



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

RAIMUNDO NONATO DA SILVA BARBOSA JUNIOR

**PROCESSOS DE BENEFICIAMENTO E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO
PROCESSAMENTO DO CAJU (*Anacardium occidentale*) UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

FORTALEZA-CE

2020.1

RAIMUNDO NONATO DA SILVA BARBOSA JUNIOR

PROCESSOS DE BENEFICIAMENTO E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO
PROCESSAMENTO DO CAJU (*Anacardium occidentale*) UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de alimentos Centro de ciências agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Julio Cesar Barbosa Rocha.

FORTALEZA-CE

2020.1

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B211p Barbosa Junior, Raimundo Nonato da Silva.

Processos de beneficiamento e aproveitamento de resíduos do processamento do caju (*Anacardium occidentale*) uma revisão bibliográfica / Raimundo Nonato da Silva Barbosa Junior. – 2020.

51 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Alimentos, Fortaleza, 2020.

Orientação: Prof. Dr. Julio Cesar Barbosa Rocha.

1. Resíduos. 2. Cinza da casca da castanha de caju. 3. Líquido da castanha do caju. I. Título.

CDD 664

RAIMUNDO NONATO DA SILVA BARBOSA JUNIOR

PROCESSOS DE BENEFICIAMENTO E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO
PROCESSAMENTO DO CAJU (*Anacardium occidentale*) UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia de
alimentos Centro de ciências agrárias da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial à obtenção do grau de bacharel em
Engenharia de Alimentos.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Julio Cesar Barbosa Rocha (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Andrea Cardoso de Aquino
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Mestre José Diogo da Rocha Viana
Universidade Federal de Santa Catarina

A Deus.

A minha esposa Mayara e meu filho Samuel.

RESUMO

A fruticultura brasileira cresce a cada dia contribuindo para o desenvolvimento da agricultura brasileira, na região nordeste o destaque é para a cajucultura que contribui como uma atividade de elevada importância socioeconômica. Os Estados do Ceará, Paraíba, e Rio Grande do Norte representam o maior peso em produção de (ACC), já o pedúnculo é aproveitado sob a forma de sucos, doces, farinha, geleias, néctares, e fermentados, representando apenas 15% da produção do pedúnculo. Por meio do processamento da cajucultura são gerados 3 principais resíduos que são o bagaço de caju que é proveniente do pedúnculo de caju, líquido da castanha (LCC) e as cinzas da casca da castanha de caju (CCCC) ambos pertencentes a castanha de caju. Evidenciando a necessidade da aplicação de tecnologias voltadas para o aproveitamento para esses resíduos, por este motivo esta revisão bibliográfica traz algumas das formas de transformar resíduos da indústria da cajucultura que seriam desperdiçados em produtos de valor comercial e utilidade social como enzimas, pectinases, aromas, corantes naturais, biogás, adsorvente em tratamento de efluentes, etanol, plástico, biodiesel, tijolo, argamassa, larvicida, repelente, agentes modificadores de ligante asfáltico e relógio inteligente (Smartwatch).

Palavras-chave: Resíduos; Cinza da casca da castanha de caju (CCCC); líquido da castanha do caju (LCC);

ABSTRACT

Brazilian fruit growing grows every day contributing to the development of Brazilian agriculture, in the Northeast region the highlight is the cashew culture which contributes as an activity of high socioeconomic importance. The states of Ceará, Paraíba, and Rio Grande do Norte represent the largest weight in production of (ACC), since the peduncle is used in the form of juices, sweets, flour, jellies, nectars, and fermented, representing only 15% of the stalk production. Through the processing of the cashew nut, 3 main residues are generated, which is the cashew bagasse that comes from the cashew stalk, chestnut liquid (LCC) and the ashes of the cashew nut shell (ACPC), both belonging to the cashew nut. Evidencing the need for the application of technologies aimed at the use of these residues, for this reason this bibliographic review brings some of the ways to transform residues from the cashew industry that would be wasted in products of commercial value and social utility such as enzymes, pectinases, aromas, natural dyes, biogas, adsorbent in wastewater treatment, ethanol, plastic, biodiesel, brick, mortar, larvicide, repellent, asphalt binder modifying agents and smart watch (Smartwatch).

Keywords: Waste; Ash from the cashew nut shell (ACPC); cashew nut liquid (LCC).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Caju.....	15
Figura 2	– Corte longitudinal da castanha-de-caju	16
Figura 3	– Estrutura da biomassa lignocelulósica.....	19
Figura 4	– Lavagem dos cajus com água clorada na fábrica de suco Gaia, da Itauera, no Município de Palhano, CE	21
Figura 5	– Descastanhamento utilizando fio de nylon	22
Figura 6	- Máquina descastanhadora	23
Figura 7	- Despoldadeira do pedúnculo de caju	24
Figura 8	- Fluxograma de processamento de néctar de caju	25
Figura 9	- Peneira vibratória	26
Figura 10	- Centrífuga	28
Figura 11	- Dercoticador	29
Figura 12	- Estufa de desidratação	30
Figura 13	- Bagaço do caju obtido do processamento do pedúnculo	32
Figura 14	- Estrutura da biomassa lignocelulósica	32
Figura 15	- LCC (Líquido da casca da castanha de caju)	33
Figura 16	- Cinzas da casca da castanha de caju	34
Figura 17	- Hamburger de caju moldado	40
Figura 18	- Preparação do hamburger de caju	40

LISTA DE TABELAS

Tabela – Produção de castanha de caju no Brasil, por Região e estados do Nordeste, 1 entre 2007 e 2017 (em toneladas)	17
Tabela – Constituintes voláteis identificados no permeado do suco de 2 caju.....	38

LISTA DE ABREVIACÕES

ACC	Amdoa da castanha de caju
(BC)	Bagaço de caju
(CCCC)	Cinza da casca da castanha de caju
(CSSC)	Célula Solar Sensibilizada com Corante
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatistica
FES	Fermentação em estado sólido
FS	Fermentação submersa
FSS	Fermentação semi-sólida
LCC	Resina líquida cáustica da castanha de caju
(SBC)	Suporte de bagaço de caju
(SHF)	Fermentação e Hidrólise Separadas
(SSF)	Fermentação e Hidrólise Simultâneas
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO14

- 1.1 Objetivo geral15
- 1.2 Objetivos específicos15

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA16

- 2.1 Aspectos botânicos16
- 2.2 Aspectos Econômicos17
 - 2.2.1 CastanhaErro! Indicador não definido.
 - 2.2.2 Caju (pedúnculo)19
- 2.3 Resíduos Agroindustriais da Cajucultura32
 - 2.3.1 Bagaço do pedúnculo de caju32
 - 2.3.2 LCC (líquido da castanha do caju)33
 - 2.3.3 Cinza da casca da castanha de caju (CCCC)34

3 TECNOLOGIAS APLICADAS AO APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA CAJUCULTURA35

- 3.1 Bagaço do pedúnculo de caju35
 - 3.1.1 Produção e recuperação de enzimas35
 - 3.1.2 Produção de pectinases36
 - 3.1.3 Produção de corantes naturais36
 - 3.1.4 Produção de aroma natural37
 - 3.1.5 Produção de biogás39
 - 3.1.6 Adsorvente em tratamento de efluentes39
 - 3.1.7 Produção de etanol de segunda geração proveniente do bagaço de pedúnculos do caju40
- 3.2 Resíduos da castanha de caju42
 - 3.2.1 Utilização da cinza da casca da castanha de caju (CCCC) na confecção de tijolos e argamassas42
 - 3.2.2 Utilização do líquido da castanha de caju (LCC) como larvicida42
 - 3.2.3 Plástico termofixo à base de cardanol43
 - 3.2.4 Líquido da casca da castanha-de-caju (LCC) como repelente do caruncho-do-bambu *Bambusa vulgaris*43
 - 3.2.5 Utilização das propriedades antioxidantes do cardanol hidrogenado para aplicação do biodiesel de algodão43

3.2.6 Utilização do (LCC) e seus derivados como agentes modificadores de ligante asfáltico⁴⁴

3.2.7 Confeção de Relógio inteligente (Smartwatch) a Partir do Líquido da Casca da Castanha de Caju (LCC)⁴⁴

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS⁴⁵

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS⁴⁶

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira vem dia a dia alcançando uma maior expressão na agricultura brasileira, essa atividade ocupa cerca de 2 milhões de hectares do território nacional e gera mais de 5 milhões de empregos (MUNIZ, 2017). Isso permitiu em 2018 que o Brasil alcançasse o segundo lugar como maior produtor de frutas tropicais do mundo, ficando atrás apenas de Barbados (FAO, 2020). Na região nordeste se destaca a cajucultura como uma atividade de peso socioeconômico principalmente nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí sendo que nestes estados se concentram os maiores plantios do país até 2017 (ETENE, 2018). Diversos produtos da cajucultura podem ser explorados comercialmente, como por exemplo: a castanha, o caju (pedúnculo) bastante utilizado na produção de sucos, cajuína, a madeira proveniente da poda, ração animal entre outros produtos. O caju (pedúnculo), também é bastante comercializado como fruto de mesa e o líquido que é proveniente do processamento da castanha de caju (LCC) também pode ser comercializado, ele é usado como base para revestimentos, plastificantes para borracha, isolantes elétricos, vernizes, reveladores fotográficos, tintas, abrasivos, esmaltes e antioxidantes (ETENE, 2018).

A utilização industrial do caju na indústria de frutas, possui importante papel na região nordeste do país, onde se é voltado basicamente para o aproveitamento da amêndoa da castanha (ACC) e em baixa escala o pedúnculo, esse segundo é aproveitado sob a forma de sucos, doces, farinha, geleias, néctares, e fermentados, estima-se que o total processado do pedúnculo represente 15% da produção do mesmo (CAMPOS et al., 2005).

Os resíduos gerados pelo processamento industrial do caju, principalmente no processamento de sucos popularmente conhecidos como bagaço do caju, em geral, são reaproveitados para o enriquecimento da ração animal ou descartados (PINHO, 2009). Por conta da baixa reutilização deste subproduto, o bagaço do caju gera uma estimativa de perda do pedúnculo acima de 80% do total processado (Prommajak et al., 2014). No Brasil a indústria beneficiadora da cajucultura gerou, em 2015, em torno de 79.134 toneladas de cascas de castanha de caju e aproximadamente 2,0 milhões de toneladas de bagaço de caju (IBGE, 2015).

1.1 Objetivo geral

Estudar sobre os principais resíduos gerados pela indústria de beneficiamento de caju bem como as técnicas e métodos empregados para o aproveitamento desses resíduos.

1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos foram:

- I. Descrever os aspectos botânicos da cajucultura;
- II. Apresentar o quadro econômico brasileiro da cajucultura;
- III. Apresentar os processos tecnológicos de beneficiamento do caju;
- IV. Apresentar os resíduos agroindustriais da cajucultura;
- V. Apresentar as tecnologias desenvolvidas para o aproveitamento dos resíduos da cajucultura;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

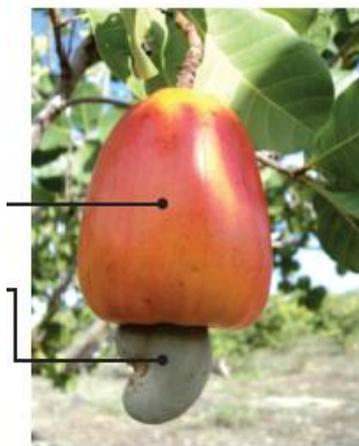
2.1 Aspectos botânicos do caju

Segundo Serrano e Pessoa (2016) o cajueiro pertence à família *Anacardiaceae* sendo composta por volta de 70 gêneros e 700 espécies. O cajueiro pertence ao gênero *Anacardium*, constituído por aproximadamente 22 espécies, divididas em 21 espécies originárias das Américas do Sul e Central e uma espécie da Malásia. Das 22 espécies de cajueiro relatadas, apenas a espécie *Anacardium occidentale L.*, que tem sua origem brasileira, é comercialmente explorada. O cajueiro é uma planta que requer alta luminosidade, temperatura média anual que varia entre 22 e 32 °C. Já os solos aptos ao cultivo do cajueiro segundo Ribeiro et al. (2008) são solos profundos, arenosos, bem-drenados com baixos níveis de alumínio trocável e pH variando entre 4,5 e 6,5 são os mais indicados.

O Caju (Figura 1) é formado por castanha (fruto verdadeiro) e o pedúnculo (pseudofruto) o pseudofruto do caju é comumente tratado como fruto sendo chamado apenas de caju esse pseudofruto possui características tais como macio, piriforme, também comestível, de cor alaranjada ou avermelhada. (SOUSA, 2018).

Figura 1 - caju

PEDÚNCULO
CASTANHA

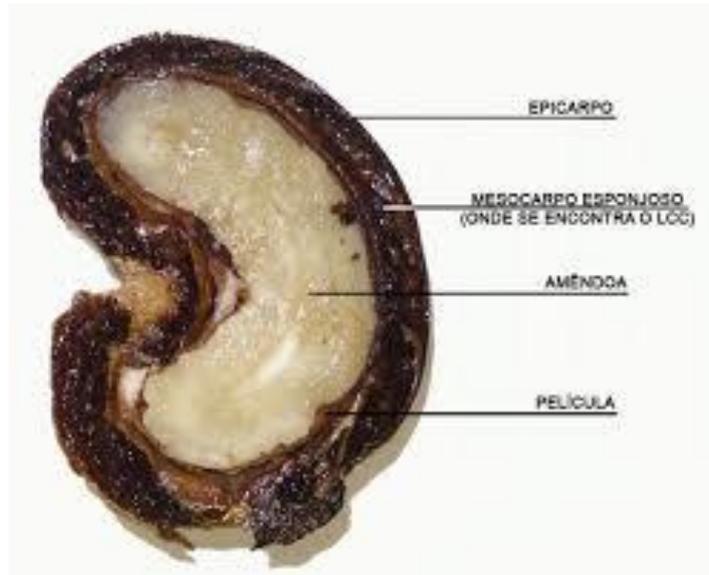


Fonte: (SERRANO; PESSOA, 2016)

Segundo a Fundação Banco do Brasil (2010) o caju é classificado como fruto não climatérico, ocorrendo o decréscimo contínuo na taxa respiratória após a colheita, havendo ausência na produção de etileno e de alterações no amadurecimento.

A castanha (Figura 2), verdadeiro fruto do cajueiro, possui cor marrom-acinzentada e é composta por pericarpo e pela amêndoa, a casca da castanha é o pericarpo o qual é constituído por três camadas: endocarpo, mesocarpo e epicarpo. O epicarpo é a camada mais externa, o mesocarpo é uma camada intermediária, o endocarpo é a camada mais interna da castanha, possui aspecto duro o qual desempenha a função de proteger a amêndoa. (ARAÚJO, 2013).

Figura 2 – Corte longitudinal da castanha-de-caju



Fonte: (NOVAIS, 2013)

2.2 Aspectos Econômicos do caju

No ano de 2016 a ocupação territorial de plantações de caju no Brasil correspondia a 594 mil hectares, em que deste valor 99,4 % concentrava-se na região Nordeste, sendo o Ceará como principal produtor com 384 mil hectares, ou seja, 64,7% das plantações de caju. O Ceará apresenta-se como principal produtor de castanha de caju no país e conforme dados estatísticos levantado pelo IBGE, assim ele produziu de 2016 a 2017, quase 53.000 toneladas de castanhas. (IBGE, 2017).

Tabela 1 - Produção de castanha de caju no Brasil, por Região e estados do Nordeste, entre 2007 e 2017 (em toneladas)

<i>BRASIL/REGIÃO/UF</i>	Anos										
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<i>Norte</i>	2.178	2.659	2.383	2.594	3.318	3.495	2.311	1.663	1.651	1.453	1.466
Nordeste	138.200	240.124	217.567	101.478	227.191	76.824	107.090	105.789	101.456	73.004	131.90
Maranhão	6.236	6.534	6.473	6.871	5.114	4.925	4.980	5.177	4.093	4.848	5.665
Piauí	23.744	56.223	42.963	14.591	45.773	8.923	12.863	12.347	12.751	11.189	17.100
Ceará	53.420	121.045	104.421	39.596	111.718	38.574	53.112	51.211	52.118	30.968	81.098
<i>Rio Grande do Norte</i>	40.408	42.593	48.918	26.601	54.252	18.003	28.109	27.405	22.337	18.169	20.670
Paraíba	2.901	3.238	3.152	2.231	1.897	818	1.025	991	960	897	893
(PE)	4.919	5.633	5.827	5.564	6.293	3.401	2.067	2.745	3.164	2.906	2.411
Alagoas	447	531	534	584	388	770	665	634	612	649	697
Bahia	6.125	4.327	5.279	5.440	1.756	1.410	4.269	5.279	5.421	3.378	3.372
(CO)	297	470	555	270	276	311	278	261	256	96	93
Brasil	140.675	243.253	220.505	104.342	230.785	80.630	109.679	107.713	103.363	74.553	133.465

Fonte: ETENE, 2018

2.2.1 Castanha

A implantação da cajucultura comercial no Nordeste iniciou-se na década de 70 e teve o apoio da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Na época utilizaram dois mecanismos de incentivo fiscal: o Fundo de Investimentos Setoriais para reflorestamento com árvores de caju e o Fundo de Investimentos do Nordeste para o desenvolvimento da indústria processadora de castanha. Através desses dois incentivos foi implantado aproximadamente 300 mil ha de caju gigante e as 10 grandes indústrias processadoras em Fortaleza, Teresina e Mossoró. (SOUZA FILHO et al., 2010).

Figueiredo et al., 2009 destaca que a castanha é o produto mais comercializado pela maioria dos cajucultores do Brasil. Nas propriedades rurais se inicia o processo produtivo do caju, primeiro é realizada a separação do pedúnculo e da castanha, em seguida, é realizada uma secagem natural da castanha utilizando a exposição ao sol, ao fim desta etapa elas são vendidas em sua maioria para atravessadores que repassam para as grandes indústrias processadoras.

A produção de amêndoa de castanha de caju no Brasil (ACC) está concentrada na região Nordeste representando 98,8% de toda a produção nacional de ACC. De acordo com ETENE, (2018) no ano de 2017, a Região produziu 132 mil toneladas e o estado que obteve a maior produção nacional foi o Ceará representando 60,8% da produção nacional ou 81 mil toneladas. “A castanha de caju é o segundo produto na

pauta de exportações cearense, e chegou a gerar US\$ 140.515.788 em 2006, cerca de três quartos do volume total exportado, enquanto o mercado interno produzia cerca de R\$ 72 milhões”. (LIMA, 2017 apud FIEC, 2007). Apesar de não existir valores precisos sobre o total desprezado do pseudofruto, estima-se um desperdício de 80 a 90% do pedúnculo. (SOUZA FILHO et al., 2010). No Ceará se destacam como produtores de castanhas de caju os municípios de Aracati, Aracoiaba, Barreira, Beberibe, Bela Cruz, Cascavel, Itapipoca, Pacajus e Russas. (RECODAF, 2018 apud CONAB, 2017a).

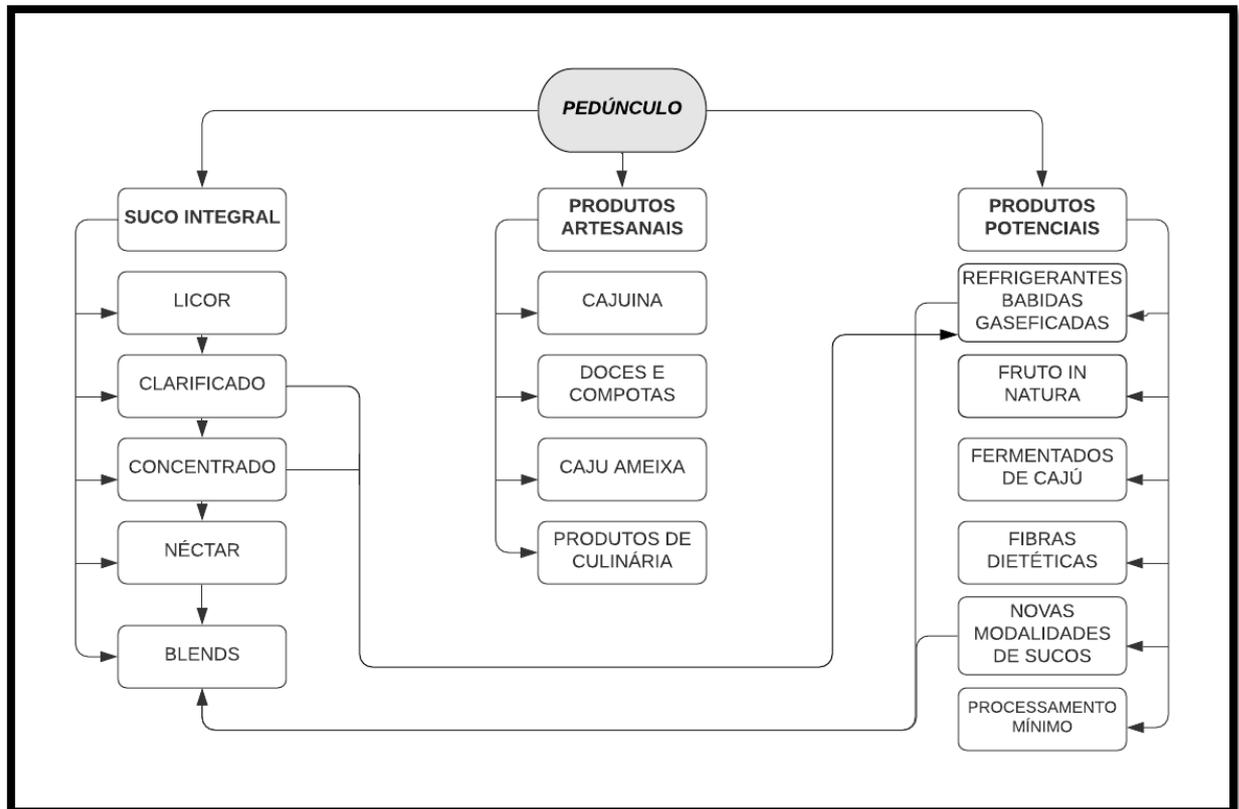
Em 2011 o Brasil que era o quinto maior produtor mundial de castanha de caju, no ano de 2016 caiu para a décima quarta posição, produzindo apenas 1,5% do volume mundial de castanha produzido. (ETENE, 2018) Segundo o ETENE (2018, apud ETENE, 2009). Estima-se que a capacidade instalada de processamento de castanha de caju no Nordeste seja em 295 mil toneladas por ano, contudo a Região só conseguiu produzir aproximadamente um quarto desse volume. os maiores produtores mundiais de castanha de caju em 2016 foram Vietnã, a Nigéria, a Índia e a Costa do Marfim com 70,6% da produção global do produto. (ETENE, 2018 apud FAO, 2018). Em 2018 Brasil ocupava a nona posição na produção de castanha, porém ocupa a primeira posição na produção mundial de pedúnculo (FAO, 2018).

Enquanto em países como a Nigéria e Filipinas tem aumentado a sua produtividade, no Brasil tem ocorrido uma perda de participação no mercado mundial e aumentado as importações em decorrência da sua contínua queda de produtividade de castanha (ETENE, 2018).

2.2.2 Caju (pedúnculo)

O pedúnculo de caju possui um alto potencial de aproveitamento industrial, de sua fração líquida são produzidos diversos produtos tais como suco integral, clarificado, cajuínas, néctares, concentrado e refrigerante. Já na sua fração sólida temos produtos como produtos desidratados, compotas, doces e muitos outros (ARAÚJO, 2013).

Figura 3 – Fluxograma do aproveitamento industrial do pedúnculo de caju.



FONTE: ARAÚJO, 2013

A cajucultura desempenha uma importante função na economia rural nordestina, auxilia na complementação da renda do agricultor agindo como um fluxo monetário na fase do ano em que existem poucas opções de produção. Uma vantagem do caju, é sua capacidade de produção na seca, de agosto a dezembro, período que normalmente ocorre a entressafra, auxiliando a economia rural, agindo de forma semelhante ao que antes cumpria o algodão. (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010).

Segundo Simprod (2018) o consumo de produtos industrializados de caju são a principal forma de consumo e comercialização da fruta, isso em ambos os mercados nacional e internacional. Há a geração de rejeitos na proporção em torno de 15% da massa total de pedúnculos de caju processados, em cada etapa do processamento do caju é gerado um substrato orgânico denominado bagaço do caju, que em geral, são reaproveitados para o enriquecimento da ração animal ou descartados por falta de incentivo de seu uso (PINHO, 2009).

Segundo Pina (2014 apud CIANCI et al., 2005) A ampliação do mercado de consumo do pedúnculo, na forma *in natura* ou processada, depende principalmente

de melhorias na área logística e na aplicação de diferentes tecnologias, produtos com maior estabilidade, menor utilização de conservantes e a utilização de técnicas que diminuam fatores indesejáveis, como a adstringência do produto *in natura*.

2.3 TECNOLOGIA DO PROCESSAMENTO DO CAJU

O processamento industrial do caju permite a exploração comercial de diversos produtos tais como: fermentado de caju (“vinho” de caju), polpa de caju, néctar de caju, xarope de caju, refrigerante de caju, doce de caju em calda, doce de caju em pasta e em massa, desidratação osmótica do pedúnculo de caju, geleia de caju, caju ameixa, cajuína, mel clarificado de caju e rapadura de caju (ARAÚJO, 2013).

2.3.1 Preparo do pedúnculo de caju

2.3.1.1 Colheita e transporte

Para que possa ser processado nos diversos produtos do pedúnculo de caju, o pseudofruto é colhido manualmente ou com emprego de uma vara longa com um saco na extremidade tomando os devidos cuidados para não o danificar. Em seguida o fruto deve ser transportado em caixas de colheita evitando a superposição demasiada pois pode acarretar o amassamento dos pedúnculos, gerando perda de textura e de suco (ARAÚJO, 2013).

2.3.1.2 Recepção e pesagem

Os caju devem ser recebidos na área de recebimento onde serão pesados e avaliados pela qualidade, esta área deve ser próxima ao setor de lavagem.

2.3.1.3 Lavagem

Esta etapa tem a finalidade de diminuir o “calor do campo” que os frutos trazem desde a colheita até entrar na agroindústria, eliminar sujidades que possam comprometer equipamentos e a qualidade da matéria-prima. Outra função importante desempenhada pela lavagem é a redução da carga microbiana presente na superfície dos frutos sendo realizadas por imersão por um período de 15 a 20 minutos em uma solução de hipoclorito de sódio na concentração de 100 ppm (0,01%) de cloro ativo. (ARAÚJO, 2013).

Figura 4 - Lavagem dos cajus com água clorada na fábrica de suco Gaia, da Itaueira, no Município de Palhano, CE.

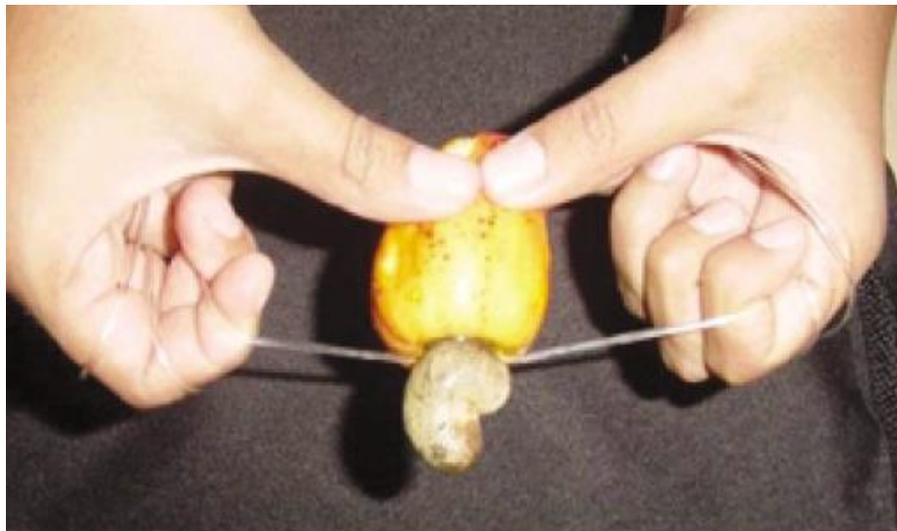


Fonte: (ARAÚJO, 2013).

2.3.1.4 Descastanhamento

Esta operação possui a função de separar o pedúnculo da castanha e pode ser realizada de duas formas. Com o uso de um fio de náilon (Figura 5) transpassado na região de inserção da castanha tomando os devidos cuidados para não dilacerar o pedúnculo pois caso isso aconteça o fruto ficará vulnerável ao ataque de microrganismos que depreciarão a sua qualidade. O mesmo ocorre se essa operação for realizada por torção da castanha, ocorrerá a exposição da região dilacerada do pedúnculo expondo aos mesmos riscos citados anteriormente. Outra forma de descastanhamento é a utilização de um pequeno equipamento de acionamento manual (Figura 6), que por meio de um corte preciso extrai a castanha na inserção com o pedúnculo (ARAÚJO, 2013).

Figura 5 - Descastanhamento utilizando fio de nylon.



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2004)

Figura 6 - Máquina descastanhadora.



Fonte: (OLIVEIRA *et al.*, 2004)

2.3.1.5 Seleção

Na etapa de seleção são retirados os pedúnculos podres, muito verdes e defeituosos, buscando escolher caju em fase de maturação adequada. Deve-se buscar a uniformidade de tamanho, o que valorizará o aspecto visual do produto na sua comercialização. A operação de seleção deve ser realizada por pessoas treinadas que executem a seleção de forma rigorosa e que saibam descartar os pedúnculos que não estejam uniformes, com contaminações aparentes, podridões e lesões físicas, como rompimento da casca e amassamento. O local de seleção deve ser um ambiente com iluminação adequada e arejado (ARAÚJO, 2013).

2.3.2 Processamento do pedúnculo de caju

2.3.2.1 Néctar de Caju

“Néctar de Caju é a bebida não fermentada, obtida da dissolução, em água potável, da parte comestível do Caju (*Anacardium occidentale*, L.) e açúcares, destinado ao consumo direto, podendo ser adicionado de ácidos” (BRASIL, 2003).

O processamento do néctar de caju se inicia na unidade produtora de néctar, onde os caju são recebidos, pesados, lavados, selecionados e despulpados. O despulpamento é um processo que utiliza uma despulpadora (Figura 7) que serve para

separar o suco do material fibroso (ARAÚJO, 2013). Um modelo recomendado para o despolpamento de caju é o modelo DMP-750 da marca Max Machine, ela oferece capacidade de produção de 750kg/h. Nesta etapa são geradas grandes quantidades de bagaço de caju, um dos coprodutos do processamento que está sendo amplamente estudado para diversas aplicações.

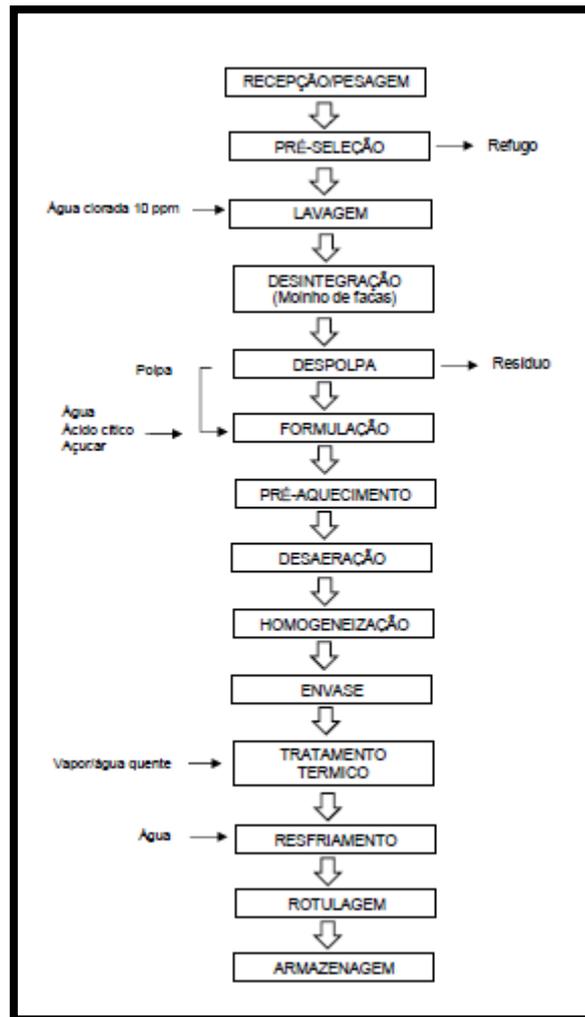
Figura 7 - Despolpadeira do pedúnculo de caju.



Fonte: (SOLOSTOCKS, 2020)

A polpa obtida é encaminhada à unidade de formulação para a obtenção do néctar. Na figura 8 é mostrado o fluxograma do processo completo do néctar de caju.

Figura 8 - Fluxograma de processamento de néctar de caju



Fonte: (ARAÚJO, 2013)

2.3.3 Processamento da castanha de caju

O processamento da castanha de caju, é voltado principalmente para a remoção das amêndoas e neste processo deve-se garantir sua integridade física e seus atributos sensoriais tais como cor, aroma e tamanho. Dividido em 3 tipos de sistema, o beneficiamento da castanha de caju pode ser processado de forma mecanizada, semimecanizado e artesanal sendo estimado que cerca de 90 a 95% da produção da castanha de caju no Brasil seja mecanizado. (ARAÚJO,2013). Por este motivo será exposto o processamento no sistema mecanizado por ser o com maior representatividade de produção.

2.3.3.1 Limpeza

É a primeira etapa do processamento e tem como objetivo a remoção de partículas estranhas, castanhas danificadas, furadas ou chochas sendo utilizado para esta operação peneiras vibratórias (Figura 9) e aspiradores pneumáticos visando preservar a qualidade do LCC (ARAÚJO, 2013).

Figura 9: Peneira vibratória



Fonte: MVL Máquinas vibratórias

2.3.3.2 Classificação

Após a limpeza as castanhas seguem pra etapa de classificação onde serão selecionadas por quatro tipos: cajuí, pequena, média e graúda. classificadores que apresentam a forma sextavada realizam o processo e funcionam com rotação média em torno de 10 rpm. Com laterais fechadas e chapas perfuradas de diferentes diâmetros, a classificação ocorre da menor para a maior castanha de caju ao longo da sua extensão. Logo abaixo dos classificadores existem os silos de armazenagem que recebem as castanhas selecionadas e estas serão armazenadas no silo correspondente a seu tamanho de classificação (ARAÚJO, 2013).

2.3.3.3. Umidificação

A finalidade da umidificação é dar às partes constituintes da castanha teores de umidade necessários para garantir que a fritura possa ser efetuada de forma rápida, sem que haja alterações nas características naturais da ACC, como cor e sabor. A umidade da ACC ao final da umidificação deverá variar de 13% a 16% na casca e de 8% a 9% na amêndoa. (ARAÚJO, 2013).

2.3.3.4 Fritura ou cozimento

A principal finalidade da operação de fritura é retirar parte do LCC contido na casca e reduzir a consistência da sua estrutura, facilitando a decorticagem ou abertura da castanha-de-caju. A fritura ou cozimento ocorre em cozinhadores (*cookers*) compostos por fornalhas que são alimentadas por farelo (pedaços de casca da castanha-de-caju), dentro dos cozinhadores o LCC em temperaturas em torno de 200 a 205°C entra em contato com a castanha-de-caju, provocando um cozimento instantâneo (ARAÚJO,2013).

2.3.3.5 Centrifugação

A etapa da centrifugação é importante pois irá retirar alguma quantidade de LCC residual da castanha de caju pela ação da força centrífuga, e a eficiência deste processo dependerá da viscosidade do LCC, que quanto menor for este atributo, mais eficiente será o processo. Composta por um cesto perfurado, que gira a uma rotação média de 900 rpm, a centrífuga força as castanhas a se deslocarem de baixo para cima, fazendo-as deslizar nas paredes internas do cesto, removendo o óleo em excesso pelos orifícios (ARAÚJO, 2013).

Figura 10 - Centrífuga



Fonte: AGROTEC

2.3.3.6 Resfriamento

As castanhas após saírem da centrífuga, estão quentes havendo a necessidade de resfriamento, esse processo deve ser realizado o mais rápido possível. As castanhas deverão passar por um período de repouso antes da decorticagem até atingirem a temperatura ambiente onde estarão com a casca mais enrijecida que facilita a etapa de decorticagem (ARAÚJO, 2013).

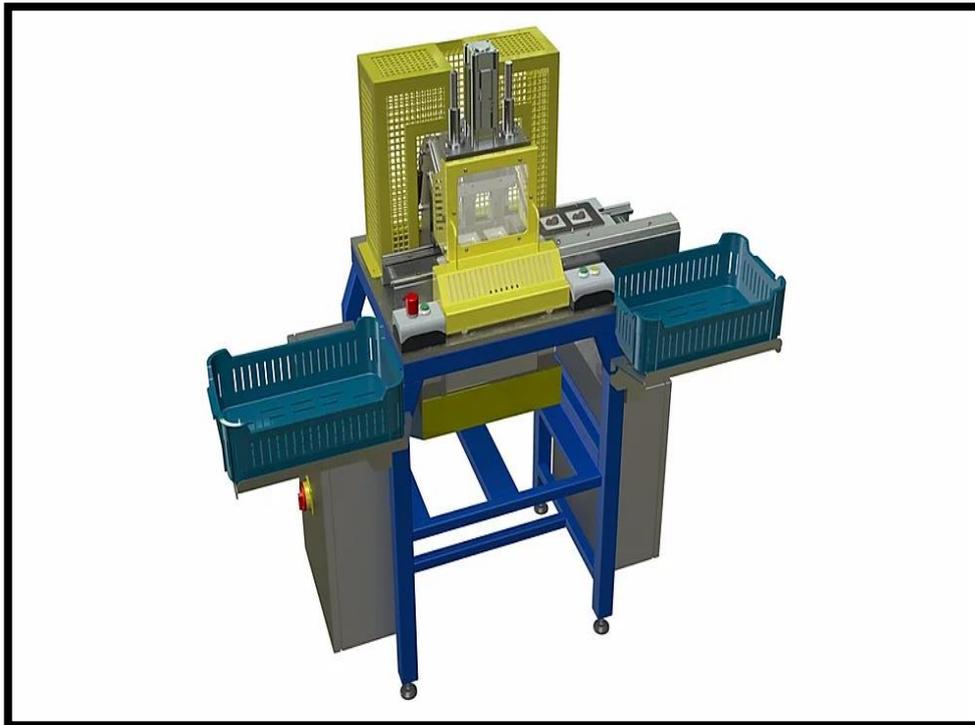
2.3.3.7 Classificação II

As castanhas passam por uma nova classificação após o resfriamento, pois serão introduzidas nas máquinas de modo a manter um limite de 2mm entre a lâmina e as suas extremidades, sendo separadas em até oito tamanhos, de acordo com a sua largura, quais sejam: < 18 mm; 18 – 20 mm; 20 – 22 mm; 22 – 24 mm; 24 – 26 mm; 26 – 28 mm; 28 – 30 mm; > 30 mm (ARAÚJO, 2013).

2.3.3.8 Decorticação

A decorticação é realizada por um decortificador, equipamento que realiza o descasque automático com a aplicação de impacto ou choque da castanha de caju sobre um disco que à arremessa em alta rotação contra um alvo de chapa de forma cilíndrica, realizando assim a separação da amêndoa da casca (ARAÚJO, 2013).

Figura 11 – Decortificador



Fonte: Gil: equipamentos industriais

2.3.3.9 Estufagem

A estufagem tem como objetivo reduzir a umidade da ACC até o limite de 3% garantindo a sua integridade, em um binômio de tempo/temperatura de 70-80°C por um período de 8 a 10 horas, com isso a estufagem facilita a remoção da película que envolve a ACC (ARAÚJO, 2013).

Figura 12 – Estufa de desidratação



Fonte: UNNI Máquinas

2.3.3.10 Despeliculagem

Esta etapa possui a finalidade de remover a película aderente a ACC, e para isto a despeliculagem da amêndoa conta com auxílio de equipamentos que retiram a película da ACC por meio de ação física tais como choque térmico, sistema pressurizado ou por atrito. (ARAÚJO,2013)

2.3.3.11 Seleção e classificação

O produto aceito após passar pela esteira de remoção de rejeitos, segue para seleção em que serão retiradas as amêndoas com película estragadas, manchadas, brocadas, sujas e pedaços, que não fazem parte do fluxo principal de produção e passaram pelas etapas anteriores (ARAÚJO, 2013). A classificação Automática do tipo Falko segundo Araújo (2013), classifica as ACCs através de equipamento eletrônico em que as separa e em seguida realiza uma triagem em termos de volume e/ou peso por suas diferenças.

2.3.3.12 Embalagem

Após serem selecionadas, as ACCs são acondicionadas em sacos plásticos, com a aplicação de vácuo ou adição de CO₂ (ARAÚJO,2013)

2.3 Resíduos Agroindustriais da Cajucultura

Segundo a ONU BRASIL (2017), são desperdiçados em torno de 1,3 bilhões de toneladas de alimentos anualmente causando grandes perdas econômicas e graves impactos nos recursos naturais dos quais dependem a humanidade para se alimentarem. Resíduos podem constituir perdas de biomassa e de nutrientes, aumentam o potencial poluidor e sua disseminação, além de poluir os solos e corpos hídricos quando da lixiviação de compostos, além de acarretar problemas a saúde pública (ROSA, et al. 2011).

2.3.1 Bagaço do pedúnculo de caju

O bagaço do pedúnculo de caju é o produto obtido após a retirada da castanha (fruto verdadeiro) e extração do suco do pedúnculo, constituído pela película e polpa remanescente (Figura 13) (ARAÚJO, 2013). A cultura do caju apresenta um baixo nível de aproveitamento do pedúnculo com um desperdício de até 90% da sua produção. Segundo Ipiranga (2009), para cada parte de castanha obtida, são geradas 9 partes de pedúnculos. É estimado que, a cada 35 milhões de quilogramas de pedúnculos de caju, são gerados, em torno de 4 milhões de quilos em bagaço de caju. O pedúnculo do caju quando é processado industrialmente para a produção do suco, são gerados em torno de 40% de bagaço produzidos, dos quais são comumente rejeitados pelas indústrias. A composição média do bagaço do pedúnculo de caju *in natura* é, em torno de 20,56% de celulose, 10,17% de hemicelulose e 35,26% de lignina (GOMES et al., 2014).

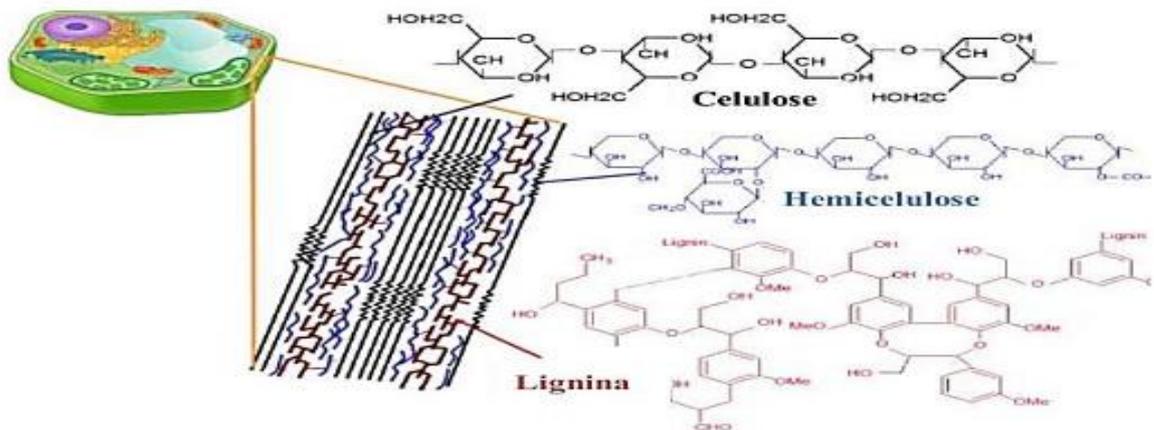
Figura 13 - Bagaço do pedúnculo de caju



Fonte: (DOURADOSAGORA, 2019)

O bagaço do pedúnculo é rico em matéria lignocelulósica (figura 14), uma das formas de seu aproveitamento é a utilização da xilose para a produção de xilitol, pois ele é o segundo açúcar mais abundante, podendo ser extraído com uso de um pré-tratamento da biomassa residual e em seguida convertido diretamente em xilitol por vias biotecnológicas, as leveduras do gênero *Candida*, são geralmente utilizadas (LEMOS et al., 2017 apud MEDEIROS, 2015). Outra forma da utilização deste subproduto é na geração de bioenergia através da produção de biogás (metano) por meio do processo de digestão anaeróbia, sendo uma alternativa que se destaca para o tratamento dos resíduos sólidos, além de ser uma fonte de energia renovável (LIMA, 2017).

Figura 14 - Estrutura da biomassa lignocelulósica



Fonte: LEMOS, (2017 apud ZAMPIERI, 2011)

2.3.2 LCC (líquido da castanha do caju)

O mesocarpo aveloadado da castanha de caju, é repleto por um líquido de cor escura cáustico e inflamável denominado líquido da castanha do caju (LCC) que representa aproximadamente 25% do peso da castanha sendo considerado um subproduto de agronegócio do caju, de baixo valor agregado, rico em lipídeos fenólicos não-issoprenoides de origem natural. Composto por ácido anacárdico, cardanol, cardol e 2-metilcardol. LCC possui diversas aplicações na química fina, de acordo com a funcionalização dos produtos isolados (MAZZETO, 2009). O LCC pode ser extraído por prensagem ou pirólise (queima), é utilizado na produção de solventes, combustível em caldeiras e como vermífugo. A composição do LCC é proveniente de

18% da casca da castanha que ainda contém 55% de bagaço. Análises preliminares atestam que a celulose (fibra natural vegetal) e tanino (resina de origem vegetal) são oferecidos em uma boa concentração na composição da torta residual da casca da castanha. A celulose atua como esqueleto de sustentação principal, o tanino aumenta a resistência das fibras ao ataque de fungos e microrganismos (SILVA et al., 2005).

Figura 15: LCC (Líquido da casca da castanha de caju)



Fonte: Allbiz, 2020

2.3.3 Cinza da casca da castanha de caju (CCCC)

A cinza da casca da castanha de caju (CCCC) é o subproduto colhido no fundo da grelha das caldeiras, proveniente da queima das cascas, o qual resfriamento ocorre lentamente. Esse subproduto é utilizado atualmente de duas formas, ou como adubo em plantações de caju e/ou destinada a aterros sanitários comuns. A cinza representa aproximadamente 5% do peso da castanha inicial e, se compararmos com a produção nacional de 2018, teremos uma geração de 6,32 mil toneladas de cinzas por ano (CONAB, 2019).

Figura 16 – Cinzas da casca da castanha de caju



Fonte: Silva, et al., 2005

3 TECNOLOGIAS APLICADAS AO APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA CAJUCULTURA

3.1 Bagaço do pedúnculo de caju

3.1.1 Produção e recuperação de enzimas

Com o objetivo de diminuir os custos de produção, o uso de enzimas a partir de processos fermentativos utilizando resíduos agroindustriais como fontes de carbono, tem sido amplamente estudada assim como técnicas de recuperação e purificação das enzimas. (LEMOS, 2017)

Segundo Rocha (2010),

A tecnologia enzimática é, hoje, um dos campos mais promissores dentro das novas tecnologias para síntese de compostos de alto valor agregado. Os processos industriais biocatalisados apresentam menor impacto ambiental e também menor consumo energético, uma vez que as enzimas são biodegradáveis e sendo altamente específicas minimizam os efeitos indesejáveis. Além disso, as enzimas podem ser usadas para substituir produtos químicos como compostos cáusticos, ácidos e solventes tóxicos que agredem o meio ambiente e provocam o desgaste de materiais.

O bagaço de caju (BC), é composto principalmente por celulose, hemicelulose e lignina, sendo uma fonte de biomassa lignocelulósica. Seu uso representa uma importante matéria prima renovável de baixo custo e grande abundância (SERPA, 2016 apud BRIONES, SERRANO e LABIDI, 2012).

Serpa, (2016) utilizou hidrolisado hemicelulósico do bagaço de Caju na produção da enzima xilose redutase por *Candida tropicalis*, os resultados

apresentados no trabalho demonstram o potencial para a levedura *Candida tropicalis* ATCC750 e do hidrolisado hemicelulósico de bagaço de caju na produção da enzima xilose redutase. Medeiros et al. (2017) estudou a fração lignocelulósica do bagaço do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.) utilizando uma escala ampliada de fermentação (8 a 16 vezes) e como agente de produção à estirpe *Candida guilliermondii* CCT-3544. Os resultados obtidos demonstraram que durante a fermentação, a *C. guilliermondii* CCT-3544 foi capaz de crescer no meio com hidrolisado, e que no processo fermentativo o comportamento dos açúcares foi similar nas diferentes variáveis com produção máxima de xilitol em 48 h de fermentação.

3.1.2 Produção de pectinases

As pectinases fazem parte do grupo de enzimas que degradam substâncias pécticas, hidrolisando ligações glicosídicas ao longo da cadeia carbónica. Podem ser produzidas por plantas, fungos filamentosos, bactérias e leveduras. Entretanto, os fungos são os mais utilizados em escala industrial, pois em torno de 90% das enzimas produzidas podem acabar sendo secretadas no meio (BLANDINO et al., 2001).

Alcântara (2008) realizou a produção de pectinases usando o pedúnculo de caju seco como meio e o *Aspergillus niger* CCT 0916 como microrganismo, em um processo fermentativo semi-sólido, no trabalho verificaram a influência da quantidade de água e uma fonte de nitrogénio.

Oliveira, S.D.J. et al., (2014) investigou a produção de pectinase utilizando o fungo *Penicillium chrysogenum* no processo de fermentação semi-sólida (FSS) do pedúnculo de caju adicionado de pectina cítrica utilizada para indução. A utilização deste método permitiu o aproveitamento do resíduo do pedúnculo de caju, diminuindo o impacto ambiental e agregando valor ao produto de descarte.

3.1.3 Produção de corantes naturais

O bagaço do pedúnculo do caju apresenta quantidades apreciáveis de carotenóides, compostos com propriedade corante e biologicamente ativos, além de apresentar teor consideráveis de flavonóides, podendo ser utilizado como uma fonte promissora de corantes naturais (BARBOSA, 2010).

Barbosa (2010) utilizou o bagaço do pedúnculo do caju na obtenção de carotenóides e flavonóides por maceração enzimática. No seu trabalho as melhores condições para a obtenção de compostos carotenóides em escala laboratorial foram 500 ppm de preparado enzimático pectinolítico, proporção bagaço: 1:1 (massa/massa), uma hora de maceração e temperatura de 30°C. Utilizando os mesmos parâmetros, a técnica aplicada por Barbosa (2010) mostrou-se eficiente, pois o ganho global na quantidade de pigmentos carotenóides foi de 40,10% em relação ao extrato obtido sem a adição de complexo enzimático nas mesmas condições de elaboração.

3.1.4 Produção de aroma natural

COUTO et al. (2011) utilizou extrato aquoso hidrolisado do bagaço do caju para recuperar e concentrar compostos voláteis para produção de aromas naturais pelo processo de pervaporação, sendo este um processo de separação por membranas, em que misturas líquidas são fracionadas devido à sua vaporização parcial através de uma membrana densa de permeabilidade seletiva, sendo um processo utilizado na recuperação e concentração de componentes de aromas (ASSIS et al., 2007). Ainda no estudo de COUTO et al. (2011), foram encontrados nove compostos marcadores do caju foram no permeado, sendo 6 marcadores positivos – heptanol (caju fresco), octanol (flor), 2-feniletanol (rosa), benzaldeído (amêndoa), linalol (perfume), limoneno (cítrico) – e 3 marcadores negativos – 3-metil-butanol (caju fermentado), trans-2- hexenal (maria fedida) e acetofenona (cera, queijo). O extrato aquoso hidrolisado do bagaço do caju demonstrou-se uma fonte de aroma com potencial a ser explorada e utilizada como uma essência aromática.

Assis et al. (2007) identificou com o auxílio de um cromatógrafo Perkin Elmer® modelo AutoSystem XL, os voláteis presentes no hidrolisado do bagaço do pedúnculo de caju listados na tabela 2, assim demonstrando o potencial a ser desenvolvido e aplicado na indústria de aromas.

Tabela 2 - Constituintes voláteis identificados no permeado do suco de caju.

Álcoois	Aldeídos e cetonas	Ésteres	Hidrocarbonetos	Outros
etanol	3-pentanona	propenoato de metila	2-etil-1-metil-3-propil-ciclobutano	ácido acéticoG
2-metil-1-propanol	heptanal	2-butenato de metilaG	5-etil-1-metil-3-propil-ciclobutano	1-(1-metil-etoxi)-butano
1-pentanolG	6-metil-5-hepten-2-onaG, B	3-metil-butenato de metilaG, B	2,3,5,8-tetrametil-decano	-
1-hexanolG	3-hidroxi-2-butanonaG	acetato de butila	limonenoB, P	-
1-heptanol	hexanalG, B, P	trans-2-pentenoato de etila	-	-
1-octen-3-ol	benzaldeídoG, B, P	acetato de (metil-tio)-etila	-	-
3-octanol	benzaldeídoG, B, P	hexanoato de etilaG, B	-	-
2-etil-1-hexanol	nonanalG, B, P	3-hexenoato de etilaB	-	-
3-metil-1-butanolG	-	acetato de n-hexila	-	-
4-metil-1-pentanolP	-	2-hidroxi-caproato de etila	-	-
trans-3-hexen-1-olP	-	3-metil-butenato de 3-metil-butila	-	-
4-metil-1-pentanolP	-	acetato de etilaG, P	-	-
3-etil-3-pentanolP	-	butanoato de etilaG, P	-	-
1-octanolG, P	-	2-butenato de etilaG, P	-	-
-	-	3-metil-butanato de etilaG, B, P	-	-
-	-	pentanoato de etilaG, P	-	-
-	-	acetato de pentilaP	-	-
-	-	hexanoato de metilaG, B, P	-	-
-	-	hexanoato de etilaG, P	-	-
-	-	2-hexenoato de etilaB, P	-	-
-	-	benzoato de metilaB, P	-	-
-	-	benzoato de etilaG, B, P	-	-

Fonte: (ASSIS et al., 2007)

3.1.5 Produção de biogás

O bagaço de caju é um resíduo gerado em grande quantidade, pode ser utilizado como biomassa na produção de biogás devido as suas características de elevada umidade e sólidos voláteis e alta biodegradabilidade (LEITÃO et al., 2011).

Santos (2019) em seu trabalho mediu o potencial de geração de biogás a partir de resíduos agroindustriais de frutas, destes o substrato bagaço de caju (CS) apresentou os maiores percentuais de lignina (34,5%) e hemicelulose (16,2%), em comparação ao das outras amostras, cascas de maracujá (MS) e bagaço de laranja (LS), indicando que o substrato é de difícil degradação. Destes, o valor de lignina para CS foi 7,06 vezes maior para casca de maracujá e 25,5 vezes superior para ao bagaço de laranja. Apesar de ser uma fonte de substrato, o resíduo do bagaço de caju bruto apresentou os menores potenciais de biogás em comparação as outras duas amostras casca maracujá (MS) e bagaço de laranja (LS) para a digestão com os lodos industrial e esgoto.

Leitão et al., (2011), estudou a viabilidade técnica de produção de biogás (CH₄ e CO₂), por meio da digestão anaeróbia, utilizando o bagaço de caju como fonte de carbono. Em seus resultados a biodegradabilidade obtida ficou em 74%, o bagaço de caju *in natura* não inibiu o metabolismo do consórcio anaeróbio possibilitando uma produção de 60 L CH₄/kg de bagaço.

3.1.6 Adsorvente em tratamento de efluentes

Moreira (2008), utilizou no seu trabalho o bagaço do pedúnculo de caju (*Anarcadium occidentale L.*) como adsorvente para remoção de metais pesados de solução aquosa e de efluente produzido por uma indústria de galvanoplastia localizada em Fortaleza (Ceará – Brasil). Em seus resultados foi apresentado que o bagaço do pedúnculo de caju (BPC) possui um grande potencial para ser aplicado como material adsorvedor no tratamento de efluentes, pois ele conseguiu no tratamento químico com NaOH 0,1 mol/L a remoção dos íons metálicos em 99%, destes contendo como íons tóxicos: Pb²⁺, Cu²⁺, Ni²⁺, Cd²⁺ e Zn²⁺.

Carlos et al. (2016) realizou um trabalho que visou verificar a eficiência do bagaço de caju *in natura* como adsorvente de um corante têxtil, e concluiu com os resultados que o bagaço de caju se mostrou um promissor adsorvente, pois o mesmo

possui um grande potencial de adsorção além de ser de fácil obtenção e possuir baixo custo.

3.1.7 Produção de etanol de segunda geração proveniente do bagaço de pedúnculos do caju

Pacheco (2009), em seu estudo, verificou a viabilidade da produção de etanol a partir de suco de caju (*Anacardium occidentale L.*) utilizando células imobilizadas em bagaço de caju. Surgindo como uma matéria prima barata e de fácil obtenção, o bagaço de caju apresenta-se como uma interessante opção para a aplicação da técnica de imobilização. O suporte de bagaço de caju (SBC) utilizado nas análises atingiu vantagens com relação a adesão e altas densidades celulares, gerando elevadas produtividades ($\approx 5 \text{ g.L}^{-1}\text{h}^{-1}$). Outra vantagem apresentada pelo (SBC) foi a durabilidade e possibilidade de reutilização do suporte tornando o processo mais econômico, rápido e eficiente, além de mostrar-se apto a reutilização por no mínimo 10 bateladas consecutivas e se mantendo estável, em geladeira, por pelo menos 6 meses.

Rodrigues (2014), em seu trabalho estudou a produção de etanol de bagaço de caju após o uso do pré-tratamento ácido seguido de álcali (CAB-OH) através dos processos de Fermentação e Hidrólise Separadas (SHF) e Fermentação e Hidrólise Simultâneas (SSF). Como resultado seu estudo mostrou um aumento no rendimento de etanol de 66,3% para 95,59%, tornando o bagaço de caju pré-tratado como uma matéria-prima de grande valor para produção de etanol de segunda geração por processo SSF utilizando a levedura *K. marxianus* ATCC36907. Seguindo com a mesma evidência de que o bagaço do pedúnculo de caju é uma excelente opção de matéria prima para a produção de etanol de segunda geração, Barros (2015), estudou a produção de etanol por processos de Sacarificação e Fermentação Simultâneas (SSF) usando o bagaço de caju pré-tratado com ácido-álcali (CAB-OH) como substrato e afirmou que CAB-OH se mostrou um substrato promissor para a produção de etanol por processos SHF e SSF.

Outro estudo que demonstra que o bagaço do pedúnculo de caju pode ser utilizado na produção de etanol de segunda geração foi o de Lima et al. (2015) em seu trabalho utilizou alguns pré-tratamentos como a pré-hidrólise e hidrólise, e realizou a remoção dos compostos tóxicos do licor hidrolisado usando a lignina

residual como adsorvente. Na produção de bioetanol de segunda geração utilizou-se dos licores provenientes do hidrolisado do bagaço de caju. O bagaço de caju demonstrou-se uma fonte promissora na obtenção de bioetanol.

3.1.8 Elaboração de Hambúrguer Vegetal de Fibra de Caju e Feijão-Caupi

Lima et al. (2013) desenvolveram um trabalho pela Embrapa em que foi produzido um hamburger a base de fibra de caju tratada e feijão-caupi. A incorporação do feijão-caupi teve como objetivo aumentar o teor de proteína presente no hamburger, observando a deficiência do nutriente oferecida pela fibra de caju, e além disso oferecer aminoácidos essenciais para a alimentação humana, nessa formulação com a inserção do feijão-caupi. Os resultados mostraram uma média de aceitação de 7,8 na avaliação sensorial, que como teste utilizado foi a escala hedônica estruturada de 9 pontos, e 86% dos provadores responderam que provavelmente comprariam ou certamente comprariam, mostrando-se um produto promissor.

Figura 17- Hamburger de caju moldado



Fonte: (LIMA *et al.*, 2013)

Figura 18 - Preparação do hamburger de caju



Fonte: (LIMA *et al.*, 2013)

3.2 Resíduos da castanha de caju

3.2.1 Utilização da cinza da casca da castanha de caju (CCCC) na confecção de tijolos e argamassas

As cinzas da casca da castanha de caju por terem a presença considerável em minerais, este pode ser utilizado na confecção de tijolos e argamassas, em seu trabalho Silva, et al. (2005) utilizou o resíduo da castanha do caju para confeccionar tijolos de terra crua (adobe). Já Lima et al. (2008) em seu trabalho, ao avaliar o atual cenário sobre aproveitamento de resíduos na indústria da construção civil, elaborou sua pesquisa voltada para o estudo da viabilidade técnica do uso da cinza da casca da castanha de caju (CCCC). Em seus resultados indicaram que apenas os teores abaixo de 5% de CCCC apresentaram valores correspondentes ao traço de referência e que teores acima deste valor reduziram em mais de 70% os valores da resistência à compressão das argamassas em até 91 dias. Contudo o uso do (CCCC) na formulação de argamassas surge como uma alternativa viável no aproveitamento deste resíduo.

3.2.2 Utilização do líquido da castanha de caju (LCC) como larvicida

De acordo com Matos et al. (2008) o líquido da castanha de caju (LCC) é um importante subproduto da indústria de beneficiamento de caju. Guissoni, et al. (2013)

avaliou o uso do líquido da castanha de caju (LCC) como larvicida, e em seus resultados apontaram para um potencial larvicida sobre *Aedes aegypti* e nenhum sinal de toxicidade foi evidenciado nos parâmetros analisados.

3.2.3 Plástico termofixo à base de cardanol

De acordo com a Sociedade Brasileira de Química, o cardanol é um composto fenólico obtido a partir do líquido da castanha de caju (LCC). Utilizando-se deste subproduto da cajucultura, Silva et al. (2016) investigaram o uso efetivo do cardanol como componente básico para o desenvolvimento de uma matriz termoendurecível reforçada por fibras de cabaça de esponja. Em seus resultados o cardanol mostrou-se um bom potencial para diversas aplicações na fabricação de artigos das indústrias moveleira e automotiva, apresentando um bom desempenho nos ensaios de tração e boa incorporação, dispersão e adesão à matriz polimérica.

3.2.4 Líquido da casca da castanha-de-caju (LCC) como repelente do caruncho-do-bambu *Bambusa vulgaris*

Silveira et al., (2019) investigou o potencial repelente do líquido da castanha-de-caju (LCC), sobre o caruncho *Dinoderus minutus* em *Bambusa vulgaris*. Foram testadas três concentrações, de 0,03; 0,05 e 0,09 mg/mL de LCC e após os testes foi concluído que todas as concentrações repeliram o caruncho-do-bambu, porém, sem diferenças significativas e que foi possível estabelecer que a dose de 0,1 mg/mL de LCC seria o limite para repelir todos os carunchos utilizados no experimento, sendo essa a próxima da maior dose avaliada (0,09 mg/mL).

3.2.5 Utilização das propriedades antioxidantes do cardanol hidrogenado para aplicação do biodiesel de algodão

O biodiesel é um biocombustível produzidos a partir de fontes renováveis, não tóxico e que em sua composição estão presentes os ácidos graxos insaturados que são amplamente suscetíveis a processos de oxidação produzindo compostos poliméricos, que são prejudiciais aos motores. No estudo de Rodrigues et al., (2009) foi avaliado as propriedades antioxidantes do cardanol hidrogenado como o intuito de usá-lo como aditivo promovendo a estabilidade do biodiesel de algodão. O resultado

mostrou que o cardanol melhorou aproximadamente quatro vezes a estabilidade oxidativa do biodiesel de algodão, mesmo após o processo de aquecimento e assim demonstrando ser promissor como aditivo de biocombustíveis.

3.2.6 Utilização do (LCC) e seus derivados como agentes modificadores de ligante asfáltico

Andrade (2019), estudou os efeitos da adição de diferentes tipos de derivados do líquido da casca da castanha de caju (LCC) na modificação do ligante asfáltico 50/70. O objetivo do seu trabalho era incorporar diversos grupamentos na estrutura do LCC, analisando as propriedades físico-químicas, empíricas e reológicas do ligante geradas por esses aditivos. O ensaio demonstrou que o ligante modificado com LCC apresentou o melhor perfil no que se refere à resistência às trincas por fadiga.

3.2.7 Confeção de Relógio inteligente (Smartwatch) a Partir do Líquido da Casca da Castanha de Caju (LCC)

Sampaio et al. (2019) desenvolveu um estudo sobre a confecção de um relógio inteligente (Smartwatch) que utiliza o cardanol tanto na confecção da carcaça (resina fenólica do tipo resol) quanto no visor inteligente através do uso de uma Célula Solar Sensibilizada com Corante (CSSC) feita através da síntese de uma macromolécula meso-porfirínica. Os Resultados apresentado no trabalho de Sampaio et al. (2019) demonstraram que o uso da macromolécula na CSSC possibilitou a absorção de luz gerando sinais elétricos correspondentes aos níveis de radiação incidente. O empregado do derivado do cardanol (resol) na confecção da carcaça apresentou características promissoras, tanto na durabilidade como na resistência mecânica/térmica/luminosa, além de sua moldura desempenhar fácil manuseio e baixo custo.

3.2.8 Concentrado e Isolado Proteicos de Amêndoa de Castanha-de-caju

Lima et al (2019), desenvolveram em seu estudo um isolado proteico de ACC que utiliza a torta desengordurada que é rica em proteínas como subproduto para produzir o isolado proteico. Os resultados mostraram que o concentrado proteico apresentou o teor proteico de 55% e o isolado proteico podendo conter até 86% de

proteína, ambos na base seca, o concentrado e o isolado proteico se mostraram produtos promissores que podem ser incorporados a diversos alimentos com o objetivo de aumentar o teor proteico ou até mesmo serem comercializados diretamente ao consumo como suplemento proteico.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto nessa pesquisa, foi possível perceber o quão amplo se dá a utilização dos resíduos gerados na cajucultura, bem como a valorização do fruto. Assim, o caju traz várias formas de melhorar a renda do agricultor rural pois ele possui diversas formas de utilização através de seus subprodutos, nos quais são gerados pelo processamento do caju (castanha e pedúnculo) como citado neste trabalho. Em meio a todo o intento a diversas formas de combater os impactos ambientais gerados pelo agronegócio, foi apresentado diversas formas de tornar o que seria desperdício, matérias-primas na produção de diversos produtos que vai desde a produção de enzimas a de relógio, assim deve-se ressaltar a importância de se investir em estudos voltados para o aproveitamento desta cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROTECNOLOGY. Equipamentos. 2020. Disponível em:<
<http://www.agrotech.ind.br/pqnoporte.php>>. Acesso em 09 de jul de 2020.

ALCÂNTARA, Siumara Rodrigues. **PRODUÇÃO DE PECTINASES POR FERMENTAÇÃO SEMI-SOLIDA COM BAGAÇO DO PEDÚNCULO DO CAJU: INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE DE ÁGUA E FONTE DE NITROGÊNIO**. 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/2013>. Acesso em: 13 maio 2020.

ALLBIZ. **Líquido de Castanha de Caju**. 2020. Disponível em: <https://all.biz/br-pt/liquido-de-castanha-de-caju-g64817>. Acesso em: 05 maio 2020.

ANDRADE, José Roberto Moreira de. **LÍQUIDO DA CASTANHA DE CAJU (LCC) E SEUS DERIVADOS COMO AGENTES MODIFICADORES DE LIGANTE ASFÁLTICO**. 2019. 104 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/39622>. Acesso em: 31 maio 2020.

ARAÚJO, João Pratagil P. de (Ed.). **Agronegócio Caju Práticas e Inovações**. Brasília: Embrapa, 2013. 532 p.

ASSIS, André von Randow de et al. Recuperação e concentração de componentes do aroma de caju (*Anacardium occidentale* L.) por pervapora. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s.l.], v. 27, n. 2, p. 349-354, jun. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612007000200024>.

BARBOSA, Manuella Macêdo. **OBTENÇÃO DE CAROTENÓIDES E FLAVONÓIDES A PARTIR DO BAGAÇO DO PEDÚNCULO DO CAJU POR MACERAÇÃO ENZIMÁTICA E Prensagem**. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/3678/1/2010_dis_mmbarbosa.pdf. Acesso em: 14 maio 2020.

BARROS, E. M. Produção de etanol por sacarificação e fermentação simultâneas a partir do bagaço de caju pré-tratado com Ácido-Álcali. 2015. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) –Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/14590>>. Acesso em 26 de maio de 2020.

BLANDINO, A.; DRAVILLAS, K.; CANTERO, D.; PANDIELLA, S. S.; WEBB, C. Utilisation of whole wheat flour for the production of extracellular pectinases by some fungal strains. *Process Biochemistry*, v. 37, p. 497-503, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical; os Padrões de Identidade e Qualidade dos Sucos Tropicais de Abacaxi, Acerola, Cajá, Caju, Goiaba, Graviola, Mamão, Manga, Mangaba, Maracujá e Pitanga; e os Padrões de Identidade e Qualidade dos Néctares de Abacaxi, Acerola, Cajá, Caju, Goiaba, Graviola, Mamão, Manga, Maracujá, Pêssego e Pitanga. Diário Oficial da União, Brasília, 04 set. 2003.

CADERNO SETORIAL ETENE. Fortaleza: Banco do Nordeste, n. 54, 2018. Mensal. Disponível

em: https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4141162/54_caju.pdf/95e65093-50e1-b48d-ab01-15f3a8f690b4. Acesso em: 03 fev. 2020.

CAMPOS, A. R. N. et al. Enriquecimento Protéico do bagaço do pedúnculo de caju por cultivo semi-sólido. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, v. 5, n. 2, 2005.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Análise Mensal: Castanha de caju, agosto de 2019.: Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2019. Disponível em:< https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-castanha-de-caju/item/download/28638_7c8df6b911d06c7012e848947b09d48d#:~:text=Os%20tr%C3%AAs%20estados%20mencionados%20representaram,de%2014%20mil%20t>. Acesso em 29 de jun de 2020.

COUTO, A. B. B.; GUIMARÃES, C. S.; LEITE, S. G. F.; BIZZO, H. R.; CABRAL, L. M. Recuperação e concentração de compostos de aroma do extrato aquoso hidrolisado do bagaço do caju (*Anacardium occidentale* var. Nanum) por evaporação. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INGENIERIA DE ALIMENTOS, 7., 2009, Bogotá. **Anais...** [S. l.: s. n.], 2009

FAO (Roma). **O desperdício alimentar tem consequências ao nível do clima, da água, da terra e da biodiversidade.** 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/news/story/pt/item/204029/icode/>. Acesso em: 28 abr. 2020.

FIGUEIREDO, F. A. B. Pirólise e gaseificação de casca de castanha de caju: avaliação da produção de gás, líquidos e sólidos. Campinas, SP: UEC. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 2009.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Fruticultura - Caju. Desenvolvimento Regional Sustentável:** Série cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas, Brasília, v. 4, n. 1, p. 01-44, set. 2010. Disponível em: <https://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol4FruticCaju.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2020.

GUISSONI, A.c.p.; SILVA, I.g.; GERIS, R.; CUNHA, L.c.; SILVA, H.h.g.. Atividade larvívica de *Anacardium occidentale* como alternativa ao controle de *Aedes aegypti* e sua to. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s.l.], v. 15, n. 3, p. 363-367, 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-05722013000300008>.

Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722013000300008&lang=pt. Acesso em: 28 maio 2020.

GOMES, S. D. L; ALBUQUERQUE, T. L; JUNIOR, J. E. M; GONÇALVES, L. R. B; ROCHA, M. V. P. Produção de xilitol e etanol a partir de hidrolisado enzimático de bagaço de caju. *Blucher Chemical Engineering Proceedings*. v.1, p. 683-688. 2014.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil. 2015. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201501.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201501.pdf) >. Acesso em: 28 de jun de 2020.

IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola: janeiro de 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html> >. Acesso em: 28 jun. 2020.

LEITÃO, Renato Carrhá et al. Produção de Biogás a partir do Bagaço do Caju. **Embrapa**, Fortaleza, v. 1, n. 51, p. 01-46, nov. 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/reism/Desktop/REFERENCIAS/Boletimdepesquisa51-Bagaodecaju.pdf>. Acesso em: 22 maio 2020.

LEMOS, Leanderson Túlio Marques et al. **PRODUÇÃO E RECUPERAÇÃO DE XILOSE REDUTASE A PARTIR DO HIDROLISADO DO BAGAÇO DO PEDÚNCULO DO CAJU (*Anacardium occidentale* L.)**. 2017. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/12738>. Acesso em: 28 abr. 2020.

LIMA, Edivania Daniel de. **PROCESSAMENTO INTEGRAL DOS PRINCIPAIS COMPONENTES DO CAJUEIRO E SEUS RESÍDUOS ATRAVÉS DE UMA CADEIA DE BIORREFINARIA SUPOSTADA ENERGETICAMENTE POR PAINEL FOTOVOLTAICO**. 2017. 125 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biotecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/33164/3/2017_tese_edlima.pdf. Acesso em: 23 abr. 2020.

LIMA, Ezenildo Emanuel de et al. PRODUÇÃO DE ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO PROVENIENTE DO BAGAÇO DE PEDÚNCULOS DO CAJU. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 2, n. 28, p. 26-35, abr. 2015. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237139260004>. Acesso em: 17 abr. 2020.

LIMA, Ezenildo Emanuel de; SILVA, Flávio Luiz Honorato da; OLIVEIRA, Líbia de Sousa Conrado; SILVA, Adriano Sant'ana; SILVA NETO, José Mariano da. PRODUÇÃO DE ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO PROVENIENTE DO BAGAÇO DE PEDÚNCULOS DO CAJU. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 2, n. 28, p. 26-35, jun. 2015. Disponível

em: https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/3272/pdf_243. Acesso em: 25 maio 2020.

LIMA, Janice Ribeiro *et al.* Elaboração de Hambúrguer Vegetal de Fibra de Caju e Feijão-Caupi. **Comunicado Técnico**, Fortaleza, v. 1, n. 203, p. 1-6, nov. 2013.

Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95632/1/COT13002.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2020.

LIMA, J. R et al., **Obtenção de Concentrado e Isolado Proteicos de Amêndoa de Castanha-de-caju**. **Embrapa Agroindústria Tropical**, Fortaleza, v. 1, n. 249, 6p, abr. 2019.

Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202220/1/CT-249.pdf>.

Acesso em: 23 jul. 2020

LIMA, Larissa Casado de. **ENRIQUECIMENTO PROTEICO A PARTIR DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DO CAJU POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SEMISSÓLIDO**. 2017. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão e Tecnologia Industrial, Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec, Salvador, 2017. Disponível em: <<http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/bitstream/fieb/924/1/Larissa%20Casado%20de%20Lima.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

LIMA, S.a.; ROSSIGNOLO, J.a.. Análise da pozolanicidade da cinza da casca da castanha do caju pelo método de difratometria de raios X. **Matéria (rio de Janeiro)**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 680-688, 7 abr. 2009. FapUNIFESP

(SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-70762009000100002>. Disponível

em: <https://www.scielo.br/pdf/rmat/v14n1/a02v14n1.pdf>. Acesso em: 04 maio 2020.

LIMA, Sofia Araújo et al. POZOLANICIDADE E RESISTÊNCIA MECÂNICA DE ARGAMASSAS CONFECCIONADAS COM CINZA DA CASCA DA CASTANHA DE CAJU. **Minerva**, Sao Carlos, v. 3, n. 5, p. 249-256, dez. 2008.

MATOS, José Everardo Xavier de et al. Solventes para extração do líquido da castanha de caju (LCC) e compatibilidade ambiental. **Tecnologia**, Fortaleza, v. 1, n. 29, p. 101-109, jun. 2008. Disponível

em: <https://periodicos.unifor.br/tec/article/view/49/4481>. Acesso em: 28 maio 2020.

MAZZETTO, Selma Elaine; LOMONACO, Diego; MELE, Giuseppe. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 732-741, 2009. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000300017&lng=en&nrm=iso>. access on 23 Sept. 2020

MEDEIROS, Lorena L. de et al. Bioconversion of hydrolyzed cashew peduncle bagasse for ethanol and xylitol production. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 7, p.488-492, jul. 2017.

FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n7p488-492>. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662017000700488&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 28 fev. 2020.

MOREIRA, Sarah de Abreu. **ADSORÇÃO DE ÍONS METÁLICOS DE EFLUENTE AQUOSO USANDO BAGAÇO DO PEDÚNCULO DE CAJU: ESTUDO DE BATELADA E COLUNA DE LEITO FIXO**. 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/17229>. Acesso em: 25 maio 2020.

MUNIZ, Cecília Elisa de Sousa. **ELABORAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS UTILIZANDO RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE GOIABA E CAJU ENRIQUECIDOS PROTEICAMENTE POR VIA MICROBIANA**. 2017. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/1480>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

MVL MÁQUINAS VIBRATÓRIAS. 14 Peneiras Eletromecânicas para Indústria de Castanhas. São Paulo. Disponível em:< <https://www.mvlmaquinas.com.br/noticias/14-peneiras-eletromecanicas-para-industria-de-castanhas.html>>. Acesso em 06 de jul de 2020.

ONU BRASIL. FAO: 30% de toda a comida produzida no mundo vai parar no lixo. 2017. Disponível em:<<https://nacoesunidas.org/fao-30-de-toda-a-comida-produzida-no-mundo-vai-parar-no-lixo/>>. Acesso em 30 de jun de 2020.

OLIVEIRA, L. G. L.; IPIRANGA, A. S. R. Sustentabilidade e inovação na cadeia produtiva do caju no Ceará. Revista Eletrônica de Gestão Organizacional, Recife, v. 7, n. 2, p. 252-272, 2009.

OLIVEIRA, Leonel Gois Lima. **GESTÃO DOS RESÍDUOS E SUSTENTABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DO AGRONEGÓCIO DO CAJU NO CEARÁ**. **Revista Gestão em Análise**, [s.l.], v. 5, n. 1, p.78-95, 9 set. 2016. Instituto para o Desenvolvimento da Educacao. <http://dx.doi.org/10.12662/2359-618xregea.v5i1.p78-95.2016>. Disponível em: <https://periodicos.unichristus.edu.br/gestao/article/view/261>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

OLIVEIRA, Vitor Hugo de *et al.* Colheita e Pós-Colheita de Castanha de Cajueiro-Anão Precoce na Produção Integrada de Frutas. **Circular Técnica**, Fortaleza, v. 1, n. 18, p. 01-04, nov. 2004. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ColheitaPosColheita_Castanha_000fzcn4x6e02wx5ok0cpoo6atq4bseh.pdf. Acesso em: 21 jun. 2020.

PACHECO, A. M. Estudo da viabilidade da produção de etanol a partir de suco de caju (*Anacardium occidentale* L.) utilizando células imobilizadas em bagaço de caju. 71 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)–Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

PEREIRA, Ana Dantas et al. **DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BOLOS E BISCOITOS UTILIZANDO COMO INGREDIENTE A FARINHA DE RESÍDUO DO CAJU (*Anacardium occidentale* L.)**. 2016. 67 f. Monografia

(Especialização) - Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Santa Cruz, 2016. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/handle/123456789/2405>. Acesso em: 27 abr. 2020.

PINA, Camila Almeida. **Desenvolvimento de licor de caju: Aproveitamento do pedúnculo de caju para produção de cajuína**. 2014. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências dos Alimentos, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/11/110614/tce-29042015-085717/?&lang=br>. Acesso em: 27 abr. 2020.

PINHO, L. X. Aproveitamento do resíduo do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.) para alimentação humana. 2009. 85p. Dissertação (Ciências e tecnologia de alimentos) – Universidade Federal do Ceará. Departamento de tecnologia de alimentos, Fortaleza, 2009.

Prommajak, T.; Leksawasdi, N.; Rattanapanone, N. Biotechnological valorization of cashew apple: A review. *Chiang Mai Journal of Natural Sciences*, v.13, p.159-182, 2014.

RECODAF: Produção da Castanha de Caju nas microrregiões do Ceará no período de 1993 a 2016. Ceará: Recodaf, v. 4, 2018. Disponível em: <http://codaf.tupa.unesp.br:8082/index.php/recodaf/article/view/72>. Acesso em: 29 mar. 2020.

ROCHA, Christiane Pereira. **Otimização da Produção de Enzimas por *Aspergillus niger* em Fermentação em Estado Sólido**. 2010. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/15133/1/crhris.pdf>. Acesso em: 10 maio 2020.

RODRIGUES F, MG, Souza, AG, Santos, IMG *et al*. Propriedades antioxidantes do cardanol hidrogenado para biodiesel de algodão por PDSC e UV / VIS. *J Therm Anal Calorim* **97**, 605–609 (2009). <https://doi.org/10.1007/s10973-008-9600-3>

RODRIGUES, Tigressa Helena Soares. **ESTUDO COMPARATIVO DA PRODUÇÃO DE ETANOL POR PROCESSOS DE SHF (FERMENTAÇÃO E HIDRÓLISE SEPARADAS) E SSF (FERMENTAÇÃO E HIDRÓLISE SIMULTÂNEAS) DE BAGAÇO DE CAJU (*Anacardium occidentale* L.)**. 2015. 109 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/10913/1/2014_tese_thsrodrigues.pdf. Acesso em: 26 maio 2020.

ROSA, M. F.; SOUZA FILHO, M S. M.; FIGUEIREDO, M. C. B.; MORAIS, J. P. S.; SANTAELLA, S. T. LEITÃO, R. C. Valorização de resíduos da agroindústria. II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais – II SIGERA 15 a 17 de março de 2011 – Foz do Iguaçu, PR Volume I – Palestras.

SAMPAIO, Samuel G. et al. A Smartwatch made from Cashew Nut Shell Liquid (CNSL). **Revista Virtual de Química**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 353-363, 2019. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20190025>.

SANTOS, Liliana Andréa dos. **POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE FRUTAS**. 2019. 186 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/35679/1/TESE%20Liliana%20Andr%C3%A9a%20dos%20Santos.pdf>. Acesso em: 21 maio 2020.

SERPA, Juliana de França. **PRODUÇÃO DA ENZIMA XILOSE REDUTASE POR Candida tropicalis ATCC750 USANDO HIDROLISADO HEMICELULÓSICO DO BAGAÇO DE CAJU**. 2016. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/21442/1/2016_dis_jfserpa.pdf. Acesso em: 11 maio 2020.

SERRANO, Luiz Augusto Lopes; PESSOA, Pedro Felizardo Adeoadato de Paula. Sistema de Produção do Caju. **Embrapa Agroindústria Tropical**, Brasília, v. 2, p.1-14, jul. 2016. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1cepo. Acesso em: 11 mar. 2020.

SILVA, A. C.; ET AL., 10., 2005, São Paulo. **UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DA CASTANHA DO CAJU NA CONFECÇÃO DE TIJOLOS DE TERRA CRUA (ADOBE): ALTERNATIVA**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. 12 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Sofia_Bessa/publication/267389221_UTILIZACAO_DO_RESIDUO_DA_CAST. Acesso em: 04 maio 2020.

SILVA, André Leandro da et al. Cardanol-based thermoset plastic reinforced by sponge gourd fibers (*Luffa cylindrica*). **Polímeros**, [s.l.], v. 26, n. 1, p. 21-29, 4 mar. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-1428.2276>.

SILVA, André Leandro da; SILVA, Lucas Renan Rocha da; CAMARGO, Isabelle de Andrade; AGOSTINI, Deuber Lincon da Silva; ROSA, Derval dos Santos; OLIVEIRA, Diego Lomonaco Vasconcelos de; FECHINE, Pierre Basílio Almeida; MAZZETTO, Selma Elaine. Cardanol-based thermoset plastic reinforced by sponge gourd fibers (*Luffa cylindrica*). **Polímeros**, [s.l.], v. 26, n. 1, p. 21-29, 4 mar. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-1428.2276>.

SILVEIRA, Edilson Soares da et al. Líquido da casca da castanha-de-caju (LCC) como repelente do caruncho-do-bambu *Bambusa vulgaris*. **Ciênc. Florest.**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1389-1397, Sept. 2019. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982019000301389&lng=en&nrm=iso>. access on 31 May 2020. Epub Dec 02, 2019.

SIMPROD, 2018, São Cristóvão. **Análise bibliométrica da gestão e aplicação dos resíduos oriundos do processamento do caju (Anacard.** São Cristóvão: Ufs, 2018. 10 p. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10399/2/AnaliseBibliometricaGestao.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA ([s.i]). **Cardanol, C₂₁H₃₀O**. Disponível em: http://qnint.sbg.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=xgv1DOH6mC0Nt2zCsZnJ4gjAktMny7v89XjYDAcG58s6lB018D7UmnjSySw_pjmeFiap0JhTr6eqJ1ZoBSa6WQ==. Acesso em: 31 maio 2020.

SOUZA, Ércia Xavier Novaes de. **QUALIDADE HIGIÊNICO SANITÁRIA DA CASTANHA DE CAJU COMERCIALIZADA NA FEIRA LIVRE DE CRUZ DAS ALMAS-BA**. 2013. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Biologia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2013. Disponível em: <http://www.repositoriodigital.ufrb.edu.br/bitstream/123456789/801/1/Qualidade%20Higi%C3%AAnico%20sanit%C3%A1ria%20da%20castanha%20de%20caju%20comercializada%20na%20feira%20livre%20de%20Cruz%20das%20Alma2.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2020.

SOUSA, Renan Costa. **DIPTERA E THYSANOPTERA FITÓFAGAS ASSOCIADAS AO CAJUEIRO (Anacardium occidentale L.)**. 2018. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/35563/1/2018_tcc_rcsousa.pdf. Acesso em: 13 mar. 2020.

SOUZA FILHO, Hildo Meirelles de et al. Barreiras às novas formas de coordenação no agrossistema do caju na região nordeste, Brasil. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 2, n. 17, p. 229-244, 21 maio 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a02v17n2.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2020.

Thalita Adrielly Viana Carlos; Mateus Cavalcante Barbosa; Jéssica Nayara Nunes Pereira; Felipe Paiva de Farias et al. ESTUDO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES TÊXTEIS UTILIZANDO BAGAÇO DE CAJU COMO ADSORVENTE EM LEITO FIXO. In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2016, . Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2020. Disponível em: <<https://proceedings.science/cobeq/cobeq-2016/papers/estudo-do-tratamento-de-efluentes-texteis-utilizando-bagaco-de-caju-como-adsorvente-em-leito-fixo>> Acesso em: 25 mai. 2020.

TAVARES, Priscilla Torquato. **CARACTERIZAÇÕES FÍSICA E QUÍMICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CAJUCULTURA E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ENERGÉT.** 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Energias Renováveis, Centro de Energias Alternativas e Renováveis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/8791/2/arquivototal.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2020.