V.; ANDRADE, F. R.; MARIMON JUNIOR, B. H.; SCHOSSLER, T. R.; LENZA, E. E.; MARIMON, B. S. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 36, n. 1, p. 31–40, 2013.

GUIMARÃES, R. R. Avaliação biológica da farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, Sobral) e sua utilização em bolos. 2008. 110 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

JORGE, N.; VERONEZI, C. M. Aproveitamento de sementes de abóboras como fonte alimentar. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.14, n.1, p.113-124, 2012.

LEMOS, M. R. B. et al. The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential of baru nuts [*Dipteryx alata* Vog.]. **Food Research International**. v. 48, n. 2, p. 592-597, 2012.

LI, J.; QIAO, Z.; TATSUMI, E.; SAITO, M.; CHENG, Y.; YIN, L. A novel approach to improving the quality of bittern-solidified tofu by w/o controlled-release coagulant. 2: Using the Improved Coagulant in Tofu Processing and Product Evaluation. **Food Bioprocess Technology**. v. 6, p. 1801 – 1808, 2013.

MACORIS, M. S.; JANZANTTI, N. S.; GARRUTI, D. S.; MONTEIRO, M. Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* f. var *flavicarpa* Deg.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 31, n. 2, p. 430-435, 2011.

MARQUES, T. R.; CORREA, A. D.; ALVES, A. P. C.; SIMÃO, A. A.; PINHEIRO, A. C. M.; RAMOS, V. Chemical components and functional properties of acerola (*Malpighia emarginata* dc.) residue flour. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 33, n. 3, p. 526-531, 2013.

MAURO, A. K.; SILVA, V. L. M.; FREITAS, M. C. J. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com farinha de talo de couve (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.30, n.3, p.719-728, 2010.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 44, n.2, p.193-201, 2008.

MIGUEL, A. C. A. Aproveitamento agroindustrial de resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 28, n. 3, p. 733-737, 2008.

MORAIS, M. L.; SILVA, A. C. R.; ARAUJO, C. R. R.; ESTEVES, E. A.; PINTO, N. A. V. Determinação do potencial antioxidante in vitro de frutos do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 35, n. 2, p. 355-360, 2013.

NAVES, L.P.; CORREA, A. D.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P. Componentes antinutricionais e digestibilidade protéica em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.30, n.1, p.180- 184, 2010.

NUNES, J. T.; BOTELHO, R. B. S. Aproveitamento integral dos alimentos: qualidade nutricional e aceitabilidade das preparações. 64f. Monografia (Especialização em qualidade de alimentos). 2009.

OLDONI, T. L. C.; MELO, P. S.; MASSARIOLI, A. P.; MORENO, I. A.; BEZERRA, R. M.; ROSALEN, P. L.; SILVA, G. V.; NASCIMENTO, A. M.; ALENCAR, S. M. Bioassay-guided isolation of proanthocyanidins with antioxidant activity from peanut (*Arachis hypogaea*) skin by combination of chromatography techniques. **Food Chemistry**. v. 192, n. 1, 306-312, 2016.

PEREIRA, C. L. F. Avaliação da sustentabilidade ampliada de produtos agroindustriais. Estudo de caso: suco de laranja e etanol. 268f. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas, 2008.

ROCHA, S. A.; LIMA, G. P. P.; LOPES, A. M.; BORGUINI, M. G.; CICCONE, V. R.; RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S. L.; AGAMA, E. HERNANDEZ, J. J. I.; PEREZ, L. A. P. Characterization of fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. **Food Chemistry**. v. 107, n. 2, p. 1515-1521, 2008.

SANTIAGO, M. C. P. de A. Avaliação de processos para obtenção de produtos ricos em antocianinas utilizando suco de romã (*Punica granatum* L.). Tese (Doutorado) - Programa de pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS, G. C. Segurança Alimentar e Nutricional. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA). v. 1, n. 1, 2015.

SANTOS, R. M. Produção e caracterização de bio-óleo a partir de resíduo agroindustrial de semente de mangaba. 83f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Sergipe, 2014.

SHALINI, R.; GUPTA, D. K. Utilization of pomace from apple processing industries: a review. **Journal of Food Science and Technology**. v. 47, p. 365-371, 2010.

SILVA, 2017. CITRICULTOR. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br>>. Acesso em: 3 nov. 2017.

SILVA, E, P.; BECKER, F, S.; SILVA, F, A.; SOARES JÚNIOR, M, S.; CALIARI, M.; DAMIANI, C. Bebidas mistas de extratos de arroz com maracujá e mamão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v. 74, n.1, p.49-56, 2015.

SILVA, F, A, M.; ASSAD, E, D, E.; EVANGELISTA, B, A. Caracterização climática do bioma Cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P.; Ribeiro, J, F. (Eds.) - Cerrado: ecologia e flora, Planaltina: Embrapa Cerrados, 1ed p. 69–88, 2008.

SILVA, I. Q.; LOPES, A.; OLIVEIRA, B. C. F.; PENA, R. S. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. **Alimentos e Nutrição**. v.20, n.2, p.321-329, 2009.

SILVA, M. B. de; RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Revista Ceres**. v. 56, n.5, p. 551-554, 2009.

SIQUEIRA, E. M. D. et al. Antioxidant Potential of Baru (*Dipteryx alata* Vog.) Nut in Rats Supplemented with Iron. **Free Radical Biology and Medicine**. v. 47, p. S154-S154, 2009.

SOARES JÚNIOR, M. S.; BASSINELLO, P. Z.; CALIARI, M.; REIS, R. C.; LACERDA, D. B. C. L.; KOAKUZU, S. N. Development and chemical characterization of flour obtained from mesocarpo of “pequizeiro” fruit. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 30, n. 4, p. 949-954, 2010.

SOUKOULIS, C.; YONEKURA, L.; GAN, H, H.; JOBBEHDAR, S, B.; PARMENTER, C.; FISK, I. Probiotic edible films as a new strategy for developing functional bakery products: the case of pan bread. **Food Hydrocolloids**. v. 39, p. 231–242, 2014.

SOUZA, A.; SILVA, Y. P. A.; COSTA, N. V.; ALMEIDA, T. L.; ARTHUR, V.; LAGE, M. E.; ASQUIERI, E. R.; DAMIANI, C. Irradiação em Barras de Cereais Incorporadas com casca de abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.14, n.14, p.610-614,2011.

SOUZA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, M. J. M. S.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência Agrotecnológica**. v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

SOUZA, P.D.J.; NOVELLO, D.; ALMEIDA, J. M.; QUINTILIANO, D. A. Análise sensorial e nutricional de torta salgada elaborada através do aproveitamento alternativo de talos e cascas de hortaliças. **Alimentação e Nutrição**. v.18, n.1, p.55- 60, 2007.

VARGAS, E. Obtenção de corantes naturais a partir do resíduo da indústria de polpa de morango, amora e pêssego. 101f. Dissertação – Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

II

RESÍDUOS DE FRUTOS: COMPOSTOS DE INTERESSE

Hermanny Matos Silva Sousa

Annanda Carvalho dos Santos

Clarissa Damiani

Glêndara Aparecida de Souza Martins

Em todas as fases da cadeia produtiva de frutos ocorrem perdas, o que inclui manuseio durante a colheita, transporte, embalagem, classificação, armazenamento, comercialização, processamento e preparação (Parfitt et al., 2010).

O uso de resíduos pode ser ter benefício econômico considerável para os processadores de alimentos. Trata-se de tendência em alguns mercados, como gerenciamento de resíduos e recuperação de produtos, uma vez que, anualmente, a biomassa residual, considerando a escala global, é produzida em milhões de toneladas (Gavrilescu, 2014).

Até algumas décadas, os resíduos acabavam sendo utilizados como ração animal, trazidos para aterros ou enviados para compostagem, tendo impacto negativo significativo no meio ambiente (Babbar et al., 2015). No entanto, a tendência é que subprodutos como bagaço, casca e sementes podem ser ingredientes potenciais em formulações de alimentos ou matéria-prima, para a extração de compostos bioativos a exemplo dos fenólicos, carotenóides, óleos essenciais e vitaminas, além de minerais e agentes antimicrobianos (Sancho et al., 2015; Aguedo et al.; 2012).

Os resíduos podem ser utilizados como matérias-primas de grande interesse industrial e aplicados na produção de inúmeros produtos de valor agregado, que incluem, neste caso, biocombustíveis, biopolímeros, produtos químicos, fertilizantes e ração animal, pois são importantes fontes de biomassa (Cui et al., 2015). Pigmentos, extratos vegetais, óleos essenciais, nutrientes e micronutrientes, também, podem ser obtidos e incorporados nas indústrias farmacêutica, alimentícia e cosmética (Gutierrez-Macias et al., 2017).

Vários estudos foram conduzidos para bio-valorizar os resíduos sólidos para produtos finais de alta qualidade e específicos (Panda et al., 2016). A plena utilização de frutas pode levar as indústrias a um agronegócio com menor desperdício, aumentando a lucratividade industrial (Ayala-Zavala, 2011). A extração, fracionamento e isolamento de compostos, a partir de resíduos de alimentos, têm como objetivos principais: maximizar o rendimento dos compostos de interesse; isolar componentes de alto valor agregado e atender às demandas do processamento industrial (Galanakis, 2012).

Os subprodutos gerados durante o processamento dos alimentos resultam em custos para descartar o material e em problema ambiental, devido aos altos volumes de material residual (Bolanho et al., 2015). Uma das opções mais eficazes para o gerenciamento de resíduos de frutas é a recuperação de fitoquímicos / compostos bioativos dos resíduos de frutas, que podem ser usados nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica (Babbar et al., 2015). Os frutos amazônicos são boa fonte de compostos bioativos, principalmente, devido ao seu alto teor de carotenóides (Ordóñez-Santos et al., 2015).

Entre o desperdício total de alimentos, 50% é produzido a partir de frutas, vegetais e raízes. Vale destacar que grande parte desses resíduos apresentam cascas coloridas, as quais possuem conteúdo rico em pigmentos naturais, alto teor de ferro/mineral e vários íons concomitantes. (Khaskheli et al., 2011; Ahmad E Danish, 2018). Esses pigmentos naturais apresentam vantagens sobre os pigmentos sintetizados quimicamente, incluindo biocompatibilidade, baixa toxicidade, economia e produção e descarte ecologicamente corretos (Kantifedaki et al., 2018; Kaur et al., 2018).

Existe um interesse global no desenvolvimento de processos para a produção de pigmentos, provenientes de fontes naturais em decorrência de sério problema de segurança com muitos corantes sintéticos artificiais, largamente utilizados em processos de fabricação de alimentos, cosméticos e produtos farmacêuticos (Vanil e Devi, 2020).

Vários estudos científicos sugerem o uso de pigmentos, extraídos de diferentes resíduos de frutas, que conferem benefícios à saúde, por exemplo, carotenoides extraídos de cascas de romã e casca de tomate são usados como corantes alimentares, além de serem precursores da vitamina A, tendo efeito na saúde da pele e reforço do sistema imunológico (Goula et al., 2017).

A antocianina, outro pigmento aplicável como aditivo alimentar e benéfico à saúde, foi usado em produtos farmacêuticos e cosméticos, sendo extraído de uvas e figos comuns fora de padrões de comercialização (Favre et al., 2019). O licopeno, produzido a partir da casca de tomate, foi aplicado, com sucesso, como aditivo alimentar, cosmético e farmacêutico (Lenucci et al., 2015).

Outra planta potencial que pode ser usada como fonte de pigmento natural é a Pitaya (*Hylocereus undatus*). Trabalhos relataram que a fruta produz pigmento vermelho, chamado de betalainas. Os pigmentos de betalaína são divididos em dois grupos, a betasianina, que produz vermelho arroxeado e betaxantina, que produz cores amarelo-laranja. (Wybraniec et al., 2007; Pujilestari, 2016). Na casca de fruta, também, contém pigmentos que, geralmente, são descartados na forma de resíduos. Possui polifenol, compostos com atividades antioxidantes, pois apresenta betasianina, flavonóides e fenol, além disso, a casca da pitaya, também, contém vitamina C, vitamina E e vitamina A (Wu et al., 2006; Rahmawati, 2016).

O custo na produção de pigmentos naturais pode ser reduzido pelo uso de microrganismos na síntese de biocorantes. Dentre as fontes naturais, os microrganismos são eficientes para enfrentar os desafios relacionados ao custo e à estabilidade. Os avanços nas tecnologias de fermentação tornaram a síntese de pigmentos mais fácil e conveniente. Esta evolução, nos processos biotecnológicos, visa aumentar o rendimento de carotenoides, utilizando resíduos agroindustriais de baixo custo e ricos nutricionalmente (Choe e Min, 2006; Sharma e Ghoshal, 2020).

A maioria dos carotenoides, disponíveis no mercado, são fabricados por síntese química, mas podem ser produzidos a partir de resíduos agrícolas, usando fontes microbianas (Papaioannou e Liakopoulou-Kyriakides, 2012).

Os resíduos de processamento de frutas e vegetais são ricos em carboidratos, amido, celulose, açúcares solúveis, minerais e ácidos orgânicos (Panesar et al, 2015). Desta forma, o excesso de produção, que inclui frutas e resíduos vegetais após o processamento, pode ser considerado como potencial substrato para a fermentação, em estado sólido, para produzir pigmentos. Esses substratos na fermentação em estado sólido fornecem carbono, nitrogênio, minerais e outros fatores de crescimento e, também, possuem propriedade de retenção de umidade fundamental para o crescimento microbiano (Kaur et al., 2019).

Essas descobertas são convincentes o suficiente para concretizar a ideia de que os resíduos de alimentos são mais do que apenas resíduos e são fonte enorme de diferentes produtos de valor agregado (Gupta et al.; 2019).

Com o aumento da compreensão da importância das frutas na dieta humana para aumentar a nutrição e o bem-estar, estudos epidemiológicos indicam que o consumo regular de frutas e vegetais tem efeitos positivos na saúde humana e pode prevenir doenças crônicas (Managa et al., 2018; Pérez- Jimenez e Saura-Calixto, 2018). Com isso, a população começou a focar em dietas saudáveis, que tem como objetivo fornecer nutrientes suficientes para atender às necessidades metabólicas, promovendo a manutenção da saúde e o bem-estar. É sabido que alimentos funcionais, como frutas, podem reduzir o risco de doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer e doenças degenerativas, associadas a processos oxidativos (Seo et al., 2020).

Esse conceito se torna particularmente importante à luz do aumento da expectativa de vida do ser humano como resultado dos avanços na medicina. No entanto, percebe-se que esse aumento, também, foi acompanhado pelos maiores custos dos tratamentos médicos (Ramos et al., 2019). Nesse contexto, o uso de fontes naturais representa alternativa eficiente para obter nutrientes e compostos bioativos.

Dentre os compostos bioativos, um dos que se destacam são os antioxidantes, que são grupo importante de compostos medicinais, que também podem ser usados como aditivos alimentares para retardar a oxidação de lipídios ou outras moléculas, inibindo o início ou a propagação de reações em cadeia oxidativas. Polifenóis, como fenólicos, flavonóides e ácidos fenólicos, estão entre os antioxidantes naturais mais ativos. Suas atividades antioxidantes podem estar ligadas às suas propriedades redox, que lhes permitem atuar como agentes redutores ou doadores de hidrogênio/elétron. Como resultado, eles podem eliminar os radicais livres, encerrando reações em cadeia radicais e quelando metais de transição. Essas atividades oferecem possíveis benefícios à saúde, como reduzir os riscos de câncer ou doenças cardiovasculares e prevenir ou reparar os danos celulares causados por espécies reativas de oxigênio (ERO) (Moo-Huchin et al., 2014).

Antioxidantes sintéticos comuns incluem hidroxianisol butilado, hidroxitolueno butilado e terc-butil hidroquinona (Valantina e Neelamegam, 2012). Os antioxidantes sintéticos podem ter riscos potenciais à saúde, incluindo câncer. Esse risco levou à busca de antioxidantes alternativos de origem natural, pois se supõe que os antioxidantes dos extratos naturais são mais seguros que os sintéticos (Mei et al., 2014).

As porções não comestíveis de frutas (casca, bagaço, sementes) podem ter conteúdo nutricional mais elevado do que sua respectiva porção comestível. De fato, essas porções não

comestíveis contêm compostos bioativos com atividades antioxidantes mais altos que da polpa e possuem perfis fitoquímicos distintos de outras partes da fruta. O uso de porções não comestíveis, normalmente, requer seu processamento em pó para diminuir o volume, retirando água livre e reduzindo as reações químicas e microbiológicas. Isso os torna mais seguros de manusear, aumentando, simultaneamente, a concentração de compostos bioativos, fibras alimentares e minerais (Can-Cauich et al., 2017).

O campo da biomimética é baseado no argumento de que a natureza fornece a melhor e mais viável fonte de inovação tecnológica (Aziz, 2016). Do ponto de vista da embalagem, as cascas de frutas são dos principais objetos da biomimética porque, embora não possam proteger a polpa das frutas dos ataques de insetos e invasão microbiana, elas podem impedir a perda de água e a rancidificação (Seo et al., 2020).

Os frutos são cobertos por uma casca composta por cutícula, epiderme e várias camadas de hipoderme. A função mais importante da epiderme e cutícula é proteger a superfície da fruta contra estresses ambientais, como seca, temperatura e oxidação de nutrientes (Konarska, 2015). A cutícula é composta, principalmente, por dois componentes hidrofóbicos: ceras cuticulares e cutina. A natureza hidrofóbica da cutícula origina-se da membrana cuticular impregnada por ceras na superfície do fruto (Konarska, 2013).

Os compostos fenólicos, também, estão concentrados nas camadas epidérmica e sub-epidérmica (Barthlott et al., 2017). Em termos de embalagem de frutas, seu principal papel é exercer efeito antioxidante, essencial para bloquear a ação oxidante do oxigênio da atmosfera (Nimse & Pal, 2015).

Na indústria biomédica, a tecnologia de embalagem está sendo amplamente utilizada na formação de cápsulas. Essa abordagem é interessante, uma vez que pequenas fases de dispersão, contendo ingredientes bioativos, podem ser cercadas ou revestidas com material biocompatível, segregando-as das agressões ambientais externas (Bollhorst et al., 2017). De fato, pode-se encontrar facilmente o alvo da casca de frutas.

Outro composto bioativo muito encontrado em resíduos de frutas, são os polifenóis não extraíveis, que surgiram como importantes contribuintes para o conteúdo total de polifenóis em alimentos vegetais (Pérez-Jimenez et al., 2013; Saura-Calixto e Pérez- Jimenez, 2018). Seu nome deriva do fato de que, durante os tratamentos aquoso-orgânicos, comumente realizados para avaliar o conteúdo de polifenóis nos alimentos, eles não são extraídos, permanecendo nos resíduos descartados. Isso se deve à natureza química dessa fração de polifenóis da dieta, uma vez que os polifenóis não extraíveis inclui polifenóis de alto peso molecular, como proantocianidinas não extraíveis e polifenóis de baixo peso molecular, associados a macromoléculas (proteínas, fibras da dieta), neste caso hidrolisáveis (Pérez- Jimenez e Saura-Calixto, 2015).

Além de razões analíticas, explicando por que essa fração de compostos bioativos de alimentos ignorado há décadas, o ponto é que eles contribuem, significativamente, para a ingestão total de polifenóis (Saura-Calixto e Pérez- Jimenez, 2018) e existem evidências de propriedades promissoras relacionada a saúde (Pérez-Jimenez et al., 2013).

A esse respeito, as frutas mostraram ser fontes significativas de polifenóis não extraíveis, em especial, as frutas tropicais (Rufino et al., 2010; Rufino et al., 2011; Pérez- Jimenez e Saura-Calixto, 2015). Ao mesmo tempo, vários materiais vegetais, geralmente descartados durante o processamento de alimentos, demonstraram ser fontes particularmente ricas de polifenóis não

extraíveis - por exemplo, uva ou romã (Pérez-Ramírez et al., 2018). Sua identificação, como fontes de compostos bioativos, pode oferecer novas funções para esses materiais, que são usados apenas para atividades de baixo valor agregado.

Frutas comuns geram grandes quantidades de cascas descartadas, tanto quando consumidas em casa quanto quando transformadas industrialmente para produzir sucos, geléias ou outros produtos derivados. Sabe-se que esses materiais possuem valor nutricional, devido ao seu alto teor de fibras alimentares, polifenóis não extraíveis e compostos com capacidade antioxidante (Safdar, Kausar e Nadeem, 2017).

Uma das vitaminas mais conhecidas, o ácido ascórbico (AA), também chamado de vitamina C, é encontrado em abundância em resíduos de frutos amazônicos e tropicais, porém, subutilizados devido à falta de conhecimento da população local e falta de conhecimento para processá-las, evitando seu desperdício. Vitamina C é composto solúvel em água, essencial para uma série de reações metabólicas, incluindo a absorção de ferro (FAO / OMS, 2001, Spínola et al., 2014); ele também tem papel como antioxidante, limitando os danos dos radicais livres. A vitamina C insuficiente causa escorbuto e anemia e está associada a algumas anormalidades psicológicas (depressão). Por outro lado, o excesso de vitamina C afeta a absorção da vitamina B12, também relacionada à anemia, e também pode levar a distúrbios gastrointestinais, cálculos renais e absorção excessiva de ferro (FAO / OMS, 2001, Moretti et al., 2014).

Outro composto encontrado em abundância nos resíduos de processamento de frutas, é a pectina. Muitas frutas contêm quantidade significativa de pectina em suas cascas. A aplicação de pectina como agente gelificante e espessante em alimentos, como fibra alimentar solúvel, como transportador de entrega de fármacos, como polímero formador de filme e recentemente como oligossacarídeo prebiótico, gerou interesse significativo em eficiência e economia (Kermani et al., 2015). Estudos indicaram seu papel na prevenção da adesão patogênica, quelação de metais pesados no interior do corpo e reparação de tecidos conjuntivos (Pfaltzgraff, 2014; Singh et al., 2015)

A abordagem de recuperação da pectina, a partir desse resíduo, poderia fornecer novas fontes comerciais de material que é descartado. Em relatório produzido por recente Ciriminna et al. (2015), diz que a pectina demonstrou ser componente valioso do produto no projeto de uma biorrefinaria.

O peso da casca de frutos compreende, aproximadamente 70,0% do peso da fruta e é, geralmente, considerado como resíduo durante o processo de aplicação, o que apresenta preocupações ambientais e econômicas (Yu et al., 2019). No entanto, até agora, os estudos sobre pectina concentraram-se, principalmente, em suas propriedades extrativas e físico-químicas, e os estudos sobre aplicações da pectina são limitados. Se a pectina natural puder ser usada para desenvolver subprodutos de pectina de maior valor, uma plataforma sustentável de pectina será alcançada para ampliar aplicações práticas de resíduos de frutas (Cai et al., 2020).

A maioria das pectinas é, convencionalmente, obtida a partir de apenas algumas fontes, como casca de maçã, bagaço e citros. No entanto, o custo da pectina convencional, geralmente, é superior a US \$ 11 / kg quando usado industrialmente, e muitos outros resíduos de cascas de frutas ou alimentos são ricos em pectina e têm um valor usado inferior a US \$ 0,1 / kg (Banerjee et al., 2016). Portanto, é necessário a exploração de pectina comercial de subprodutos do processamento de alimentos.

As cascas de frutas e vegetais são consideradas resíduos agroindustriais e são jogadas no meio ambiente, em vez de serem usadas como fonte de agentes antimicrobianos. Vários estudos, realizados em cascas, revelaram a presença de constituintes importantes, que podem ser utilizados para fins farmacológicos ou farmacêuticos. Os pesquisadores extraíram inúmeros componentes com atividades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias de diferentes cascas. Essa oportunidade oferece opção para solucionar os problemas nas áreas de aplicação de antibióticos de maneira econômica e ecológica, reduzindo a poluição causada pelo descarte desses resíduos agrícolas (Matos et al., 2019; Saleem et al., 2020).

Antibióticos são ferramentas mais poderosas para controlar doenças infecciosas; no entanto, é relatado aumento na resistência a esses medicamentos por microrganismos alvo (Dadashi et al., 2015). Os microrganismos têm a capacidade genética de desenvolver resistência a medicamentos utilizados no tratamento de infecções.

O efeito de padrões mutacionais genotípicos complexos na suscetibilidade a drogas de vírus foi avaliado e a resistência fenotípica foi determinada em vários estudos (Lu, Lu et al., 2017; Lu, Gao et al., 2017). Esse problema foi aumentado com a introdução de milhões de toneladas de antibióticos, anualmente, no meio ambiente. O ambiente é fortemente inundado por esses compostos tóxicos, o que, por sua vez, contribuiu, significativamente, para a seleção de cepas resistentes (Mao et al., 2017). Cepas de microrganismos multirresistentes são responsáveis pelo aumento de infecções bacterianas intratáveis e pelo aumento das taxas de mortalidade em todo o mundo (Ventola, 2015).

Os medicamentos fitoterápicos são historicamente utilizados para o tratamento de muitas doenças infecciosas e são eficazes em muitos casos (Zhu et al., 2018). A maioria dos medicamentos naturais é extraída de componentes vegetais, como folhas, flores, frutas e caules. Esses extratos podem ser utilizados para desenvolver novos compostos antimicrobianos, com diferentes estruturas químicas e novos mecanismos de ação, para fornecer barreira contra cepas de microrganismos multirresistentes. Há número ilimitado de opções para produzir medicamentos antimicrobianos, a partir de uma variedade de plantas e seus vários componentes, contendo diversidade química ilimitada (Lu, Gao et al., 2017).

Outro ponto importante, no que se refere a produção e descarte de materiais, é o setor de embalagens plásticas. Existe alta produção de materiais plásticos, em todo o mundo, como consequência, aumenta a disposição desses materiais no meio ambiente, levando a acúmulo de resíduos não degradáveis, o que resulta em grandes impactos ambientais. Desta forma, os pesquisadores estão buscando desenvolver embalagens biodegradáveis, a fim de diminuir o impacto ambiental nas próximas décadas (Cao e Chang, 2012; Ferreira et al., 2015).

A indústria de alimentos é responsável pelo grande volume de resíduos. De acordo com dados da FAO, aproximadamente 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são desperdiçadas ou perdidas, anualmente, em todo o mundo, sendo que as maiores perdas são provenientes de frutas e legumes; eles representam até 50% da produção e ocorrem, principalmente, durante as etapas de processamento e pós-colheita (FAO, 2016). Esses resíduos compreendem essencialmente caules, cascas, sementes e polpas, que possuem alto conteúdo de moléculas bioativas e biopolímeros e podem ser utilizados na fabricação de diferentes produtos (Andrade et al., 2014; Ferreira et al., 2015).

O desenvolvimento de revestimentos e filmes biodegradáveis, produzidos a partir de biopolímeros extraídos de resíduos alimentares, tem despertado interesse científico (Fai et al., 2016; Ferreira et al., 2016). Eles têm sido aplicados como recurso sustentável para prolongar a vida útil dos produtos alimentícios, uma vez que reduzem a perda de umidade e dos compostos voláteis, bem como das taxas de respiração e a produção de etileno (Azeredo et al., 2012). Além do mais, podem agregar valor aos produtos, pois, geralmente, são ricos em compostos bioativos capazes de retardar a descoloração, o crescimento bacteriano, dentre outros (Crizel et al., 2016). Nesse sentido, cabe explorar o potencial de resíduos de alimentos, em especial do processamento de frutas e hortaliças, que são fontes ricas de biomateriais de baixo custo (Souza et al., 2012).

É necessário desenvolver novas estratégias para ajudar na extração de biopolímeros, provenientes das matrizes vegetais. Estudos recentes apontaram ser viável o uso de resíduos vegetais como novos materiais para preparar filmes e revestimentos biodegradáveis, aplicados a frutas e vegetais minimamente processados (Fai et al., 2016; Ferreira et al., 2016). Mais especificamente biopolímeros como polissacarídeos, proteínas, lipídios e gomas são usados para produzir materiais de embalagem (Sharma e Ghoshal, 2018). A composição e as propriedades funcionais dos filmes comestíveis variam de acordo com o biomaterial utilizado como matéria-prima (Yang e Paulson, 2000).

Existem vários estudos que apresentam a produção de revestimentos, a partir de extratos vegetais, os quais são, principalmente, explorados na fabricação de material, funcionalizado com propriedades antimicrobianas, adesivas, anticorrosivas e antiincrustantes (Payra et al., 2016; Xu et al., 2017). Ou ainda para atuar como fotoiniciadoras, superfícies super-hidrofóbicas termorrespostas transparentes (Bai et al., 2016; Bu et al., 2018).

Diferente dos sintéticos, o processamento de filmes, a partir de material biológico é, em princípio, relativamente mais simples e dispensa o emprego de aditivos ou catalizadores. A matéria prima pode ser proveniente de qualquer fruta ou hortaliça, seja *in natura* ou o resíduo do seu processamento industrial. Os filmes processados têm boa maleabilidade e apresentam razoável resistência mecânica, embora tenham elevada taxa de absorção de água (Barros et al., 2017).

A grande vantagem da utilização de filmes e revestimentos comestíveis é que vários compostos ativos podem ser incorporados à matriz polimérica e consumidos com os alimentos, contribuindo, desta forma, com os atributos funcionais. Assim, é necessário considerar a variabilidade das formulações químicas dos revestimentos e sua atividade nos alimentos em função de possíveis interações com os constituintes dos alimentos (Rojas-Grau et al., 2009).

Outra tendência, é o processamento de compósitos plásticos, utilizando o preenchimento biológico para produção de novas classes poliméricas (Thakur et al., 2014a; Awal et al., 2015). Os desenvolvimentos na produção de polímeros/ compósitos naturais busca-se o aprimoramento mecânico e a redução de defeitos estruturais para garantir durabilidade, confiabilidade, redução de custos e aumento das taxas de produção (Abdellaoui et al., 2015; Thakur et al., 2014b). Mas, quando se refere ao reforço de polímeros, os materiais biológicos têm sido utilizados, devido às suas propriedades que incluem baixa densidade, reciclabilidade, baixo custo, alta resistência específica, boas propriedades térmicas e desgaste reduzido da ferramenta (Thakur et al., 2014a; Essabir et al. 2015).

Outra finalidade dos resíduos da indústria de alimentos e bebidas é a aplicação enzimática. Como consequência de suas atividades, a agroindústria é responsável por gerar grande quantidade de resíduos orgânicos, decorrentes dos processos de fabricação, o que representa potencial poluente para o meio ambiente. Assim, como forma de minimizar esses efeitos, surgem os processos biotecnológicos para dar outra finalidade aos resíduos, gerando produtos de alto valor agregado, o que pode resultar em vantagens econômicas e ecológicas (Ahmed et al., 2016; Ortiz et al., 2017). O uso de enzimas para valorização de resíduos orgânicos e agroindustriais é campo da biotecnologia que vem crescendo, devido aos benefícios econômicos e ambientais que agregam aos ciclos produtivos (Silva et al., 2019).

Enzimas são catalisadores biológicos responsáveis por diversos processos metabólicos (Chapman-Smith e Cronan, 1999). A maioria das enzimas são proteínas e algumas necessitam de um co-fator (um ou mais íons inorgânicos) ou uma co-enzima (molécula orgânica), juntamente com a sequência de aminoácidos, para sua atividade (Nelson e Cox, 2004). São aplicadas em vários segmentos da indústria. Por exemplo, amilases e pectinases são usadas nas indústrias de alimentos, celulasas são usadas nas indústrias de biocombustíveis (Panda et al., 2016) e assim por diante.

Diante disso, sugere-se a reutilização do resíduo gerado, a partir de frutas no processo de produção de enzimas, visando o consumo da matéria orgânica pelo microrganismo para sintetizar enzimas de interesse, agregando valor ao complexo enzimático, que poderá ser recuperado (Ahmed et al., 2016; Ortiz et al., 2017).

Dependendo da condição física dos resíduos, diferentes tecnologias são adotadas para a extração dos produtos desejados (Panda et al., 2016). O bioprocessamento microbiano pode ser classificado em fermentação em estado sólido e fermentação submersa (Ray e Ward, 2006). O primeiro é definido como o processo de fermentação, no qual os microrganismos se desenvolvem em materiais sólidos sem a presença de líquido livre (Mohanty et al., 2009). Já o outro método diz respeito ao cultivo microbiano em caldo líquido (Pandey, 2003).

As sementes das frutas, geralmente, são considerados resíduos de baixo valor (Panda et al., 2016). No entanto, existem vários estudos explorando o potencial econômico desses materiais. Erdal e Taskin (2010) estudaram a produção de α -amilase por *Penicillium expansum*, usando caroço de nêspera (*Eriobotrya japonica* Lindley), a enzima máxima produzida foi de 1012 U/ g de farinha de nêspera. A amilase, também, foi produzida com sucesso (0,889 U / g), a partir do caroço da manga como substrato (5%) a pH 5; temperatura, 30 °C; período de incubação, 9 dias com *Fusarium solani* como inóculo (Kumar et al., 2013).

Em trabalho realizado por Okafor et al. (2010), foi verificada a capacidade de produção de pectinase de dois fungos, *Aspergillus niger* e *Penicillium chrysogenum*. Estudou diferentes resíduos como fonte de carbono, o qual observou-se que *P. chrysogenum* produziu níveis mais altos de pectinase, isto é, 220,3 UI / mg de proteína, a partir de cascas de abacaxi. Em outro estudo, *Penicillium citrinum* foi analisado em 13 cepas de fungos isolados de frutas e vegetais estragados e aplicado na produção de pectinase, usando casca de laranja como substrato (SAndhya e Kurup, 2013).

Resíduos da produção de frutas e vegetais têm sido utilizados como substratos para a produção de protease e celulase. Em estudo realizado por Dhillon et al. (2012), o bagaço de maçã foi o substrato para a obtenção da celulase, por meio da fermentação por *Aspergillus*

Niger. O estudo mostrou rápida produção biológica de celulase fúngica, usando esse material de baixo custo, e com a suplementação de indutores como a lactose. Na pesquisa realizado por Santis-Navarro et al. (2011), os resíduos de refino de óleo vegetal foram aplicados como substrato. Os autores verificaram que a atividade lipolítica atingiu até 12.000 UA / g de matéria seca para os resíduos sólidos, gerados pela indústria de refino de óleo vegetal em condições termofílicas (> 45 ° C).

Uma et al. (2010) demonstraram a produção de invertase por *Aspergillus flavus*, usando resíduos de casca de frutas como substrato. *Aspergillus Niger* foi aplicado a diferentes fontes de carbono (sacarose, frutose, lactose e casca de frutas) para a produção de invertase extracelular. A invertase, produzida utilizando cascas de frutas como fonte de carbono, mostrou atividade superior à invertase (4,3 μM) produzida quando foi utilizada lactose como fonte de carbono (Mehta e Duhan, 2014).

Os ácidos orgânicos representam outro subproduto, proveniente do metabolismo microbiano. Estes são compostos orgânicos, caracterizados por fracas propriedades ácidas e, portanto, não se dissocia completamente em água. Estes são considerados produtos químicos básicos que podem ser obtidos por meio do processamento microbiano (Sauer et al., 2008). Os mais importantes são o ácido cítrico, o ácido láctico e o ácido acético. Esses ácidos orgânicos podem ser aplicados em vários segmentos industriais, como processamento de alimentos, indústria de nutrição e ração, produtos farmacêuticos, unidades de estimulação de petróleo e gás dentre outros (Panda et al., 2016).

Kareem e Rahman (2011) estudaram a aplicação de casca de banana como substrato, usando *Aspergillus niger*, e produziram 82 g de ácido cítrico / kg de peso seco. Ficou constatado, ainda, que a produção de ácido cítrico foi aumentada pela adição de nutrientes e oligoelementos, ao meio de fermentação contendo casca de banana.

Em outro estudo, Bezalwar et al. (2013) utilizaram resíduos de polpa de frutas (de jujuba indiano, raiz de beterraba, goiaba, mamão, maçã e abacaxi) para avaliar a produção de ácido cítrico, usando *Aspergillus niger* em meio sólido, sob duas condições (com e sem metanol). Verificou-se que os resíduos de polpa de abacaxi apresentaram capacidade máxima de produção de ácido cítrico, ou seja, 5,25 g / kg e 3,25 g / kg de ácido cítrico com e sem metanol, respectivamente.

O ácido acético é outro ácido orgânico que merece destaque. Vários estudos bem-sucedidos foram realizados para estabelecer a produção de ácido acético, a partir de resíduos de frutas (Panda et al., 2016). No trabalho realizado por Raji et al. (2012), foi demonstrada a produção de ácido acético, a partir de cascas de abacaxi. Primeiramente, as cascas foram fermentadas por 48 h, utilizando *S. cerevisiae* para consumo de açúcares e produção de etanol. Em seguida, o produto fermentado foi fermentado novamente em ácido acético por *Acetobacter aceti* por 9 dias de incubação. A produção máxima de ácido acético foi de 4,77% em condições ideais.

O ácido láctico, também, é bastante utilizado nas indústrias alimentícia, farmacêutica, química e cosmética. Além disso, o ácido láctico é classificado como seguro para consumo humano e como aditivo alimentar (Li et al., 2015). No estudo de Mudaliyar et al. (2012), cinco tipos de resíduos, como cascas de manga, batata, milho doce, laranja e ervilha, foram utilizados para a fabricação de ácido láctico por fermentação, usando *Lactobacillus casei* e *L. delbrückii*. Foi obtida da casca da manga (63,33 g / L, usando *L. casei*), milho doce (37,62 g / L para *L.*

casei e 13,38 g / L para *L. delbruckii*) e batata (38,88 g / L para *L. casei* e 13,63 g / L para *L. delbruckii*). No caso da casca de laranja, *L. delbruckii* produziu maior rendimento de ácido láctico, isto é, 54,54 g / L que *L. casei* (25,75 g / L).

Percebe-se que resíduos de frutos não se compreende mais como partes a serem descartadas ao meio ambiente, foi constatado que é possível agregar valor a essas partes e desenvolver subprodutos com fins alimentícios, a partir desses resíduos que serão de grande ajuda na manutenção da saúde popular com produtos que contenham compostos bioativos, como antioxidantes, carotenoides, polifenóis, vitaminas A e C. Além do mais, pode desenvolver pectinas, produtos com características anti-microbianas, produção de enzimas, polímeros e pigmentos naturais. De tal maneira, será possível ajudar o meio ambiente, diminuindo resíduos industriais e ajudando as populações regionais que compõem o grupo da agricultura familiar, agregando valor a tais frutos.

Referências Bibliográficas

ABDELLAOUI, H.; BENSALAH, H.; ECHAABI, J.; BOUHFID, R.; QAISS, A. Fabrication, characterization and modelling of laminated composites based on woven jute fibres reinforced epoxy resin. **Mater. Design** v.68, n. 1, p. 104-113, 2015.

AGUEDO, M.; KOHNEN, S.; RABETAFIKA, N.; BOSSCHE, S. V. STERCKX, J.; BLECKER, C.; BEAUVE, C. PAQUOT, M. “Composition of by-products from cooked fruit processing and potential use in food products,” **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 27, n.1, p. 61–69, 2012.

AHMED, I.; ANJUM ZIA, M.; AZHAR HUSSAIN, M.; AKRAM, Z.; TAHIR NAVEED, M.; NOWROUZI, A. Bioprocessing of citrus waste peel for induced pectinase production by *Aspergillus niger*; its purification and characterization, **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**. v. 9, n.2, p.148-154, 2016.

ALEXANDRE, E. M. C.; CASTRO, L. M. G.; MOREIRA, S. A.; PINTADO, M.; SARAIVA, J. A. Comparison of Emerging Technologies to Extract High-Added Value Compounds from Fruit Residues: Pressure- and Electro-Based Technologies. **Food Engineering Reviews**. v.9, p.190–212, 2017.

ANDRADE, R.M.S.; FERREIRA, M.S.L.; GONÇALVES, E.C.B.A. Functional capacity of flour obtained from residues of fruit and vegetables International. **Food Research Journal**. v.21, n. 4, p. 1675-1681, 2014.

AWAL, A.; RANA, M.; SAIN, M. Thermorheological and mechanical properties of cellulose reinforced PLA bio-composites. **Mechanics Materials**. v.80, n.7, p. 87-95, 2015.

AYALA-ZAVALA, J. F; VEGA-VEGA, V.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; PALAFOX-CARLOS, H.; VILLA-RODRIGUEZ, J. A; WASIM SIDDIQUI, M. D.; DÁVILA-AVIÑA, J. E; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**. v.44, n.1, p.1866–1874, 2011.

AZEREDO, H.M.C.; MIRANDA, K.W.E.; ROSA, M.F.; NASCIMENTO, D.M.; MOURA, M.R.R. Edible films from alginate-acerola puree reinforced with cellulose whiskers **LWT - Food Science and Technology**. v. 46, n.1, p. 294-297, 2012.

AZIZ, M. S. Biomimicry as an approach for bio-inspired structure with the aid of computation. **Alexandria Engineering Journal**. v. 55, n.1, p.707–714, 2016.

BABBAR, N., OBEROI, H. S., & SANDHU, S. K. Therapeutic and nutraceutical potential of bioactive compounds extracted from fruit residues. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 55, n.3, p. 319-337, 2015.

BAI, G.; MA, S.; QIE, R.; LIU, Z.; SHI, Y.; LI, C.; WANG, R.; GUO, X.; ZHOU, F.; JIA, X. UV-Triggered Surface-Initiated Polymerization from Colorless Green Tea Polyphenol-Coated Surfaces. **Macromol. Rapid Commun**. 2016, 37, 1256–1261.

BANERJEE, Jhumur et al. Lemon juice based extraction of pectin from mango peels: waste to wealth by sustainable approaches. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**. v. 4, n. 11, p. 5915-5920, 2016.

BARROS, T. T.; TOSI, M. M.; ASSIS, O. B. G. Aproveitamento de rejeitos da cadeia hortofrutícola no processamento de plásticos biodegradáveis. **Revista Gestão Industrial**. v. 13, n. 2, p. 215-229, jun./ago. 2017.

BARTHLOTT, W., MAIL, M., BHUSHAN, B., & KOCH, K. Plant surfaces: Structures and functions for biomimetic innovations. **Nano-Micro Letters**. v. 9, n.2, p. 23, 2017.

BEZALWAR, P.; GOMASHE, A. V.; SANAP, H.M.; GULHANE, P.A. Production and optimization of citric acid by *Aspergillus niger* using fruit pulp waste **International Journal of Current Microbiology Applied Sciences**. v.2, n. 10, p. 347-352, 2010.

BOLANHO, B. C., DANESI, E. D. G., & BELÉIA, A. D. P. Carbohydrate composition of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) by-products flours. **Carbohydrate polymers**. v.124, p.196-200, 2015.

BOLLHORST, T., REZWAN, K., & MAAS, M. Colloidal capsules: Nano-and microcapsules with colloidal particle shells. **Chemical Society Reviews**. v. 46, n. 8, p. 2091–2126, 2017.

BU, Y.; HUANG, J.; ZHANG, S.; WANG, Y.; GU, S.; CAO, G.; YANG, H.; YE, D.; ZHOU, Y.; XU, W. Robust superhydrophobic surface by nature-inspired polyphenol chemistry for effective oil-water separation. **Applied Surface Science**. v. 440, p.535–546, 2018.

CAI, T; XIAO, P.; YU, N.; ZHOU, Y.; MAO, J.; PENG, H.; DENG, S. A novel pectin from *Akebia trifoliata* var. *australis* fruit peel and its use as a wall-material to coat curcumin-loaded zein nanoparticle. **International Journal of Biological Macromolecules**. v.152, p.40-49, 2020.

CAN-CAUICH, C. A., SAURI-DUCH, E., BETANCUR-ANCONA, D., CHEL-GUERREIRO, L., GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A., CUEVAS-GLORY, L. F., ... & MOO-HUCHIN, V. M. Tropical fruit peel powders as functional ingredients: Evaluation of their bioactive compounds and antioxidante activity. **Journal of Functional Foods**. v. 37, p. 501-506, 2017.

CAO, Y.M.; CHANG, K.C. Edible films prepared from water extract of soybeans **Journal of Food Science**. v.67, n. 4, p.1449-1454, 2012.

CHAPMAN-SMITH, A.; CRONAN JR. J.E. The enzymatic biotinylation of proteins: a post-translational modification of exceptional specificity **Trends in Biochemical Science**. v.24, n. 9, p. 359-363, 1999.

CIRIMINNA, R.; CHAVARRÍA-HERNÁNDEZ, N.; INÉS RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, A.; PAGLIARO, M. Pectin: A new perspective from the biorefinery standpoint **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**. v.9, n. 4, p. 368– 377, 2015.

CHOE, E.; MIN, D. B. Química e reações de espécies reativas de oxigênio em alimentos **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v.46, n. 1, p.1-22, 2006.

CRIZEL, T.M.; COSTA, T.M.H.; RIOS, A.O.; FLÔRES, S.H. Valorization of food-grade industrial waste in the obtaining active biodegradable films for packaging. **Industrial Crops and Products**. v.87, p. 218-228, 2016.

CUI, Y.; DONG, X.; TONG, J.; LIU, S. Degradation of lignocellulosic components in un-pre-treated vinegar residue using an artificially constructed fungal consortium **BioResources**. v.10, n. 2, p. 3434-3450, 2015.

DA SILVA, C. A., ROSA, I. A., DE SOUZA, T. C., & DOS SANTOS, M. H. Evaluating four modes of extraction to analyze bioactive compounds in *Garcinia brasiliensis* (bacupari) by high-performance liquid chromatography diode-array detection (HPLC-DAD). **Natural Product Research**. v.1., p.1-5, 2020.

DADASHI, M., ESLAMI, G., GOUDARZI, H., FALLAH, F., DABIRI, H., HASHEMI, A., NASIRI, M. J. Evaluation of antibacterial effects of cinnamon extract and essence on bacteria isolated from patients with urinary tract infection. **International Journal of Molecular and Clinical Microbiology**. v.5, n.1, p. 523-527, 2015.

DHILLON, G.S.; BRAR, S. K.; KAUR, S.; METAHNI, S.; M'HAMDI, N.; Lactoserum as a moistening medium and crude inducer for fungal cellulase and hemicellulase induction through solid-state fermentation of apple pomace. **Biomass Bioenergy**. v.41, p. 165–174, 2012.

ERDAL, S.; TASKIN, M. Production of α -amylase by *Penicillium expansum* MT-1 in solid-state fermentation using waste loquat (*Eriobotrya japonica* Lindley) kernels as substrate **Romanian Biotechnological Letters**. v.15, n. 3, p. 5342-5350, 2010.

ESPINOSA-PARDO, F. A., MARTINEZ, J., & MARTINEZ-CORREA, H. A. Extraction of bioactive compounds from peach palm pulp (*Bactris gasipaes*) using supercritical CO₂. **The Journal of Supercritical Fluids**. v.93, p. 2-6, 2014.

ESSABIR, H.; HILALI, E.; EL MINOR, H.; BENSALAH M, O.; BOUHFIID, R.; QAISS, A. Mechanical and thermal properties of polymer composite based on natural fibers: Moroccan luffa sponge/high density polyethylene. **Journal Biobased Materials Bioenergy**. v.9, p. 350-357, 2015.

FAI, A.E.C.; SOUZA, M.R. A.; BARROS, S.T.; BRUNO, N.V.; FERREIRA, M.S.L.; GONÇALVES, E.C.B.D.A. Development and evaluation of biodegradable films and coatings obtained from fruit and vegetable residues applied to fresh-cut carrot (*Daucus carota* L.) **Postharvest Biology and Technology**. v.112, p. 194-204, 2016.

FAO/OMS (2001). Human vitamin and mineral requirements. Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAVRE, G.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I.; PICCARDO, D.; GÓMEZ-ALONSO, S.; GONZÁLEZ-NEVES, G. Selectivity of pigments extraction from grapes and their partial retention in the pomace during red-winemaking **Food Chemistry**. v.277, p. 391-397, 2019.

FERREIRA, M.S.L.; LINHARES, R.; TOSI, M.M. Films and coatings from agro-industrial residues **Edible films and coatings: fundamentals and applications** (1st ed.), CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA, 2016.

FERREIRA, M.S.L.; SANTOS, M.C.P. MORO, T.M.A.; BASTO, G.J.; ANDRADE, R.M.S.; GONÇALVES, E.C.B.A.; Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour **Journal of Food Science and Technology**. v.52, n. 2, p. 822-830, 2015.

GALANAKIS, C. M. Recovery of high added-value components from food wastes: conventional, emerging technologies and commercialized applications. **Trends Food Science Technology**. v.26, p.68–87, 2012.

GAVRILESCU, M. Biorefinery systems: an overview Vijai Gupta (Ed.), *Bioenergy Research: Advantages and Applications*, Elsevier. p. 219-241, 2014.

GOULA, A. M.; VERVERI, M.; ADAMOPOULOU, A.; KADERIDES, K. Green ultrasound-assisted extraction of carotenoids from pomegranate wastes using vegetable oils **Ultrason. Sonochemistry**. v.34, p. 821-830, 2017.

GUPTA, N.; PODDAR, K.; SARKAR, D.; KUMARI, N.; PADHAN, B.; Angana SARKAR, A. Fruit waste management by pigment production and utilization of residual as bioadsorbent. **Journal of Environmental Management**. v. 244, p. 138-143, 2019.

GUTIERREZ-MACIAS, P.; DE JESUS, M.L.H.; BARRAGAN-HUERTA, B.E. The production of biomaterials from agro-industrial waste **Fresenius Environmental Bulletin**. v.26, n. 6, p. 4128-4152, 2017.

HIGUCHI, K.; SAITO, I.; MARUYAMA, K.; EGUCHI, E.; MORI, H.; TANNO, S.; SAKURAI, S.; ISHIDA, T.K.; NISHIDA, W.; OSAWA, H.; TANIGAWA, T. Associations of serum β - carotene and retinol concentrations with insulin resistance: the toon health study. **Nutrition**. v.31, p. 975-980, 2016.

IONTA, M., FERREIRA-SILVA, GA, NIERO, EL, COSTA, EDM, MARTENS, AA, ROSA, W., ... & SANTOS, MH. A 7-Epiclusianona, uma benzofenona extraída de *Garcinia brasiliensis* (Clusiaceae), induz a parada do ciclo celular na transição G1 / S nas células A549. **Molecules**. v.20, n. 7, p. 12804-12816, 2015.

KAREEM, S. O.; RAHMAN, R.A. Utilization of banana peels for citric acid production by *Aspergillus niger* **Agriculture and Biology Journal of North America**. v.4, n.4, p. 384-387, 2011.

KAUR, P.; ASHAY, G.; GHOSHAL, J. Bio-utilization of fruits and vegetables waste to produce β -carotene in solid-state fermentation: Characterization and antioxidant activity. **Process Biochemistry**. v. 76, p. 155-164, 2019.

KERMANI, Z. J.; SHPIGELMAN, A.; PHAM, H. T. T.; VAN LOEY, A. M.; HENDRICKX, M. E. Food Hydrocolloids Functional properties of citric acid extracted mango peel pectin as related to its chemical structure **Food Hydrocolloids**. v.44, p.424– 434, 2015.

KONARSKA, A. The structure of the fruit peel in two varieties of *Malus domestica* Borkh. (Rosaceae) before and after storage. **Protoplasma**. v.250, n.3, p. 701–714, 2013.

KONARSKA, A. Morphological, anatomical, and ultrastructural changes in *Vaccinium corymbosum* fruits during ontogeny. **Botany**. v.93, n. 9, p. 589–602, 2015.

KUMAR, D.; YADAV, K. K.; MUTHUKUMAR, M.; GARG, N. Production and characterization of α -amylase from mango kernel by *Fusarium solani* NAIMCC-F-02956 using submerged fermentation. **Journal of Environmental Biology**. v.34, p. 1053-1058, 2015 .

LENUCCI, M. S.; DE CAROLI, M.; MARRESE, P. P.; IURLARO, A.; RESCIO, L.; BÖHM, V.; DALESSANDRO, G.; PIRO, G. Enzyme-aided extraction of lycopene from high-pigment tomato cultivars by supercritical carbon dioxide **Food Chemistry**. v.170, p. 193-202, 2015.

LI, X.; CHEN, Y.; ZHAO, S.; CHEN, H.; ZHENG, X.; LUO, J.; LIU, Y. Efficient production of optically pure l-lactic acid from food waste at ambient temperature by regulating key enzyme activity. **Water Research**. v.70, p. 148-157, 2015.

LU, B., LU, F., ZOU, Y., LIU, J., RONG, B., LI, Z., ... & LAN, G. (2017). In situ reduction of silver nanoparticles by chitosan-l-glutamic acid/hyaluronic acid: Enhancing antimicrobial and wound-healing activity. **Carbohydrate polymers**. v.173, p. 556-565, 2017.

LU, Z., GAO, J., HE, Q., WU, J., LIANG, D., YANG, H., & CHEN, R. Enhanced antibacterial and wound healing activities of microporous chitosan-Ag/ZnO composite dressing. **Carbohydrate polymers**. v.156, p. 460-469, 2017.

MANAGA, M. G., TINYANI, P. P., SENYOLO, G. M., SOUNDY, P., SULTANBAWA, Y., & SIVAKUMAR, D. Impact of transportation, storage, and retail shelf conditions on lettuce quality and phytonutrients losses in the supply chain. **Food science & nutrition**. v.6, n.6, p. 1527-1536, 2018.

MAO, C., XIANG, Y., LIU, X., CUI, Z., YANG, X., YEUNG, K. W. K., WU, S. Photo-inspired antibacterial activity and wound healing acceleration by hydrogel embedded with Ag/Ag@AgCl/ZnO nanostructures. **Acs Nano**. v.11, n. 9, p. 9010-9021, 2017.

MARAN, J. P.; SWATHI, K.; JEEVITHA, P.; JAYALAKSHMI, J.; ASHVINI, G. Microwave-assisted extraction of pectic polysaccharide from waste mango peel. **Carbohydrate Polymers**. v.123, p. 67– 71, 2015.

MEHTA, K.; DUHAN, J. S. Production of invertase from *Aspergillus niger* using fruit peel waste as a substrate **International Journal of Pharma Bio Sciences**. v.5, n. 2, p. 353-360, 2014.

MEI, W. S. C., ISMAIL, A., ESA, N. M., AKOWUAH, G. A., WAI, H. C., & SENG, Y. H. The effectiveness of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) extract in stabilization of sunflower oil under accelerated conditions. **Antioxidants**. v.3, n. 2, p. 371–386, 2014.

MOO-HUCHIN, V. M., ESTRADA-MOTA, I., ESTRADA-LEÓN, R., CUEVAS-GLORY, L., ORTIZ-VÁZQUEZ, E., VARGAS, M. D. L. V., ... SAURI-DUCH, E. Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. **Food Chemistry**. v.152, p. 508–515, 2014.

MORETTI, M., BUDNI, J., FREITAS, A. E., ROSA, P. B., & RODRIGUES, A. L. S. Antidepressant-like effect of ascorbic acid is associated with the modulation of mammalian target of rapamycin pathway. **Journal of Psychiatric Research**. v.48, n.1, p. 16–24, 2014.

MUDALIYAR, P.; SHARMA, L.; KULKARNI, C. Food waste management- lactic acid production by *Lactobacillus* species **International Journal of Advanced Biological Research**. v. 2, n. 1, p. 34-38, 2012.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6a ed. Porto Alegre: Artmed; 2014. 1328 p.

NEVES, L.C., TOSIN, J.M., BENEDETTE, R.M., CISNEROS-ZEVALLOS, L. Post-harvest nutraceutical behaviour during ripening and senescence of 8 highly perishable fruit species from the Northern Brazilian Amazon region. **Food Chemistry**. v.174, p. 188–196, 2015.

NIMSE, S. B., & PAL, D. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. **RSC Advances**. v.5, n. 35, p.27986–28006, 2015.

OKAFOR, U.A.; OKOCHI, V.I.; CHINEDU, S.N.; EBUEHI, ONYGEME-OKERENTA, B.M. Pectinolytic activity of wild-type filamentous fungi fermented on agro-wastes. **African Journal of Microbiology Research**. v.4, n.24, p. 2729-2734, 2010.

ORDÓÑEZ-SANTOS, L. E., PINZÓN-ZARATE, L. X., & GONZÁLEZ-SALCEDO, L. O. Optimization of ultrasonic-assisted extraction of total carotenoids from peach palm fruit (*Bactris gasipaes*) by-products with sunflower oil using response surface methodology. **Ultrasonics sonochemistry**. v.27, p. 560-566, 2015.

ORTIZ, G.E., PONCE-MORA, M.C., NOSEDA, D.G.; CAZABAT, G.; SARAVALLI, C.; LÓPEZ, M. C.; GIL, G. P.; BLASCO, M.; ALBERTÓ, E. O. Pectinase production by *Aspergillus giganteus* in solid-state fermentation: optimization, scale-up, biochemical characterization and its application in olive-oil extraction. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**. v.44, p. 197–211, 2017.

PANDA, S K.; MISHRA, S. S.; KAYITESI, E.; RAY, R. C.; Microbial-processing of fruit and vegetable wastes for production of vital enzymes and organic acids: Biotechnology and scopes. **Environmental Research**. v. 146, p. 161-172, 2016.

- PANESAR, R.; KAUR, S.; PANESAR, P.S Production of microbial pigments utilizing agro- industrial waste : a review. **Current Opinion Food Science**. v.1, p. 70-76, 2015.
- PANDEY, A. Solid-state fermentation **Biochemical Engineering Journal**. v.13, p. 81-84, 2003.
- PAPAIOANNOU, E.H. LIAKOPOULOU-KYRIAKIDES, M. Agro-food wastes utilization by *Blakeslea trispora* for carotenoids production **Acta Biochimica Polonica**. v.59, p. 151-153, 2012.
- PARFITT, J.; BARTHEL, M.; MACNAUGHTON, S. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**. v.36, p.3065–81, 2010.
- PAYRA, D.; NAITO, M.; FUJII, Y.; NAGAO, Y. Hydrophobized plant polyphenols: self-assembly and promising antibacterial, adhesive, and anticorrosion coatings. **Chemical Communications**. v.52, p. 312–315, 2016.
- PÉREZ-JIMÉNEZ, J., & SAURA CALIXTO, F. Macromolecular antioxidants or non-extractable polyphenols in fruit and vegetables: Intake in four European countries. **Food Research International**. v.74, p. 315–323, 2015.
- PEREZ-JIMENEZ, J., & SAURA-CALIXTO, F. Fruit peels as sources of non-extractable polyphenols or macromolecular antioxidants: Analysis and nutritional implications. **Food Research International**. v.111, p.148-152, 2018.
- PÉREZ-JIMÉNEZ, J., DÍAZ-RUBIO, M. E., & SAURA-CALIXTO, F. Non-extractable polyphenols, a major dietary antioxidant: Occurrence, metabolic fate and health effects. **Nutrition Research. Reviews**. v.26, n.2, p.118–129, 2013.
- PÉREZ-RAMÍREZ, I., REYNOSO-CAMACHO, R., SAURA-CALIXTO, F., & PÉREZ-JIMÉNEZ, J. Comprehensive characterization of extractable and non-extractable phenolic compounds by HPLC-ESI-QTOF of a grape/pomegranate pomace dietary supplement. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.24, p. 661–673, 2018.
- PFALTZGRAFF, L. A. **The study & development of an integrated & additive-free waste orange peel biorefinery**. Ph.D. Thesis, University of York, 2014
- PUJILESTARI, T.; Sumber dan Pemanfaatan Zat Warna Alam Untuk Keperluan Industri. **Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah**. v.32, n.2, p.93-106, 2016.
- RAJI, Y.O.; JIBRIL, M.; MISAU, I. M. D. By-production of vinegar from pineapple peel. **International Journal of Advanced Science and Technology**. v.3, n. 2, p. 656-666, 2012.
- RAMOS, A. S., MAR, J. M., DA SILVA, L. S., ACHO, L. D., SILVA, B. J. P., LIMA, E. S., ... & CAMPOS, F. R. Pedra-ume caá fruit: an Amazon cherry rich in phenolic compounds with antiglycant and antioxidant properties. **Food Research International**. v.123, p. 674-683, 2019.
- RAY, R. C.; WARD, O. P. Postharvest microbial biotechnology of tropical root and tuber crops R.C. Ray, O.P. Ward (Eds.), **Microbial Biotechnology in Horticulture** v.1., p. 511-552, 2006.

ROJAS-GRAU, M.A.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review. **Trends Food Science and Technology**. v.20, p. 438-447, 2009.

RUFINO, M. D. S. M., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., ARRANZ, S., ALVES, R. E., DE BRITO, E. S., OLIVEIRA, M. S. P., & SAURA-CALIXTO, F. Açaí (Euterpe oleraceae) ‘BRS Pará’: A tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. **Food Research International**. v.44, p. 2100–2106, 2011.

RUFINO, M. D. S. M., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., TABERNERO, M., ALVES, R. E., DE BRITO, E. S., & SAURA-CALIXTO, F. Acerola and cashew apple as sources of antioxidants and dietary fibre. **International Journal of Food Science and Technology**. v.45, n.11, p. 2227–2233, 2010.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., JIMÉNEZ, J. P., CALIXTO, F. S., & FILHO, J. M. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**. v.121, p. 996–1002, 2010.

SAFDAR, M. N., KAUSAR, T., & NADEEM, M. Comparison of ultrasound and maceration techniques for the extraction of polyphenols from the mango peel. **Journal of Food Processing and Preservation**. v.41, 4, 2017.

SALEEM, Muhammed; SAEED, Mohammed Tariq. Potential application of waste fruit peels (orange, yellow lemon and banana) as wide range natural antimicrobial agent. **Journal of King Saud University-Science**. v. 32, n. 1, p. 805-810, 2020.

SANCHO, S. D. O. et al. Characterization of the industrial residues of seven fruits and prospection of their potential application as food supplements. **Journal of Chemistry**. v. 2015, p. 1-8, 2015.

SANDHYA, R.; KURUP, G. Screening and isolation of pectinase from fruit and vegetable wastes and the use of orange waste as a substrate for pectinase production. **International Research Journal of Biological Science**. v. 2, n. 9, p. 34-39, 2013.

SANTIS-NAVARRO, S.; GEA, T.; BARRENA, R.; SANCHEZ, A. Production of lipases by solid state fermentation using vegetable oil-refining wastes. **Bioresource Technology**. v.102, p. 10080-10084, 2011.

SAUER, M.; PORRO, D.; Mattanovich, D.; Branduardi, P. Microbial production of organic acids: expanding the markets **Trends Biotechnology**. v.26, n.2, p. 100-108, 2008.

SAURA-CALIXTO, F., & PÉREZ-JIMÉNEZ, J. Non-extractable polyphenols and carotenoids: Importance in human nutrition and health. **Royal Society of Chemistry**. v.1, p.1-16, 2018.

SEO, M., SEO, M., CHOI, S. E., SHIN, K., LEE, J. B., YANG, D. Y., & KIM, J. W. Cellulose nanofiber-multilayered fruit peel-mimetic gelatin hydrogel microcapsules for micropackaging of bioactive ingredients. **Carbohydrate Polymers**. v.229, p.115559, 2020.

SHARMA, R.; GHOSHAL, G. Emerging trends in food packaging. **Nutrition Food Science**. v.48, p.764–779, 2018.

SHARMA, R.; GHOSHAL, G. Optimization of carotenoids production by *Rhodotorula mucilaginosa* (MTCC-1403) using agro-industrial waste in bioreactor: A statistical approach. **Biotechnology Reports**. v. 25, 2020.

SINGH, R. D.; BANERJEE, J.; ARORA, A. Prebiotic potential of oligosaccharides: A focus on xylan derived oligosaccharides. **Bioactive Carbohydrates Dietary Fibre**. v. 5, n.1, p. 19– 30, 2015.

SLUIJS, I., CADIER, E., BEULENS, J. W. J., SPIJKERMAN, A. M. W., & VAN DER SCHOUW, Y. T. Dietary intake of carotenoids and risk of type 2 diabetes. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**. v.25, n.4, p.376-381, 2015.

SOUZA, C.O.; SILVA, L.T.; DRUZIAN, J.I. Comparative studies on the characterization of biodegradable cassava starch films containing mango and acerola pulps **Química. Nova**. v.35, n.2, p. 262-267, 2012.

SOUZA, M. P., BATAGLION, G. A., DA SILVA, F. M. A., DE ALMEIDA, R. A., PAZ, W. H. P., NOBRE, T. A., KOOLEN, H. H. F. Phenolic and aroma compositions of pitomba fruit (*Talisia esculenta* Radlk.) assessed by LC-MS/MS and HS-SPME/GC-MS. **Food Research International**. v.83, p. 87–94, 2016.

SPINOLA, V., MARTINEZ, E. J. L., & CASTILHO, P. C. Determination of vitamin C in foods: Current state of method validation. **Journal of Chromatography A**. v.1369, p. 2–17, 2014.

THAKUR, V.K.; THAKUR M. K.; RAGHAVAN, P.; KESSLER, M. R. Progress in green polymer composites from lignin for multifunctional applications: a review **ACS Sustainable Chemistry and Engineering**. v.2, n.5, p. 1072-1092, 2014.

THAKUR, V.K.; THAKUR, M. K. Processing and characterization of natural cellulose fibers/thermoset polymer composites. **Carbohydrate Polymers**. v.109, p. 102-117, 2019.

UMA, C.; GOMATHI, D.; MUTHULAKSHIMI, C.; GOPALAKRISHNAN, V.K. Production, purification and characterization of invertase by *Aspergillus flavus* using fruit peel waste as substrate. **Advance Biological Research**. v. 4, n.1, p. 31-36, 2010.

VENIL C.K., DEVI P.R., AHMAD W.A. (2020) Agro-Industrial Waste as Substrates for the Production of Bacterial Pigment. In: Zakaria Z., Boopathy R., Dib J. (eds) Valorisation of Agro-industrial Residues – Volume I: Biological Approaches.

VENTOLA, C. Lee. The antibiotic resistance crisis: part 1: causes and threats. **Pharmacy and therapeutics**. v. 40, n. 4, p. 277, 2015.

WU, L. C.; HSU, H. W.; CHEN, Y. C.; CHIU, C. C.; LIN, Y. I.; HO, J. A. Antioxidant and anti-proliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**. v.95, n. 2., p. 319-27, 2006.

WYBRANIEC, S.; PLATZNER, I.; GERESH, S.; GOTTLIEB, H. E.; HAIMBERG M.; MOGILNITZKI, M. Betacyanins from vine cactus *Hylocereus polyrhizus*. **Phytochemistry**. v.58, n.8, p. 1209-1212, 2001.

XU, L.; PRANANTYO, D.; NEOH, K. G.; KANG, E. T. Tea Stains-Inspired Antifouling Coatings Based on Tannic Acid-Functionalized Agarose. *ACS Sustain. Chemical Engineering*. v.5, p.3055–3062, 2017.

YANG L, PAULSON AT. Effects of lipids on mechanical and moisture barrier properties of edible gellan film. *Food Research International*. v.33, n.7, p. 571–578, 2000.

YU, Ningxiang et al. Development of antibacterial pectin from *Akebia trifoliata* var. *australis* waste for accelerated wound healing. *Carbohydrate polymers*, v. 217, p. 58-68, 2019.

ZHU, J., LI, F., WANG, X., YU, J., & WU, D. Hyaluronic acid and polyethylene glycol hybrid hydrogel encapsulating nanogel with hemostasis and sustainable antibacterial property for wound healing. *ACS applied materials & interfaces*. v.10, n.16, p.13304-13316, 2018.

III

LIMITANTES DO APROVEITAMENTO INTEGRAL DE FRUTOS

Pedro Henrique Miranda

Larissa da Silva Gualberto

Clarissa Damiani

Glêndara Aparecida de Souza Martins

O Brasil é um grande produtor, mundial, de frutas comestíveis e está, entre os grandes produtores de frutas, a região amazônica e o cerrado brasileiro. Segundo a Associação Brasileira de Produtores Exportadores de Frutas e Derivados, nosso país é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, produzindo cerca de 37 milhões de toneladas anualmente (Abrafrutas, 2019).

O desperdício de frutas, no Brasil, é significativo e, visando reduzir as perdas, estão surgindo novos meios de aproveitamento integral desses frutos com técnicas modernas para o aproveitamento integral da matéria prima (Cutolo, 2015). Dentre as técnicas utilizadas, pode-se citar a extrusão que processa várias partes de frutas juntos (Vagadia et al., 2017).

Entretanto, apesar da maioria dos frutos serem ricos em nutrientes, infelizmente, alguns deles apresentam compostos indesejáveis na sua composição, chamados de compostos tóxicos e/ou antinutricionais. As substâncias tóxicas podem agir no organismo como agentes capazes de produzir anomalias no organismo em pequeno espaço de tempo. Os compostos antinutricionais, por exemplo, são grupos de substâncias que agem contra as enzimas e vitaminas, diminuindo a eficácia e atuando como sequestradores de minerais, interferindo diretamente na digestibilidade de outros nutrientes (Santos, 2006; Césarmuitos alimentos vegetais são fontes de fatores antinutricionais que interferem na digestão ou absorção de nutrientes. Determinou-se os teores de polifenóis, nitrato e ácido oxálico de folhas de brócoli, couve-flor e couve submetidas à cocção por seis diferentes tempos (0, 2, 4, 6, 8 e 10 minutos, 2008).

Desta maneira, destaca-se a necessidade do estudo aprofundado da composição de matérias primas a serem utilizadas integralmente pela indústria de alimentos, uma vez que a presença de compostos indesejáveis pode impactar diretamente a segurança alimentar. Assim, esse capítulo aborda os principais limitantes do aproveitamento integral de frutos, considerando os entraves do uso de cascas, sementes e folhas na saúde do consumidor.

A palavra “Antinutricional” é utilizada para descrever uma classe de compostos presentes em vários alimentos de origem vegetal (frutas, grãos, oleaginosas) que, quando consumidos, reduzem o valor nutritivo. Eles interferem em diversas atividades do organismo como digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes (Santos, 2006) muitos alimentos vegetais são fontes de fatores antinutricionais que interferem na digestão ou absorção de nutrientes. Determinou-se os teores de polifenóis, nitrato e ácido oxálico de folhas de brócoli, couve-flor e couve submetidas à cocção por seis diferentes tempos (0, 2, 4, 6, 8 e 10 minutos e, se ingeridos em altas concentrações, podem acarretar efeitos danosos à saúde.

Além de reduzir a biodisponibilidade de nutrientes, a presença de compostos antinutricionais pode diminuir, sensivelmente, a disponibilidade biológica dos aminoácidos essenciais e minerais, além de poder causar irritações e lesões da mucosa gastrintestinal, podendo interferir na seletividade e eficiência dos processos biológicos (Maria et al., 2011) além de apresentarem substâncias nutritivas essenciais para o desenvolvimento do organismo, podem também conter uma variedade de fatores antinutricionais, como os inibidores de proteínas, oxalatos, taninos, nitritos, dentre outros, assim denominados, devido ao fato de interferirem na absorção de nutrientes, podendo acarretar danos à saúde quando ingeridos em altas quantidades. Assim, esse artigo tem como objetivo discutir as possíveis consequências dos fatores antinutricionais em alimentos, assim como os efeitos do processamento sobre essas substâncias e apresentar estudos biológicos sobre os mesmos. (MARIA et al., 2011 (DE OLIVEIRA et al., 2014).

Os compostos antinutricionais são substâncias químicas que foram desenvolvidas pelas plantas para sua própria defesa. Dentre as principais categorias, segundo dados de Maria (2011) além de apresentarem substâncias nutritivas essenciais para o desenvolvimento do organismo, podem também conter uma variedade de fatores antinutricionais, como os inibidores de proteínas, oxalatos, taninos, nitritos, dentre outros, assim denominados, devido ao fato de interferirem na absorção de nutrientes, podendo acarretar danos à saúde quando ingeridos em altas quantidades. Assim, esse artigo tem como objetivo discutir as possíveis consequências dos fatores antinutricionais em alimentos, assim como os efeitos do processamento sobre essas substâncias e apresentar estudos biológicos sobre os mesmos. (2011, pode-se citar: polifenóis (Taninos), oxalatos, fitatos, inibidores de tripsina e glicosídeos cianogênicos. Entretanto, na literatura, também, são citados outros compostos como Saponinas e Hemaglutininas (Nikmaran et al., 2017).

O ácido fítico, bem como os inibidores de tripsina e taninos são apresentados na literatura como agentes de obstrução da biodisponibilidade de minerais e comprometerem a digestibilidade das proteínas, prejudicando o valor nutricional dos alimentos (Rathod; Annapure, 2016). Alguns sintomas são associados a ingestão desses compostos como: dores de cabeça, náuseas e inchaço (Essack e at., 2017). Portanto, reduzir sua concentração nos alimentos é um dos principais objetivos da nutrição humana (Samtiya et al., 2020)

O grupo tanino é o quarto metabólico secundário mais abundante em biomassa de frutos, após celulose, hemiceluloses e lignina. (Chowdhury et al., 2004; Arbenz e Avéruo, 2016). Além disso, eles representam a segunda fonte mais extensa de compostos fenólicos (Laurichesse e Avéruo, 2014). Tradicionalmente, os taninos eram divididos em duas classes principais: taninos condensados e hidrolisáveis. No entanto, atualmente, outros dois tipos também são considerados, são eles: taninos complexos e clorotaninos (De Hoyos-Martínez et al., 2019).

Os taninos são polifenóis de ocorrência natural, solúveis em água e podem ser encontrados em muitas partes de plantas, como folhas, casca e madeira (Clifford e Scalbert, 2000; Serrano et

al., 2009). Nas plantas herbáceas, os taninos podem ser encontrados, principalmente, no revestimento das sementes, onde são reticulados com outros constituintes celulares e ajudam a proteger a semente (Gourlay e Constabel, 2019).

Os taninos tem a capacidade de precipitar as enzimas pectinase, amilase, lipase, protease, β -galactosidase, celulase, entre outras macromoléculas em virtude de seus grupos funcionais (Chung et al., 1998). Eles, também, são responsáveis por reduzir a qualidade de alguns produtos alimentícios como os sucos de frutas, cerveja e vinho, durante o armazenamento em baixa temperatura, devido à precipitação de proteínas e carboidratos presentes (Rout e Banerjee, 2006).

O fitato (hexafosfato de mio-inositol), também, é um antinutriente, encontrado em produtos de origem vegetal. É um composto naturalmente presente em cereais, grãos, oleaginosas e nozes. As sementes, de muitas leguminosas e grãos, podem atingir concentrações de fosfato superiores a 10% de matéria seca (Borade et al., 1984). Nas monocotiledôneas, como arroz e trigo, o fitato é encontrado no farelo e, portanto, pode ser facilmente reduzido, por meio do processo de moagem, removendo a camada externa das sementes (Nikmaram et al., 2017).

A literatura aponta que o fitato apresenta várias propriedades benéficas para a saúde humana, podendo contribuir na prevenção de doenças cardíacas, diabetes e cálculos renais, devido a seu efeito antioxidante e anticancerígenas (Konietzny et al., 2006)2,3,4,5,6.

O fitato, com seus seis grupos fosfato reativos, apresenta-se como forte agente quelante. Dependendo do cátion, ele pode se ligar a um ou mais grupos fosfato de um fitato ou fazer a ponte com duas ou mais moléculas de fitato. Infelizmente, o fitato tem o poder de formar complexos insolúveis com metais, o que acaba reduzindo a absorção de minerais como zinco, magnésio, ferro e cálcio e além de poder causar severa deficiência de íons minerais em humanos e animais (Thompson, 1993); (Nikmaram et al., 2017).

O oxalato, usualmente encontrado em vegetais como espinafre e carambola, não pode ser metabolizado pelos humanos e é excretado pela urina (Maria et al., 2011)além de apresentarem substâncias nutritivas essenciais para o desenvolvimento do organismo, podem também conter uma variedade de fatores antinutricionais, como os inibidores de proteínas, oxalatos, taninos, nitritos, dentre outros, assim denominados, devido ao fato de interferirem na absorção de nutrientes, podendo acarretar danos à saúde quando ingeridos em altas quantidades. Assim, esse artigo tem como objetivo discutir as possíveis consequências dos fatores antinutricionais em alimentos, assim como os efeitos do processamento sobre essas substâncias e apresentar estudos biológicos sobre os mesmos. (MARIA et al., 2011. A literatura reporta a incidência desse composto, também, em arroz, trigo, centeio, aveia, cevada, milho e farinha de amido (Siener et al., 2006; Moreira et al., 2010).

De maneira geral, o oxalato tende a se ligar a cátions metálicos divalentes como cálcio, magnésio e ferro, interferindo no metabolismo normal da digestão no corpo humano (Nikmaram et al., 2017). O alto consumo de alimentos ricos em oxalato pode levar à produção de cristais de oxalato de cálcio, com graves consequências no bloqueio dos túbulos renais, promovendo o desenvolvimento de cálculos urinários e hipocalcemia em humanos (Santos, 2006)muitos alimentos vegetais são fontes de fatores antinutricionais que interferem na digestão ou absorção de nutrientes. Determinou-se os teores de polifenóis, nitrato e ácido oxálico de folhas de brócoli, couve-flor e couve submetidas à cocção por seis diferentes tempos (0, 2, 4, 6, 8 e 10 minutos.

Os inibidores de tripsinas são amplamente encontrados, principalmente, em sementes da maioria dos vegetais cultivados. Os inibidores de tripsina têm a capacidade de inibir a atividade biológica de enzimas proteolíticas (tripsina, quimiotripsina) no trato gastrointestinal dos seres humanos (Thakur e Kumar, 2017), prejudicando a digestão das proteínas no organismo (Vagadia et al., 2017). A presença de inibidores de tripsina pode acarretar hiperplasia pancreática e distúrbios metabólicos da utilização de enxofre e aminoácidos.

Inibidores da tripsina ligam-se, irreversivelmente, à tripsina, tornando a enzima incapaz de desempenhar seu papel na quebra de proteínas. Isso faz com que o intestino libere colecistoquinina para estimular o aumento do pâncreas. Os aminoácidos presentes na tripsina não podem ser reabsorvidos e, portanto, são perdidos quando a tripsina se combina com os inibidores da tripsina (Thakur e Kumar, 2017).

As lectinas são antinutrientes comumente encontrados em alimentos consumidos *in natura* (Hamid et al. 2013). As lectinas podem ignorar o sistema de defesa humano e percorrer todo o corpo, causando doenças, como: Doença de Crohn, Celiaca-Sprue, Colite, dentre outras (Yasuoka et al. 2003).

A ingestão de grande quantidade de lectina induz o aumento do intestino delgado, causa danos ao epitélio do intestino delgado e estimulam a hipertrofia e a hiperplasia do pâncreas. A presença desse composto prejudica, ainda, a absorção de nutrientes pela ligação às células epiteliais intestinais, causando problemas no trato intestinal, permitindo que a população bacteriana entre em contato com a corrente sanguínea (Muramoto, 2017).

As saponinas são consideradas metabólitos secundários não voláteis e ativos de superfície, que são amplamente dispersos na natureza, mas encontrados, principalmente, nas plantas. Saponinas são esteróides ou triterpenos e contêm uma porção de açúcar em sua estrutura. Além disso, são produzidos naturalmente como triterpenos ou glicosídeos, produtores de espuma por muitas espécies de plantas, incluindo sementes de oleaginosas (Kiranmaui, 2014 e Samtiya et al., 2020).

As saponinas possuem a capacidade de interação com o grupo colesterol das membranas eritrocitárias, o que promove a hemólise (Fleck et al. 2019). Estudos demonstram que as saponinas, também, mostraram atividades inibitórias de enzimas digestivas, como amilase, glicosidase, tripsina, quimiotripsina e lipase, que podem causar distúrbios de saúde relacionados à indigestão (Ali et al. 2006 ; Birari e Bhutani, 2007 ; Ercan e El 2016 ; Lee et al. 2015 ; Liener, 2003). Os efeitos dessa substância são inchaço, absorção de nutrientes reduzida, diminuição do colesterol hepático e da taxa geral de crescimento, por meio da ligação de saponinas às células do intestino delgado (Addisu e Assefa, 2016 ; Kregiel et al. 2017)

No âmbito da toxina, os compostos de risco alimentar que representam ameaça à saúde humana podem ser divididos em três categorias, de acordo com o modo de entrada na cadeia alimentar, são elas: produtos químicos produzidos intencionalmente, produtos químicos não intencionalmente produzidos e toxinas naturais encontrados nos alimentos (ZHANG et al., 2014).

As substâncias químicas naturais são originárias de microrganismos produtores de toxinas, como certos fungos *Aspergillus* e *Fusarium*, dinoflagelados e cianobactérias, além de certas espécies de plantas que possuem compostos tóxicos em determinada parte do fruto (Duarte et al., 2010). Zhang et al. (2020) destacam que a literatura aponta um total de, aproximadamente, 651 toxinas vegetais catalogadas (Zhang et al., 2020).

É de suma importância ter conhecimento sobre a toxicidade dos vegetais consumidos. Em um estudo realizado na China, em 2015, observou-se a internação de 656 pessoas intoxicadas com toxinas naturais; dessas, 319 foram por toxinas vegetais (Park e Bahk, 2015). Entre as substâncias tóxicas tem-se: glicosídeos cianogênicos, glicosinolatos, nitratos, agentes produtores de flatulência, alcaloides e compostos carcinógenos. Entretanto, as mais famosas são os cianogênicos e alcaloides (César, 2008 e Rarmanova et al., 2020).

Várias plantas e alimentos, à base de plantas, contêm naturalmente glicosídeos cianogênicos. Existem, aproximadamente, 25 glicosídeos cianogênicos conhecidos, sendo os mais famosos a amigdalina e a linamarina. O glicosídeo cianogênico é um dos compostos mais importantes dos glicosídeos vegetais que pode ser extraídas, principalmente, das plantas de sorgo e mandioca (Cressey e Reeve, 2019; Mosayyebi et al., 2020).

A toxicidade potencial dos cianogênicos surge da degradação enzimática para produzir cianeto de hidrogênio, resultando em intoxicação grave por cianeto. Os sintomas clínicos do envenenamento agudo por cianeto incluem respiração rápida, queda da pressão arterial, pulso rápido, dor de cabeça, tontura, vômito, diarreia, confusão mental, descoloração azul da pele devido à falta de oxigênio, espasmos e convulsões (Cressey et al., 2013; Cressey e Reeve, 2019).

A liberação de cianeto de hidrogênio ocorre, a partir de cianogênicos por ocorrer hidrólise enzimática, na presença de β -glucosidase, que é amplamente encontrada no intestino humano. O cianeto de hidrogênio é produzido, a partir de cianogênicos e causa toxicidade após maceração ou moer o vegetal ou semente, ou pela microflora intestinal, após a ingestão do material vegetal (Fao, 2013 ; Shim et al., 2016). O glicosídeo é convertido, enzimaticamente, em cianoidrina correspondente, que se decompõe espontaneamente para formar cianeto de hidrogênio em cetona ou aldeído (Cressey e Reeve, 2019).

Os Alcalóides (*pirrolizidínicos poli-hidroxilados*) são compostos orgânicos alcalinos nitrogenados, que existem amplamente em plantas naturais (Cheng et al., 2020). São compostos fitoquímicos, encontrados em cerca de 6.000 espécies de plantas de diversos gêneros e famílias.

O termo Alcalóide é um grupo de compostos químicos, estáveis e são bioativados no fígado em contato com a enzima monooxigenases de função mista para metabólicos tóxicos, denominados ésteres pirrólicos (deidropirrolizidinas) e alcoóis pirrólicos (Prakash et al., 1999). Os gêneros de alcaloides *Senecio*, *Crotalaria*, *Heliotropium* e *Echium* abrangem as principais espécies de plantas envolvidas na intoxicação espontânea por alcaloides no organismo de seres humanos (Cheeke, 1994).

A maioria dos alcalóides possuem estruturas cíclicas complexas e são imitadores de açúcar e considerado como potenciais inibidores de glicosidases, o que os torna promissores candidatos a medicamentos para o tratamento de doenças como câncer, diabetes e infecções virais (Ratmanova et al., 2020).

Existem diferentes técnicas que atuam na redução dos compostos antinutricionais. Uma das técnicas que apresentam eficácia reportada na literatura é o uso do tratamento térmico, o qual é amplamente utilizado para inativação ou redução dos antinutricionais (Maria et al., 2011) além de apresentarem substâncias nutritivas essenciais para o desenvolvimento do organismo, podem também conter uma variedade de fatores antinutricionais, como os inibidores de proteínas, oxalatos, taninos, nitritos, dentre outros, assim denominados, devido ao fato de interferirem na absorção de nutrientes, podendo acarretar danos à saúde quando ingeridos em altas quan-

tidades. Assim, esse artigo tem como objetivo discutir as possíveis consequências dos fatores antinutricionais em alimentos, assim como os efeitos do processamento sobre essas substâncias e apresentar estudos biológicos sobre os mesmos. (MARIA et al., 2011. Entre os métodos de transferência de calor empregados, estão: cozimento, secagem, aquecimento em forno, torrefação, entre outros. Entretanto, existem outros métodos tradicionais e formas de processamento tecnológico, como imersão, moagem, rebarbação, germinação e fermentação que, também, têm sido utilizados para reduzir esses componentes antinutricionais nos alimentos (Samtiya et al., 2020)

Outra técnica bastante usada para reduzir os antinutrientes é a técnica de extrusão. Esse método combina duas técnicas relevantes que são: temperatura e pressão. A extrusão é um processamento de alta temperatura e curto período de tempo que combina vários processos, incluindo transferência de calor e massa, mistura, cisalhamento, redução do tamanho de partícula, fusão, texturização, caramelização e modelagem (Nikmaran et al., 2017).

Vários autores relataram o método de extrusão como eficaz na redução de compostos antinutricionais. Em estudo com Lentilhas (*Lens culinaris Medik*), os autores Rathod e Annapure (2016) encontraram redução dos níveis de inibidores de tripsina, fitato e tanino em até 99,54%, 99,30% e 98,83%, respectivamente, no produto extrusado.

Em outro estudo com farelo de trigo e farelo de arroz, Kaur et al., (2015) explicitaram a redução de fitato em 54,51%, polifenóis em 73,38%, oxalatos em 36,84% e inibidores tripsina em 72,29%. A partir dos dados da literatura é possível perceber que o método de extrusão é eficaz em ampla faixa de compostos antinutricionais.

Além de métodos convencionais de tratamentos, como tratamento físico e o tratamento com aplicação de calor, existem novas técnicas que são aplicadas para redução de compostos antinutricionais. Um dos métodos não convencionais é o aquecimento ôhmico. Esse tratamento consiste de método avançado de processamento térmico, no qual a corrente elétrica é passada através dos alimentos. A literatura aponta que o método utilizando 220V (50Hz), por períodos superiores a 3 minutos, inativa de forma eficiente os compostos antinutricionais, quando comparado aos métodos de fogão de indução ou fogão elétrico por 3 minutos (Wang et al., 2007)(WANG et al., 2007).

Outros dois métodos citados na literatura são os métodos de rádio frequência e micro-ondas. Vários estudos apresentados na literatura sobre diferentes variedades de leguminosas indicam que a tecnologia de tratamento térmico dielétrico, em escala industrial a 42 MHz (frequência de rádio) e 2450 MHz (microondas), mostrou ter efeito benéfico na qualidade geral da proteína e na redução de compostos antinutricionais das leguminosas (Vagadia et al., 2017).

Na literatura, foram encontrados outros métodos como tratamento por infravermelho, irradiação, ultrassom e alta pressão hidrostática. O tratamento por infravermelho é outra nova técnica de processamento que tem importância crescente na indústria de alimentos. Este método é usado, comercialmente, nas indústrias de alimentos, principalmente para reduzir o teor de umidade dos grãos, frutas e legumes. Este tratamento é capaz de transferir energia, usando radiações eletromagnéticas em temperaturas mais baixas. Além disso, melhora, substancialmente, as características de adsorção de água, diminui o tempo de cozimento e, também, reduz os fatores antinutricionais no feijão (Kayitesi et al., 2013).

A literatura aponta as tentativas de usar a radiação gama na eliminação de antinutrientes dos alimentos. Nesta técnica, as amostras são submetidas a uma célula gama que produz essa irradiação com o objetivo de reduzir a quantidade de compostos antinutricionais (Tewari et al., 2015). A irradiação mostrou-se eficaz contra os inibidores de enzima em estudo realizado por Farag (1998). Os autores perceberam que, conforme aumenta a dosagem de irradiação, maior é a redução da atividade de inibidores de tripsina.

O ultrassom tem suas aplicações em muitas áreas e tem se mostrado eficaz na redução de alguns compostos. O método utilizando banho ultrassônico com frequência de 20 kHz, por 20 minutos, para inativar o inibidor de tripsina em 55%, (Entezari e Pétrier, 2005; Vagadia et al., 2017), se mostrou mais eficaz do que o tratamento com irradiação por se tratar de tecnologia mais acessível e mais econômica em relação a irradiação.

Enfim, antes de utilizar qualquer coproduto, advindo de cascas e sementes de frutas e/ou hortaliças, deve-se ter cuidado com os fatores antinutricionais. Estes, em sua maioria, podem ser inativados por tratamentos térmicos simples.

Referências Bibliográficas

ABRAFRUTAS. **Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, diz Abrafrutas – Abrafrutas**. Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2019/03/07/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-de-frutas-do-mundo-diz-abrafrutas/>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

ADDISU, S.; ASSEFA, A. Role of plant containing saponin on livestock production; a review. **Advances in Biological Research**, v. 10, n. 5, p. 309-314, 2016.

ALI, H.; HOUGHTON, P. J.; SOUMYANATH, A. α -Amylase inhibitory activity of some Malaysian plants used to treat diabetes; with particular reference to *Phyllanthusamarus*. **Journal of ethnopharmacology**, v. 107, n. 3, p. 449-455, 2006.

ARBENZ, A.; AVÉROUS, L. Tannins: A resource to elaborate aromatic and biobased polymers. **Biodegradable and biobased polymers for environmental and biomedical applications**. Scrivener Publishing, Salem, MA, p. 97-148, 2016.

BIRARI, R. B.; BHUTANI, K. K. Pancreatic lipase inhibitors from natural sources: unexplored potential. **Drug discovery today**, v. 12, n. 19-20, p. 879-889, 2007.

BORADE, V. P.; KADAM, S. S.; SALUNKHE, D. K. Changes in phytate phosphorus and minerals during germination and cooking of horse gram and moth bean. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 34, n. 2, p. 151-157, 1984.

CÉSAR, L. Capítulo 7 - Toxicologia dos Alimentos. [Http://Www.Agais.Com/Tpoa1](http://Www.Agais.Com/Tpoa1), p. 109–114, 2008.

CHEEKE, P. R. A review of the functional and evolutionary roles of the liver in the detoxification of poisonous plants, with special reference to pyrrolizidine alkaloids. **Veterinary and human toxicology**, v. 36, n. 3, p. 240-247, 1994.

CHENG, C., LI, Z., ZHAO, X., LIAO, C., QUAN, J., BODE, A. M., LUO, X. Natural alkaloid and polyphenol compounds targeting lipid metabolism: Treatment implications in metabolic diseases. **European Journal of Pharmacology**, p. 172922, 2020.

CHOWDHURY, S. P., KHANNA, S., VERMA, S. C., TRIPATHI, A. K. Molecular diversity of tannic acid degrading bacteria isolated from tannery soil. **Journal of applied microbiology**, v. 97, n. 6, p. 1210-1219, 2004.

CHUNG, K. T.; WEI, C. I.; JOHNSON, M. G. Are tannins a double-edged sword in biology and health?. **Trends in Food Science & Technology**, v. 9, n. 4, p. 168-175, 1998.

CLIFFORD, M. N.; SCALBERT, A. Ellagitannins–nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 7, p. 1118-1125, 2000.

CRESSEY, P.; REEVE, J. Metabolism of cyanogenic glycosides: A review. **Food and chemical toxicology**, v. 125, p. 225-232, 2019.

CRESSEY, P.; SAUNDERS, D.; GOODMAN, J. Cyanogenic glycosides in plant-based foods available in New Zealand. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 30, n. 11, p. 1946-1953, 2013.

CUTOLO, P. T. M. Estudo dos agentes tóxicos naturalmente presentes nos alimentos : glicosídeos cianogênicos e glicosinolatos. **Universidade Estadual de Campinas (Monografia)**, p. 29, 2015.

DE HOYOS-MARTÍNEZ, P. L. et al. Tannins extraction: A key point for their valorization and cleaner production. **Journal of cleaner production**, v. 206, p. 1138-1155, 2019.

DE OLIVEIRA, C. F. R.; MARANGONI, S.; MACEDO, M. L. R. The trypsin inhibitor from *Entada acaciifolia* seeds affects negatively the development of Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella*. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 108, p. 74-79, 2014.

ENTEZARI, M. H.; PÉTRIER, C. A combination of ultrasound and oxidative enzyme: sono-enzyme degradation of phenols in a mixture. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 12, n. 4, p. 283-288, 2005.

ERCAN, P.; EL, S. N. Inhibitory effects of chickpea and *Tribulus terrestris* on lipase, α -amylase and α -glucosidase. **Food chemistry**, v. 205, p. 163-169, 2016.

ESSACK, H.; ODHAV, B.; MELLEEM, J. J. Screening of traditional South African leafy vegetables for specific anti-nutritional factors before and after processing. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 3, p. 462-471, 2017.

FARAG, M. D. E. D. H. The nutritive value for chicks of full-fat soybeans irradiated at up to 60 kGy. **Animal Feed Science and Technology**, v. 73, n. 3-4, p. 319-328, 1998.

FLECK, J. D., BETTI, A. H., DA SILVA, F. P., TROIAN, E. A., OLIVARO, C., FERREIRA, F., & VERZA, S. G. Saponins from *Quillaja saponaria* and *Quillaja brasiliensis*: particular chemical characteristics and biological activities. **Molecules**, v. 24, n. 1, p. 171, 2019.

GOURLAY, G.; CONSTABEL, C. P. Condensed tannins are inducible antioxidants and protect hybrid poplar against oxidative stress. **Tree physiology**, v. 39, n. 3, p. 345-355, 2019.

HAMID, R., MASOOD, A., WANI, I. H., RAFIQ, S. Lectins: proteins with diverse applications. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 3, n. 4, p. S93-S103, 2013.

KAUR, S., SHARMA, S., SINGH, B., DAR, B. N. Effect of extrusion variables (temperature, moisture) on the antinutrient components of cereal brans. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 3, p. 1670-1676, 2015.

KAYITESI, E., DUODU, K. G., MINNAAR, A., DE KOCK, H. L. Effect of micronisation of pre-conditioned cowpeas on cooking time and sensory properties of cooked cowpeas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 4, p. 838-845, 2013.

KONIETZNY, U.; JANY, K. D.; GREINER, R. Phytate-an undesirable constituent of plant-based foods?. **Journal für Ernährungsmedizin**, v. 8, n. 3, p. 18-28, 2006.

KREGIEL, D.; BERLOWSKA, J.; WITONSKA, I.; ANTOLAK, H.; PROESTOS, C.; BABIC, M.; ZHANG, B.; Saponin-based, biological-active surfactants from plants. **In Application and characterization of surfactants** (p. 183–205), 2017.

LAURICHESSE, S.; AVÉROUS, L. Chemical modification of lignins: Towards biobased polymers. **Progress in polymer science**, v. 39, n. 7, p. 1266-1290, 2014.

LEE, S. S., MOHD ESA, N., LOH, S. P. In vitro inhibitory activity of selected legumes against pancreatic lipase. **Journal of Food Biochemistry**, v. 39, n. 4, p. 485-490, 2015.

DE JESUS BENEVIDES, C. M., SOUZA, M. V., SOUZA, R. D. B., LOPES, M. V. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 2, p. 67-79, 2011.

LIENER, I. E. Phytohemagglutinins. Their nutritional significance. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 22, n. 1, p. 17-22, 1974.

MOREIRA, F. G., IERVOLINO, R. L., DALL'ORTO, S. Z., BENEVENTI, A. C. A., OLIVEIRA FILHO, J. L. D., GÓIS, A. F. T. D. Intoxicação por carambola em paciente com insuficiência renal crônica: relato de caso. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 22, n. 4, p. 395-398, 2010.

MOSAYYEBI, B., IMANI, M., MOHAMMADI, L., AKBARZADEH, A., ZARGHAMI, N., EDALATI, M., RAHMATI, M. An update on the toxicity of cyanogenic glycosides bioactive compounds: Possible clinical application in targeted cancer therapy. **Materials Chemistry and Physics**, v. 246, p. 122841, 2020.

MURAMOTO, K. Lectins as bioactive proteins in foods and feeds. **Food Science and Technology Research**, v. 23, n. 4, p. 487-494, 2017.

NIKMARAM, N., LEONG, S. Y., KOUBAA, M., ZHU, Z., BARBA, F. J., GREINER, R., ROOHINEJAD, S. Effect of extrusion on the anti-nutritional factors of food products: An overview. **Food Control**, v. 79, p. 62-73, 2017.

PARK, M. S.; BAHK, G. J. Estimate of the prevalence and burden of food poisoning by natural toxic compounds in South Korea. **Food research international**, v. 78, p. 108-113, 2015.

PRAKASH, A. S., PEREIRA, T. N., REILLY, P. E., SEAWRIGHT, A. A. Pyrrolizidine alkaloids in human diet. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 443, n. 1-2, p. 53-67, 1999.

RATHOD, R. P.; ANNAPURE, U. S. Effect of extrusion process on antinutritional factors and protein and starch digestibility of lentil splits. **LWT-Food Science and Technology**, v. 66, p. 114-123, 2016.

RATMANOVA, N. K., ANDREEV, I. A., LEONTIEV, A. V., MOMOTOVA, D., NOVOSELOV, A. M., IVANOVA, O. A., TRUSHKOV, I. V. Strategic approaches to the synthesis of pyrrolizidine and indolizidine alkaloids. **Tetrahedron**, p. 131031, 2020.

- ROUT, S.; BANERJEE, R. Production of tannase under mSSF and its application in fruit juice debittering. **Indian Journal of Biotechnology**. 2006
- SAMTIYA, M; ALUKO, R. E.; DHEWA, T. Plant food anti-nutritional factors and their reduction strategies: an overview. **Food Production, Processing and Nutrition**, v. 2, n. 1, p. 1-14, 2020.
- SANTOS, M. A. T. D. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócolis, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p. 294-301, 2006.
- SERRANO, J., PUUPPONEN-PIMIÄ, R., DAUER, A., AURA, A. M., SAURA-CALIXTO, F. Tannins: current knowledge of food sources, intake, bioavailability and biological effects. **Molecular nutrition & food research**, v. 53, n. S2, p. S310-S329, 2009.
- SHIM, Y. Y., OLIVIA, C. M., LIU, J., BOONEN, R., SHEN, J., & REANEY, M. J. Secoisolaricresinol diglucoside and cyanogenic glycosides in gluten-free bread fortified with flaxseed meal. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 50, p. 9551-9558, 2016.
- SIENER, R., HÖNOW, R., VOSS, S., SEIDLER, A., HESSE, A. Oxalate content of cereals and cereal products. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 54, n. 8, p. 3008-3011, 2006.
- TEWARI, K., KUMARI, S., VINUTHA, T., SINGH, B., DAHUJA, A. Gamma irradiation induces reduction in the off-flavour generation in soybean through enhancement of its antioxidant potential. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 303, n. 3, p. 2041-2051, 2015.
- THAKUR, N. S.; KUMAR, P. Anti-nutritional factors, their adverse effects and need for adequate processing to reduce them in food. **Agricinternational**, v. 4, n. 1, p. 56-60, 2017.
- THOMPSON, L. U. Potential health benefits and problems associated with antinutrients in foods. **Food Research International**, v. 26, n. 2, p. 131-149, 1993.
- VAGADIA, B. H.; VANGA, S. K.; RAGHAVAN, V. Inactivation methods of soybean trypsin inhibitor—A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 64, p. 115-125, 2017.
- WANG, L. J., LI, D., TATSUMI, E., LIU, Z. S., CHEN, X. D.; LI, L. T. Application of two-stage ohmic heating to tofu processing. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, v. 46, n. 5, p. 486-490, 2007.
- YASUOKA, T., SASAKI, M., FUKUNAGA, T., TSUJIKAWA, T., FUJIYAMA, Y., KUSHIMA, R., & GOODLAD, R. A. The effects of lectins on indomethacin-induced small intestinal ulceration. **International journal of experimental pathology**, v. 84, n. 5, p. 231-237, 2003.
- ZHANG, D., GONG, L., DING, S., TIAN, Y., JIA, C., LIU, D., TIAN, Y. FRCD: A comprehensive food risk component database with molecular scaffold, chemical diversity, toxicity, and biodegradability analysis. **Food Chemistry**, p. 126470, 2020.
- ZHANG, J., HOU, X., AHMAD, H., ZHANG, H., ZHANG, L., & WANG, T. Assessment of free radicals scavenging activity of seven natural pigments and protective effects in AAPH-challenged chicken erythrocytes. **Food Chemistry**, v. 145, p. 57-65, 2014.

IV

FRUTOS AMAZÔNICOS E DO CERRADO: POTENCIAL, LIMITANTES E SUBUTILIZAÇÃO

Annanda Carvalho dos Santos

Larissa da Silva Gualberto

Hermanny Matos Silva Sousa

Pedro Henrique Miranda

Clarissa Damiani

Glêndara Aparecida de Souza Martins

Parte da agricultura subsistente da região norte, centro-oeste e nordeste do país, está atrelada a frutos considerados exóticos. No entanto, a falta de dados acerca desses frutos requer atenção e cautela quanto ao processamento, comercialização e aproveitamento integral deles, tendo em vista que, apenas, a fração polpa ganhou seu espaço. Contudo, pode haver grande potencial em outras frações como casca e semente podendo, assim, serem explorados.

Devido à falta de dados e de informação, as frações casca e semente dos frutos do cerrado e Amazônia, que são consideradas resíduos do processo, podem gerar problemas ambientais, quando na verdade poderia agregar valor na forma de novos produtos ou subprodutos, valorizando aspectos culturais, agregando valor e gerando renda aos produtores e diminuindo, consequentemente, as quantidade de resíduos.

O Brasil possui várias espécies de frutas nativas e exóticas sub-exploradas, de potencial interesse para a agroindústria e possível fonte futura de renda para a população local (Matos et al., 2019).

A floresta amazônica é o bioma biologicamente mais rico da Terra, hospedando, aproximadamente, 25% da biodiversidade global. Dentre os frutos nativos brasileiros, 44% estão localizadas nessa região e é um dos principais contribuintes para o funcionamento do sistema terrestre (Anunciação et al., 2019).

Em relação às plantas, estima-se que a floresta amazônica hospede até 50.000 espécies, dependendo de qual modelo é usado e como a região é definida (Cardoso et al., 2017; Paz et al., 2018). Muitas dessas plantas podem produzir frutos comestíveis, e a maioria delas é inexplorada como fonte de alimento, ou cultivada apenas para o mercado local, devido à falta de estudos

relacionados às condições de crescimento das culturas, falta de dados sobre o valor nutricional das frutas, falta de conhecimento sobre a presença de compostos bioativos e possibilidades de comercialização associada a critérios de sazonalidade (Neves et al., 2015; Souza et al., 2016).

Nesse mesmo contexto, o cerrado brasileiro é detentor de uma rica flora nativa composta por frutos já conhecidos mundialmente por serem fontes de compostos de relevância nutricional e biotecnológica. Alguns frutos como o pequi, por exemplo, já estão, inclusive, em fase de exportação, gerando valor e agregando renda a economia local. No entanto, diversas outras matérias-primas do cerrado são pouco exploradas ou conhecidas requerendo um maior aprofundamento quanto a sua composição e relevância para as comunidades que a produzem.

Consumir alimentos sazonais e locais, principalmente frutas e legumes, é uma das mudanças propostas para alcançar uma dieta mais sustentável (Garnett, 2008). Acredita-se, ainda, que a promoção de alimentos sazonais desempenha papel importante, no que tange a reconectar as pessoas com as origens dos alimentos que ingerem, fornecendo melhor compreensão do crescimento natural e das épocas de produção de alimentos.

Fornecer produtos frescos o ano todo não é tarefa fácil. Contudo, só é possível por meio da intensificação da agricultura, do uso de novas tecnologias, da extensão da produção natural, das épocas de cultivo e do aumento do comércio internacional. No entanto, para entender os reais benefícios ambientais, de saúde, econômicos e sociais de comer produtos sazonais e as limitações, todo o sistema alimentar precisa ser considerado (Macdiarmid, 2014)

Além disso, frutas e vegetais locais e sazonais são, frequentemente, descritos como mais saborosos, frescos e apresentam melhor qualidade, quando comparados os produtos importados equivalentes e, até mesmo, aqueles produzidos fora de estação (Chambers, 2007)

Sendo assim, a partir de dados contidos na literatura, podem-se verificar as características de alguns desses frutos considerados exóticos e sazonais. Muitas espécies exóticas têm despertado interesse científico por serem fonte potencial de micronutrientes, como minerais, vitaminas, fibras alimentares e quantidades significativas de pequenas moléculas bioativas, especialmente aquelas com potencial para atuar como antioxidantes, inibindo o dano oxidativo nas células humanas (Bataglioni et al., 2014). Essa capacidade foi associada à prevenção e/ou desaceleração de doenças relacionadas ao envelhecimento, principalmente, câncer e diabetes (Candido, Silva, & Agostini-Costa, 2015).

Dentre os compostos antioxidantes, os polifenóis mostraram-se os mais bioativos em frutos exóticos e, conseqüentemente, são a classe mais estudada (Rufino et al., 2010).

A espécie *Garcinia brasiliensis* é uma espécie nativa da Amazônia, que é conhecido, popularmente, como bacupari, bacoparé ou bacuripari. Sabe-se que as espécies de *Garcinia* são ricas em metabólitos secundários e os frutos do bacupari são utilizados no tratamento de tumores, inflamação do trato urinário, artrite e alívio da dor (Da Silva et al., 2020).

Na literatura botânica, essa planta, também, pode ser chamada de *Rheedia brasiliensis*. Os estudos fitoquímicos em bacupari concentraram-se, principalmente, nas cascas, frutos e sementes. As principais substâncias isoladas incluem 7-epiclusianona, guttiferona-A, 1,3,6,7-tetra-hidroxioxantona (noratiriol) e fukugetin. 7-Epiclusianona, que demonstrou várias atividades biológicas como anti-HIV, antileishmanial, antimicrobiano, anticâncer, antioxidante, antinociceptivo e atividades anti-inflamatórias (Campos et al., 2013; Ionta et al. 2015). Assim, *Garcinia*

gardneriana mostra abundância de metabólitos que são, farmacologicamente ativos, proporcionando grandes oportunidades para descobrir novos medicamentos. Além disso, é uma planta amplamente distribuída na Mata Atlântica e fácil de cultivar.

O fruto da pupunha (*Bactris gasipaes*), também, apresenta importância econômica para a região. É uma palmeira da família *Arecaceae*, nativa da Amazônia e é considerada subproduto agrícola (Matos et al., 2019). A pupunha pode ser considerada fruta com alto valor nutricional, devido ao seu teor de fibras elevado, óleos, carotenóides, oito aminoácidos essenciais e pelo seu valor energético (De Souza Mesquita et al., 2020). No entanto, um dos principais fatores de interesse científico em cima desse fruto é devido ao principal carotenóide encontrado em sua polpa e casca, a saber, o β -caroteno, que pode ser obtido como precursor da vitamina A, de alta atividade antioxidante, pois possui a capacidade de capturar radicais livres, devido ao seu sistema de ligação dupla conjugado (Espinosa-Pardo et al., 2014).

Desta forma, pode-se considerar as cascas de pupunhas como resíduos agroindústrias sendo elas fontes ricas de pigmentos naturais e compostos bioativos, promotores de saúde, como os carotenóides (Matos et al., 2019).

Outro fruto relevante para a economia da região é o *Astrocaryum vulgare*, comumente chamada tucumã no Brasil, o qual é uma planta pertencente à família *Arecaceae*, e se desenvolve na região amazônica. É usada, principalmente, como anti-inflamatório e antioxidante, e seus frutos comestíveis estão disponíveis em feiras locais e são consumidos *in natura* ou usados para preparar pratos regionais (Matos et al. 2019). Além disso, seus frutos são usados para extrair óleo rico em precursores da vitamina A, ou seja, carotenóides, como o β -caroteno e o α -caroteno (Baldissera et al., 2017a). Além do efeito antioxidante do óleo de tucumã, estudos recentes demonstraram o efeito antidiabético do β -caroteno (Sluijs et al., 2015; Baldissera et al., 2017b). Além disso, estudos comprovaram que níveis séricos elevados de β -caroteno, por meio da dieta, conferem efeitos benéficos contra a resistência à insulina. Nesse sentido, a presença de óleo de tucumã, na dieta humana, pode oferecer altos níveis de carotenóides, considerando as cores amarelo-laranja, de suas polpas e cascas, e minimizar o risco de desenvolver diabetes tipo 1 (Higuchi et al., 2016; Baldissera et al., 2017b).

O Tucumã é um componente importante da dieta dessas comunidades, podendo contribuir para o aumento da longevidade e baixa prevalência de morbidade, devido as propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes promissoras, provavelmente, devido às suas altas concentrações de beta-caroteno e flavonóides. Além disso, diferentes óleos comestíveis, ricos em ácidos graxos saturados, podem ser extraídos de sua polpa, casca e semente (De Souza Filho et al., 2013). Esses compostos evitam várias doenças crônicas, distúrbios metabólicos, como doenças cardiovasculares e câncer (Rani et al., 2016).

Nesse contexto, o buriti (*Mauritia flexuosa L. f.*) é outro fruto, já bem difundido entre os consumidores das regiões norte e centro-oeste do Brasil. A literatura relata que a polpa de buriti apresenta níveis significativos de fenólicos totais e carotenóides, além de alta capacidade antioxidante, β -caroteno, vitaminas A C e E, ácidos graxos essenciais e fibra alimentar, sendo considera alimento funcional (Candido et al., 2015).

Os ácidos graxos e β -carotenos, extraídos da polpa, são considerados relevantes para aplicações nas indústrias farmacêutica e de cosméticos (Resende et al., 2019). Tais características

tornam o buriti uma matriz importante que pode ser aplicada nas indústrias cosmética e alimentícia, principalmente, devido ao óleo de polpa (Koolen et al., 2018).

Embora o buriti tenha sido associado a múltiplas propriedades nutricionais que podem ser favoráveis à saúde humana, suas fibras e polifenóis podem se ligar a compostos macromoleculares que não são dialisáveis ou geram complexos minerais, diminuindo a solubilidade e a bioacessibilidade dos fenóis (Manhães e Sabaa-Srur, 2011; e Bouayed et al., 2011). Além disso, como o processo de diálise, durante a digestão gastrointestinal *in vitro*, separa substâncias bioativas, isso pode interferir na atividade biológica e na quantidade de compostos fenólicos, que podem trabalhar, mais eficientemente juntos, do que individualmente como sinergistas para reduzir os radicais livres (Gawlik-Dziki et al., 2012). Segundo Pereira-Freire et al., (2018), o buriti apresenta altos índices de taninos, prejudicando a biodisponibilidade de minerais e comprometem a digestibilidade das proteínas, subjugando o valor nutricional dos alimentos.

Já a Mangaba (*Hancornia speciosa*) é um fruto do tipo baga, cujo exocarpo apresenta tons amarelados ou esverdeados, com pigmentação vermelha ou sem pigmentação. A polpa, carnosoviscosa, é amarela, ácida e adocicada (Maia, 2016). A mangaba possui alto teor fenólico, é fonte de ácido ascórbico, carotenóides como β -caroteno, β -criptoxantina, além de α -tocoferol e α -, β - e γ -tocotrienóis, apresentando potencial antioxidante e possuindo outros elementos essenciais na dieta, como cálcio, zinco, ferro (Cardoso et al., 2014; De Lima et al., 2015; e Edelvio et al., 2013). Contudo, a mangaba, em seu estágio intermediário de maturação, apresenta compostos voláteis tóxicos como furfural (18,6%) e, em seu estágio de maturação completa, esse composto tende a aumentar (8,3%), sendo nocivo em contato com pele, podendo causar irritação nas vias respiratórias e possuindo efeitos cancerígenos (Sampaio e Nogueira, 2006).

O Araticum (*Annona crassiflora Mart.*) é um fruto com coloração amarelo-claro, polpa espessa, mole e reveste uma semente elíptica de coloração marrom-escuro (Cardoso, 2011). Os frutos do araticum possuem alto valor nutricional e são ricos em compostos fenólicos (Arruda e Pastore, 2019), carotenóides, vitaminas (Cardoso et al., 2013) e oligossacarídeos (Arruda et al., 2017), representando fonte natural de compostos bioativos. Estudos anteriores mostraram que o extrato bruto da casca de araticum possui algumas propriedades biológicas, como compostos fenólicos, sendo eles rutina, xantoxilina, ácido ferúlico, ácido cafeico, ácido ascórbico e ácido quinolínico, indicando maior atividade antioxidante na casca do que na polpa (Arruda et al., 2018 e Justino et al., 2017). Portanto, a casca de araticum pode ser material com potencial para recuperação de biomoléculas de grande valor, principalmente fenólicos, para aplicações adicionais nas indústrias alimentícia, nutracêutica e farmacêutica e, conseqüentemente, agregar mais valor à indústria de frutas do Cerrado.

Entretanto, a literatura reporta que a casca do araticum apresenta alta concentração de taninos condensados, quando comparado ao extrato de sementes (Arruda et al., 2018). Os taninos têm sido descritos por sua ação adstringente e como agentes anti-inflamatórios e cicatrizantes, contudo, ele também se destaca por suas características antinutricionais, podendo prejudicar na absorção de proteínas e reduzindo valor nutricional dos alimentos (Prado et al., 2020).

A Gabiroba (*Campomanesia cambessedeanana Berg.*) é um fruto adocicado, com polpa suculenta e do tipo baga, possuindo formato globoso e diâmetros entre 15 e 20 mm. A coloração do fruto é amarelada ou alaranjado quando maduro, com aroma cítrico agradável (Albuquerque, 2016; Braga, 2017). Os frutos da gabiroba podem ser considerados um alimento funcional em função de suas propriedades nutricionais.

O fruto apresenta quantidades consideráveis de compostos fenólicos (131,90 mg 100 g⁻¹), carotenos (123,47 µg 100 g⁻¹) e vitamina C (313,21 mg 100 g⁻¹). Por esta razão, o fruto apresenta alto potencial antioxidante, e conseqüentemente um grande potencial econômico para uso na indústria de alimentos como aditivo antioxidante e conservante de valor agregado (Alves et al., 2013; Pereira et al., 2018).

O Murici (*Byrsonima crassifolia*) é um fruto do cerrado amplamente conhecido (Monteiro & Pires, 2016). Além das características sensoriais do murici, algumas pesquisas também indicam um potencial uso funcional desse fruto. Sabe-se que a espécie é rica em carotenóides, compostos fenólicos e ácidos graxos insaturados, conferindo, desta forma, potencial fonte de antioxidantes. Vale destacar que tais componentes são geralmente atribuídos a efeitos benéficos à saúde, justificando, assim o uso de murici no tratamento e / ou prevenção de doenças. (De Souza et al., 2012; Mariutti et al., 2013; Neves et al., 2015).

A luteína está associada a um risco reduzido de desenvolver degeneração macular, pois está entre os carotenóides comumente encontrados na retina. A quercetina, principal composto fenólico encontrado no murici, pode ser atribuída aos efeitos hipoglicêmicos e antiglicação do fruto, levando em conta que esse composto foi eficaz no tratamento do diabetes mellitus (Rasmussen e Johnson, 2013; Perez-Gutierrez et al., 2010)

Em um estudo realizado por Alves et al. (2020) acerca dos compostos antinutricionais em frutos de gabioba e murici, demonstraram que, não foi detectado presença de compostos cianogênicos e fitatos nas frações casca e semente dos frutos avaliados, tão pouco inibidores de proteases (tripsina). No entanto, foi detectado apenas a presença de taninos, nos dois frutos nas frações casca e semente. Esse composto é considerado antinutrientes, devido ao efeito adverso na digestibilidade da proteína

O Baru (*Dipteryx alata Vog*) é uma leguminosa do tipo drupa, com formato ovalado e suavemente achatado, com coloração marrom, tegumento externo liso e brilhante, possuindo apenas uma amêndoa comestível (Guimarães et al., 2012; Canuto, 2015; Almeida et al., 2016). É um fruto identificado como uma rica fonte de compostos bioativos e estão presentes tanto na polpa como na amêndoa do fruto (LEMOS et al., 2012; (BATISTA et al., 2019).

Os compostos fenólicos predominantes nas nozes torradas são ácido gálico os ácidos elágico e gálico, e o ácido gálico derivado, como ésteres de ácido gálico e galotaninos (OLIVEIRA-ALVES et al., 2020). A polpa (mesocarpo) do baru foi apontada recente como potencial antioxidante natural, além disso, composição do óleo extraído da amêndoa do baru apresentou altos níveis de tocoferóis e ácidos graxos, como oleico (entre 50 e 54 %), linoleico (entre 23 e 25 %), além de pequenas quantidades dos ácidos palmítico, esteárico e ácido araquidônico (FETZER et al., 2018).

Entretanto, além de possuir importantes compostos bioativos o baru apresenta alguns compostos antinutricionais em sua composição. Foram encontradas substâncias antinutricionais no baru como tanino, ácido fítico e inibidor de tripsina, entretanto, verificaram que a torra foi suficiente para a inativação destes compostos antinutricionais (Sano et al., 2004).

A Cagaita (*Eugenia dysenterica*) é um fruto de forma oval, achatado ou elipsoide, quando maduro, apresentando coloração amarelo-claro e sabor ligeiramente ácido, com massa de 14 a 20g, sendo o epicarpo membranoso e de brilho intenso e o mesocarpo e o endocarpo carnosos (Silva et. al., 2015a; 2015b; Silva, 2016). Em sua composição, a cagaita apresenta compostos

bioativos, ela é considerada uma fonte de compostos antioxidante, vitamina C, vitaminas, minerais e compostos fenólicos (DONADO-PESTANA et al., 2015; DE SOUSA et al., 2018; JUSTINO et al., 2020).

Em um estudo atual mostrou a presença de polifenóis nos extratos de polpa de frutas de *E. dysenterica*, como derivados de ácido gálico e ferúlico, e glicósidos de miricetina, quercetina e kaempferol (JUSTINO et al., 2020). Entretanto, foi verificada na literatura a presença de compostos antinutricionais presente na *Eugenia dysenterica*, em um estudo de Abreu 2015, foram encontrados inibidores de tripsina, fitato e taninos na cagaita. No mesmo estudo citado anteriormente foi realizada análise de compostos cianogênicos e não foi encontrada incidência de cianogênicos na cagaita.

O açaí (*Euterpe oleracea*) é um fruto bastante consumido no Brasil que é amplamente encontrado na região da Amazônia, no entanto, apesar da biodisponibilidade de pigmentos importantes, a literatura relata elevado teor de taninos em sua composição, representando, aproximadamente, 4% dos antioxidantes (Felssner, 2016). Os dados sobre compostos antinutricionais, em frutos exóticos, são bem escassos. Nesse contexto, Machado et al., (2019) identificaram que a semente do açaí possui capacidade de reduzir diabetes no ser humano.

Em estudo sobre compostos antinutricionais em frutos do cerrado, não foram encontrados compostos cianogênicos nas sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), cagaita (*Eugenia dysenterica*) e mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trecul), porém na mesma os autores observaram a presença de compostos cianogênicos. No mesmo estudo foram encontrados inibidores de tripsina, fitato e taninos na mangaba, cagaita e na mama-cadela (Abreu, 2015).

Outro fruto que se encontra na região do cerrado é o Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb). Amplamente utilizado na cozinha tradicional e com propriedades nutricionais relevantes, o pequi apresenta taninos e fitatos na sua amêndoa, no entanto, tem se mostrado isento de inibidores de tripsina (Damiani et al., 2013)but its almond (also edible).

Em alguns trabalhos sobre toxicidades de frutos da região do cerrado, foi encontrada toxicidade por cianeto, que é produzido a partir de compostos cianogênicos, nas sementes de cagaita (*Eugenia dysenterica*), tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart), mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), jatobá (*Hymenaea courbaril*) e araticum (*Annona crassiflora*) (Fonseca et al., 2013).

Tendo em vista que a sazonalidade e a presença de compostos antinutricionais e tóxicos podem ser fatores limitantes ao consumo de frutos exóticos, o processamento pode se tornar grande aliado nesse processo, permitindo o acesso, minimizando os efeitos prejudiciais e, consequentemente, aumentando o consumo pela população nas mais variadas formas disponíveis (Sanchez, 2020).

O processamento vem como alternativa para prolongar o prazo de validade e garantir a qualidade do produto. Porém, pode promover alterações quanto à composição dos alimentos e interferir nas interações entre os constituintes dos alimentos. A pasteurização, um método de conservação, por sua vez, têm impacto positivo ao desativar enzimas indesejáveis e fatores antinutricionais (Sanchez, 2020).

Os antinutrientes interferem no valor nutricional dos alimentos, reduzindo a absorção de minerais, e a digestibilidade das proteínas, causando distúrbios de toxicidade e saúde quando presentes em altas concentrações. No entanto, esses compostos químicos podem, também, serem

evidentemente vantajosos para a humanidade, quando consumidos com sabedoria (Popova e Mihaylova, 2019), por isso, se tem a necessidade de intensificar as pesquisas em frutos poucos conhecidos.

A redução nos níveis de fatores antinutricionais em culturas comestíveis é uma área de interesse de pesquisa, devido à necessidade de evitar toxicidade e problemas de saúde associados, causados por esses antinutrientes e compostos tóxicos em produtos de origem vegetal (Gemedede e Ratta, 2014). Técnicas e processamentos vêm sendo utilizados como estratégias para superar os efeitos desses antinutrientes alimentares. Portanto, têm-se a necessidade de conhecer esses frutos, para que se obtenha dados cientificamente comprovados, podendo, dessa forma, contribuir para a expansão da pesquisa e, principalmente, para o aproveitamento integral desses frutos, sem que eles possam oferecer riscos à saúde de quem os consome.

Referências Bibliográficas

ALVES, V. M., DA SILVA, E. P., DE MOURA, A. G., ASQUIERI, E. R., & DAMIANI, C. Gabiroba and Murici: Study of the nutritional and antinutritional value of peel, pulp and seed. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. 152953260, 2020.

ABREU, P. A. D. A. Caracterização dos fatores nutricionais e antinutricionais de sementes de frutos do cerrado. Universidade Federal De Goiás Escola De Agronomia, 2015.

ARRUDA, H. S., & PASTORE, G. M. Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) as a source of nutrients and bioactive compounds for food and non-food purposes: A comprehensive review. **Food Research International**. v. 123, n.1, 2019.

ARRUDA, H. S., PEREIRA, G. A., & PASTORE, G. M. Oligosaccharide profile in Brazilian Cerrado fruit araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **LWT-Food Science and Technology**. v.76, n.1, p. 278-283, 2017.

ARRUDA, H. S., PEREIRA, G. A., DE MORAIS, D. R., EBERLIN, M. N., & PASTORE, G. M. Determination of free, esterified, glycosylated and insoluble-bound phenolics composition in the edible part of araticum fruit (*Annona crassiflora* Mart.) and its by-products by HPLC-E-SI-MS/MS. **Food chemistry**. v. 245, n.1, p. 738-749, 2018.

ALBUQUERQUE, J. S. (2016) Propagação vegetativa de guabiroba (*Campomanesia Xanthocarpa* Berg.) pelo método de enxertia (Trabalho de conclusão de curso). Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ALMEIDA, E. L., GOULART, G. A. S., CLARO NETO, S., CHIERICE, G. O., & SIQUEIRA, A. B. Preparação e caracterização de poliuretanos contendo diferentes quantidades de óleo de baru. **Polímeros**. v.26, n.2, p. 176-184, 2016.

ANUNCIAÇÃO, P. C., GIUFFRIDA, D., MURADOR, D. C., DE PAULA FILHO, G. X., DUGO, G., & PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. (2019). Identification and quantification of the native carotenoid composition in fruits from the Brazilian Amazon by HPLC–DAD–APCI/MS. **Journal of Food Composition and Analysis**. v.83, n.1. 2019.

BALDISSERA, M. D., SOUZA, C. F., GRANDO, T. H., COSSETIN, L. F., SAGRILLO, M. R., NASCIMENTO, K., KLEIN, B. (2017). Antihyperglycemic, antioxidant activities of tucumã oil (*Astrocaryum vulgare*) in alloxan-induced diabetic mice, and identification of fatty acid profile by gas chromatograph: New natural source to treat hyperglycemia. **Chemico-biological interactions**, 270, p.51-58. 2017 a.

BALDISSERA, M. D., SOUZA, C. F., DOLESKI, P. H., GRANDO, T. H., SAGRILLO, M. R., DA SILVA, A. S., MONTEIRO, S. G. Treatment with tucumã oil (*Astrocaryum vulgare*) for diabetic mice prevents changes in seric enzymes of the purinergic system: improvement of immune system. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 94, p. 374-379, 2017 b.

BATAGLION, G. A., DA SILVA, F. M. A., EBERLIN, M. N., & KOOLEN, H. H. F. Simultaneous quantification of phenolic compounds in Buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.f.) by ultrahigh

performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. **Food Research International**. v.66, p. 396–400, 2014.

BATISTA, F. O.; SOUSA, R. S. Compostos bioativos em frutos pequi (caryocar brasiliense camb.) E baru (dipteryx alata vogel) e seus usos potenciais: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 9259–9270, 2019.

BELISÁRIO, C. M., & CONEGLIAN, R. C. C. Qualidade de frutos de murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae) armazenados sob refrigeração. **Global Science and Technology**. v.6, n. 2, p. 95-101, 2013.

BOUAYED, J., HOFFMANN, L., & BOHN, T. Total phenolics, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity following simulated gastro-intestinal digestion and dialysis of apple varieties: Bioaccessibility and potential uptake. **Food chemistry**. v.128, n.1, p.14-21, 2011.

BRAGA V. P. (2017). Avaliação do encapsulamento de sementes recalcitrantes de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. BERG (Dissertação de mestrado). Curso de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Jataí.

CAMPOS, P. M., DA SILVA HORINOUCI, C. D., DA SILVEIRA PRUDENTE, A., CECHINEL-FILHO, V., DE ALMEIDA CABRINI, D., & OTUKI, M. F. Effect of a *Garcinia gardneriana* (Planchon and Triana) Zappi hydroalcoholic extract on melanogenesis in B16F10 melanoma cells. **Journal of ethnopharmacology**. v148, n1, p. 199-204, 2013.

CANDIDO, T. L. N., SILVA, M. R., & AGOSTINI-COSTA, T. S. Bioactive compounds and antioxidant capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) from the Cerrado and Amazonbiomes. **Food Chemistry**. v. 177, p. 313–319, 2015.

CANUTO, D. S. O. Sementes de Baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Conexão Eletrônica**. v. 12, n.1, p. 1-12, 2015.

CARDOSO, D., SÄRKINEN, T., ALEXANDER, S., AMORIM, A. M., BITTRICH, V., CELIS, M., .FORZZA, R. C. Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v.140, p. 10695–10700. 2017.

CARDOSO, L. M., DA SILVA OLIVEIRA, D., DE FREITAS BEDETTI, S., MARTINO, H. S. D., & PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) from the Brazilian Cerrado: chemical composition and bioactive compounds. **Fruits**. v.68, n.2, p.121-134, 2013.

CARDOSO, L. M., DE LAZZARI REIS, B., DA SILVA OLIVEIRA, D., & PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) from the Brazilian Cerrado: nutritional value, carotenoids and antioxidant vitamins. **Fruits**. v.69, n. 2, p. 89-99, 2014.

CHAMBERS S, LOBB A, BUTLLER, L.; Harvey, K.; Traill, B. Local, national and imported foods: a qualitative study. **Appetite**. v. 49, p. 208–13, 2007.

DAMIANI, C.; ALMEIDA, T.L.; COSTA, N.V.; MEDEIROS, N.X.; SILVA, A.G.M.; LAGE, M.E.; BECKER, F.S. . Perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais de amêndoas de pequi crua e torrada. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**. v.43, 2013.

- DA SILVA, C. A., ROSA, I. A., DE SOUZA, T. C., & DOS SANTOS, M. H. Evaluating four modes of extraction to analyze bioactive compounds in *Garcinia brasiliensis* (bacupari) by high-performance liquid chromatography diode-array detection (HPLC-DAD). **Natural Product Research**. v.1, n.1, p. 1-5. 2020.
- DE LIMA, J. P., AZEVEDO, L., DE SOUZA, N. J., NUNES, E. E., & BOAS, E. V. D. B. V. First evaluation of the antimutagenic effect of mangaba fruit in vivo and its phenolic profile identification. **Food Research International**. v.75, p. 216-224, 2015.
- DE SOUSA, E. R. B.; CAMILO, Y. M. V.; VERA, R. Cagaita— *Eugenia dysenterica*. **Exotic Fruits**. p. 77–83, 2018.
- DE SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A.; QUEIROZ, P. F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food chemistry**. v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.
- DE SOUZA FILHO, O. C., SAGRILLO, M. R., GARCIA, L. F. M., MACHADO, A. K., CADONÁ, F., RIBEIRO, E. E., ... & DA CRUZ, I. B. M. The in vitro genotoxic effect of Tucuma (*Astrocaryum aculeatum*), an Amazonian fruit rich in carotenoids. **Journal of medicinal food**. v.16, n.11, p. 1013-1021, 2013.
- DE SOUZA MESQUITA, L. M., NEVES, B. V., PISANI, L. P., & DE ROSSO, V. V. Mayonnaise as a model food for improving the bioaccessibility of carotenoids from *Bactris gasipaes* fruits. **LWT**. v.122, p.1-10, 2020.
- DONADO-PESTANA, C. M.; BELCHIOR, T.; GENOVESE, M. I. Phenolic compounds from cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) fruit prevent body weight and fat mass gain induced by a high-fat, high-sucrose diet. **Food Research International**. v 77, n. 2, p. 177-185, 2015.
- EDELVIO DE BARROS, G., SUYARE ARAÚJO, R., NAYJARA CARVALHO, G., NISHA, N., & NARENDRA, N. (2013). A rapid method for determination of some phenolic acids in Brazilian tropical fruits of mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) and umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Camara) by UPLC. **Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation**. v.3, n.3., 2013.
- FELSSNER, K. DOS SANTOS. Avaliação nutricional da semente de açaí (*Euterpe oleracea* Mart .) como ingrediente. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringpa., 2016.
- FONSECA, R. C.; SOUZA, N.A.; CORREA, T.C.L.; GARCIA, L.F.; REIS, L.G.V.; RODRIGUEZ, A.G. . Assessment of toxic potential of cerrado fruit seeds using *Artemia salina* bioassay. **Food Science and Technology**. v. 33, n.2, p. 251-256, 2013.
- GARNETT, T. *Cooking Up a Storm: Food, Greenhouse Gas Emissions and Our Changing Climate*. Surrey: University of Surrey, Food Climate Research Network, Centre for Environmental Strategy. (2008).
- GAWLIK-DZIKI, U., JEŻYNA, M., ŚWIECA, M., DZIKI, D., BARANIAK, B., & CZYŻ, J. Effect of bioaccessibility of phenolic compounds on in vitro anticancer activity of broccoli sprouts. **Food Research International**. v.49, n.1, p. 469-476, 2012.

GEMEDE, Habtamu Fekadu; RATTA, Negussie. Antinutritional factors in plant foods: Potential health benefits and adverse effects. **International Journal of Nutrition and Food Sciences**, v. 3, n. 4, p. 284-289, 2014.

GUIMARÃES, R. C. A., FAVARO, S. P., VIANA, A. C. A., BRAGA NETO, J. A., NEVES, V. A., & HONER, M. R. Study of the proteins in the defatted flour and protein concentrate of baru nuts (*Dipteryx alata* Vog). **Food Science and Technology**. v. 32, n.3, p. 464-470, 2012.

HIGUCHI, K.; SAITO, I.; MARUYAMA, K.; EGUCHI, E.; MORI, H.; TANNO, S.; SAKURAI, S.; ISHIDA, T.K.; NISHIDA, W.; OSAWA, H.; TANIGAWA, T. Associations of serum β - arotene and retinol concentrations with insulin resistance: the toon health study. **Nutrition**. v.31, p. 975-980, 2016.

IONTA, M., FERREIRA-SILVA, GA, NIERO, EL, COSTA, EDM, MARTENS, AA, ROSA, W., ... & SANTOS, MH. A 7-Epiclusianona, uma benzofenona extraída de *Garcinia brasiliensis* (Clusiaceae), induz a parada do ciclo celular na transição G1 / S nas células A549. **Molecules**, v.20, n.7, p. 12804-12816, 2015.

JUSTINO, A. B., PEREIRA, M. N., PEIXOTO, L. G., VILELA, D. D., CAIXETA, D. C., DE SOUZA, A. V., ESPINDOLA, F. S. Hepatoprotective properties of a polyphenol-enriched fraction from *Annona crassiflora* Mart. fruit peel against diabetes-induced oxidative and nitrosative stress. **Journal of agricultural and food chemistry**. v.65, n.22, p. 4428-4438, 2017.

KOOLEN, H. H., DA SILVA, F. M., DA SILVA, V. S., PAZ, W. H., & BATAGLION, G. A. Buriti fruit *Mauritia flexuosa*. **Exotic Fruits**. v.1, n.1, p. 61-67, 2018.

MACDIARMID, J. I. Sazonalidade e exigências alimentares: a ingestão de alimentos sazonais contribuirá para a saúde e a sustentabilidade ambiental?. **Anais da Sociedade de Nutrição**, v. 73, n. 3, p. 368-375, 2014.

LEMOS, M. R. B.; SIQUEIRA, E. M. DE A.; ARRUDA, S. F. The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential of baru nuts [*Dipteryx alata* Vog.]. **Food Research International**. v.48, n.2, p.592-597, 2012.

MANHÃES, L. R. T., & SABAA-SRUR, A. U. O. Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Pará. **Food Science and Technology**. v.31, n. 4, p. 856-863, 2011.

MARIUTTI, L. R. B.; RODRIGUES, E.; MERCADANTE, A.Z. Carotenoids from *Byrsonima crassifolia*: Identification, quantification and in vitro scavenging capacity against peroxy radicals. **Journal of food composition and analysis**, v. 31, n. 1, p. 155-160, 2013.

MATOS, K. A. N.; LIMA, D. P.; BARBOSA, A. P. P.; MERCADANTE, A. Z.; CHISTÉ, R. C. Peels of tucumã (*Astrocaryum vulgare*) and peach palm (*Bactris gasipaes*) are by-products classified as very high carotenoid sources. **Food Chemistry**. vol. 272, n. 1, p. 216-221. 2019.

MONTEIRO, D. C. B.; PIRES C. R. F. (2016). Avaliação da estabilidade físico-química de geleias de murici armazenadas sob diferentes condições de temperatura e luminosidade. **Desafios Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**. v. 3, n.especial, p. 87-98.

- MORAIS, E. C., PATIAS, S. G. O., FERREIRA, N. S. S., PICANÇO, N. F., RODRIGUES, E. C., NASCIMENTO, E., FARIA, R. A. P. G. Compostos bioativos e características físico-químicas de polpa de araticum in natura e pasteurizada. **Brazilian Journal of Food Technology**. vol. 20, n.1, p. 1-9, 2017.
- NEVES, L.C., TOSIN, J.M., BENEDETTE, R.M., CISNEROS-ZEVALLOS, L. Post-harvest nutraceutical behaviour during ripening and senescence of 8 highly perishable fruit species from the Northern Brazilian Amazon region. **Food Chemistry**. v.174, p. 188–196, 2015.
- NEVES, L.C.; DA SILVA, P.M.C.; LIMA, C.G.B.; BASTOS, V.J.;ROBERTO, S.R. Study to determine the optimum harvest date of Murici (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth.) from quality and functional attributes. **Scientia Horticulturae**. v. 188, p. 49-56, 2015.
- OLIVEIRA-ALVES, S. C. et al. Identification of functional compounds in baru (*Dipteryx alata* Vog.) nuts: Nutritional value, volatile and phenolic composition, antioxidant activity and anti-proliferative effect. **Food Research International**. v.131, n.1, 2020.
- PAZ, W. H., DE ALMEIDA, R. A., BRAGA, N. A., DA SILVA, F. M., ACHO, L. D., LIMA, E. S., KOOLEN, H. H. Remela de cachorro (*Claviija lancifolia* Desf.) fruits from South Amazon: Phenolic composition, biological potential, and aroma analysis. **Food research international**. v.109, 112-119 p., 2018.
- PEREZ-GUTIERREZ, R. M., MUÑIZ-RAMIREZ, A., GOMEZ, Y. G., & RAMÍREZ, E. B. Anti hyperglycemic, anti hyperlipidemic and anti glycation effects of *Byrsonima crassifolia* fruit and seed in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. **Plant foods for human nutrition**. v. 65, n. 4, p. 350-357, 2010.
- PEREIRA-FREIRE, J. A., OLIVEIRA, G. L. D. S., LIMA, L. K. F., RAMOS, C. L. S., ARCANJO-MEDEIROS, S. R., LIMA, A. C. S. D., LOPES, L. D. S. In Vitro and Ex Vivo Chemopreventive Action of *Mauritia flexuosa* Products. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**. v.2018, p.1-13, 2018.
- POPOVA, Aneta; MIHAYLOVA, Dasha. Antinutrients in Plant-based Foods: A Review. **The Open Biotechnology Journal**, v. 13, n. 1, 2019.
- PRADO, L. G., ARRUDA, H. S., ARAUJO, N. M. P., DE OLIVEIRA BRAGA, L. E., BANZATO, T. P., PEREIRA, G. A., ... & VENDRAMINI-COSTA, D. B. Antioxidant, antiproliferative and healing properties of Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) peel and seed. **Food Research International**. v.133, n.1, 2020.
- RASMUSSEN, H. M.; JOHNSON, E. J. Nutrients for the aging eye. **Clinical interventions in aging**, v. 8, p. 741, 2013.
- RANI, V., DEEP, G., SINGH, R. K., PALLE, K., & YADAV, U. C. Oxidative stress and metabolic disorders: pathogenesis and therapeutic strategies. **Life sciences**. v.148, p. 183-193, 2016.
- RESENDE, L. M., FRANCA, A. S., & OLIVEIRA, L. S. Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. **Food chemistry**. v.270, p. 53-60, 2019.

RUFINO, M. D. S. M., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., TABERNERO, M., ALVES, R. E., DE BRITO, E. S., & SAURA-CALIXTO, F. Acerola and cashew apple as sources of antioxidants and dietary fibre. **International Journal of Food Science and Technology**. v. 45, n. 11, p. 2227–2233, 2010.

SAMPAIO, T. S., & NOGUEIRA, P. C. L. Volatile components of mangaba fruit (*Hancornia speciosa* Gomes) at three stages of maturity. **Food Chemistry**. v.95, n. 4, p. 606-610, 2006.

SANCHEZ, B. A. O.; CELESTINO, S. M.C.; GLORIA, M.B.A.; CELESTINO, I.C.; LOZADA, M.I.O.; JUNIOR, S.D.A.; ALENCAR, E.R.; OLIVEIRA, L.L. Pasteurization of Passion Fruit *Passiflora Setacea* Pulp To Optimize Bioactive Compounds Retention. **Food Chemistry: X**. v.6, p. 100084, 2020.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. Baru: biologia e uso. **Documentos, Embrapa Cerrados**, 116, p. 62, 2004.

SILVA, L. L., CARDOSO, L. M., & PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. (2015a). Influência do branqueamento, pasteurização e congelamento nas características físico-químicas, nos carotenoides e no valor de vitamina A de polpa de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v. 74, n.1, p. 30-38, 2015a.

SILVA, S. M. M., SILVA, C. A. G., BAZZO, Y. M. F., MAGALHÃES, P. O., & SILVEIRA, D. (2015b). Eugenia Dysenterica Mart. Ex DC. (cagaita): Planta brasileira com potencial terapêutico. **Infarma Ciências Farmacêuticas**. v.27, n.1, p. 49-95, 2015 b.

SILVA, M. M. M. Estudo do desenvolvimento fisiológico da cagaita (*Eugenia dysenterica*) (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2016.

SLUIJS, I., CADIER, E., BEULENS, J. W. J., SPIJKERMAN, A. M. W., & VAN DER SCHOUW, Y. T. Dietary intake of carotenoids and risk of type 2 diabetes. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**. v. 25, n.4, p. 376-381, 2015.

SOUZA, M. P., BATAGLION, G. A., DA SILVA, F. M. A., DE ALMEIDA, R. A., PAZ, W. H. P., NOBRE, T. A. KOOLEN, H. H. F. Phenolic and aroma compositions of pitomba fruit (*Talisia esculenta* Radlk.) assessed by LC-MS/MS and HS-SPME/GC-MS. **Food Research International**. v.83, p.87–94, 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral as matérias primas de origem vegetal apresentam elevado potencial para o seu aproveitamento integral, uma vez que os coprodutos gerados possuem alto valor agregado e podem ser fontes de nutrientes. Por outro lado, os compostos tóxicos e antinutricionais presentes nessas matérias primas podem atuar como limitantes de sua utilização. As tecnologias empregadas durante o processamento são ferramentas fundamentais para eliminação de propriedades prejudiciais à saúde do consumidor, otimização da extração de compostos de interesse e agregação de valor a resíduos que outrora seriam problemas ambientais a serem tratados pela indústria de alimentos.

Os frutos amazônicos e do cerrado são considerados pela literatura como super frutas, uma vez que trazem em sua composição uma riqueza nutricional pouco explorada. No entanto, os fatores limitantes ao uso desses frutos na alimentação humana não podem ser menosprezados, requerendo uma dedicação maior da ciência e tecnologia de alimentos quanto a sua caracterização ampla e aprofundada.



EDUFT

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS