



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS
MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIAS NATURAIS**

DANIELLE MARIA ALMEIDA MATOS

**AVALIAÇÃO DA AÇÃO ANTIBACTERIANA, ANTIFÚNGICA E TOXICIDADE DOS
RESÍDUOS DO COCO VERDE (*Cocos nucifera* L.)**

FORTALEZA - CEARÁ

2021

DANIELLE MARIA ALMEIDA MATOS

AVALIAÇÃO DA AÇÃO ANTIBACTERIANA, ANTIFÚNGICA E TOXICIDADE DOS
RESÍDUOS DO COCO VERDE (*Cocos nucifera* L.)

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Ciências Naturais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Naturais. Área de concentração: Recursos Naturais.

Orientador: Dr. Olmar Baller Weber.
Co-Orientador: Prof Dr. Carlúcio Roberto Alves.

FORTALEZA – CEARÁ

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

MATOS, DANIELLE MARIA ALMEIDA .
AVALIAÇÃO DA AÇÃO ANTIBACTERIANA, ANTIFÚNGICA E
TOXICIDADE DOS RESÍDUOS DO COCO VERDE (COCOS
NUCIFERA L.) [recurso eletrônico] / DANIELLE MARIA
ALMEIDA MATOS. - 2021

Um arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico
com 90 folhas.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade
Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia,
Mestrado Acadêmico em Recursos Naturais, Fortaleza,
2021.

Área de concentração: Recursos Naturais.

Orientação: Prof. Dr. Olmar Baller Weber.

Coorientação: Prof. Dr. Carlúcio Roberto Alves.

1. Cocos nucifera. 2. Toxicidade. 3. Antifúngico.
4. Lasiodiplodia sp.. I. Título.

DANIELLE MARIA ALMEIDA MATOS

AVALIAÇÃO DA AÇÃO ANTIBACTERIANA, ANTIFÚNGICA E TOXICIDADE DOS
RESÍDUOS DO COCO VERDE (*Cocos nucifera* L.)

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Ciências Naturais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Naturais. Área de concentração: Recursos Naturais.

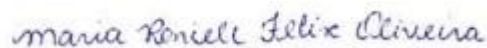
Orientador: Dr. Olmar Baller Weber.
Co-Orientador: Prof Dr. Carlúcio Roberto Alves.

Aprovado em: 03 de setembro de 2021

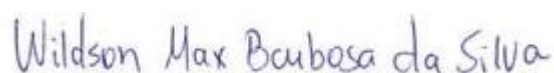
BANCA EXAMINADORA



Dr. Carlúcio Roberto Alves (Co-orientador)
Universidade Estadual do Ceará – UECE



Dra. Maria Roniele Felix Oliveira
Universidade Estadual do Ceará – UECE



Dr. Wildson Max Barbosa da Silva
Universidade Estadual do Ceará - UECE

AGRADECIMENTOS

À Deus por me amar e nunca me abandonar nos momentos de fraqueza.

À minha mãe, Ideusa Almeida, por ser minha melhor amiga, estar sempre ao meu lado, em todos os momentos e nunca me deixar desistir dos meus sonhos.

À minha prima, Williane Almeida, por todo apoio e carinho quando mais preciso.

À minha família pelo suporte e segurança.

À Prof^a. Dr^a. Roniele Felix, pelo apoio no trabalho, por todo o ensinamento e amizade.

À Prof^a. Dr^a. Ana Eufrásio, pela ajuda, apoio e companheirismo.

Ao Prof. Dr. Carlúcio Alves, pelo acolhimento em seu laboratório, orientação e confiança.

Ao Prof. Dr. Olmar Weber, pela orientação no projeto de pesquisa.

A todos do laboratório SisNaBio, que como colegas facilitaram o processo de pesquisa e aprendizagem.

Aos meus amigos Ana Luiza, Renata Farias, Ana Paula Farias, Raul Menezes, Emmanuel Santos, Rebeca Carvalho e Emanuel David pelos momentos que estiveram ao meu lado, pela alegria, amizade e companheirismo, por me fazerem acreditar no meu potencial. Sei que o caminho seria ainda mais tribulado sem a parceria de vocês. Vocês são parte da minha conquista.

Aos professores do Programa de Mestrado Acadêmico em Ciências Naturais, pelos conhecimentos repassados.

À Embrapa e a Dr^a. Leonia, pela ajuda, acolhimento e disponibilidade na realização das caracterizações por Espectroscopia de Infravermelho e Ressonância Magnética Nuclear.

À UECE Iniciação Científica, pelo acesso e oportunidades dadas em formas de bolsa FUNCAP, que facilitaram minha permanência na pesquisa.

“Somos donos de nosso próprio destino,
nós decidimos como iremos adiante.” –
Aelin Galathynius.

RESUMO

A cultura de comércio do *Cocos nucifera* L. (coqueiro) tem importante valor econômico e social para o Nordeste do Brasil. Essa palmeira possui um fruto muito conhecido e consumido devido aos seus valores nutricionais e medicinais. Em contrapartida, a cocoicultura é afetada negativamente pela produção de muitos resíduos orgânicos que, em grande parte, são descartados inadequadamente e causam prejuízos ambientais. Além do impacto ambiental, a cadeia de produção do coco passa por problemas fitossanitários com a incidência de doenças infecciosas causadas por fungos, que comprometem a qualidade dos frutos do *C. nucifera*. Como alternativa para esses problemas é duplamente vantajoso aliar propostas de reaproveitamento de resíduos com a busca por novas moléculas bioativas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação antibacteriana, antifúngica e a toxicidade geral dos extratos brutos da casca bem como do líquido da casca do coco verde (LCCV). Foram obtidos diferentes extratos da casca do coco, os quais foram caracterizados por meio de espectroscopia (infravermelho e ressonância magnética nuclear) e submetidos a determinação fitoquímica para investigar a presença de compostos com potenciais bioativos. Para a análise da atividade biológica das amostras foram realizados ensaios de toxicidade *in vitro* contra o microcrustáceo *Artemia salina*; além da atividade contra *Staphylococcus aureus* e *Salmonella typhimurium* pelo método de difusão em disco, e ação contra duas cepas do fungo *Lasiodiplodia theobromae* pelo método de difusão em ágar, variando tempos de exposição e as concentrações dos extratos. Os teores máximos obtidos foram de 21,89 mgEAG/g para fenóis e 7,31 mgEQ/g para flavonoides, para o extrato acetânico. Os resultados indicaram baixa toxicidade dos extratos brutos e do líquido do coco frente a *A. salina*. Na avaliação antifúngica frente a *L. theobromae*, o extrato éter etílico apresentou concentração efetiva média (CE₅₀) < 1 µg/mL, sendo classificado com alta eficiência antifúngica. Contudo, as amostras não se mostraram ativas frente a culturas bacterianas. Estes resultados levam a sugerir estudos sobre o modo de ação contra fungos patogênicos e o desenvolvimento de rotas alternativas para a produção de defensivos naturais.

Palavras-Chave: *Cocos nucifera*. Toxicidade. Antifúngico. *Lasiodiplodia sp.*

ABSTRACT

The commercial culture of *Cocos nucifera* L. has important economic and social value for the Northeast of Brazil. This palm tree has a very well-known and consumed fruit due to its nutritional and medicinal values. On the other hand, coconut cultivation is negatively affected by the production of many organic residues, which, in large part, are inappropriately discarded and cause environmental damage. In addition to the environmental impact, the coconut production chain undergoes phytosanitary problems with the incidence of infectious diseases caused by fungi that compromise the quality of *C. nucifera* fruits. As an alternative to these problems, it is doubly advantageous to combine waste reuse proposals with the search for new bioactive molecules. The objective of this work was to evaluate the antibacterial, antifungal action and general toxicity of crude husk extracts as well as green coconut husk liquid (GCHL). Different extracts of coconut husk were obtained, which were characterized by means of spectroscopy (infrared and nuclear magnetic resonance) and submitted to phytochemical determination to investigate the presence of compounds with potential for biological use. To analyze the biological activity of the samples, *in vitro* toxicity tests were performed against the microcrustacean *Artemia salina*; in addition to activity against *Staphylococcus aureus* and *Salmonella typhimurium* by the disk diffusion method, and action against two strains of the fungus *Lasiodiplodia theobromae* by the agar diffusion method, varying exposure times and extract concentrations. The maximum levels obtained were 21.89 mgEAG/g for phenols and 7.31 mgEQ/g for flavonoids for the acetane extract. The results indicated low toxicity of crude extracts and coconut liquid against *A. salina*. In the antifungal evaluation against *L. theobromae*, the ethyl ether extract had a mean effective concentration (EC₅₀) < 1 µg/mL, being classified as having high antifungal efficiency. However, the samples were not active against bacterial cultures. These results lead to suggest studies on the mode of action against pathogenic fungi and the development of alternative routes for the production of natural defensives.

Keywords: *Cocos nucifera*. Toxicity. Antifungal. *Lasiodiplodia* sp.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Imagem das variedades de <i>C. nucifera</i>	15
Figura 2 –	Imagem representativa do coco verde e seus constituintes	17
Figura 3 –	Imagem de resíduos da casca de coco verde descartados	23
Figura 4 –	Imagem do microcrustáceo <i>Artemia salina</i> Leach	25
Figura 5 –	Sintomas de infecção fúngica por <i>L. theobromae</i>	27
Figura 6 –	Ação de fungicidas segundo o seu princípio de controle	30
Figura 7 –	Espectro de infravermelho dos extratos da casca do coco verde para cada solvente	44
Figura 8 –	Espectro de RMN de ¹ H do extrato etanólico	47
Figura 9 –	Espectro de RMN de ¹ H do extrato acetânico	47
Figura 10 –	Espectro de RMN de ¹ H do extrato metanólico	48
Figura 11 –	Espectro de RMN de ¹ H do extrato etílico	49
Figura 12 –	Imagens do ensaio antibacteriano dos extratos da casca do coco verde e LCCV frente aos patógenos <i>S. aureus</i> e <i>S. typhimurium</i>	52
Figura 13 –	Imagem dos gráficos de inibição micelial dos extratos brutos e do líquido do coco, frente a cepa 1, em 24, 48 e 72 h	55
Figura 14 –	Imagens dos ensaios antifúngicos dos extratos brutos e líquido do coco frente <i>B. theobromae</i>	56
Figura 15 –	Gráficos de inibição micelial dos extratos brutos e do líquido do coco frente a cepa 2, em 24, 48 e 72 h	59
Figura 16 –	Imagens dos ensaios antifúngicos dos extratos brutos e líquido do coco frente <i>L. theobromae</i>	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Diferentes utilizações do coco (<i>C. nucifera</i> Linn) e seus resíduos.....	19
Tabela 2 –	Atividades biológicas relatadas de <i>C. nucifera</i> Linn	21
Tabela 3 –	Relação de reagentes e solventes utilizados	33
Tabela 4 –	Relação de equipamentos utilizados	36
Tabela 5 –	Valores de rendimento dos extratos brutos da casca do coco verde	41
Tabela 6 –	Comparação entre teores dos compostos fenólicos e flavonoides dos extratos e do líquido do coco verde encontrados no presente trabalho e os relatados na literatura.....	42
Tabela 7 –	Compostos do coco encontrados na literatura	45
Tabela 8 –	Compostos do coco caracterizados por RMN, relatados na literatura.....	50
Tabela 9 –	Resultados do ensaio de toxicidade aguda contra <i>A. salina</i>	49
Tabela 10 –	Porcentagem de inibição micelial dos extratos brutos e líquido do <i>C. nucifera</i> , em 24 h de exposição ao <i>B. theobromae</i>	54
Tabela 11 –	Classificação das amostras testadas contra <i>B. theobromae</i> , quanto ao CE ₅₀	57
Tabela 12 -	Porcentagem de inibição micelial dos extratos brutos e líquido do <i>C. nucifera</i> , em 24 h de exposição ao <i>L. theobromae</i>	58
Tabela 13 -	Classificação das amostras testadas contra <i>L. theobromae</i> , quanto ao CE ₅₀	61
Tabela 14 -	Atividades antifúngicas efetivas encontradas na literatura.....	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	<i>Cocos nucifera</i> Linn	14
2.1.1	Cocoicultura: aspectos econômicos	15
2.1.2	O fruto do coqueiro	17
2.1.3	Atividades biológicas relatadas do <i>C. nucifera</i>	19
2.2	Resíduos de descarte do consumo <i>in natura</i>, industriais e reaproveitamento	22
2.3	Microcrustáceo <i>Artemia salina</i> L. como indicador de toxicidade geral e bioatividade	24
2.4	A cultura do <i>C. nucifera</i> e o fitopatógeno <i>Lasiodiplodia theobromae</i> (Pat.) Griffon & Maubl	26
2.5	Defensivos naturais e controle biológico	28
2.5.1	Fungicidas agrícolas	29
2.6	Microrganismos patogênicos	31
3	OBJETIVOS	32
3.1	Objetivo geral	32
3.2	Objetivos específicos	32
4	METODOLOGIA	33
4.1	Materiais	33
4.2	Instrumental	34
4.3	Preparação do material vegetal para obtenção dos extratos	34
4.3.1	Extração dos princípios ativos	34
4.3.2	Obtenção do líquido da casca do coco verde.....	35
4.4	Técnicas para caracterizações fitoquímicas e espectroscópicas dos extratos da casca do coco verde	35
4.4.1	Determinação do teor de fenóis totais, por Folin-Ciocalteu	35
4.4.2	Quantificação do teor de flavonoides totais	36
4.4.3	Espectroscopia de Infravermelho (IV)	36
4.4.4	Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) de ¹ H	36
4.5	Bioensaios	37

4.5.1	Local dos experimentos	37
4.5.2	Avaliação de toxicidade aguda frente <i>Artemia salina</i> L.	37
4.5.3	Atividade antibacteriana frente aos patógenos <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Salmonella typhimurium</i>	38
4.5.4	Atividade antifúngica: avaliação in vitro da sensibilidade micelial frente ao fitopatógeno <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	39
4.5.5	Análise estatística	40
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1	Rendimento dos extratos obtidos da casca do coco verde	41
5.2	Identificação de compostos químicos presentes nos extratos da casca de coco verde	41
5.2.1	Prospecção fitoquímica dos extratos da casca do coco verde	41
5.2.2	Espectroscopia de Infravermelho (IV)	43
5.2.3	Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (RMN)	46
5.3	Teste de toxicidade aguda dos extratos da casca do coco verde e do líquido da casca do coco verde (LCCV) sobre a <i>Artemia salina</i> L.	50
5.4	Ensaio antibacteriano <i>in vitro</i>	51
5.5	Ensaio antifúngico contra <i>Botryodiplodia</i> e <i>Lasiodiplodia</i>	53
5.5.1	Cepa 1: <i>Botryodiplodia theobromae</i> – (LF.126) queima-de-folhas e fruto, em coqueiro	53
5.5.2	Cepa 2: <i>Lasiodiplodia theobromae</i> – (LF.120) resinose do caule, em cajueiro	57
6	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS	66
	APÊNDICE A – CURVA DE CALIBRAÇÃO PADRÃO PARA FÉNOIS E FLAVONOIDES	87

1 INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma espécie de palmeira muito disseminada e conhecida pelo mundo todo, devido aos seus elevados valores nutricionais e atividades medicinais relatadas. Apesar de ser uma planta originária da Ásia, a cultura de comércio do coco tem grande importância socioeconômica e cultural para o Brasil, que é o quinto maior produtor mundial de coco, e principalmente para o Nordeste do país, onde se encontram os maiores produtores do fruto. A cocoicultura tem gerado empregos e renda para milhares de agricultores e comerciantes, e por ser uma cultura perene e adaptável ao clima mais quente, ser um comércio de tradição familiar, apresentar uma variedade de aplicações com retorno econômico, a produção de *C. nucifera* só tende a aumentar exponencialmente (BRAINER; XIMENES, 2020; DEBMANDAL; MANDAL et al., 2011; ESQUENAZI et al., 2002; FIGUEIRA et al., 2013).

Com a alta na demanda de produção e consumo dos frutos e subprodutos do *C. nucifera*, há uma alta também na produção de resíduos provenientes do processo de beneficiamento do coco e da casca. De 2017 a 2019 houve um crescimento de 450% na produção do fruto e levando em conta que cada coco pode produzir até 1 Kg de resíduos orgânicos, a velocidade de tratamento desse material não consegue se manter constante a sua velocidade de produção, causando problemas ambientais (BRAINER; XIMENES, 2020; NUNES, 2018). Também com a expansão das plantações de *C. nucifera*, existe comumente a incidência de fitopatógenos oportunistas, como o *Lasiodiplodia theobromae*, que se alastram pelas culturas, provocando prejuízos à cadeia de produção e qualidade do fruto. No coqueiro, esse fungo provoca a queima-das-folhas, podendo causar a necrose do fruto na pós-colheita e em boas condições de proliferação, o alastramento do fungo acarreta prejuízos da ordem de 50% da produção de coco (TAVARES, 2002; WARWICK et al. 1994).

Diante de cenários como esse, propostas de pesquisas que alinham a busca por novos compostos com potenciais biológicos ao reaproveitamento de uma matéria-prima natural e de descarte, são mais vantajosas tanto econômica quanto socialmente. Muitas são as espécies vegetais que produzem diferentes substâncias químicas durante seus processos metabólicos, gerando compostos com princípios ativos e por isso são consideradas primeiramente na pesquisa para o

desenvolvimento de fármacos e defensivos naturais. O uso cada vez mais desmedido de substâncias sintéticas para a formulação de novos compostos, além de não serem aliadas ao meio ambiente, podem causar a resistência dos organismos prejudiciais e têm uma elevada tarifa para aquisição. Por isso, é cada vez mais necessária a busca por substâncias de caráter sustentável, com potenciais terapêuticos e o *C. nucifera* se insere como uma espécie de matéria-prima muito interessante, devido aos seus variados usos medicinais já relatados (antifúngico, antioxidante, antitumoral, anti-inflamatório, antibacteriano) para diversas partes da planta (DEBMANDAL; MANDAL et al., 2011; ESQUENAZI et al., 2002).

O presente estudo pretende avaliar as ações biológicas de uso dos resíduos produzidos no processo de comercialização do coco, como as cascas e o líquido da casca do coco verde, buscando investigar a possibilidade de utilização futura dessa matéria-prima para sanar problemas que limitam a cadeia produtiva do *C. nucifera*, ao produzir novos defensivos naturais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Cocos nucifera* Linn.

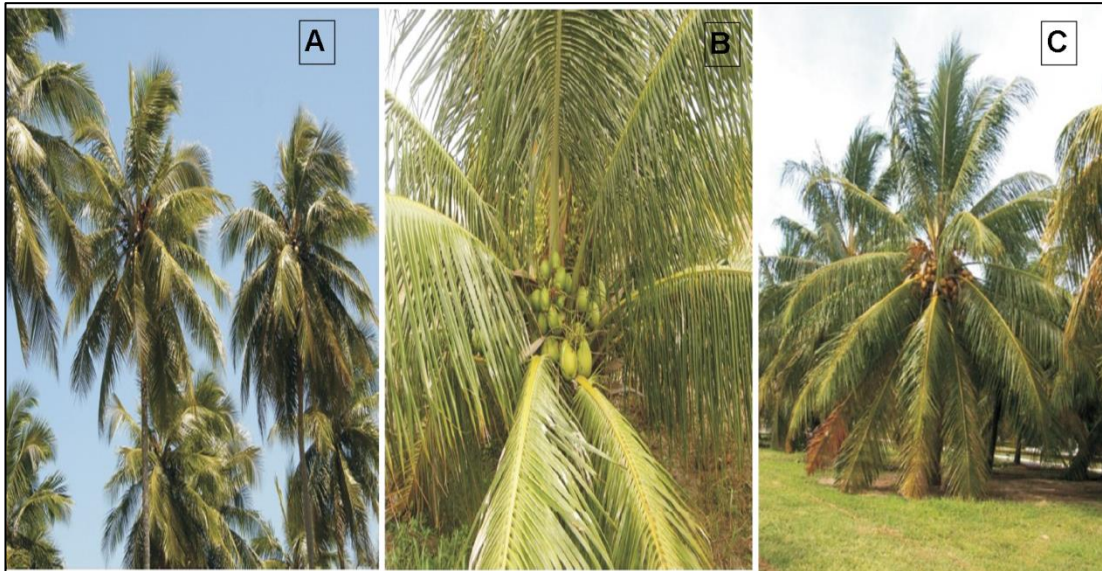
Popularmente conhecido como coqueiro ou coco-da-baía, *C. nucifera* L., uma palmeira da família (Arecaceae), presente em várias partes do mundo, é conhecida por suas muitas utilidades, principalmente por seus valores nutricionais e medicinais. Originária de ilhas tropicais do Sudeste Asiático aproveita-se praticamente quase tudo dessa planta, pois a raiz, caule, folha, inflorescência e fruto, são utilizados em diversas áreas, desde indústria alimentícia a indústria farmacêutica (DEBMANDAL; MANDAL *et al.*, 2011; ESQUENAZI *et al.*, 2002; FIGUEIRA *et al.*, 2013).

Considerada uma das mais importantes culturas alimentares descendente dos trópicos, a cocoicultura encontra-se presente em plantações de mais de 86 países da América Latina, Ásia e África (NASIMUISLAM *et al.*, 2014; PROBIR *et al.*, 2013; SIVAKUMAR *et al.*, 2011).

No Brasil, essa espécie vegetal é largamente distribuída nas áreas litorâneas no nordeste do país, por causa da presença de solos arenosos, clima úmido, com incidência de chuvas e demasiada radiação solar, que propiciam especialmente para o crescimento da planta (ESQUENAZI *et al.*, 2002; FIGUEIRA *et al.*, 2013). A cultura do coqueiro e seu fruto, o coco, têm grande importância social, econômica e cultural, devido a sua longa tradição regional e grande importância para o homem do campo, gerando até 772.386 empregos diretos e 3.089.544 empregos indiretos pertencentes a cadeia produtiva do coco (CUENCA, 2016; CUENCA; SIQUEIRA, 2003; HOODA *et al.*, 2012).

A árvore do coqueiro é constituída por raiz, estirpe, inflorescência, folhas, frutos e cascas, sendo seu fruto uma drupa de forma ovóide e fibrosa, quase globosa. A espécie *C. nucifera* L., é formada de duas variedades: A Gigante (Arecaceae) (*typica*) Narr. (Figura 1A) e a variedade Anão (*nana*) Griff. (Figura 1B) que se dividem nos diferentes tipos Amarelo, Verde, Vermelho de Camarões e Vermelho da Malásia (DEBMANDAL; MANDAL *et al.*, 2011; FONSECA *et al.*, 2009; MARTINS; JESUS, 2011). Também existe na natureza a variedade híbrida, (Figura 1C) que é obtida da junção dos dois tipos de variedades: anão e gigante (CARVALHO *et al.*, 2008; MARTINS; JESUS, 2011; SIVAKUMAR *et al.*, 2011).

Figura 1 - Imagem das variedades de *C. nucifera*



Fonte: Adaptado de MARTINS; JESUS, (2011).

Entre as variedades brasileiras o coqueiro gigante é nomeado dado seu grande crescimento, podendo alcançar 35 m de altura. É muito utilizado na agroindústria como fonte de polpa. Enquanto o coqueiro anão é uma variedade de crescimento lento e de pequeno porte, com altura aproximada de 12 m, cultivado principalmente para consumo da água de coco natural, sendo a cultivar verde a mais utilizada comercialmente, devido ao curto tempo para colheita, quando comparada aos outros tipos (COSTA *et al.*, 2006; SIQUEIRA; ARAGÃO; TUPINAMBÁ, 2002). Já a variedade híbrida pode alcançar em média até 20 m, sendo utilizada tanto no consumo *in natura* e na culinária, quanto na indústria agrônômica (ARAGÃO *et al.* 2004; SIQUEIRA; ARAGÃO; TUPINAMBÁ, 2002).

2.1.1 Cocoicultura: aspectos econômicos

A cultura do comércio do coco no Brasil tem notória relevância, principalmente para o Nordeste, região com maior produção do país. A faixa litorânea do Nordeste abriga os principais estados produtores do coco: Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte, que carregam a marca de 81,3% da área de cultivo e 71,2% da produção do país (ALVES *et al.*, 2018; USDA, 2020). O agronegócio do coco anuncia

importante perspectiva de crescimento no país e no mundo, por causa das ótimas qualidades nutricionais e funcionais do produto natural (CUENCA; SIQUEIRA, 2003; MARAFON *et al.*, 2020).

As outras localidades do país já vêm iniciando sua cadeia produtiva e tentam ultrapassar o rendimento e produção da região Nordeste. No Norte, o foco está no cultivo da variedade híbrida com o destino final para a produção de coco seco e coco verde, conforme a demanda de procura. Nas regiões ao Sul do Brasil, o tipo mais cultivado é da variedade anã, visando o comércio de água de coco (BRAINER; XIMENES, 2020).

O Brasil detém a marca de quinto maior produtor mundial de coco, contribuindo com 4,5% da produção total, após Sri Lanka. Foi previsto no país, uma margem de área para plantação de coco-da-baía de 223 mil hectares e produção de um montante de 1,95 bilhões de frutos. A principal direção do cultivo brasileiro atualmente destina-se à geração de coco seco natural, coco ralado, leite de coco e água de coco, produtos e subprodutos que geraram 2,83 milhões de reais em 2019 (BRAINER; XIMENES, 2020).

A cocoicultura se mantém perene, pois ao contrário de outras plantações periódicas, o *C. nucifera* pode ser cultivado durante o ano todo, tendo um ciclo de vida duradouro e vantajoso para a produção do coco, perdurando o comércio do produtor (BRAINER; XIMENES, 2020). Segundo Cuenca e Siqueira (2003), avalia-se a porcentagem de comercialização do coco segundo o modelo: 35% para a produção industrial, (coco ralado e leite de coco), 35% para o Sudeste/Sul, no comércio de água de coco e os 30% finais permanecem no mercado nordestino.

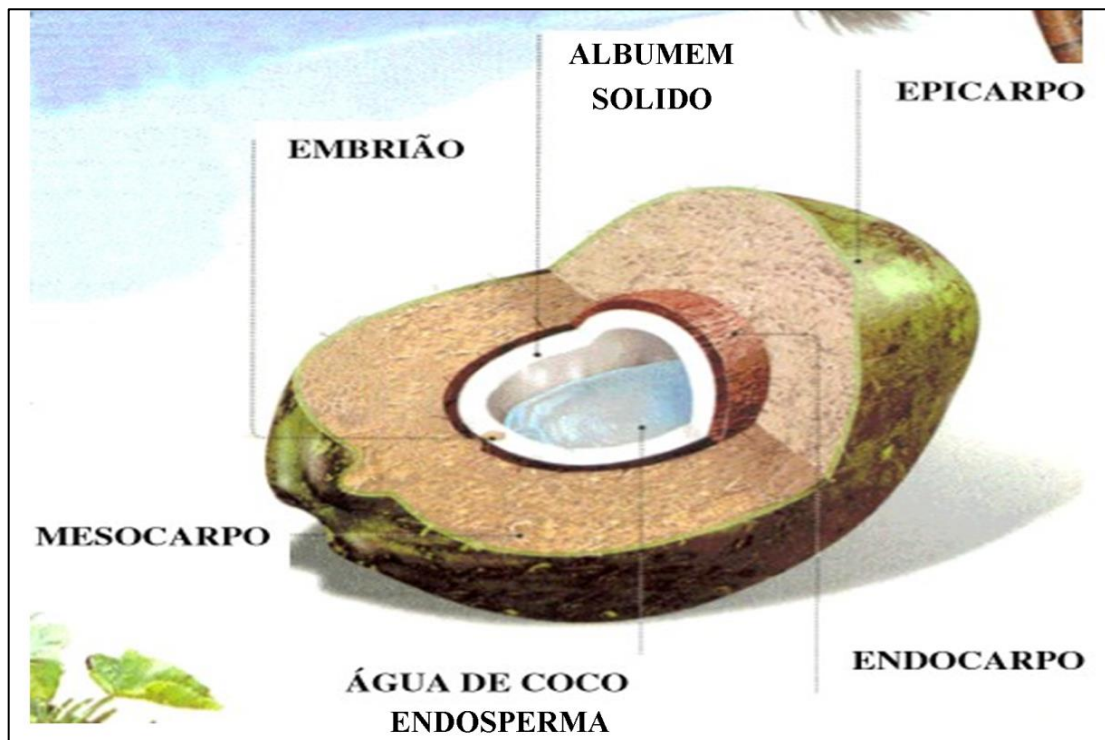
O agronegócio do coco no Nordeste, mesmo sendo capaz de gerar empregos e renda para milhares de agricultores e comerciantes, está associado a um desânimo dos produtores, seja pelo pouco incentivo das políticas brasileiras, seja pela dificuldade no manejo da seca e seja também pela incidência de pragas e doenças. O conjunto de motivos citados são os causadores do decaimento dos níveis de produção e qualidade do coco (FONTES, 2010; MARINHO; GHEYL; FERNANDES, 2006).

2.1.2 O fruto do coqueiro

O fruto do *C. nucifera* quando se encontra seco é colhido com o tempo de até 12 meses de idade, tempo ideal para uso industrial (coco ralado e leite de coco). Em contrapartida, o fruto do coco verde é colhido prematuro, entre o 6º e o 7º mês, quando o volume interno da polpa branca líquida (água de coco) está em nível culminante e com o gosto mais agradável ao paladar do consumidor. Esse volume representa cerca de 20% do peso bruto do fruto (MARAFON, 2020; MARTINS; JESUS, 2014).

A camada dura, lisa e fibrosa no exterior (casca) é chamada de epicarpo; a camada seguinte é o mesocarpo, encorpada e fibrosa; o endocarpo, uma camada lenhosa e mais rígida, conforme o amadurecimento do fruto; no centro forma-se uma carne branca – albúmen sólido ou amêndoa – e em seu interior o albúmen líquido – endosperma – também conhecido como água de coco (MARTINS; JESUS, 2011). O coco é constituído de cinco partes, conforme a Figura 2, a seguir:

Figura 2 - Imagem representativa do coco verde e seus constituintes



Fonte: Adaptado de MATTOS *et al.*, (2014).

As cascas do coco são formadas principalmente por fibras (70%) e pó (30%). Como particularidades das fibras estão a dureza e firmeza, devido ao alto teor de lignina, tendo até duas vezes mais que outros materiais de origem natural (ROSA *et al.* 2001; SILVA *et al.*, 2006). Também são encontradas nas fibras, teores elevados de pentosanas, celulosas e ligninas (ESQUENAZI *et al.*, 2002). Como subproduto da indústria de beneficiamento da casca do coco também é obtido um líquido da casca do coco verde (LCCV), resultado da ação de trituração e prensagem das fibras da casca. Nas primeiras caracterizações do líquido do coco foram encontrados açúcares, cálcio, potássio, sódio, magnésio e bicarbonato, cloreto e sulfato, e outros teores (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002; ROSA, 2004).

O LCCV tem sido utilizado para irrigação vegetal dado ao seu alto nível de potássio (ARAÚJO; ROSA; FRÍGIDA, 2004). Em alguns estudos, se encontram relatos de que para cada litro de LCCV é gerado uma concentração de potássio equivalente a 3,85 gramas de cloreto de potássio. Por causa dessa elevada taxa de sal, tal líquido pode vir a ser prejudicial para plantas sensíveis à salinidade, apesar das suas taxas de minerais, muito úteis para adubação (ROSA *et al.* 2007). O despejo desse efluente em locais inadequados pode causar sérios distúrbios ambientais, fazendo-se necessária a procura por métodos alternativos de tratamento (SOUSA *et al.*, 2007).

Como já mencionado, os usos do *C. nucifera* são vários (Tabela 1). Nada se perde do fruto do coqueiro, verde ou seco, desde o estado natural, industrializado ou artesanal, todos os seus manejos resultam em múltiplas aplicações e beneficiamento econômico (FONTENELLE, 2005). Os produtos formados a partir da casca que dão forma a “briquetes” ou “blocos prensados”, conseguem ser de forma eficiente, reutilizados como carvão vegetal no lugar do carvão de madeira, com grandes vantagens ecológicas e bom rendimento energético. O pó obtido do processo de trituração da casca consiste em grandiosa matéria-prima natural, que concede características sustentáveis à fabricação de substratos agrícolas. O pó da casca distingue-se como qualificador dos aspectos físicos e biológicos da lavoura e facilitando o enraizamento de plantas (NUNES; SANTOS; SANTOS, 2007). Já o albúmen líquido (água do coco) apresenta em sua constituição teores de açúcares, proteínas e fibras. Além de capacidade antioxidante, a água de coco é repleta de sais

minerais, tornando-a uma considerável forma de alimento nutritivo (HOODA *et al.*, 2012).

Tabela 1 – Diferentes utilizações do coco (*C. nucifera* Linn) e seus resíduos

Partes do coco	Usos	Referências
Casca (Epicarpo)	Fabricação de bolsas, bijuteria, artesanato, briquetes, carvão vegetal.	NUNES; SANTOS; SANTOS, 2007;
Fibras	Artesanato, carpetes, estofamento de carros, escovas, placas usadas como isolantes térmicos e acústicos, placas de conglomerados, aditivo de gesso na construção civil, cordas, biomantas para contenção de erosão laminar, vasos e placas para cultivo de plantas ornamentais.	NUNES; SANTOS; SANTOS, 2007; MATTOS <i>et al.</i> , 2014.
Pó	Substrato natural vegetal, compostagem.	NUNES; SANTOS; SANTOS, 2007; MATTOS <i>et al.</i> , 2014.
Casca Lenhosa (Endocarpo)	Combustível lenhoso, como material impermeabilizante de chapas de madeira.	BRAINER, 2018; FONTENELE, 2005.
Albúmen (Sólido e líquido)	Isotônico natural, doces, bebidas, coco ralado, leite de coco, suprimento energético, óleo de coco, cosméticos, ração animal, óleos, álcool graxo, ácido graxo, glicerina, solventes.	BRAINER, 2018; FONTENELE, 2005; HOODA <i>et al.</i> , 2012; MARTINS; JESUS, 2014; PINTO <i>et al.</i> , 2015;
LCCV	Adubação, fermentação de álcool etílico.	CRISÓSTOMO; ARAGÃO, 2011; TEIXEIRA, 2007.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.1.3 Atividades biológicas relatadas do *C. nucifera*

As substâncias bioativas naturais despertam grande interesse científico tanto para a busca por novas estruturas moleculares, como de potenciais para atividade biológica (SILVA; SILVA; LIRA, 1998). Dentre as fontes de produtos naturais

com potenciais biológicos encontram-se as plantas medicinais que têm a capacidade de produzir um leque de compostos químicos, podendo desempenhar funções biológicas importantes, como na defesa contra o ataque de predadores. Menos de 10% do total de plantas medicinais tiveram seus compostos isolados (TAPSELL *et al.* 2006). Frente a isso, o Brasil se apresenta em destaque por deter em seu território um terço da flora mundial, além das grandes áreas vegetais na Amazônia, com potencial para ser o maior estoquista de bioprodutos fitoterápicos do globo, despertando a atenção de estudiosos e pesquisadores (SANTOS *et al.*, 2011).

Dentre os compostos com possível ação biológica estão os chamados metabólitos secundários, fitoquímicos como alcalóides, terpenos e flavonoides. A presença desses metabólitos nas plantas é responsável por variadas ações, resultantes de rotas biossintéticas dos mecanismos de defesa vegetal, que vão desde a defesa contra pragas e doenças, até relações entre espécies. Esses compostos secundários ainda podem ser distinguidos como princípios ativos, ou bioativos, pois detêm a capacidade de provocar algum tipo de resposta biológica nos organismos vivos, inclusive no homem (BOSCOLO; VALLE, 2008; OLIVEIRA; OLIVEIRA; ANDRADE, 2010). Os compostos fenólicos têm recebido muita atenção da comunidade científica, devido ao leque de atividades biológicas que promovem muitos benefícios para a saúde humana incluindo ações antioxidantes, antimicrobiana e anti-inflamatória. (EVARISTO; LEITÃO, 2001; RODRIGUES, 2013). Os compostos fenólicos desempenham importantes funções no desenvolvimento e na defesa das plantas contra ataques externos por pragas, na proteção contra raios ultravioleta, além de atraírem animais polinizadores (BONFILI *et al*, 2008).

Vários são os trabalhos científicos que evidenciam a promissora atividade de extratos naturais com eficiência frente a organismos prejudiciais. Dentre as plantas citadas na literatura encontra-se o *C. nucifera*, com aplicações para praticamente todas as partes da planta, tornando-o material ideal para a prática de aproveitamento e excelente matéria-prima natural. A espécie pode ser um precursor também na área medicinal graças a sua bioatividade, agindo como antioxidante, antimicrobiano, dentre outras mais, conforme a Tabela 2 (DEBMANDAL; MANDAL, 2011; SIVAKUMAR *et al.*, 2011).

Tabela 2 - Atividades biológicas relatadas de *C. nucifera* Linn

Parte do coqueiro	Atividades Biológicas	Referências
Folhas	Antioxidante, antimicrobiana, antitumoral.	FIGUEIRA, 2012.
Raiz	Antimicrobiano, antioxidante, antihiperlipidêmico, diurético, adstringente e antiséptica.	NASKAR <i>et al.</i> , 2011; SIVAKUMAR <i>et al.</i> , 2011; UY <i>et al.</i> , 2019.
Fruto	Contra infecção intestinal, diarreia, diabetes, antimicrobiano, antitumoral, tratamento de úlceras.	AWUA <i>et al.</i> , 2012; PATTIGADAPA <i>et al.</i> , 2011; RENJITH; CHIKKU; RAJAMOHAN, 2013.
Casca do coco	Antifúngico, antitumoral, leishmanicida, anti-inflamatória, antimicrobiana, antiviral, anti ulcerogênica, antineoplásica, antioxidante, anti plasmodium.	SILVA <i>et al.</i> , 2009; RINALDI <i>et al.</i> , 2009; OLATUNDE; BENJAKUL; VONGKAMJAN, 2018; FREITAS <i>et al.</i> , 2011; MACHADO <i>et al.</i> , 2006; ESQUENAZI <i>et al.</i> , 2002; VENKATARAMAN; RAMANUJAM; VENKATASUBBU, 1980; ALVIANO <i>et al.</i> , 2004; AKINYELE <i>et al.</i> , 2011, OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2013; TAYLER <i>et al.</i> , 2020.
LCCV	Antiproliferativa em linfócitos e anti-helmíntica, antibacteriano, antiviral, anti larvicida e imunomoduladora	ESQUENAZI <i>et al.</i> , 2002; OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2015; ROSA <i>et al.</i> , 2007; COSTA <i>et al.</i> , 2010; COSTA <i>et al.</i> , 2011.

Fonte: Elaborado pela autora.

Há também relatos de extratos de *C. nucifera* e LCCV são utilizados na formulação de defensivos agrícolas naturais e controle biológico de pragas (ABREU *et al.*, 2014; RAMOS; ADREANI; KOZUSNY-ANDREANI, 2016; ROJAS, 2018; SOUZA; SERRA; MELO, 2012). Estudos apontam a utilização de óleo de coco como antifúngico, com ação frente ao fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides* (SOUZA; SERRA; MELO, 2012). Também foi relatado que extratos acetânicos do coco apontaram atividade antibacteriana frente à *S. aureus*, atividade virucida contra o tipo 1 da *Herpes simplex* (ESQUENAZI *et al.*, 2002) e contra o protozoário *Leishmania*

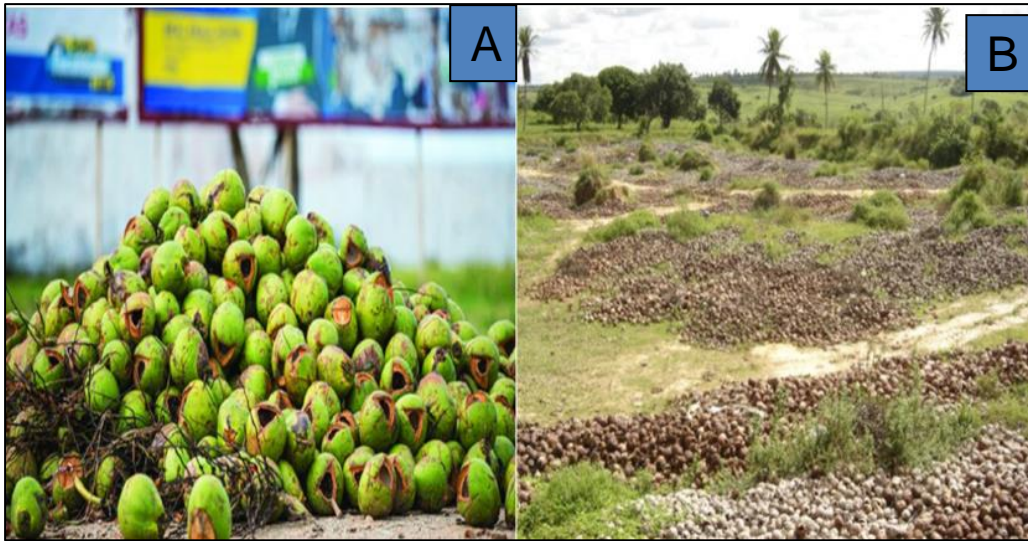
amazonensis (MENDONÇA-FILHO *et al.*, 2004), assim como atividade antifúngica frente *Aspergillus niger* (LEITÃO *et al.*, 2010).

2.2 Resíduos de descarte do consumo *in natura*, industriais e reaproveitamento

Com o crescente comércio de água de coco no Brasil e sua elevação de consumo, foi registrado para os anos de 2012 a 2016, um aumento de 584,6% nas importações do fruto, passando a ser consumido até 3,3 mil toneladas. De 2017 a 2019 o crescimento foi de 450,7%. Essa alta na comercialização e consumo da água de coco atuam como agravantes para um crescente distúrbio ambiental, que é causado pelos resíduos gerados dessa cadeia de consumo. Só no ano de 2020, foram produzidas aproximadamente 2,7 milhões de toneladas de casca de coco, sendo desse valor, 74,5% somente do coco verde. (BRAINER; XIMENES, 2020).

Rosa e colaboradores (2001) afirmam que o agronegócio do coco contribui com uma porcentagem média de 70% do lixo das áreas litorâneas. Desde 2001, Fortaleza, capital do Ceará, já registrou a marca de 150 toneladas/dia de lixo gerado a partir do coco (OLIVEIRA, 2010). Em 2017, o estado gerou 282 mil toneladas de casca de coco verde (IBGE, 2017). O *C. nucifera* produz uma enorme quantidade de resíduos como cascas e endocarpo de frutos, cachos, brácteas, paneiros e folhas senescentes, conforme Figura 3.

Figura 3 - Imagem de resíduos da casca de coco verde descartados



A: Cascas de coco verde descartados em área urbana da cidade de Aracaju/SE. B: Cascas de coco verde descartadas no meio ambiente. Fonte: Adaptado de Nunes; Santos; Santos, (2007); Marafon *et al.*, (2019).

Mesmo uma unidade do coco, resíduo originado do comércio de água de coco, pode produzir 1 kg de matéria orgânica (MATTOS *et al.*, 2011; NUNES, 2018). O método de vida saudável unido às novas técnicas de processamento de alimentos, venda e propaganda contribuem para a alta demanda de consumo do coco e naturalmente há também uma alta na produção de matéria orgânica descartada, (MATTOS *et al.*, 2014).

Cerca de 70% da constituição do mesocarpo do coco é de lignina e celulose, que conferem resistência ao material. Esses resíduos demoram muito tempo para serem absorvidos pela natureza, em torno de 10 anos para sua total degradação e quando despejados em lixões, se tornam meio de criação para animais transmissores de doenças. Mesmo quando queimadas, as cascas de coco, folhas e cachos do *C. nucifera* dão origem a elementos que causam poluição ambiental (NUNES; SANTOS; SANTOS, 2007). Devido à pequena gama de países produtores do coco, até recentemente não existiam métodos para o tratamento desses produtos de descarte (BRAINER; XIMENES, 2020). Frente a grande produção de resíduos de descarte e sua demorada reabsorção pela natureza, se faz evidente a necessidade da procura por métodos alternativos e sustentáveis para o reaproveitamento da casca do coco (MATTOS *et al.*, 2011).

Existem no Brasil algumas instituições que conseguiram botar em prática a ideia de reaproveitamento dos resíduos do coco. Em 2007, pesquisadores da Embrapa Tabuleiros Costeiros de Aracaju publicaram trabalhos sobre tecnologias para biodegradação dos resíduos do coco, com passo a passo gratuito. As técnicas permitiram a diminuição do tempo de biodegradação das cascas, que costumavam tomar de 8 a 10 anos, para de 150 a 180 dias e ainda desenvolveram novos materiais com valores nutricionais e macro nutrientes, com potencial para melhoramento de cultivos e potenciais de compostagem. Eles calcularam que o reaproveitamento dos resíduos do coco é economicamente viável, pois sendo o Brasil um alto produtor dessa matéria orgânica, ele conseguiria gerar bem mais de 1,536 milhão de tonelada de substrato agrícola proveniente de fonte inesgotável e sustentável (NUNES; SANTOS; SANTOS, 2007). Instituições privadas também começam a direcionar as suas forças para trabalhar com o reaproveitamento desses subprodutos. Os resíduos são repassados por empresas que trabalham com o beneficiamento do coco, então dá-se início ao processo de tratamento depois dos resíduos do coco verde. São triturados e dão forma a materiais, que são destinados ao comércio de paisagismo, jardinagem e hortos, servindo por exemplo como substrato para orquídeas de alta qualidade. Com esse tipo de tratamento a estimativa é de que sejam reaproveitadas 2000 toneladas/ano de coco verde que estariam sendo descartados no lixo (GITEL, 2018).

O pensamento é voltado para dar uso a essa matéria-prima natural, de forma que possam ser reutilizados sustentavelmente, mantendo um ciclo de produção (CNI, 2018). O reaproveitamento dos resíduos do *C. nucifera* é muito importante para a manutenção da natureza e se torna vantajoso, através do manejo de uma matéria-prima abundante e renovável.

2.3 Microcrustáceo *Artemia salina* L. como indicador de toxicidade geral e bioatividade

O bioensaio com *Artemia salina* é um simples teste, que pode ser utilizado desde avaliação de toxicidade geral até o monitoramento de efluentes. Esse teste também tem sido realizado como pesquisa preliminar de atividades de produtos naturais. O ensaio permite a avaliação de possíveis efeitos tóxicos sobre sistemas biológicos, portanto, é considerado primeiramente no estudo inicial de compostos com possível ação biológica (ARAÚJO; *et al.* 2003). A avaliação do potencial da toxicidade

de plantas medicinais, frente à *A. salina*, corrobora aspectos farmacodinâmicos dos princípios ativos naturais responsáveis pelas propriedades terapêuticas destas plantas (OLIVEIRA *et al*, 2012).

O ensaio com *A. salina* além de testar a toxicidade das plantas, oferece numerosas vantagens, por ser, facilmente acessível, rápido, sensível, não utilizar equipamentos sofisticados, e por que requer uma pequena quantidade de amostra (2 – 20 mg). A ampla distribuição e facilidade de obtenção desse microcrustáceo (Figura 4), fazem com que o gênero *Artemia* tenha sido usado em testes de toxicidade frente a uma ampla variedade de produtos como pesticidas, petroquímicos, dispersantes e metais pesados, desde a década de 1950, sendo mundialmente aceito pela comunidade científica (BOMM; PEREIRA; SIQUEIRA, 1998).

Figura 4 - Imagem do microcrustáceo *Artemia salina* Leach.



Fonte: MRS RESEARCH GROUP, 2017.

Alguns trabalhos tentam comparar a toxicidade sobre *A. salina* com bioensaios antifúngicos, virucidas e antimicrobianos (MACRAE; HUDSON; TOWERS, 1988), parasiticida (SAHPAZ *et al.* 1994) e citotóxica (MCLAUGHLIN; CHANG; SMITH, 1991). No monitoramento de agrotóxicos, é preciso determinar o efeito resultante da sua utilização frente à natureza. Ao serem inseridos no meio ambiente e alcançarem sistemas naturais aquosos, os agrotóxicos podem causar a contaminação desses meios, se depositar no interior dos organismos e se propagar

ao longo da cadeia alimentar, podendo chegar a prejudicar os seres humanos. Os animais aquáticos são os primeiros a sentirem os efeitos prejudiciais e por isso são cotados como modelos de testes de poluentes (BARBIERI, 2004). Assim, faz-se necessário o monitoramento de antifúngicos e antibacterianos quanto à toxicidade aguda.

A atividade biológica preliminar dos extratos, no teste com *A. salina*, é determinada através do cálculo da concentração letal de 50% (CL₅₀) da população do organismo. A toxicidade é considerada significativa quando o valor da CL₅₀ é menor que 1000 µg/mL (KRISHNARAJU *et al.* 2005), não possuindo atividade acima desse valor. O dimetilsulfóxido (DMSO) é o padrão de solubilidade utilizado para monitorar o desempenho do teste.

2.4 A cultura do *C. nucifera* e o fitopatógeno *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.

O crescente avanço da cocoicultura, no estado do Ceará, chega a contabilizar uma área colhida de 39.692 mil hectares, principalmente das faixas litorâneas, abrangendo as localidades de Trairi, Itapipoca, Paraipaba, Pentecoste e São Gonçalo do Amarante. Essa rápida expansão trouxe com ela uma complicação em relação ao aparecimento e agravamento de doenças de ordem fitossanitárias, que não eram uma situação grave no passado (FREIRE *et al.*, 2004; IBGE, 2020).

Os problemas citados têm comprometido a produtividade e qualidade da produção do coco. Um fitopatógeno comum das regiões tropicais e subtropicais, o *Lasiodiplodia theobromae*, também conhecido como *Botryodiplodia*, já foi encontrado e relatado como causador de enfermidades em 500 espécies de plantas (CARDOSO; FREIRE; SÁ, 1998). Ele se mantém viável mesmo no ar, na matéria vegetal morta e viva, se propagando por eles, por animais e por objetos contaminados. Os sintomas de sua infestação são variados e mudam de planta para planta, como a resinose, seca e queima de folhas; cancro em ramos, caules e raízes; lesões em estacas, folhas, frutos e sementes. Dependendo da severidade pode causar rachaduras na casca e apodrecimento, até o colapso total da planta (FREIRE *et al.*, 2002; FREIRE *et al.*, 2004; CIPRIANO, 2014). No cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) esse fungo se manifesta causando resinose. Já no coqueiro, a queima-das-folhas se dá pela ação do fungo *Botryosphaeria cocogena* Subileau, sendo teleomórfica ao *Lasiodiplodia*

(*Botryodiplodia theobromae*) que é o seu estado imperfeito (SUBILEAU *et al.*, 1994).

O fungo penetra por feridas, na estrutura das folhas mais antigas e frágeis, causando a queima das folhas (Figura 5A e 5C) que necrosam e morrem, enfraquecendo a sustentação dos frutos, que caem antes da maturação e desenvolvem cancrios enegrecidos na pós-colheita, ocasionando perdas na produção (SOUZA FILHO *et al.*, 1979; WARWICK *et al.*, 1994).

Figura 5 - Sintomas de infecção fúngica por *L. theobromae*



A: Necrose de folhas do coqueiro; B: Podridão do fruto pós-colheita; C: Queima-de-folhas do coqueiro.
Fonte: Viana *et al.*, (2002); Warwick; Leal, (2006).

Esta infestação constitui-se um problema seríssimo para as plantações do Nordeste e Norte do Brasil (RENARD, 1982). Halfeld Vieira e Nechet, (2005) e Viana *et al.* (2002), observaram os sintomas da doença em *C. nucifera* anão verde: houve a queda de frutos imaturos decorrente da podridão do local de conexão do fruto as brácteas, que acabou por se enfraquecer. A necrose pode ser observada até mesmo após a colheita do fruto, como na Figura 5B.

Em boas condições de proliferação, o fungo *L. theobromae* pode acarretar prejuízos na ordem de 50% da produção de coco, 40% da produção de manga e até 80% da produção de maçã (TAVARES, 2002; WARWICK *et al.* 1994). Os crescentes

relatos de prejuízos causados por esse fitopatógeno têm despertado o interesse dos agricultores a investirem em pesquisa, para a busca de soluções quanto ao manejo do fungo, na redução de impacto ambiental e de perdas (TAVARES, 2002). A principal e mais eficiente maneira de reduzir danos desse fungo, é através da utilização de fungicidas químicos aplicados como erradicantes, imunizantes e protetores (LIMA *et al.*, 2013). É verdadeiro que a agricultura moderna depende da aplicação de defensivos agrícolas, contribuindo assim para o aumento e busca na qualidade e quantidade destes produtos químicos. Contudo, ao mesmo tempo em que traz inegáveis benefícios à agricultura, o uso de pesticidas pode acarretar uma série de impactos negativos ao meio ambiente.

2.5 Defensivos naturais e controle biológico

O Brasil, com seu clima mais quente, típico de áreas tropicais, está sujeito à incidência de numerosos fitopatógenos e pragas na cultura agrícola, sendo necessária também a elevada utilização de agrotóxicos, movimentando o mercado de produção e comercialização destes produtos. O país chegou à primeira colocação da lista de consumidores de agrotóxicos, do ranking mundial, sobrepondo os EUA, no ano de 2008, anterior líder mundial (HALFELD VIEIRA *et al.*, 2016).

A utilização de agrotóxicos é muito comum em países em desenvolvimento e possui vantagens quanto ao rápido tratamento praguicida e métodos previsíveis e controlados, mas seu uso exagerado acarreta graves consequências ambientais, contaminando solos e mananciais, plantas e animais, corrompendo alimentos e atingindo até o ser humano, que termina envenenado (RODRÍGUEZ; VENDRAMIM, 1996; BETTIOL, 2013). As substâncias de controle agrícola além de não serem aliadas ao meio ambiente podem causar a resistência dos organismos prejudiciais e têm uma elevada tarifa para aquisição, assim se fez necessária a busca por produtos de matéria prima natural. Substâncias inovadoras, com ações inseticidas, fungicidas e pesticidas, de origens naturais e sustentáveis, quando unidas a técnicas de cultivo, permitem certificar plantações livres de resíduos tóxicos, trazendo segurança ao agricultor e ao consumidor, conseguindo manter uma cadeia equilibrada entre doenças, pragas e seus inimigos naturais (ANDRADE; NUNES, 2001).

Os chamados defensivos naturais, biológicos ou bioquímicos são enquadrados no grupo de controle biológico, que constitui um fenômeno da natureza

de contenção de pragas e doenças, por ação de inimigos naturais. Os defensivos agrícolas naturais podem ser originados de qualquer organismo presente na natureza: de plantas, microrganismos, animais e minerais (HALFELD VIEIRA *et al.*, 2016). Tomando cada vez mais espaço na agricultura, o comércio de defensivos naturais se mantém em alta. Em novembro de 2013, o número de biopesticidas registrados chegou a 52 (AGROFIT, 2014; BETTIOL *et al.*, 2014). Os dados mais recentes apontam um aumento. Segundo o órgão do governo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) foi registrado um valor recorde de 95 biopesticidas como defensivos de controle biológico, no ano de 2020 (GOV, 2021).

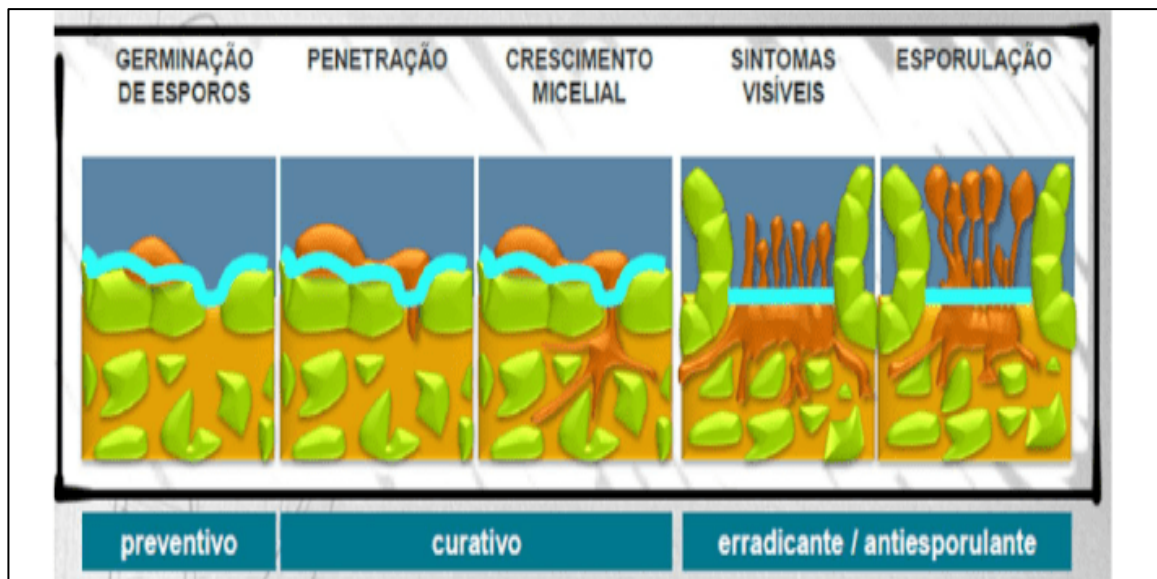
A classificação quanto ao tipo de defensivo se dá a partir de sua matéria prima ou princípio ativo. Agentes de controle biológicos são originados de organismos microbiológicos como bactérias e fungos. Os biodefensivos são originados de substâncias desenvolvidas em organismos. As características dos defensivos de origem natural implicam requisitos como a baixa ou inexistente ação nociva ou tóxica ao homem e ao meio ambiente, eficiência contra microrganismos, acessibilidade e baixo valor de custo, atuando em conjunto com os sistemas de defesa da planta, contribuem diretamente na força de resposta (HALFELD VIEIRA *et al.*, 2016).

2.5.1 Fungicidas agrícolas

Os chamados fungicidas são substâncias ou compostos bioquímicos com o potencial para prevenir ou erradicar a atividade de agentes fitopatogênicos. Com a modernidade, essa definição se estendeu ao controle de fungos, bactérias e algas. Há situações em que os defensivos apenas adormecem o processo germinativo do fungo, inibindo seu crescimento, situação essa nomeada de “fungistase”. Antifúngicos chamados “antiesporulantes” inibem a esporulação do fungo. O produto fungicida quando formulado é constituído de uma substância bioativa e de um condutor neutro para contenção da substância (GARCIA *et al.*, 1999).

Os fungicidas são divididos quanto a sua natureza e atuação na planta (Figura 6). São eles protetores, erradicantes, curativos ou sistêmicos (ZAMBOLIM *et al.*, 1995).

Figura 6 - Ação de fungicidas segundo o seu princípio de controle



Fonte: Menten; Bazzato, (2016).

Os protetores agem como uma camada protetora sobre a superfície da planta impedindo a entrada do fitopatógeno, pois são altamente tóxicos se em contato direto com as células vegetais. Enquanto os curativos agem inibindo a ação infecciosa do fungo após a sua penetração, mas sem manifestações a olho nu. Já os erradicantes agem após a penetração do fungo, exterminando o fitopatógeno diretamente em seu local infeccioso, são voláteis e tóxicos, por isso são usados na superfície da planta, podendo também agir como protetores e sendo utilizados quando os sintomas estão visíveis. Nos sistêmicos o produto bioquímico penetra na planta e se movimenta para agir em quaisquer locais de processos infecciosos. São erradicantes e inibidores de crescimento micelial, antiesporulante e solúveis em água (ZAMBOLIM *et al.*, 1997).

Para a formulação de um fungicida competente frente à fitopatógenos é necessário que se considere algumas particularidades: possuir os potenciais fungistático, fungitóxico e antiesporulante; ter alto sucesso no controle do microrganismo; sustentável, biocompatível e atóxico aos seres vivos; estabilidade e baixo custo comprovado (ZAMBOLIM *et al.*, 1997).

2.6 Microrganismos patogênicos

Sabe-se que com o avanço das décadas e a crescente banalização quanto ao uso de antibióticos, deu-se início ao processo de resistência microbiana, prejudicando as terapias medicinais e curativas e pondo em xeque a saúde dos seres humanos. O uso irracional e desmedido dos antibacterianos leva à mutação genética, que altera o poder dos microrganismos. Um patógeno como *Staphylococcus aureus* é um conhecido infectante alimentar, que desperta a preocupação dos médicos-sanitaristas. Sendo insistente contra os mais usuais antibióticos, a contaminação alimentar por *S. aureus* é uma preocupação urgente (BACCARO *et al.*, 2002; MANTILLA *et al.*, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2006). Assim, com a alta nos casos de contaminação por bactérias resistentes aos tratamentos medicamentosos convencionais e a falha no controle eficiente dessa situação, a procura por matéria prima natural, com potenciais biológicos, têm surgido como considerável alternativa. O avanço da ciência de produtos naturais se concentra na obtenção, formulação e caracterização de constituintes bioativos, para avaliação de novos fármacos (FERREIRA, 1998).

Cada vez mais a importância de uma vida saudável, induz as indústrias farmacêuticas ao uso de substâncias precursoras naturais, que são sustentáveis e menos tóxicas. Dessas, uma grande parte são obtidas com base no conhecimento medicinal popular.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a ação antibacteriana, antifúngica e a toxicidade geral dos extratos brutos da casca (epicarpo) bem como do líquido da casca do coco verde (LCCV).

3.2 Objetivos específicos

a. Preparar os extratos metanólico, etanólico, éter etílico e acetânico a partir da casca do coco verde.

b. Extrair o líquido da casca do coco verde.

c. Realizar a caracterização química dos extratos pelas técnicas de Espectroscopia de Infravermelho e Ressonância Magnética Nuclear de ^1H .

d. Determinar os teores de fenóis e flavonoides totais dos extratos e do LCCV.

e. Avaliar a toxicidade/bioatividade *in vitro*, dos extratos da casca do coco e do LCCV frente ao microcrustáceo *Artemia salina* L.

f. Verificar a atividade antibacteriana dos extratos da casca do coco e do LCCV frente aos microrganismos patógenos *Staphylococcus aureus* e *Salmonella typhimurium*.

g. Avaliar a atividade antifúngica dos extratos da casca do coco e do LCCV frente aos fitopatógenos *Botryosphaeria cocogena* (forma imperfeita: *Botryodiplodia*) e *Lasiodiplodia theobromae*.

4 METODOLOGIA

4.1 Materiais

Foram utilizados os seguintes reagentes e solventes para a realização deste trabalho (Tabela 3).

Tabela 3 - Relação de reagentes e solventes utilizados

Reagentes e solventes	Marca
Etanol, Metanol, Acetato de etila (1 L, 95%) Folin-Ciocalteu (500 mL); Carbonato de sódio (Na ₂ CO ₃ , 500 g); Cloreto de alumínio (AlCl ₃ , 500 g); Brometo de potássio (KBr, 500 g); Cloreto de sódio (NaCl, 500 g); Cloreto de magnésio (MgCl ₂ , 500 g); Sulfato de magnésio (MgSO ₄ , 500 g); Cloreto de cálcio (CaCl ₂ , 500 g); Cloreto de potássio (KCl, 500 g); Carbonato de sódio (Na ₂ CO ₃ , 500 g); DMSO ((CH ₃) ₂ SO), 1 L);	Dinâmica química contemporânea LTDA Labsynth produtos para laboratórios LTDA
Éter Etílico (1 L, 95%);	Hexis Científica (QHEMIS)
Metanol deuterado (CD ₃ OD);	ACRO Forlab Express
TSA (trypticase soy ágar, 500 g);	Produtos Laboratoriais – Kasvi®
Mueller Hinton (500 g); Ágar Potato Dextrose (500 g);	HiMedia®
Cloranfenicol (C ₁₁ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O ₅ , 50 discos)	Sensidisc

Fonte: Elaborado pela autora.

Todos os reagentes são de grau analítico. Todas as vidrarias utilizadas foram ambientadas antes do seu uso.

4.2 Instrumental

Foram utilizados os seguintes equipamentos para a realização deste trabalho (Tabela 4).

Tabela 4 - Relação de equipamentos utilizados

Equipamento	Marca/ Modelo
Espectrofotômetro UV-VIS	Genesys – 10S Thermo SCIENTIFIC
Balança analítica (0,01 – 215 g)	Bioprecisa FA-2104N
Estufa bacteriológica	SPLABOR – SP200
Autoclave vertical	PHOENIX
Bomba a vácuo	Prismatec
Capela de fluxo laminar,	DMD soluções
Agitador magnético, Estufa de secagem, Rotaevaporador	QUIMIS
Espectrômetro Spectrum Two	Perkin-Elmer
Espectrômetro BRUKER	Avance DPX-500
Triturador de casca de coco	SHL-CRSH300

Fonte: Elaborado pela autora.

4.3 Preparação do material vegetal para obtenção dos extratos

O material vegetal foi adquirido de plantações localizadas no estado do Ceará. Para a obtenção dos extratos, os cocos foram quebrados, separando a parte do epicarpo (casca) do restante do fruto. As porções selecionadas foram trituradas em pequenos pedaços e secas em estufa por 24 h a 60°C.

4.3.1 Preparação dos extratos da casca do coco

Para a preparação dos extratos foi utilizada a metodologia proposta por Navarro (2005). Com a obtenção da casca seca, foi realizado a sua imersão nos diferentes solventes: etanol, metanol, acetato de etila e éter etílico a 95%, na proporção de 100 g de casca para cada litro de solvente, durante 3 dias, para extração de seus compostos. Ao término do tratamento, as porções foram filtradas e concentradas em rotaevaporador, à temperatura de 50-60 °C obtendo a respectiva fração final do extrato, para cada solvente. Os extratos obtidos foram armazenados em frascos de vidro e colocados em estufa na temperatura de 40 °C até completa evaporação do solvente. O rendimento total dos extratos foi calculado, segundo a

seguinte fórmula: $Re = \frac{PesoExt}{PesoCas} \times 100$. Onde: Re = Rendimento total do extrato (%); PesoExt = Peso do extrato seco (g); PesoCas = Peso das cascas de coco secas (g) (RODRIGUES *et al.*, 2011).

4.3.2 Extração do líquido da casca do coco verde (LCCV)

O LCCV foi disponibilizado em parceria com a Água de Coco em Pó Biotecnologia (ACP) - Universidade Estadual do Ceará. Foram coletados de 10 a 30 frutos do *C. nucifera*, que após a retirada da água de coco, são pesados e cortados em um triturador específico. As cascas do coco foram então prensadas para obtenção do LCCV que foi em seguida peneirado e coletado em reservatórios. As amostras foram então identificadas e acondicionadas sob refrigeração a 5°C para armazenagem até a sua posterior utilização.

4.4 Técnicas para caracterizações fitoquímicas e espectroscópicas dos extratos da casca do coco verde

As análises espectroscópicas foram realizadas em parceria com o laboratório de produtos naturais da Embrapa Agroindústria Tropical de Fortaleza-CE.

4.4.1 Determinação do teor de fenóis totais, por Folin-Ciocalteu

A quantificação de fenóis totais foi feita por meio de espectroscopia na região do visível pelo método de Folin-Ciocalteu (SOUSA *et al.*, 2007). Na preparação da solução teste foi dissolvido 7,5 mg dos diferentes extratos da casca do coco verde e do LCCV em 25 mL de metanol.

Agitou-se uma alíquota de 100 µL dessa solução com 500 µL de Folin-Ciocalteu por 30 segundos, em seguida adicionou-se 6 mL de H₂O destilada e 2 mL de Na₂CO₃ 15%. Realizou-se a análise em triplicata.

Agitou-se novamente a mistura por 1 minuto e foi completado o volume para 10 mL com H₂O destilada (1,4 mL). Em espectrofotômetro UV-Vis após 2 h, foi realizada a leitura das absorbâncias das amostras em comprimento de onda equivalente a 750 nm, em cubetas de quartzo. A preparação do branco foi realizada

seguindo a mesma metodologia da preparação das concentrações, porém sem a solução amostra. A quantificação dos compostos fenólicos foi encontrada através de uma curva analítica de ácido gálico onde o teor de fenóis foi determinado e o resultado expresso em miligramas por equivalente de ácido gálico por grama de extrato (mgEAG/g).

4.4.2 Quantificação do teor de flavonoides totais

A determinação do teor de flavonoides totais foi realizada por meio de espectroscopia na região do visível, pelo método proposto por Funari e Ferro (2006).

Para preparação da solução amostral foi realizada a dissolução de 20 mg dos extratos em 10 mL de etanol. Misturou-se uma alíquota de 2 mL desta solução (concentração de 2 mg/mL) com 1 mL de solução de AlCl_3 2,5%, em seguida completou-se o volume para 25 mL com etanol. Após 30 min, efetuou-se a leitura da absorbância no espectrofotômetro, no comprimento de onda de 425 nm. As leituras foram realizadas em triplicata. A quantificação dos compostos flavonoides foi encontrada através da construção de curva analítica de quercetina onde o teor de flavonoides foi determinado e teve seu resultado expresso em miligramas por equivalente de quercetina por grama de extrato (mgEQ/g).

4.4.3 Espectroscopia de Infravermelho (IV)

Os espectros de infravermelho foram obtidos utilizando-se um espectrômetro Spectrum Two, Perkin-Elmer. A varredura foi realizada na faixa de 400-4000 cm^{-1} com resolução de 4 cm^{-1} e analisadas no programa ORIGIN. Pastilhas de KBr foram utilizadas para análise das substâncias sólidas e oleosas.

4.4.4 Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) de ^1H

Os espectros de RMN de ^1H foram obtidos em espectrômetro BRUNKER Avance DPX-500, operando na frequência de ^1H a 500 MHz. Para a dissolução das amostras foi utilizado metanol deuterado (CD_3OD). Os deslocamentos químicos (δ) foram expressos em (ppm) e Tetrametilsilano (TMS) utilizado como padrão externo e analisados no programa ORIGIN.

4.5 Bioensaios

4.5.1 Local dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos nos Sistemas de Laboratórios em Nanotecnologia e Biomateriais – SisNaBio, localizado na Universidade Estadual do Ceará, Campus Itaperi.

4.5.2 Avaliação de toxicidade aguda frente *Artemia salina* L.

Os ovos de *A. salina* foram adquiridos em lojas de produtos agropecuários e de pesca. Para preparação da água salina foi feita uma solução de: 15,153 g de NaCl, 1,398 g de MgCl₂, 1,888 g de MgSO₄, 0,652 g de CaCl₂, 0,414 g de KCl, 0,116 g de Na₂CO₃, diluídos em 1 L de água destilada.

Para o ensaio de toxicidade, seguindo a metodologia de Meyer (1982) com algumas modificações, foi realizada a pesagem de 50 mg dos extratos da casca do coco e diluiu-se a amostra em 5 mL de água salina, para preparação da solução mãe. Em seguida realizou-se as diluições seriadas em copos plásticos de 50 mL, retirando alíquotas de 500, 250, 125 e 62,5 µL e obtendo assim as concentrações finais de 1000, 500, 250 e 125 µg/mL. Foi realizado também o teste controle (branco) que consiste somente em água salina.

Para início do teste, os cistos do microcrustáceo foram imersos em recipientes de vidro contendo 200 mL de água salina. O recipiente foi dividido em metade escura fechada e metade transparente sob incidência de luz artificial, permanecendo nesta situação durante um período de 48 h. Posteriormente, com as eclosões, transferiu-se 10 náuplios de *A. salina* para cada triplicata de recipiente/concentração, tendo o cuidado de completar o volume final para 5 mL. Depois de 24 horas, fez-se a contagem do número de náuplios sobreviventes.

Os percentuais de organismos mortos foram obtidos a partir da média aritmética do número de larvas mortas da triplicata de cada concentração e proporcionalmente comparados ao número de larvas mortas da solução controle. Os resultados obtidos foram plotados para obtenção da equação da reta, onde foi correlacionada a porcentagem da mortalidade com o logaritmo da concentração das amostras, resultando no gráfico com eixos de concentração (µg/mL) por percentual de

mortos (MEYER *et al.*, 1982; HAMIDI; JOVANOVA; PANOVSKA, 2014). A Concentração Letal de metade da população (CL₅₀) foi estimada usando a técnica de regressão linear em Probit, que determinam os valores para extratos naturais ativos, em µg/mL (FINNEY, 1971).

4.5.3 Atividade antibacteriana frente aos patógenos *Staphylococcus aureus* e *Salmonella typhimurium*

As bactérias (*Staphylococcus aureus* – ATCC27664 e *Salmonella typhimurium* – ATCC14028) foram cedidas também em parceria com a Embrapa Agroindústria Tropical de Fortaleza - CE.

Na avaliação do ensaio antibacteriano seguiu-se o método de difusão em disco, conforme Bauer *et al.*, (1966) com adaptações. Primeiro, as culturas bacterianas (*S. aureus* – ATCC27664 e *S. typhimurium* – ATCC14028) foram ativadas e repicadas em tubos de TSA (trypticase soy ágar) inclinados e incubados por 24 h a 35 °C. Para a realização do ensaio, foi preparada a solução do inóculo com água destilada e NaCl (0,85%), depois foi realizado o ajuste da turbidez de acordo com a escala MCFarland 0.5, sendo confirmada pela leitura de absorbância da solução salina dentro da faixa de 0,08 e 0,10, no comprimento de onda de 625 nm. Com a solução bacteriana ajustada deu-se início ao ensaio.

Um swab de algodão estéril foi mergulhado na suspensão e passado na superfície do ágar Mueller Hinton, depositado na placa de petri. Em seguida, discos de celulose estéreis contendo os extratos da casca do coco verde (pré-solubilizados em metanol nas concentrações de 500 e 1000 µg/mL) foram dispostos sobre o inóculo, sendo pressionados de forma a colar na superfície do ágar. Como controle negativo, foram utilizados discos brancos estéreis embebidos em água destilada estéril e o antibiótico em disco, cloranfenicol (30 µg/mL), foi usado como controle positivo. As placas foram invertidas e incubadas em estufa por 24 h a 35 °C. Foi considerado como resultado positivo a observação do halo de inibição de crescimento em qualquer área ao redor dos discos. O halo de inibição induzido pelos materiais testados foi comparado com os obtidos nos controles positivos.

4.5.4 Atividade antifúngica: avaliação *in vitro* da sensibilidade micelial frente ao fitopatígeno *Lasiodiplodia theobromae*.

Os fungos *Botryosphaeria cocogena* (forma imperfeita: *Botryodiplodia*) – (LF.126) queima-de-folhas e fruto em coqueiro, e *Lasiodiplodia* – (LF.120) resinose do caule em cajueiro, utilizados no experimento, foram previamente isolados de plantas infectadas e cedidos pelo laboratório de fitopatologia da Embrapa.

Para início do ensaio, os extratos obtidos da casca do coco verde foram, primeiramente, emulsionados em 3-5 gotas de dimetilsulfóxido (DMSO), adicionados ao meio Ágar Potato Dextrose fundente e vertido em placa de Petri resultando nas concentrações 200, 500, 800, 1100, e 1400 µg/mL, com três repetições para cada concentração de amostras/fungo. No centro da placa foi depositado um disco de micélio de 7 mm de diâmetro, retirado das bordas da colônia do fungo. Para efeito comparativo da atividade dos extratos do coco e LCCV, utilizou-se como branco uma placa de Petri inoculada com o fungo, contudo sem a adição das amostras e outra com a adição de 3-5 gotas de DMSO como testemunha. No ensaio com o LCCV não houve necessidade de uso do solubilizante, logo não foi realizada a testemunha. Posteriormente, determinou-se o diâmetro médio das colônias (em milímetros) depois de um intervalo de 24, 48 e 72 horas após a incubação, na temperatura de 27 °C. A percentagem de inibição do crescimento micelial (PIC) foi realizada através da comparação com o crescimento micelial das colônias nas placas do branco. Na avaliação dos resultados referentes à atividade antifúngica utilizou-se a fórmula de percentagem de inibição do crescimento micelial (PIC) proposta por Menten *et al.* (1976).

Para o cálculo da percentagem de inibição dos constituintes frente ao fungo *L. theobromae*, a fórmula utilizada foi: $PIC = \frac{CRTE - CRT}{CRTE} \times 100$, sendo CRTE o crescimento radial da testemunha e CRT o crescimento radial de tratamento. Os resultados obtidos foram comparados com um padrão composto pela testemunha (branco) que apresenta o PIC de 100%. Em seguida, os dados obtidos foram plotados para obtenção da equação da reta, onde foi correlacionado o PIC com o logaritmo da concentração das amostras, resultando no gráfico com eixos de concentração (µg/mL) por percentual de inibição (EDGINGTON *et al.*, 1971) e assim, determinou-se a concentração efetiva para inibir o crescimento micelial pela metade (CE₅₀).

4.5.5 Análise estatística

Foram realizadas análises de variância por ANOVA e comparação de médias usando teste de Tukey, para avaliação das amostras estudadas e nível de significância (Teste F) para os ensaios e análises realizadas. O teste de Probit foi utilizado para determinação da CL_{50} (Concentração letal média), no ensaio de toxicidade. Para o teste antifúngico, foi realizado o PIC (Porcentagem de inibição do crescimento) e CE_{50} (Concentração efetiva média). As análises estatísticas foram obtidas no programa do Microsoft Excel, utilizando o nível de significância $p < 0,05$ expressos como média e desvio padrão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Rendimento dos extratos obtidos da casca do coco verde

O rendimento total dos extratos foi obtido segundo Rodrigues *et al.*, (2011). Os melhores rendimentos obtidos foram do extrato metanólico 8,76% e 3,84% do extrato etanólico (Tabela 5). As diferenças entre os valores amostrais podem sofrer a influência de diversas condições climáticas e de cultivo da planta.

Tabela 5 - Valores de rendimento dos extratos brutos da casca do coco verde

Peso seco	Extrato	Rendimento	
600(g)	Casca/Acetânico	0,483(g)	0,12(%)
100(g)	Casca/Etanólico	3,841(g)	3,84(%)
400(g)	Casca/Etílico	1,056(g)	0,18(%)
100(g)	Casca/Metanólico	8,763(g)	8,76(%)

Fonte: Elaborado pela autora.

Foi preciso a utilização de mais matéria-prima para a produção dos extratos etílicos e acetânico, justamente pelo baixo rendimento obtido. De acordo com o estudo de Oliveira (2015) realizado em Maceió, a fração acetânica do extrato etanólico do coco anão verde (fase jovem) apresentou rendimento de 29,6%. Tanto os solventes, de diferentes polaridades, quanto o método de extração utilizado e a volatilização dos compostos durante o tratamento, podem influenciar diretamente nos percentuais obtidos, por isso diferenças são observadas entre os resultados encontrados e relatos da literatura.

5.2 Identificação de compostos químicos presentes nos extratos da casca de coco verde

5.2.1 Prospecção fitoquímica dos extratos da casca do coco verde

No presente estudo foi comprovada a existência de fenóis e flavonoides, sendo os possíveis responsáveis pelas ações biológicas observadas no presente estudo. A presença desses metabólitos foi mais acentuada no extrato acetânico, que apresentou teor de 21,89 mgEAG/g para fenóis totais e para flavonoides totais 7,31

mgQE/g, (Tabela 6) ambos obtidos por interpolação da absorbância da amostra testada contra a curva de calibração construída com padrões de quercetina e ácido gálico, em que os resultados foram expressos em gramas de equivalentes (QE)/1g do extrato.

Tabela 6 - Comparação entre teores dos compostos fenólicos e flavonoides dos extratos e do líquido do coco verde encontrados no presente trabalho e os relatados na literatura

Extratos e Líquido do <i>C. nucifera</i>	Fenóis (mgEAG/g)	Flavonoides (mgEQ/g)	Referência
Casca/Acetânico	21,89 ^A	7,31±0,16 ^B	Presente trabalho
Casca/Etanólico	19,29 ^A	4,46±0,15 ^B	Presente trabalho
Casca/Etílico	Não detectado	3,39±0,07 ^B	Presente trabalho
Casca/Metanólico	14,10±0,02 ^A	2,65±0,02 ^B	Presente trabalho
LCCV	3,70±0,05 ^A	3,67±0,02 ^B	Presente trabalho
Casca/Etanólico	0,2	-	CHALINEE <i>et al.</i> , 2016
Casca/Etanólico	5,22	-	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
Endocarpo/Etanólico	48,37	39,72 e 67,60	ADEKOLA <i>et al.</i> 2017; PATIL <i>et al.</i> , 2018
Casca/Aquoso	8,63	-	CHALINEE <i>et al.</i> , 2016
Mesocarpo/Aquoso	33,24	-	RODIE <i>et al.</i> , 2018
Casca/Metanólico	3,11 e 64,2	49,4	DEY <i>et al.</i> , 2003; VALADEZ <i>et al.</i> , 2016
Casca/Metanólico	13,0	-	THEBO <i>et al.</i> , 2016
Albúmen/Metanólico	-	23,67	KANNAIAN <i>et al.</i> , 2020
LCCV	9,01	-	LEITÃO <i>et al.</i> , 2010
Padrões de curva de calibração (mg/g)	Ácido Gálico 145,71±0,16	Quercetina 4,27±0,0118	LOPES, 2019

Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente segundo Teste de Turkey ($P \leq 0,05$; $n=3$; $N=15$). Efeito do fator solvente não foi significativo (Teste F, $\alpha=0,05$). Fonte: Elaborado pela autora.

Podemos observar na tabela acima, além dos valores obtidos no presente trabalho também os teores relatados na literatura. Para efeito de comparação, foi notado para o extrato etanólico o relato de teores de fenóis totais de menor e maior concentração aos encontrados neste trabalho. Valores variando de 0,2 a 48,37 mgEAG/g. Em contrapartida, para o extratos aquosos foram relatados valores entre 8,63 e 33,24 mgEAG/g. Estudos avaliando os extratos metanólicos extraídos por técnicas de imersão, alcalinização, acidificação e centrifugação, relataram valores de 3,11±0,03 mgEAG/g para fibras do coco, valor inferior ao encontrado neste trabalho,

enquanto que para o extrato da casca os valores variaram entre 13,0 e 64,2 mgEAG/g. Relatados para o LCCV existem teores de fenóis totais de 9,1 mgEAG/L valores superiores aos encontrados neste trabalho. Segundo Silva *et al.*, (2009) o extrato acetânico obtido do LCCV apresentou em seus testes fitoquímicos, a presença de taninos condensados, flavanonas, flavonoides, xantonas e esteróides. Não foram encontrados, durante a pesquisa, relatos na literatura de teores de fenóis totais para os extratos etílicos e acetânico da casca do coco.

A partir de ensaios descritos na literatura, avaliando as presenças de flavonoides totais do *C. nucifera*, foi possível observar (Tabela 7) variação nos teores, tanto para maior quanto para menor com relação aos encontrados no presente trabalho. De acordo com a literatura, o valor de 49,4 mgEQ/g já foi relatado para o extrato metanólico da casca, obtido por técnica de imersão seguido da centrifugação de amostras frescas e secas da casca. Para o extrato acetânico foi relatado teor de 117 mgEQ/100g (NITIWATTANANON; THANACHASAI, 2019). Na avaliação do extrato metanólico do albúmen sólido do coco, o valor observado foi de 23,67 mgEQ/g, enquanto para o extrato clorofórmico o valor foi de 11,97 mgEQ/g (KANNAIAN *et al.*, 2020). O extrato etanólico do endocarpo, segundo estudo de Adekola *et al.* (2017), preparado através da técnica de imersão acoplada à centrifugação (8300 rpm) e filtração apresentou teor máximo de 67,60 mgEQ/g. Já para Patil *et al.* (2018), que utilizou a extração por coluna de Soxhlet, observou-se o teor de 39,72 mgEQ/g para flavonoides.

Conforme a literatura é possível perceber que os teores de fenóis e flavonoides presentes nos extratos podem variar conforme as diferentes técnicas de extração e polaridade dos solventes utilizados, que influenciam diretamente para mais ou menos nos teores de fenóis do presente trabalho, além da possível volatilização de alguns compostos no momento da extração. Os teores de composição química sofrem influência de várias causas externas, como época e estação do ano da coleta do fruto, temperatura e umidade, explicando assim as diferenças entre os valores produzidos e os valores relatados na literatura (SIMÕES, 2000; KIM *et al.*, 2003).

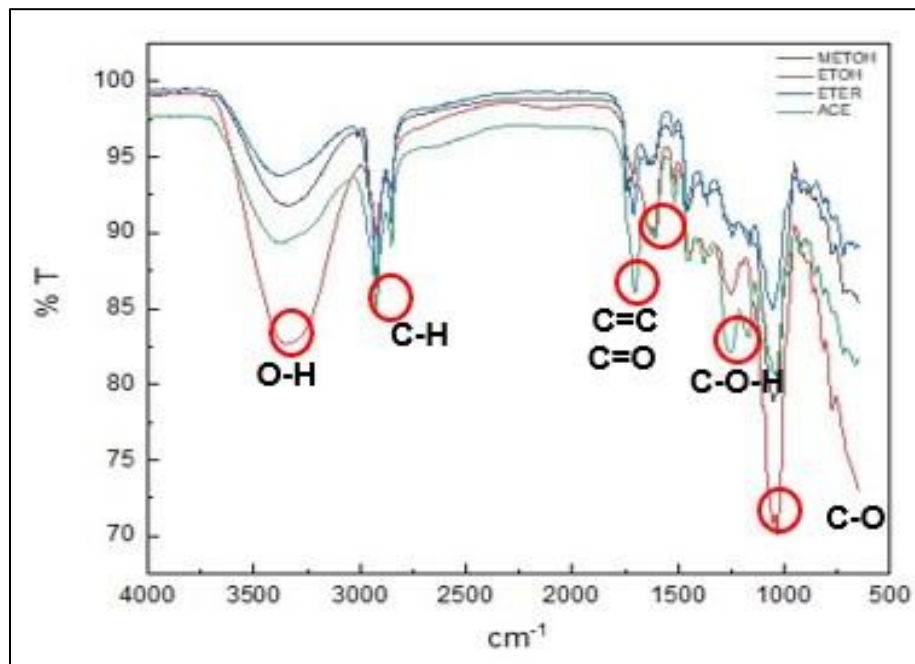
5.2.2 Espectroscopia de Infravermelho (IV)

Neste trabalho, a técnica de IV foi utilizada para a detecção de grupos funcionais possivelmente presentes nos extratos brutos da casca de coco verde

(acetânica, etanólica, etílica e metanólica). A elucidação dos grupos químicos orgânicos presentes nas amostras submetidas à análise foi realizada por comparação direta do espectro formado com as frequências das bandas características para cada grupo funcional.

Na Figura 7 a seguir, observam-se as bandas de diferentes intensidades de absorção para cada amostra, dentro do comprimento de onda entre 4000 e 400 cm^{-1} . Logo, foi possível avaliar que estão presentes compostos com hidroxila, podendo ser grupos de fenóis, álcoois e possivelmente ácidos, que são as estruturas usualmente relatadas na literatura quando se fala em caracterização de constituintes do *C. nucifera* L.

Figura 7 - Espectro de infravermelho dos extratos da casca do coco verde para cada solvente



Fonte: Elaborado pela autora.

No espectro acima, os extratos metanólico, etanólico, acetânico e etílico apresentaram semelhanças, como a banda em torno de 3400 a 3200 cm^{-1} , relacionado ao estiramento de ligação (ν O-H), havendo a variação na força da banda, sendo a do etanólico mais larga e pronunciada que os demais; entre 3000 a 2850 cm^{-1} observaram-se estiramentos fracos a agudos, característicos de ligação C-H de carbono sp^3 , sendo o acetânico mais forte; entre 1200 a 1000 cm^{-1} é possível identificar estiramentos médios e agudos de ligações características para C-O de

éster, destacam-se os do extrato etanólico; entre 1500 a 1375 cm^{-1} observou-se dobramentos fracos e médios de ligações de CH_2 e CH_3 para todos os extratos. Já os extratos acetânico e etílico apresentaram bandas diferentes, entre 1620 e 1750 cm^{-1} com estiramentos fracos e médios de $\text{C}=\text{C}$ ou $\text{C}=\text{O}$ que podem indicar a presença de grupos aromáticos e fenólicos; para o extrato etílico destaca-se também uma banda entre 1500 e 1200 cm^{-1} , com um estiramento médio característico de $\text{C}-\text{O}-\text{H}$. A partir da análise, baseado nas bandas padrões de funções orgânicas em infravermelho, é possível inferir que existe a presença de compostos químicos como álcoois, provavelmente de cadeia alifática, aldeídos e fenóis com duplas ligações.

Tais bandas se encontram relatadas em alguns trabalhos sobre o *C. nucifera* L (Tabela 7).

Tabela 7 - Compostos do coco encontrados na literatura

Extrato	Ligação	Composto
Mesocarpo/MetOH (PAL; BAG; SAMANTA, 2014)	C-O	Álcool, fenol, éter
Mesocarpo/MetOH (TELI; PANDIT; BASAK, 2018)	C=C	Anel aromático
Pó da casca (LIANAJE; PIERIS, 2015)	O-H, C=C, C-OH	Celulose, benzeno, fenol
Casca/Acet e MetOH (ESQUENAZI <i>et al.</i> , 2002)		Catequinas, dímeros e trímeros
Casca, mesocarpo e albúmen (AKYNIÉLE <i>et al.</i> 2017), (CHAKRABORTY; MITRA, 2008)		Ácido 5-cafeoilquínico
Endocarpo/EtOH (SINGLA; DUBLEY, 2019)		Ácido láurico, eugenol, vanilina, ácido palmítico e o 2,4-di-terc-butilfenol

Fonte: Elaborado pela autora.

Para o extrato metanólico do mesocarpo do coco, foram observados sinais em 1633 e 1050 cm^{-1} no Infravermelho, relacionados a presença de anéis aromáticos e grupos 'C-O' na amostra (PAL; BAG; SAMANTA, 2014; TELI; PANDIT; BASAK, 2018). Segundo análises feitas por Lianaje e Pieris (2015) para o pó da casca, foram observados sinais, para as ligações na celulose, em 1735 cm^{-1} de carbonilas do grupo

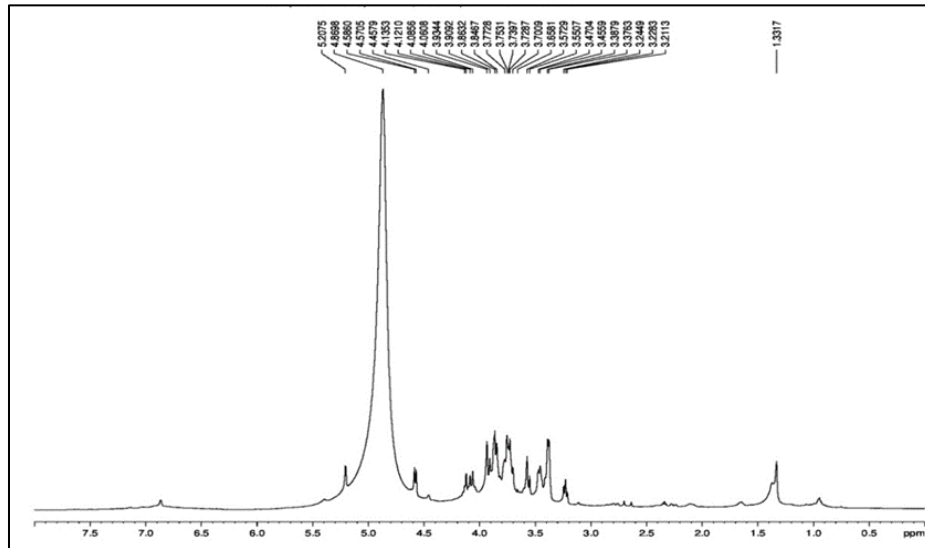
acetato, estiramentos de C=C em 1685 cm^{-1} para benzeno e estiramentos entre 1246 e 1239 cm^{-1} para ligações de C-OH de compostos fenólicos. Todos esses sinais foram observados nos espectrogramas do presente estudo.

No ensaio conduzido por Esquenazi *et al.* (2002) os extratos acetânicos e metanólicos do coco, foram caracterizados por HPLC (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), produzindo um cromatograma com sinais pertencentes a catequinas, epicatequinas, dímeros de procianidina do tipo B e trímeros, compostos esses que podem estar presentes nos extratos obtidos no presente trabalho. Os autores Akinyele *et al.* (2017), Chakraborty e Mitra (2008) através de HPLC e CG-MS acoplado a massa, observaram a presença majoritária do composto químico ácido 5-cafeoilquínico na casca, mesocarpo e água do coco verde. Já para caracterização do extrato etanólico do endocarpo por CG-MS, foram relatadas as presenças de ácido láurico, eugenol, vanilina, ácido palmítico e o 2,4-di-terc-butilfenol (SINGLA; DUBLEY, 2019), além dos teores relatados de lignina, celulose e hemicelulose (MARAFON *et al.*, 2020; MISHRA; BASU, 2020). Todos são compostos possíveis de serem encontrados nos extratos do presente trabalho.

5.2.3 Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (RMN)

Neste trabalho, a técnica de RMN foi utilizada para a identificação dos compostos químicos presentes nos extratos brutos da casca de coco verde: acetânico, etanólico, etílico e metanólico. A observação dos compostos químicos, nas amostras submetidas à análise, foi realizada por comparação direta dos picos de ^1H deslocados com os sinais característicos já conhecidos para os grupos de átomos. O espectro do extrato etanólico (Figura 8) apontou vários picos, sendo os sinais de deslocamento químico mais significativo: 5,2 ppm; 4,8 ppm; 4,7 ppm; 4,6 ppm, 4,13 – 4,0 ppm; 3,9 – 3,6 ppm; 3,5 ppm, 3,2 ppm e 1,33 ppm. Os deslocamentos sugerem a presença de hidrogênio ligado a carbono de grupos como ésteres (R-COO-CH_2 ; δ 3,5 - 4,8 ppm), álcoois ($\text{CH}_2\text{-OH}$; δ 3,2 - 3,8 ppm e C-OH ; δ 0,5 - 5,0 ppm), cadeia carbônica como alcanos e alcenos (RCH_2 ; δ 1,3 ppm, $=\text{C-H}$; δ 4,5 - 6,0 ppm).

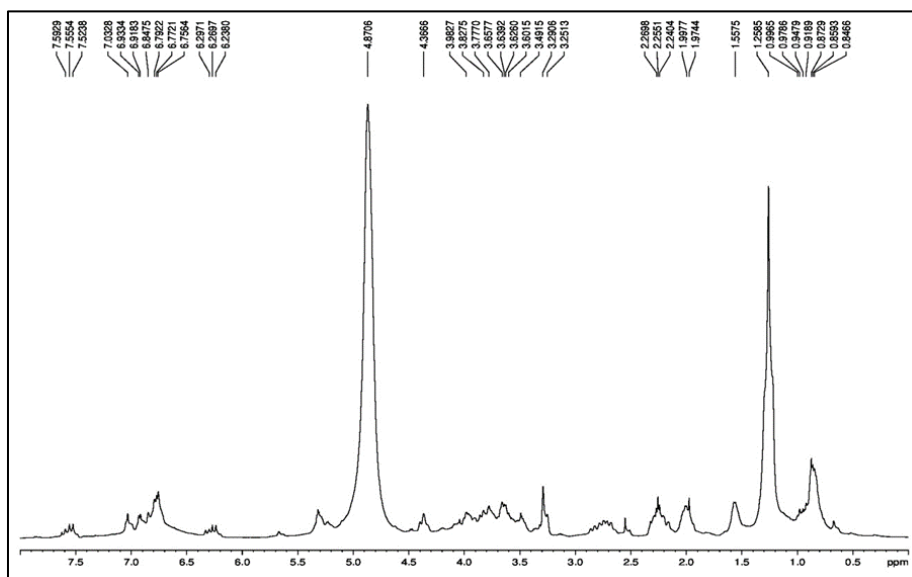
Figura 8 - Espectro de RMN de ^1H do extrato etanólico



Fonte: Elaborado pela autora.

O espectro de RMN de ^1H do extrato acetânico (Figura 9), apontou os seguintes sinais de deslocamento químico, aproximadamente: 7,5 ppm; 7,0 ppm; 6,9 - 6,7 ppm; 6,2 ppm; 4,8 ppm; 4,3 ppm; 3,9 - 3,6 ppm; 3,4 ppm; 3,2 ppm; 2,2 ppm; 1,9 ppm; 1,5 ppm; 1,6 ppm; 1,2 - 0,8 ppm. Os picos insinuam a presença de hidrogênio ligado a carbono de grupos como ésteres (R-COO-CH_2 ; δ 3,5 - 4,8), álcoois ($\text{CH}_2\text{-OH}$; δ 3,2 - 3,8 ppm e C-OH ; δ 0,5 - 5,0 ppm), aromáticos e fenóis (Ph-H ; δ 6,5 - 8,0 ppm), cadeia carbônica como alcanos e alcenos (RCH_2 ; δ 1,3, $=\text{C-H}$; δ 4,5 - 6,0 ppm), amidas (N-H ; δ 5 - 8 ppm).

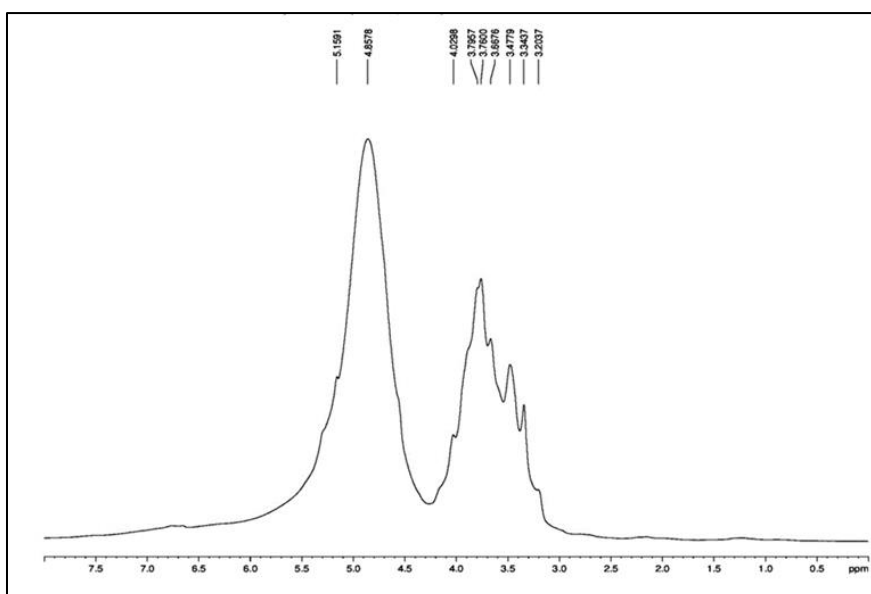
Figura 9 - Espectro de RMN de ^1H do extrato acetânico



Fonte: Elaborado pela autora.

O espectro de RMN de ^1H do extrato metanólico abaixo (Figura 10) apontou os seguintes sinais de deslocamento químico, aproximadamente: 5,1 ppm; 4,8 ppm; 4,0 ppm; 3,7 ppm; 3,6 ppm; 3,4 - 3,2 ppm. Os deslocamentos indicam a presença de hidrogênio ligado a carbono de grupos como ésteres (R-COO-CH_2 ; δ 3,5 - 4,8 ppm), álcoois (CH-OH ; δ 3,2 - 3,8 ppm), amidas e aminas (N-H ; δ 5 - 8, Ph-NH ; δ 3,0 - 5,0 ppm, R-NH ; δ 0,5 - 4 ppm), alcenos ($=\text{C-H}$; δ 4,5 - 6,0 ppm).

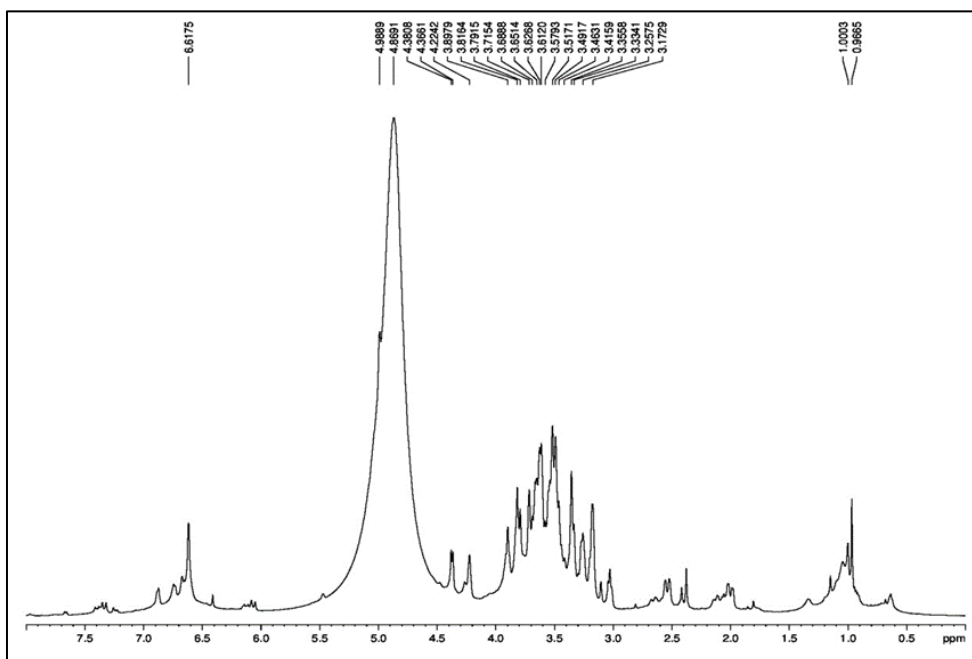
Figura 10 - Espectro de RMN de ^1H do extrato metanólico



Fonte: Elaborado pela autora.

O espectro de RMN de ^1H do extrato etílico abaixo (Figura 11) apontou os seguintes sinais de deslocamento químico, aproximadamente: 6,6 ppm; 4,9 - 4,8 ppm; 4,3 - 4,2 ppm; 4,2 ppm; 3,8 - 3,1 ppm; 1,0 - 0,9 ppm. Os picos deslocados sugerem a presença de hidrogênio ligado a carbono de grupos como ésteres (R-COO-CH_2 ; δ 3,5 - 4,8 ppm), álcoois (CH-OH ; δ 3,2 - 3,8 ppm), amidas, aminas possivelmente aromáticas (N-H ; δ 5 - 8, Ph-NH ; δ 3,0 - 5,0 ppm, R-NH ; δ 0,5 - 4 ppm) e alcenos ($=\text{C-H}$; δ 4,5 - 6,0 ppm).

Figura 11 - Espectro de RMN de ^1H do extrato etílico



Fonte: Elaborado pela autora.

Com a revisão de literatura foi possível observar dois relatos de composto do coco caracterizados por RMN, conforme a tabela abaixo.

Tabela 8 - Compostos do coco caracterizados por RMN, relatados na literatura

Amostra	Composto	Referência
Pó da casca	Éter metil-arílico	MISHRA; BASU, 2020.
Endocarpo/Acet	Ácidos vanílicos, benzóicos e fenóis	ELSAEY <i>et al.</i> , 2021.

Fonte: Elaborado pela autora.

Foi relatado para o pó da casca do coco verde presenças de grupos de éter metil-arílico em maior quantidade, junto com grupos aromáticos de lignina. Já outro estudo sobre a caracterização do extrato acetânico do endocarpo do coco por RMN de ^1H e ^{13}C , identificou 11 compostos químicos como ácidos vanílicos, benzóicos e fenóis todas possíveis estruturas de serem encontradas nos extratos obtidos no presente estudo. Em amostras analisadas por RMN de ^1H os valores típicos para deslocamento químico para: hidroxila O-H, pode ocorrer de 4 a 13 ppm; para C-OH de 0,5 a 5,0 ppm; CH-OH de 3,2 a 3,8 ppm (RIBEIRO; SOUZA, 2007). Os sinais observados nos espectros de RMN dispostos nas Figuras (8, 9, 10 e 11), fazem

correlação as bandas de IV ao indicar a existência de compostos fenólicos, álcoois, aromáticos e de cadeia carbônica, para os extratos provenientes da casca do coco verde.

5.3 Teste de toxicidade aguda dos extratos da casca do coco verde e do líquido da casca do coco verde (LCCV) sobre a *Artemia salina* L.

Na avaliação da toxicidade aguda, os extratos com $CL_{50} < 1.000 \mu\text{g/mL}$ foram julgados biologicamente ativos sendo classificados conforme os níveis de CL_{50} para *A. salina*: $CL_{50} < 80 \mu\text{g/mL}$, altamente tóxicos; entre $80 \mu\text{g/mL}$ e $250 \mu\text{g/mL}$, moderadamente tóxico; $CL_{50} > 250 \mu\text{g/mL}$, com baixa toxicidade (KRISHNARAJU *et al.* 2005). Sendo considerada uma substância com características de tóxicas as que apresentarem $CL_{50} < 1.000 \mu\text{g/mL}$. A toxicidade contra *A. salina*, apresentada na Tabela 9, é expressa pela CL_{50} , que é a concentração que inibe 50% da população de *A. salina*, menores valores de CL_{50} correspondem a maior toxicidade.

Tabela 9 - Resultados do ensaio de toxicidade aguda contra *A. salina*

Amostra	PAM*(%)	CL_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	Classificação
Casca/Acetânico	15,00	$913,00 \pm 17,32$	Baixa toxicidade
Casca/Etanólico	2,50	$2823,55 \pm 5,00$	Baixa toxicidade
Casca/Etílico	12,50	$2010,08 \pm 25,00$	Baixa toxicidade
Casca/Metanólico	10,00	$1905,46 \pm 0,00$	Baixa toxicidade
LCCV	0,00	-	Não tóxico

PAM*: Porcentagem média de animais mortos; CL_{50} : Concentração letal de metade da população.
Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados apresentaram Teste F significativo ($F_c < F$), comprovando influência da concentração e do extrato nos resultados obtidos. Os extratos e o líquido do coco avaliados no teste de toxicidade aguda, não mostraram mortalidade acima de 15%, o que indica sua baixa ou nenhuma toxicidade frente *A. salina*.

Não são muitos os trabalhos sobre avaliação de toxicidade aguda de extratos de *C. nucifera* L. frente *A. salina*. Alguns recentes ensaios *in vitro*, sobre a

toxicidade aguda relataram resultados equivalentes ao obtido no presente trabalho. Segundo Amaral (2018), a biomassa residual da casca de coco em água salina apresentou porcentagem de 30% de animais mortos e por consequente, baixa toxicidade do resíduo para o organismo em questão. Valor esse relatado, ainda maior do que o obtido no presente trabalho, mas com mesma classificação toxicológica. Vergara e Riquelme (2019) avaliaram a resposta do extrato hidroalcoólico (Água destilada + Etanol 96%) do *C. nucifera* frente a *A. salina* e observaram apenas baixa toxicidade, na maior concentração do extrato (1000 µg/mL). Eles consideraram que a composição fitoquímica das plantas sofrem alterações devido a diversos fatores e condições de plantação, como a temperatura, umidade e pH do solo, fato já mencionado no presente trabalho, que influenciam na presença e expressão de constituintes químicos com propriedades toxicológicas.

No trabalho de Thode e Franco (2018), com resíduos da casca de coco verde, foram realizados dois tratamentos frente o microcrustáceo *A. salina*. Os tratamentos não influenciaram de nenhum modo no comportamento do organismo vivo. A CL₅₀-48 horas calculada para o poluente lixiviado em estudo foi de 37.500 µg/mL, sendo classificado como um resíduo não perigoso (sem toxicidade).

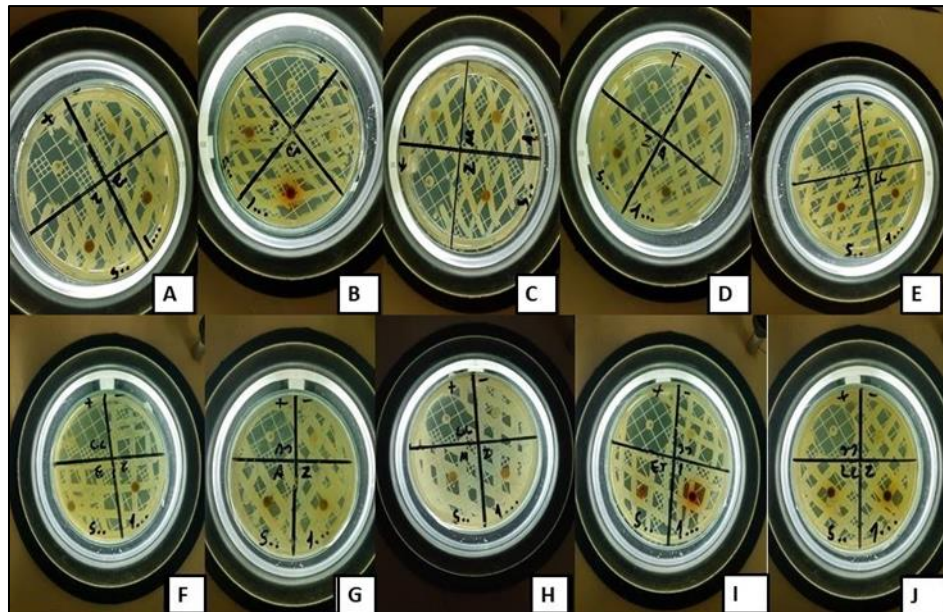
Se têm considerado na literatura a relação entre o ensaio de toxicidade aguda frente *A. salina* com a avaliação preliminar de toxicidade em humanos e que seria uma possível alternativa a testes com ratos, pois ambos produzem resultados aproximados (HAMIDI; JOVANOVA; PANOVSKA, 2014). Sendo assim, entende-se que os extratos brutos do coco verde e o LCCV não terão altos efeitos tóxicos para os seres humanos ou possivelmente poluentes para corpos hídricos, nas concentrações e condições testadas, corroborando as sugestões do reaproveitamento de resíduos do coco para a formulação de defensivos de fontes renováveis e ambientalmente sustentáveis. Todavia é necessária uma avaliação mais completa e criteriosa quanto à quantidade e concentrações maiores desses materiais.

5.4 Ensaio antibacteriano *in vitro*

Para os testes bacterianos, os resultados foram quantificados por medição do halo de inibição do crescimento microbiano (ICM), segundo os critérios estabelecidos por: ICM < 9 mm, não ativo; entre 9 e 14 mm, parcialmente ativo; ICM > 14 a 17 mm, ativo e ICM > 17 mm, muito ativo (AYRES *et al*, 2008). Os quatro

extratos brutos da casca do coco verde (Figura 12) foram avaliados frente às bactérias *S. aureus* e *S. typhimurium* na concentração de 500 e 1.000 µg/mL, pela técnica de difusão em disco.

Figura 12 - Imagens do ensaio antibacteriano dos extratos da casca do coco verde e LCCV frente aos patógenos *S. aureus* e *S. typhimurium*



A – Extrato etanólico; B- Extrato etílico; C- Extrato metanólico; D- Extrato acetânico; E- Extrato LCCV frente a bactéria *S. aureus*. F- Extrato etanólico; G- Extrato acetânico; H- Extrato metanólico; I- Extrato etílico; J- Extrato LCCV frente a bactéria *S. typhi*. Fonte: Elaborado pela autora.

Nenhum dos extratos apresentou atividade inibitória frente aos patógenos humanos testados, nas concentrações em estudo, por isso são considerados não ativos. A metodologia de extração de compostos químicos, por solventes de diferentes polaridades, é usualmente utilizada para isolar espécies fenólicas de vegetais que possuem potenciais biológicos, como antibacterianos e antifúngicos já comprovados. Mas é preciso entender que diferentes tipos de solventes e diferentes tipos de técnicas de percolação, obterão diferentes compostos químicos, sejam eles fenólicos ou não (SULTANA *et al.*, 2009). Desse modo, é preciso encontrar a condição, o modo e o solvente ideal para uma extração eficiente. A presença de certos compostos químicos, por sua vez, influenciará diretamente nos resultados dos ensaios biológicos, sendo a ausência ou a baixa concentração de polifenóis, a causa dos resultados negativos em ensaios microbianos.

Segundo Akinyele *et al.* (2017) os extratos aquosos e hexânicos apresentaram atividade bacteriana com média de halo de inibição de $13,0 \pm 0,2$ e $16,0$

± 0,1 nm respectivamente, frente a bactéria *S. aureus*. Eles ainda inferiram que existe a necessidade de mais estudos com *C. nucifera* L., e seus compostos bioquímicos purificados e isolados. Prakash *et al.*, (2018) observaram a ação antimicrobiana dos extratos metanólicos da casca do coco verde contra *S. aureus* (17 mm), mas em contrapartida na obtenção do CIM (Concentração Inibitória Mínima), o mesmo extrato se mostrou o menos eficaz dentre os testados, pois não produziu atividade antibacteriana contra nenhuma das cepas de *Salmonella enterica* (ATCC 13311) e *S. aureus* (ATCC 25923), na concentração de 10 mg/mL.

Esquenazi *et al.* (2002) avaliou a capacidade inibitória dos extratos acetânicos e metanólicos, em diferentes frações e encontrou para o extrato bruto, um resultado negativo de inibição da *S. aureus*, obtendo apenas resultado inibitório nas demais frações. Eles atribuíram os resultados positivos a presença de catequinas e as procianidinas do tipo B, presentes em maior concentração nas frações mais isoladas e ausentes no extrato bruto, entendendo que quanto mais pura a porção do extrato utilizado no teste, melhor os resultados obtidos.

Em outro estudo, desta vez de Verma *et al.* (2012), o ensaio microbiano do pó de mesocarpo do coco foi avaliado pelo método de difusão em disco. A ação contra o patógeno humano *S. typhi* foi mais efetiva no extrato de éter dietílico e foi descoberto que os responsáveis pela atividade antimicrobiana foram os compostos: tocoferol, álcool palmitoleil, cicloartenol e β -sitosterol. Do líquido do LCCV não foram encontrados relatos das atividades frente às bactérias testadas neste estudo.

Com efeito, tem-se agora conhecimento sobre a ineficiência dos extratos e do líquido do LCCV contra *S. aureus* e *S. typhimurium*, nas condições testadas. Porém, não pode ser descartada a necessidade de uso de técnicas mais específicas para separação e análise dos constituintes químicos dos extratos do *C. nucifera* L.

5.5 Ensaio antifúngico contra *Botryodiplodia* e *Lasiodiplodia*

5.5.1 Cepa 1: *Botryodiplodia theobromae* – (LF.126) queima-de-folhas e fruto, em coqueiro

A atividade antifúngica foi obtida com base em avaliações de inibição do crescimento micelial em ágar. Nos ensaios, do presente estudo, foram observados os seguintes valores de (PIC), de acordo com a Tabela 10.

Tabela 10 - Porcentagem de inibição micelial dos extratos brutos e líquido do *C. nucifera*, em 24 h de exposição ao *B. theobromae*

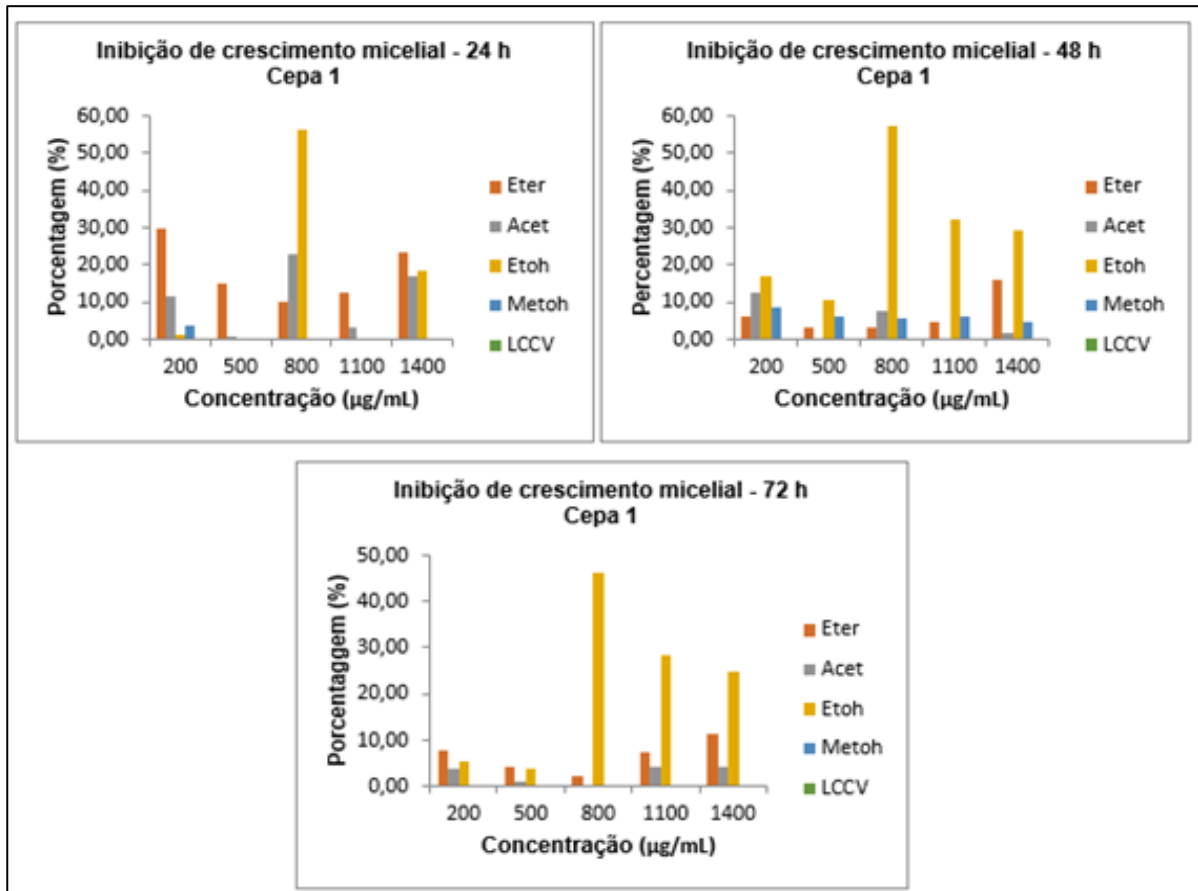
Extratos e Líquido do <i>C. nucifera</i>	CONCENTRAÇÃO (µg/mL)				
	200	500	800	1100	1400
Casca/Acetânico	11,52±0,6	0,69±0,9	23,04±1,3	3,23±1,9	17,28±0,3
Casca/Etanólico	1,19±0,3	0,00	56,19±14	0,00	18,58±2,7
Casca/Etílico	29,62±6,7	14,96±8,8	10,33±1,5	12,50±0,1	23,56±9,4
Casca/Metanólico	3,90±0,73	0,00	0,00	0,00	0,00
LCCV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Efeito do fator tempo não foi significativo em todos os resultados acima (Teste F, $\alpha=0,05$). Fonte: Elaborado pela autora.

O fungo *B. theobromae* apresentou-se sensível para três dos extratos, com valores para medida de halo de inibição de 56,19% para o extrato etanólico, 29,62% para o extrato etílico e 23,04% para o extrato acetânico. Durante os tempos de 24 e 48 horas foi observado taxas de inibição superiores aos valores após 72 horas de ensaio. Na maioria dos casos, não houve atividade significativa sobre as porcentagens de inibição do fungo, após o tempo de 48 horas, pois o fungo começou a se adaptar aos efeitos inibitórios das amostras.

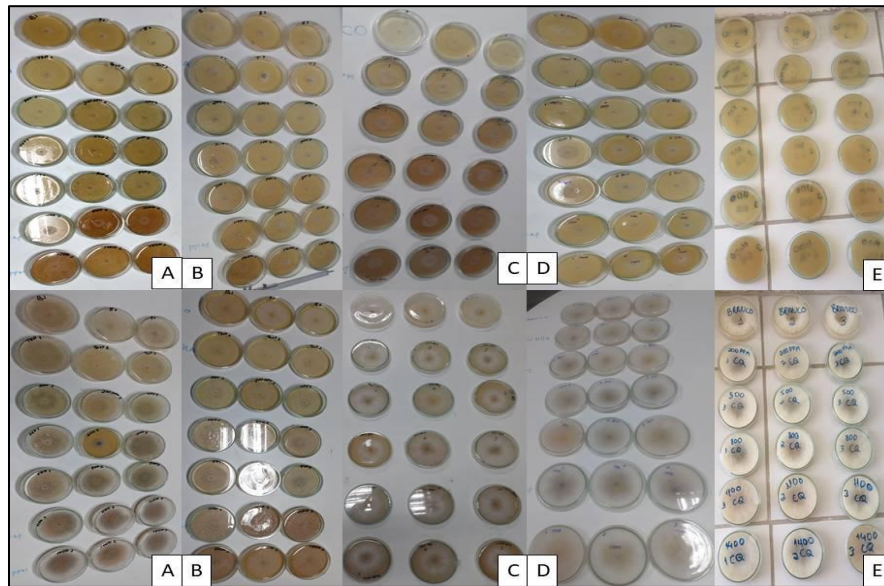
As porcentagens de inibição (PICs) das cinco amostras testadas *in vitro*, nas concentrações 200, 500, 800, 1100 e 1400 µg/mL, conforme os três dias de observação, podem ser visualizadas a seguir, nas Figuras 13 e 14.

Figura 13 - Imagem dos gráficos de inibição micelial dos extratos brutos e do líquido do coco, frente a cepa 1, em 24, 48 e 72 h



A – Porcentagem de inibição micelial no tempo de 24 h; B – Porcentagem de inibição micelial no tempo de 48 h; C – Porcentagem de inibição micelial no tempo de 72 h. Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 14 - Imagens dos ensaios antifúngicos dos extratos brutos e líquido do coco frente *B. theobromae*



A – Extrato acetânico, em 24 e 48 h; B – Extrato etanólico, em 24 e 48 h; C – Extrato metanólico, em 24 e 48 h; D – Extrato etílico, em 24 e 48 h; E – Líquido do coco, em 24 e 48 h. Fonte: Elaborado pela autora.

Na observação referente ao período de 24 horas de incubação foi possível observar as maiores taxas de inibição. Segundo a análise estatística foi constatado que há efeito significativo dos dois fatores (Tempo e Concentração) sobre a inibição do micélio. O extrato que apresentou maior efeito sobre o fitopatógeno foi o etanólico, com o mais elevado valor de PIC nas primeiras 24 horas de incubação e na concentração de 800 µg/mL, inibindo até 56,19% do fungo *B. theobromae*. Após 48h apresentou ainda inibição de 57,19% e 32,46% nas concentrações de 800 e 1100 µg/mL, respectivamente. De todas as amostras o líquido do coco verde (LCCV), não apresentou nenhum efeito de diminuição dos halos de micélio, sendo ineficaz como antifúngico.

Também foram obtidos através dos PICs, das diferentes concentrações, os respectivos CE₅₀ (Concentração efetiva média) das amostras analisadas (Tabela 11).

Tabela 11 - Classificação das amostras testadas contra *B. theobromae*, quanto ao CE₅₀

Amostras	Equação da reta	CE ₅₀ (µg/mL)	Classificação
Casca/Acetânico	$y = 1,7531x + 8,7722$	3358±8,4	Não eficiente/ Insensível
Casca/Etanólico	0	10-50*	Baixa eficiência/ Baixa sensibilidade
Casca/Etilico	$y = 12,781x + 54,211$	329,42±8,1	Não eficiente/ Insensível
Casca/Metanólico	0	>50*	Não eficiente/ Insensível
LCCV	0	>50*	Não eficiente/ Insensível

*Ensaio onde não foi possível calcular a equação linear da reta, devido ao fato de que em todas as concentrações testadas houve baixa ou nenhuma inibição do crescimento micelial, sendo apenas estimado o valor do CE₅₀. Classificação em função da CE₅₀, onde: CE₅₀ < 1 µg/mL: alta eficiência ou alta sensibilidade; CE₅₀ de 1 – 10 µg/mL: moderada eficiência ou moderada sensibilidade; CE₅₀ de 10 – 50 µg/mL: baixa eficiência ou baixa sensibilidade e, CE₅₀ > 50 µg/mL: não eficiência ou insensível (EDGINGTON *et al.*, 1971). Fonte: Elaborado pela autora.

Somente uma das cinco amostras apresentou algum nível de atividade antifúngica. O extrato etanólico demonstrou um CE₅₀ entre 10 e 50, sendo classificado como baixa eficiência/baixa sensibilidade somente por base do seu PIC. Os outros tiveram CE₅₀ maior que 50, então não são considerados antifúngicos eficientes. É necessária a avaliação das concentrações e tempos utilizados para testes *in vivo*, e avaliar a ação dos extratos com seus constituintes químicos isolados.

5.5.2 Cepa 2: *Lasiodiplodia theobromae* – (LF.120) resinose do caule, em cajueiro

Nos ensaios antifúngicos com a cepa que causa resinose no cajueiro, foram observados os seguintes valores de porcentagem de inibição micelial (PIC), ver a Tabela 12.

Tabela 12 - Porcentagem de inibição micelial dos extratos brutos e líquido do *C. nucifera*, em 24 h de exposição ao *L. theobromae*

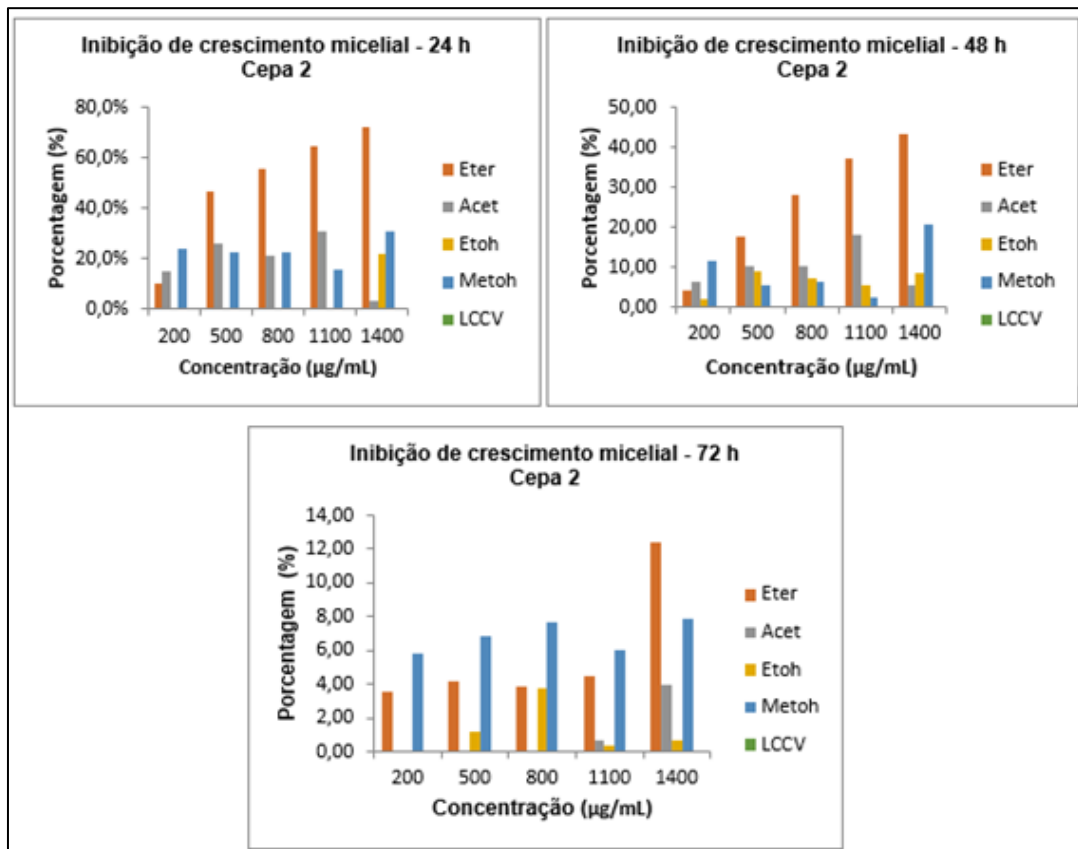
Extratos e Líquido do <i>C. nucifera</i>	CONCENTRAÇÃO (µg/mL)				
	200	500	800	1100	1400
Casca/Acetânico	14,93±2,9	25,79±0,2	21,57±0,5	31,07±5,3	3,69±4,9
Casca/Etanólico	0,00	0,00	0,00	0,00	21,99±3,8
Casca/Etílico	10,33±0,7	46,82±2,9	55,55±1,9	64,63±3,4	72,13±0,4
Casca/Metanólico	24,03±1	22,61±3	22,79±2,2	16,08±1,2	30,74±1,5
LCCV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Efeito do fator foi significativo em todos os resultados acima (Teste F, $\alpha=0,05$). Fonte: Elaborado pela autora.

O fungo *L. theobromae* apresentou-se mais sensível para três dos extratos, com valores de halo de inibição de 72,13% para o extrato etílico, 31,07% para o extrato acetânico e 30,74% para o extrato metanólico. Durante os tempos de observação de 24 e 48 horas observaram-se taxas de inibição superiores aos valores após 72 horas, que na maioria dos casos, não demonstrou atividade significativa sobre as porcentagens de inibição do fungo.

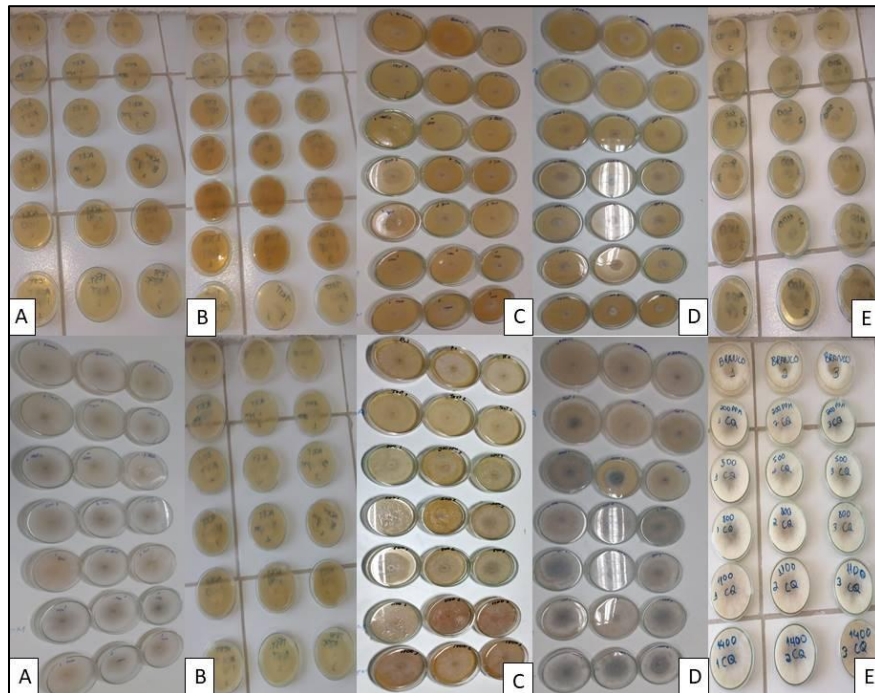
As PICs das cinco amostras testadas *in vitro*, nas concentrações 200, 500, 800, 1100 e 1400 µg/mL, conforme os três dias de observação, podem ser visualizadas nas Figuras 15 e 16, abaixo.

Figura 15 - Gráficos de inibição micelial dos extratos brutos e do líquido do coco frente a cepa 2, em 24, 48 e 72 h



A – Porcentagem de inibição micelial no tempo de 24 h; B – Porcentagem de inibição micelial no tempo de 48 h; C – Porcentagem de inibição micelial no tempo de 72 h. Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 16 - Imagens dos ensaios antifúngicos dos extratos brutos e líquido do coco frente *L. theobromae*



A – Extrato acetânico, em 24 e 48 h; B – Extrato etanólico, em 24 e 48 h; C – Extrato etílico, em 24 e 48 h; D – Extrato metanólico, em 24 e 48 h; E – Líquido do coco, em 24 e 48h. Fonte: Elaborado pela autora.

Na observação referente ao período de 24 horas de incubação foi possível observar as maiores taxas de inibição, e segundo a análise estatística foi constatado que há efeito significativo dos dois fatores (Tempo e Concentração) sobre a inibição do micélio. O extrato que demonstrou maior efeito sobre o fitopatógeno foi o etílico, que apresentou os melhores valores de PIC nas primeiras 24 horas e nas concentrações de 1100 e 1400 $\mu\text{g/mL}$, inibindo até 64,63% e 72,13% respectivamente, do fungo *L. theobromae*. Após 48 h apresentou ainda inibição de 37,22% e 43,31% nas concentrações de 1100 e 1400 $\mu\text{g/mL}$ respectivamente. Após as 72 horas não houve inibição significativa do crescimento micelial, pois o fungo começou a se adaptar aos efeitos inibitórios das amostras. O líquido do coco verde (LCCV), não apresentou nenhum efeito de diminuição dos halos de micélio, sendo ineficaz como antifúngico.

Com o uso dos PICs, das diferentes concentrações, foi calculado os respectivos CE_{50} das amostras, para a segunda cepa fúngica (Tabela 13).

Tabela 13 - Classificação das amostras testadas contra *L. theobromae*, quanto ao CE₅₀

Amostras	Equação da reta	CE ₅₀ (µg/mL)	Classificação
Casca/Acetânico	$y = 18,069x - 26,1$	132,2±6,8	Não eficiente/ Insensível
Casca/Etanólico	$y = 16,164x - 21,153$	182,6±9,8	Não eficiente/ Insensível
Casca/Etílico	$y = 71,464x - 151,5$	<1	Alta eficiência/ Alta sensibilidade
Casca/Metanólico	$y = 6,4938x + 7,1035$	879,6±3,8	Não eficiente/ Insensível
LCCV	0	>50*	Não eficiente/ Insensível

*Ensaio onde não foi possível calcular a equação linear da reta, devido ao fato de que em todas as concentrações testadas houve baixa ou nenhuma inibição do crescimento micelial, sendo apenas estimado o valor do EC₅₀. Classificação em função da CE₅₀, onde: CE₅₀< 1 µg/mL: alta eficiência ou alta sensibilidade; CE₅₀ de 1 – 10 µg/mL: moderada eficiência ou moderada sensibilidade; CE₅₀ de 10 – 50 µg/mL: baixa eficiência ou baixa sensibilidade e, CE₅₀> 50 µg/mL: não eficiente ou insensível (EDGINGTON *et al.* 1971). Fonte: Elaborado pela autora.

Com a CE₅₀ do extrato etílico menor que 1 µg/mL, ele pode ser classificado como antifúngico de alta eficiência/alta sensibilidade. Todos os outros extratos e o líquido do LCCV, apresentaram valores de CE₅₀ menor que 50, então são considerados de baixa eficiência ou até mesmo insensíveis. É notável a ação, do extrato etílico bruto frente a um fitopatógeno tão disseminado e prejudicial para o comércio do caju no Brasil. A expectativa é de que sua eficiência como defensivo agrícola natural seja ainda maior, com a utilização de seus compostos químicos isolados. Possivelmente, a ação inibitória do crescimento micelial do fitopatógeno seja causada pelos grupos químicos detectados, nas análises de caracterização, com especial ação dos compostos ácidos e fenólicos.

Há relatos na literatura que sugerem a atividade antifúngica dos polifenóis em geral, que demonstram eficiência contra fungos, por interromper sistemas enzimáticos responsáveis pela produção de energia, síntese de proteínas e quebra da membrana celular desses microrganismos. Ao agir interrompendo os processos de absorção de nutrientes, esses compostos podem causar prejuízos ao crescimento do organismo (BIERHALS *et al.*, 2009) A capacidade de inibição fúngica, por ação de grupos fenólicos, já foi relacionada ao número de hidroxilas presentes na molécula, que está diretamente ligado ao efeito tóxico frente aos microrganismos (FERREIRA *et*

al., 2006). É preciso também considerar a possibilidade de ação antifúngica de outros compostos não fenólicos que podem agir de forma isolada ou em associação às moléculas bioativas. Compostos como os flavonoides podem contribuir ao propiciar um estresse oxidativo, atuando também na inibição desses agentes patógenos (AWAD, 2002). Existem na literatura, para alguns dos compostos químicos encontrados em amostras do coco e inclusive discutidos no presente trabalho, resultados que demonstram a ação inibitória do crescimento micelial de fungos. Os compostos eugenol, ácido cafeoilquínico e seus derivados, ácido benzóico e derivados da lignina já apresentaram algum nível de eficiência como antifúngicos e antibacterianos (AMBORABÉ *et al.*, 2002; BELINATI, 2010; CASTRO, 2016; SOARES, 2018; ŚWISŁOCKA *et al.*, 2013), indicando que na constituição do *C. nucifera* existem moléculas com potenciais antimicrobianos.

São várias as bioatividades relatadas de compostos de origem vegetal que demonstram atividade antifúngica contra o *L. theobromae* (DIAS; MATOS; DAVID, 2016; NAKASONE *et al.*, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2017; OMOYELE *et al.*, 2015), um fungo muito prejudicial para diversas culturas frutíferas, o que desperta a procura por matéria prima natural para o desenvolvimento de biodefensivos, com uma aposta sustentável e variados resultados positivos. Não se encontram disponíveis muitos estudos sobre o uso do *C. nucifera* L. para avaliação de novos defensivos agrícolas naturais, menos ainda sobre o uso da casca do coco verde para esse propósito. Mais comumente, encontram-se disponíveis estudos de ações do *C. nucifera* e de plantas da sua família (Arecaceae) sobre patógenos fúngicos humanos, como pode-se observar na tabela abaixo.

Tabela 14 - Atividades antifúngicas efetivas encontradas na literatura

(continua)

Amostra	Microrganismo	Referência
Areca catechu	<i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. niger</i>	ANTHIKAT; MICHAEL, 2009 ANTHIKAT <i>et al.</i> , 2014.
<i>C. nucifera</i>/aquo	<i>Penicillium</i> sp	CORTÉZ RIVERA <i>et al.</i> , 2019.

Tabela 14 - Atividades antifúngicas efetivas encontradas na literatura

(conclusão)

C. nucifera/mesocarpo (MeOH)	<i>A. niger, A. flavus, T. rubrum, M. canis</i>	THEBO <i>et al.</i> 2016.
C. nucifera/mesocarpo (alcoólico)	<i>E. floccosum</i>	VENKATARAMAN; RAMANUJAM; VENIKATASUBBU, 1980.
C. nucifera/exocarpo (aquo)	<i>Gloeophyllum trabeum e R. placenta</i>	BARBERO-LOPEZ, 2021.
C. nucifera/mesocarpo (aquo)	<i>R. Stolonifer</i>	CORTEZ RIVIERA <i>et al.</i> , 2021.
C. nucifera/óleo da casca	<i>Polyporus sanguineus L. Tyromyces palustris</i>	SHINY <i>et al.</i> 2014.

Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação a fungos que atacam as plantas, encontram-se documentados estudos sobre o potencial antifúngico dos extratos hexânicos, acetânicos e metanólicos do pericarpo da *Areca catechu*, planta da mesma família do *C. nucifera*, frente ao fitopatógeno *C. gloeosporioides*, que causa queda prematura de frutos do coqueiro (WARWICK, 2018). Foram obtidos os CE₅₀ de 36.7, 47.5, 56.7 e 111.5 mg/L (YENJIT, 2010), resultados que estão próximos aos determinados no presente trabalho. Em outro estudo, o extrato aquoso do exocarpo do coco demonstrou-se eficiente e nocivo frente aos fitopatógenos *Gloeophyllum trabeum e R. (Poria) placenta T.*, que causam apodrecimento da madeira (BARBERO-LOPEZ, 2021).

Em contrapartida, também se encontra na literatura que o extrato aquoso, das fibras do mesocarpo apresentara um PIC de $67,12 \pm 7,45\%$ inibição micelial para *R. stolonifer*, fungo esse que causa podridão de pós-colheita de frutos, um valor bem aproximado aos obtidos, no presente trabalho, pelo extrato etanólico contra a Cepa 1 (*B. theobromae*) e etílico contra a Cepa 2 (*L. theobromae*). Segundo relatado por Shiny *et al.* (2014), o óleo pirolítico da casca de coco apresentou ação antifúngica contra fungos que também atacam a madeira. Os resultados indicam que houve 81,5% de inibição no crescimento de *Polyporus sanguineus* L. (podridão branca) e 90% de inibição do crescimento de *Tyromyces palustris* (podridão parda) a uma concentração

de 0,25%, valores bem superiores aos dos encontrados neste estudo. O efeito fúngico tão eficiente foi atribuído ao alto teor de compostos fenólicos nas frações do óleo.

A partir dos resultados desta pesquisa, é possível afirmar que extratos brutos obtidos dos resíduos da espécie vegetal *C. nucifera* Linn. demonstraram ação antifúngica frente ao fitopatógeno *L. theobromae*. Testes mais específicos devem ser realizados para essas amostras, tanto com os constituintes químicos isolados quanto para a investigação dos intervalos de aplicação e concentrações necessárias. De acordo com Gao (1988) e Alfenas (1987) muitos fungicidas podem ter efeitos fitotóxicos, podendo interferir no desenvolvimento das plantas, se aplicados em concentrações e intervalos de tempo inadequados, além de possibilitar a resistência do fitopatógeno (apud ABREU *et al.*, 2017).

6 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que os extratos da casca do coco verde e o líquido do coco apresentaram baixa toxicidade frente o microcrustáceo *A. salina*, nas concentrações avaliadas.

A presença de compostos ácidos, ésteres e fenólicos foi comprovada através das técnicas de caracterização espectroscópica e análise fitoquímica de amostras obtidas do *C. nucifera* e estes compostos possivelmente são os responsáveis pelas atividades biológicas demonstradas pelos resíduos do coco, no presente trabalho.

Os extratos da casca do coco verde demonstraram atividade antifúngica frente o fitopatógeno *L. theobromae*, variando de baixa eficiência a alta, sendo o extrato etílico classificado como o mais efetivo contra o crescimento micelial do fungo.

As evidências deste estudo sugerem o isolamento e identificação dos compostos bioativos dos resíduos da casca de coco verde, bem como a avaliação biológica desses constituintes, contribuindo futuramente para o desenvolvimento de novos bioprodutos e defensivos agrícolas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. G.; *et al.* Potencial fungitóxico de óleos de murumuru (*astrocaryum ulei* mart.) e coco (*Cocos nucifera* L.) sobre *colletotrichum gloeosporioides* no maracujá. **Enciclopédia biosfera**, v. 10, n. 19, p. 11, 2014. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2388>. Acesso em: 25 set. 2021.
- ABREU, K. V.; *et al.* **Reaproveitamento de resíduo industrial da castanha de caju para o beneficiamento da cajucultura contra ação do fitopatógeno *Lasiodiplodia theobromae***. In: VIII Congresso Latino-Americano E XIV Congresso Brasileiro De Higienistas De Alimentos. v. 31, n. 266-267, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/download/932/610/3123>. Acesso em: 25 set. 2021.
- ADEKOLA, K. A.; *et al.* Total phenolic content, antioxidative and antidiabetic properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) Testa and selected bean seed coats. **Journal of Food Science**, v. 29, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320857656_Total_phenolic_content_antioxidative_and_antidiabetic_properties_of_coconut_Cocos_Nucifera_L_testa_and_selected_bean_seed_coats. Acesso em: 25 set. 2021.
- AKINYELE, T. A.; *et al.* In-Vitro Antibacterial Properties of Crude Aqueous and n-Hexane Extracts of the Husk of *Cocos nucifera*. **Molecules**, v. 16, n. 3, p. 2135-2145, 2011. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/16/3/2135>. Acesso em: 25 set. 2021.
- ALVES, K. N. A, *et al.* Estudo da evolução do cultivo de coco em municípios do estado do Pará e nos estados brasileiros produtores. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 209-224, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/view/5144>. Acesso em: 25 set. 2021.
- ALVIANO, D. S.; *et al.* Antinociceptive and free radical scavenging activities of *Cocos nucifera* L. (*Palmae*) husk fiber aqueous extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 92, n. 23, p. 269-73, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874104001217?via%3Dihub>. Acesso em: 25 set. 2021.
- AMARAL, H. O.; *et al.* **Avaliação de toxicidade em *Artemia salina* de extratos de biomassas e resíduos agrícolas**. In: V Encontro De Pesquisa E Inovação: Química de renováveis e materiais. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1097797/avaliacao-de-toxidade-em-artemia-salina-de-extratos-de-biomassas-e-residuos-agricolas>. Acesso em: 19 mai. 2021.
- AMBORABÉ, BÉNIGNE-ERNEST, *et al.* Antifungal effects of salicylic acid and other benzoic acid derivatives towards *Eutypa lata*: Structure-activity relationship. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 40, n. 12, p. 1051–1060, 2002. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0981942802014705>. Acesso em: 19 mai. 2021.

ANDRADE, L. N. T.; NUNES, M. U. C. **Produtos alternativos para controle de doenças e pragas em agricultura orgânica**. Brasília: Embrapa – Folhetos, 2001.

Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/64520/1/CPATC-DOCUMENTOS-28-PRODUTOS-ALTERNATIVOS-PARA-CONTROLE-DE-DOENCAS-E-PRAGAS-EM-AGRICULTURA-ORGANI.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2020.

ANTHIKAT, R. R. N.; *et al.* Antifungal Activity of Areca catechu L. **Journal. Pharmacology Clinical Science**, v. 4, n. 1, p. 13, 2014. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Manjula-Shantaram/publication/256462908_Antimicrobial_properties_of_Areca_catechu_Areca_nut_husk_extracts_against_common_oral_pathogens/links/5950ab3645851543383b8bf1/Antimicrobial-properties-of-Areca-catechu-Areca-nut-husk-extracts-against-common-oral-pathogens.pdf. Acesso em: 25 set. 2021.

ANTHIKAT, R. R. N.; A. MICHAEL. Study on the Areca Nut for its Antimicrobial Properties. **Journal of Young Pharmacists**. v. 1, p. 42, 2009. Disponível em:

<https://www.jyoungpharm.org/article/360#:~:text=Abstract%3A,in%20vitro%20using%20isolated%20organisms.&text=It%20was%20found%20that%20both,to%20the%20areca%20nut%20extract>. Acesso em: 25 set. 2021.

ARAGÃO, W. M.; *et al.* Florescimento, produção e composição morfológica de frutos de cultivares de coqueiro. **Agrotropica**, v. 14, n. 3, p. 85-174, 2004.

ARAUJO, A. M.; ROSA, M. F.; BRÍGIDA, A. I. S. Potencial de aproveitamento da casca de coco verde. In: REUNIÓN DE LA SOCIEDAD INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL. p. 50, 2004, Limón. **Anales...** Costa Rica: Universidad EARTH, 2004.

ARAÚJO, M. G. F.; CUNHA, W. R.; VENEZIANI, R. C. S. Estudo fitoquímico preliminar e bioensaio toxicológico frente a larvas de artemia salina leach. de extrato obtido de frutos de solanum lycocarpum A. St.-Hill (Solanaceae). **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 205-209, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/71676>. Acesso em: 25 set. 2021.

AWUA, A. K.; DOE, D. E.; AGYARE, R. Potencial bacterial health risk posed to consumers of fresh coconut (Cocos nucifera L.) water. **Food and Nutrition Sciences**, v. 3, p. 1136-1143, 2012. Disponível em:

<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=21576>. Acesso em: 25 set. 2021.

AYRES, M. C. C.; *et al.* Atividade antibacteriana de plantas úteis e constituintes químicos da raiz de Copernicia prunifera. **Revista Brasileira de Farmacognose**, v. 18, n. 4, p. 90-7, 2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbfar/a/qHBKFWHSLyFwSFyzwhcZgFr/?lang=pt>. Acesso em: 25 set. 2021.

AWAD, H. M. **Studies on the pro-oxidant chemistry of flavonoids**. 2002. 134 f. Tese (Doutorado) - Wageningen University, Alemanha. Disponível em <https://core.ac.uk/download/pdf/29298240.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2021.

BACCARO, M. R.; *et al.* Resistência antimicrobiana de amostras de Escherichia coli isoladas de fezes de leitões com diarreia. **Architecture Institute of Biology**, v. 69, n. 2, p. 15-18, 2002. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/V69_2/baccaro.pdf. Acesso: 25 set. 2021.

BARBERO-LÓPEZ, A. Antifungal Activity of Several Vegetable Origin Household Waste Extracts Against Wood-Decaying Fungi *In Vitro*. **Waste and Biomass Valorization**, p. 6, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-020-01069-3>. Acesso em: 25 set. 2021.

BARBIERI, E. Emprego de Poecilia vivipara (Cyprinodontiformes) e Artemia salina (Crustacea) para determinar a toxicidade aguda da água de produção de petróleo em Sergipe, Brasil. **Biologia Geral e Experimental**, v. 5, p. 26-29, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/280947655_EMPREGO_DE_POECILIA_VI_VIPARA_CYPRINODONTIFORMES_E_ARTEMIA_SALINA_CRUSTACEA_PARA_DETERMINAR_A_TOXICIDADE_AGUDA_DA_AGUA_DE_PRODUCAO_DE_PETROLEO_EM_SERGIPE_BRASIL. Acesso em: 25 set. 2021.

BAROSA, J; FERREIRA, A; FONSECA, B. E; SOUZA, I. Teste de toxicidade de cobre para artemia salina. **Poluição e Ecotoxicologia Marinha**, Brasil, v. 6, p. 5-6, 2003.

BAUER, A. W.; *et al.* Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. **American Journal of Clinical Microbiology**, v. 40, p. 2413-5, 1966. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5325707/>. Acesso em: 25 set. 2021.

BELINATI, Karen Daher. **Efeitos do ácido clorogênico sobre funções de neutrófilos: estudos in vitro**. 2010. Dissertação (Mestrado em Toxicologia e Análises Toxicológicas) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9141/tde-31012011-135341/fr.php>. Acesso em: 25 set. 2021.

BETTIOL, W. **Importância do uso de defensivos agrícolas naturais na agricultura**. In: Congresso Brasileiro De Defensivos Agrícolas Naturais. João Pessoa: Embrapa Milho e Sorgo, p. 22 – 22, 2013. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/963354>. Acesso em: 25 set. 2021.

BETTIOL, W.; MAFFIA, L. A.; CASTRO, M. L. M. P. **Control biológico de enfermidades de plantas en Brasil**. In: BETTIOL, W.; *et al.* Control biológico de enfermidades de plantas en América Latina y el Caribe. Montevideo: Universidad de la República, 2014. p. 91-138. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1008375/control-biologico-de-enfermedades-de-plantas-en-brasil>. Acesso em: 25 set. 2021.

BIERHALS, V. S.; *et al.* Total phenolic compounds, antioxidant and antifungal activities of multimixtures enriched by adding microalgae *Spirulina platensis*. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n.1, p. 42-48, 2009. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Total-phenolic-compounds%2C-antioxidant-and-of-by-Bierhals-Machado/f171651f1b28d907a6bb29ae0c954c4d5f497024>. Acesso em: 26 set. 2021.

BOMM, M. D.; PEREIRA, N. F. G.; SIQUEIRA, J. M. Estudo fitoquímico de *unonopsis lindmanni* – annonaceae, biomonitorado pelo ensaio de toxicidade sobre a artemia salina leach. **Química Nova**, Campo Grande, v. 21, n. 5, p. 557-559, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/NKP7kSqzSRcsfXFLvHWH33z/?lang=pt>. Acesso em: 26 set. 2021.

BONFILI, L.; *et al.* Natural polyphenols as proteasome modulators and their role as anti-cancer compounds. **FEBS Journal**, v. 275, p. 5512-5526, 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18959740/>. Acesso em: 26 set. 2021.

BOSCOLO, O. H.; VALLE, L. S. Plantas de uso medicinal em Quissamã, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 263-277, 2008. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/149>. Acesso em: 26 set. 2021.

BRAINER, M. S. C. P. Produção de coco: o Nordeste é destaque nacional. **Caderno Setorial ETENE**, v. 3, n. 61, p. 25, 2018. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4296541/61_coco.pdf/c172dd8f-3044-f1db-5d0c-a94c5eb735e0. Acesso em: 26 set. 2021.

BRAINER, M. S. C. P.; XIMENES, L. F. Produção de coco – soerguimento das áreas tradicionais do Nordeste. **Caderno Setorial ETENE**, v. 5, n. 127, p. 15, 2020. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/documents/80223/7724988/2020_CDS_127c.pdf/7fb2b558-1b93-b317-0b60-3e28e0f1fa2c. Acesso em: 26 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **AGROFIT**: sistema de informação. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2011. Disponível em: <https://landpage.cgu.gov.br/dadosabertos/>. Acesso em: 25 set. 2021.

CACERES, A.; *et al.* Plants used in Guatemala for the treatment of protozoal infections. I. Screening of activity to bacteria, fungi and American trypanosomes of 13 native plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 62, n. 3, p. 195-202, 1998. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9849628/>. Acesso em: 26 set. 2021.

CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O.; SÁ, F. T. Disseminação e controle da resinosidade em troncos de cajueiro decepados para substituição de copas. **Fitopatologia**

Brasileira, v. 23, n. 1 p. 48-50. 1998. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/663648/disseminacao-e-controle-da-resinose-em-troncos-de-cajueiro-decepadados-para-substituicao-de-copa>. Acesso em: 26 set. 2021.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 5-533, 2002. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/hb/a/PQsvvcv3dgWRHGTYD9qsFML/?format=pdf&lang=pt#:~:text=A%20casca%20de%20coco%20verde%20que%20em%20muitas%20regi%C3%B5es%20causa,pode%20ser%20utilizada%20como%20substrato.&text=Para%20o%20uso%20como%20substrato,por%20um%20processo%20de%20compostagem>. Acesso em: 26 set. 2021.

CARVALHO, X. E.; *et al.* Melhoramento genético vegetal: Variabilidade e Comportamento de cultivares de coqueiro anão nos tabuleiros do norte de Sergipe.

Bragantia, Campinas, v. 67, n. 1, p. 91-100, 2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/brag/a/38M4bvj43mnC7dBvFjkkvGJ/?lang=pt>. Acesso em: 26 set. 2021.

CASTRO, J. C.; *et al.* **ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO (*Eugenia caryophyllus*) E EUGENOL CONTRA ISOLADO DE *Alternaria alternata***. In: II Congresso paranaense de microbiologia. p.1, 2016. Londrina.

Disponível em: <https://proceedings.science/cpm/papers/atividade-antifungica-de-oleo-essencial-de-cravo--eugenia-caryophyllus--e-eugenol-contra-isolado-de-alternaria-alternata?lang=pt-br>. Acesso em: 26 set. 2021.

CHAKRABORTY, M.; MITRA, A. The antioxidant and antimicrobial properties of the methanolic extract from *Cocos nucifera* mesocarp. **Food Chemistry**, v. 107, p. 994-999, 2008. Disponível em: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-ace246ec-fcf8-318f-851c-5d8c9d2d6894>. Acesso em: 26 set. 2021.

CHALINEE, R.; NATTAPORN, P.; TEWIN, T. Protective effect of *Mangifera indica* L., *Cocos nucifera* L., and *Averrhoa carambola* L. extracts against ultraviolet B-Induced damage in human keratinocytes. **Evidence-Based Complementary Alternative Medicine**, v. 2016, p. 1-10, 2016. Disponível:

<https://www.hindawi.com/journals/ecam/2016/1684794/>. Acesso em: 26 set. 2021.

CIPRIANO, A. K. A. L. **A interação do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) com o fungo *Lasiodiplodia theobromae* reprograma a expressão de proteínas no caule, sítio de infecção do patógeno**. Dissertação, Pós-graduação em bioquímica,

p. 1-137, 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/10517>.

Acesso em: 26 set. 2021.

CNI, Confederação Nacional Da Indústria. **Economia circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira**. Brasília, DF: CNI, 2018. 64 p. Disponível em:

<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/4/economia-circular-oportunidades-e-desafios-para-industria-brasileira/#economia-circular-oportunidades-e-desafios-para-a-industria-brasileira%20>. Acesso em: 26 set. 2021.

CORTÉS-RIVERA, H. J.; *et al.* In vitro evaluation of residues of coconut (*Cocos nucifera* L.) aqueous extracts, against the fungus *Penicillium italicum*. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 31, n. 8, p. 613-617, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/337830269_In_vitro_evaluation_of_residue_s_of_coconut_Cocos_nucifera_L_aqueous_extracts_against_the_fungus_Penicillium_italicum. Acesso em: 26 set. 2021.

CORTÉS-RIVERA, H. J.; *et al.* Evaluación de quitosano comercial y extractos acuosos de mesocarpio de coco (*Cocos nucifera* L.) para el control de *Rhizopus stolonifer* aislado de guanábana (*Annona muricata* L.): Pruebas in vitro. **Revista especializada en ciência químico-biológicas**, v. 24 p.11, 2021. Disponível em: <http://tip.zaragoza.unam.mx/index.php/tip/article/view/293>. Acesso em: 26 set. 2021.

COSTA, C. T. C.; *et al.* Ovicidal and larvicidal activity of *Cocos nucifera* L. Extracts on *Haemonchus contortus*. **Ciência Animal**, v. 21, n. 2, p. 87-95, 2011. Disponível em: http://uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/artigo10_2011.pdf. Acesso em: 26 set. 2021.

COSTA, C. T.; *et al.* Anthelmintic activity of *Cocos nucifera* L. on intestinal nematodes of mice. **Research Veterinary Science**, v. 88, p. 101–103, 2010. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19505703/>. Acesso em: 26 set. 2021.

COSTA, J. M. C.; *et al.* Características físico-químicas e minerais de água de coco de frutos químicos e minerais de água de coco de frutos, da variedade anão amarelo em diferentes períodos de maturação. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 2, p. 173-177, 2006. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1029>. Acesso em: 26 set. 2021.

CRISÓSTOMO, L. A.; ARAGÃO, F. A. S. Utilização do líquido da casca de coco-verde em pomar de coqueiro anão e efeitos sobre as características do solo e da planta. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 56, p. 27, 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/917368>. Acesso em: 26 set. 2021.

CSA EDUCACIONAL. **Espectroscopia de ressonância magnética**. 2020. Disponível em: <https://csaeducacional.com.br/materias/espectroscopia-de-ressonancia-magnetica-nuclear-rmn>. Acesso em: 12 maio 2021.

CUENCA, M. A. G.; SIQUEIRA, L. A. Aspectos econômicos da cocoicultura, coco: produção, aspectos técnicos. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 10-13, 2003.

CUENCA, M. A. G. Importância econômica da cocoicultura no Brasil. *In*: FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S. A cultura do coqueiro. Brasília: Embrapa Tabuleiros Costeiros Sistema de Produção, v. 1. 2ª Ed, Ago/2016. p. 54. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema_sdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view

&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_76293187_sistemaProducaold=7703&p_r_p_-996514994_topicold=7829. Acesso em: 15 nov. 2021.

DEBMANDAL, M.; MANDAL, S. Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae): in health promotion and disease prevention. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, p.241–247, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21771462/>. Acesso em: 26 set. 2021.

DEY, G.; SACHAN, A.; GHOSH, S.; MITRA, A. Detection of major phenolic acids from dried mesocarpic husk of mature coconut by thin layer chromatography. **Industrial Crops and Products**, v. 18, p. 171-176, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669003000566>. Acesso em: 26 set. 2021.

DIAS, F. M.; MATOS, D. L.; DAVID, G. Q. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* “in vitro”. **AGROECOL**, v. 11, n. 2, 2016. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/21607>. Acesso em: 26 set. 2021.

EDINGTON, L. V.; KHEN, K. L.; BARRON, G. L. Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 61, p. 42-44, 1971. Disponível em: https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1971Abstracts/Phyto61_42.htm. Acesso em: 26 set. 2021.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros - Circular Técnica (INFOTECA-E), 1993.

ELSBAEY, M.; IBRAHIM, M.; BAR, F. A.; ELGAZAR, A. A. Chemical constituents from coconut waste and their in silico evaluation as potential antiviral agents against SARS-CoV-2. **South African journal of botany**, v. 141, p. 278–289, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34092840/>. Acesso em: 26 set. 2021.

ESQUENAZI, D.; *et al.* Antimicrobial and antiviral activities of polyphenolics from *Cocos nucifera* Linn. (Palmae) husk fiber extract. **Research Microbiology**, v. 153, p. 647–652. 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12558183/>. Acesso em: 26 set. 2021.

EVARISTO, I. M.; LEITÃO, M. C. Identificação de quantificação por DAD-HPLC, da fração fenólica de *Quercus súber* L. **Silva Lusitana**. Lisboa, v. 9, n. 2, p. 135-141, 2001. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S087063522001000200002&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 30 abr. 2021.

FERREIRA, M. J. U.; *et al.* Antifungal and multidrug resistance modulatory effects of diterpenic and phenolic compounds. **Planta Med**, v. 23, p. 72-77, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/21458>. Acesso em: 27 set. 2021.

FERREIRA, S. H. **Medicamentos a partir de plantas medicinais no Brasil**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1998.

FIGUEIRA, C. N. T. **Avaliação da atividade antimicrobiana, citotóxica e capacidade sequestradora de radicais livres de extratos brutos do Cocos nucifera Linn.** 2012. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Escola de Enfermagem e Farmácia. Universidade Federal de Alagoas, 2012. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/1170>. Acesso em: 27 set. 2021.

FIGUEIRA, C. N. T.; *et al.* Biological activity of the Cocos nucifera L. And its profile in the treatment of diseases: **A review. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, v. 5, n. 5, p. 297-302, 2013. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/7906>. Acesso em: 27 set. 2021.

FINNEY, D. J. **Probit analysis**. 3. ed. Cambridge University Press: London, 1971.

FONSECA, A. M.; *et al.* Constituents and antioxidant activity of two varieties of coconut water (Cocos nucifera L.). **Brazilian Journal of Pharmacognose**, v. 19, n. 1B, p. 193-198, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/HYcSsqdWxCKPHsMg5Mjp7Vg/?lang=en>. Acesso em: 27 set. 2021.

FONTENELE, R. E. S. **Cultura do coco no Brasil: Caracterização do mercado atual e perspectivas futuras**. In: XLIII Congresso Da Sober. 2005. Ribeirão Preto. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/2/168.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2021.

FONTES, H. R. **Caracterização do quadro atual e principais ameaças à produção de coco seco no nordeste do Brasil**. Embrapa: Portal do agronegócio, 2010. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2010/caracterizacao-do-quadro-atual-e-principais-ameacasaproducao-de-coco-seco-no-nordeste-do-brasil>. Acesso em: 12 jan. 2021.

FREIRE, F. C. O.; VIANA, F. M. P.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A. Novos hospedeiros do fungo no Estado do Ceará. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, **Comunicado Técnico**, v. 91, p. 6, 2004. Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/422570/novos-hospedeiros-do-fungo-lasioidiplodia-theobromae-no-estado-do-ceara#:~:text=Resumo%3A%20Abacateiro%20\(Persea%20americana%20Mill,Meloeiro%20\(Cucumis%20melo%20L.\)%3B](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/422570/novos-hospedeiros-do-fungo-lasioidiplodia-theobromae-no-estado-do-ceara#:~:text=Resumo%3A%20Abacateiro%20(Persea%20americana%20Mill,Meloeiro%20(Cucumis%20melo%20L.)%3B). Acesso em: 27 set. 2021.

FREIRE, F. C. O.; *et al.* Diseases of cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Crop Protection**, v. 21, p 489-492. 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317332955_Diseases_of_Cashew_Nut_Plants_Anacardium_Occidentale_L_in_Burkina_Faso#:~:text=four%20main%20diseases%20infecting%20cashew,rust%20and%20pestalotia%20leaf%20spot. Acesso em: 27 set. 2021.

FREITAS, J. C. C.; *et al.* Effect of ethyl acetate extract from husk fiber water of Cocos nucifera in Leishmania braziliensis infected hamsters. **Revista brasileira de**

farmacognose, v. 21, p. 6, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/MvYhJrQQJtMp6gLVRbN9MVc/?lang=en>. Acesso em: 27 set. 2021.

FUNARI, C. S.; FERRO, V. O. Propolis analysis. **Brazil Journal of Food Technology**, v. 26, p. 171–178, 2006.

GARCIA, R. R.; GARCIA, A.; RIBEIRO, G. D.; RODRIGUES, A. N. A. Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos. **Circular técnica**, v. 47, p. 23, 1999. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/704072>. Acesso em: 27 set. 2021.

GITEL, M. Reaproveitamento do coco verde vira negócio na Bahia. **Correio sustentável**. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/reaproveitamento-do-coco-verde-vira-negocio-na-bahia/>. Acesso em: 20 set. 2021.

GOV, **Insumos Agrícolas**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/Mapa-registra-recorde-de-95-defensivos-biologicos-em-2020>. Acesso em: 21 fev. 2021.

HALFELD-VIEIRA, B. A. MARINHO-PRADO, J. S.; NECHET, K. L.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. **Defensivos Agrícolas Naturais: Uso e perspectivas**. Brasília: EMBRAPA, 2016.

HALFELD-VIEIRA, B. A.; NECHET, K. L. Queda de Frutos em Coqueiro Causada por *Lasiodiplodia theobromae* em Roraima. Embrapa: **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 203, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233391905_Queda_de_Frutos_em_Coqueiro_Causada_por_Lasiodiplodia_theobromae_em_Roraima. Acesso em: 27 set. 2021.

HAMIDI, M. R.; JOVANOVA, B.; PANOVSKA, T. K. Toxicological evaluation of the plant products using brine shrimp (*Artemia salina* L.) model. **Macedonian Pharmaceutical Bulletin**, v. 60, p. 9–18, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332541451_Toxicological_evaluation_of_the_plant_products_using_Brine_Shrimp_Artemia_salina_L_model. Acesso em: 27 set. 2021.

HOODA, V.; *et al.* Phytochemical and pharmacological profile of *Cocos nucifera*: an overview. **International Journal of Pharmacy & Therapeutics**, v. 3, n. 2, p. 130–135, 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil (LSPA)**. Rio de Janeiro, v.30 n.12 p.1-82, 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **LSPA - Levantamento sistemático da Produção Agrícola**: Dados preliminares. Fortaleza: IBGE/GCEA-CE. Dezembro. Series, 2020.

JOSE, M.; *et al.* Antimicrobial properties of *Cocos nucifera* (coconut) husk: An extrapolation to oral health. **Journal of Natural Science Biological Medicine**, v. 5, n. 2, p. 359–364, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4121915/>. Acesso em: 27 set. 2021.

KANNAIAN, U. P. N.; EDWIN, J. B.; RAJAGOPAL, V.; SHANKAR, S. N.; SRINIVASAND, B. Phytochemical composition and antioxidant activity of coconut cotyledon. **Heliyon**, v. 6, n. 2, p. 3411, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844020302565>. Acesso em: 27 set. 2021.

KIM, D. O.; JEONG, S. W.; LEE, C. Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. **Food Chemistry**, v. 81, n. 3, p. 321-326, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814602004235>. Acesso em: 27 set. 2021.

KOSCHEK, P. R.; ALVIANO, C. S.; GATTASS, C. R. The husk fiber of *Cocos nucifera* L. (Palmae) is a source of anti-neoplastic activity. **Brazilian Journal of Medicine Biology Research**, v. 40, n. 10, p. 1339-43, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjmb/a/NrxmRhjZfjqRpmYNrpC74MM/?lang=en>. Acesso em: 27 set. 2021.

KOUSHIK, P.; BRAJA, G. B.; KOUSIK, S. Green coconut (*Cocos nucifera* Linn) shell extract mediated size controlled green synthesis of polyshaped gold nanoparticles and its application in catalysis. **Applied Nanoscience**, v. 4, n. 6, p. 769–775, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13204-013-0261-6>. Acesso em: 27 set. 2021.

KRISHNARAJU, A. V.; *et al.* Assessment of bioactivity of indian medicinal plants using brine shrimp (*artemia salina*) lethality assay. **International Journal of Applied Science and Engineering**, India, v. 134, p. 125, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242358037_Assessment_of_Bioactivity_of_Indian_Medicinal_Plants_Using_Brine_Shrimp_Artemia_salina_Lethality_Assay. Acesso em: 27 set. 2021.

LEITAO, R. C.; *et al.* Tratamento biológico do líquido da casca do coco verde. **Embrapa Agroindústria Tropical**: Boletim de pesquisa e desenvolvimento, v. 39, p. 126, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/884014/tratamento-biologico-do-liquido-da-casca-do-coco-verde>. Acesso em: 27 set. 2021.

LIMA, J. S.; *et al.* Caracterização cultural, morfológica e patogênica de *Lasiodiplodia theobromae* associado a frutíferas tropicais. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 2, p. 81-88, 2013. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/sp/a/y3XPxKHmMBYJhcQnnjCLSXh/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 27 set. 2021.

LIYANAGE D. C.; PIERIS, M. A physico-chemical analysis of coconut shell powder. **Procedia chemistry**. v. 16, p. 222-228, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187661961500193X>. Acesso em: 27 set. 2021.

LOPES, W. A.; FASCIO, M. Esquema para interpretação de espectros de substâncias orgânicas na região do infravermelho. **Química Nova**, Bahia, v. 27, n. 4, p. 670-673, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/btRKspWLW7Fh84r7NBDjgKD/?lang=pt#:~:text=O%20esquema%20proposto%20para%20interpreta%C3%A7%C3%A3o,de%20disciplinas%20tanto%20te%C3%B3ricas%20quanto>. Acesso em: 27 set. 2021.

MACHADO, J. J. C.; *et al.* A citometria de fluxo como instrumento de avaliação da atividade imunomodulatória de extratos e substâncias isoladas de plantas medicinais. **Revista brasileira farmacognosia**. v. 16, p. 645-55, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/mrvKNxXzMTdXXHYNkz3ffFD/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 set. 2021.

MACRAE, W. D.; HUDSON, J. B.; TOWERS, G. H. N. J. Studies on the pharmacological activity of amazonian euphorbiaceae. **Journal of Ethnopharmacology**, Canadá, v. 22, p. 143-172, 1988. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3374150/>. Acesso em: 27 set. 2021.

MANTILLA, S. P. S.; *et al.* Resistência antimicrobiana de bactérias do gênero *Listeria* spp. Isoladas de carne moída bovina. **Brazil Journal of Veterinaries Research Animal Science**. v. 45, n. 2, p. 116-121, 2008. Acesso em: https://www.researchgate.net/publication/237348263_Resistencia_antimicrobiana_de_bacterias_do_genero_Listeria_spp_isoladas_de_carne_moida_bovina. Acesso em: 27 set. 2021.

MARAFON, A. C.; *et al.* Reciclagem das cascas de coco verde no contexto da economia circular: briquetagem e pirólise. **Documentos Embrapa Tabuleiros Costeiros**, v. 240, p. 32, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1130895/reciclagem-das-cascas-de-coco-verde-no-contexto-da-economia-circular-briquetagem-e-pirolise>. Acesso em: 27 set. 2021.

MARAFON, A. C.; NUNES, M. U. C.; AMARAL, A. F. C.; SANTOS, J. P. S. Aproveitamento de cascas de coco para geração de energia térmica: potencialidades e desafios. Embrapa, **Documentos**, v. 234, p. 24, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1119514/aproveitamento-de-cascas-de-coco-para-geracao-de-energia-termica-potencialidades-e-desafios>. Acesso em: 27 set. 2021.

MARINHO, J. L. M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Cultivo do coco “Anão Verde” irrigado com águas salinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, p. 1277-1284, 2006. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pab/a/mDqGkCmfHpJxRh5Kjs5mh4B/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 27 set. 2021.

MARTINS, C. R., JESUS, L. A. J. Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, Aracaju. p. 51, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1014433/producao-e-comercializacao-de-coco-no-brasil-frente-ao-comercio-internacional--panorama-2014#:~:text=Publica%C3%A7%C3%B5es-,Produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20comercializa%C3%A7%C3%A3o%20de%20coco%20no,ao%20com%C3%A9rcio%20internacional%20%3A%20panorama%202014.&text=Resumo%3A%20O%20cultivo%20do%20coqueiro,por%20produtos%20oriundos%20do%20coco>. Acesso em: 27 set. 2021.

MARTINS, C. R.; JESUS, L. A. J. Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**: documentos, v. 164, p. 32, Aracaju, 2011. Disponível em: http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2011/doc_164.pdf. Acesso em: 27 set. 2021.

MATTOS, A. L. A.; *et al.* **Beneficiamento da casca de coco verde**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2014. Disponível em: http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3830.pdf. Acesso em: 25 ago. 2020.

MATTOS, A. L. A.; *et al.* Painéis elaborados com resíduos de casca de coco. **Embrapa**: Circular técnica, n. 35, p. 3, 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/917915/paineis-elaborados-com-residuos-da-casca-de-coco-verde>. Acesso em: 27 set. 2021.

MCLAUGHLIN, J.; CHANG, C. J.; SMITH, D. **Bench-top bioassays for the discovery of bioactive natural products: an update**. In: Rahman, A. (Org.). *Studies In Natural Product Chemistry*. 9. ed. Elsevier: Amsterdam, 1991. p. 383-409. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/document?vid=3f7149a7-c52c-4fd2-bcc0-c14918020e7e>. Acesso em: 27 set. 2021.

MENDONÇA-FILHO, R. R.; *et al.* Leishmanicidal activity of polyphenolic-rich extract from husk fiber of *Cocos nucifera* Linn. (Palmae). **Research Microbiology**, v. 155, n. 3, p.136-43, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0923250803002791>. Acesso em: 27 set. 2021.

MENTEN, J. O. M.; *et al.* Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. in vitro. **Fitopatologia Brasileira**, v.1, n.2, p 57-66, 1976. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/document?vid=960f6aa6-473e-4bfb-aed2-79f363e039d9>. Acesso em: 27 set. 2021.

MENTEN, J. O.; BANZATO, T. C. **Fungicidas**. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Casimiro/LFN/fungicidas%20AULA%20SA LQ%20ago2016.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2018.

MEYER B. N.; *et al.* Brine shrimp, a convenient general bioassay for active-plant constituents. **Planta Medica**, v. 45, p. 31-34, 1982. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17396775/>. Acesso em: 27 set. 2021.

MISHRA, L.; BASU, G. **Coconut fibre: its structure, properties and applications**. India: Woodhead Publishing. v. 1, 2. ed. 2020.

MRS Research Group. **Global Artemia Extract Market 2016 Growth Rate, Production, Specifications, Demand & Forecast**. 2017. Disponível em: <https://www.openpr.com/news/376175/global-artemia-extract-market-2016-growth-rate-production-specifications-demand-forecast.html>. Acesso em: 13 nov. 2020.

NASKAR, S.; *et al.* Evaluation of antihyperglycemic activity of *Cocos nucifera* Linn. on streptozotocin induced type 2 diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 138, n. 3, p. 769–773, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22041106/>. Acesso em: 27 set. 2021.

NAKASONE, A. K.; *et al.* A. Efeito de extratos vegetais na inibição do crescimento micelial de *Lasiodiplodia pseudotheobromae* e *Cylindrocladium* sp. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, Embrapa. v. 145, P. 24, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1129516/efeito-de-extratos-vegetais-na-inibicao-do-crescimento-micelial-de-lasiodiplodia-pseudotheobromae-e-cylindrocladium-sp#:~:text=Para%20L.,%2Dcidreira%2C%20cip%C3%B3%2Dd%3F>. Acesso em: 27 set. 2021.

NASIMUNISLAM, *et al.* Cytotoxic Property of *Cocos nucifera* shell Extracts on HeLa Cells. **Research Journal of Pharmacy and Technology**, v. 7, n. 5, p. 521-525, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263096052_Cytotoxic_Property_of_Cocos_nucifera_shell_Extracts_on_HeLa_Cells. Acesso em: 27 set. 2021.

NAVARRO, D. **Estudo Químico, Biológico e Farmacológico das espécies *Allamanda blanchetti* e *Allamanda schottii* na obtenção de moléculas bioativas de potencial terapêutico**. 2005. 37f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102443>. Acesso em: 27 set. 2021.

NITIWATTANANON, A.; THANACHASAI, S. Comparison of Conventional and Ultrasound-Assisted Extraction Techniques for Extraction of Phenolic Compounds from Coconut Husk. **Applied Mechanics and Materials**, Switzerland, v. 891, p. 83-89, 2018. Disponível em: <https://www.scientific.net/AMM.891.83>. Acesso em: 27 set. 2021.

NUNES, M. U. C. Coprodutos do coqueiro: matéria-prima x sustentabilidade ambiental. In: FERREIRA, J. M. S.; WARKWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A Cultura do Coqueiro no Brasil**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 495-508.

NUNES, M. U. C.; SANTOS, J. R.; SANTOS, T. C. Tecnologia para Biodegradação da Casca de Coco Seco e de Outros Resíduos do Coqueiro. Embrapa Tabuleiros

Costeiros, **Circular Técnica**, Aracaju, v. 46, p. 5, 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/372218/tecnologia-para-biodegradacao-da-casca-de-coco-seco-e-de-outros-residuos-do-coqueiro>. Acesso em: 27 set. 2021.

OLATUNDE, O. O.; BENJAKUL, S.; VONGKAMJAN, K. Coconut husk extract: antibacterial properties and its application for shelf-life extension of Asian sea bass slices. **Food Science technology**, v. 54, n. 3, p. 810-822, 2019. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijfs.14000>. Acesso em: 27 set. 2021.

OLIVEIRA, A. K. M.; *et al.* Fitoquímica e potencial fungistático de extratos e frações de *Pouteria ramiflora* contra *Lasiodiplodia theobromae*. **Research Horticultura Brasil**, v. 35, n. 4, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/yMPWvfLpLjrKpcm7mqBFL6C/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 set. 2021.

OLIVEIRA, G. L.; OLIVEIRA, A. F. M.; ANDRADE, L. H. C. Plantas medicinais utilizadas na comunidade urbana de Muribeca, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 571-577, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/sKjn9pRpMYVm4sdtRxnt8fk/?lang=pt#:~:text=Das%205%20esp%C3%A9cies%20indicadas%20como,2>). Acesso em: 27 set. 2021.

OLIVEIRA, M. B. S.; *et al.* *Cocos nucifera* Linn. (Palmae) husk fiber ethanolic extract: antioxidant capacity and electrochemical investigation. **Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening**, v. 16, n. 2, p. 121-9, 2013. Disponível em: <http://repositorio.unifesp.br/handle/11600/43412;jsessionid=9BA684CD10B3150F60D053570D824D4E>. Acesso em: 27 set. 2021.

OLIVEIRA, M. B. D. S. **Avaliação da capacidade antioxidante e perfil químico de extratos da fibra da casca do coco (Cocos nucifera L. Palmae)**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Química e Biotecnologia) - Universidade Federal de Alagoas, 2015. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFAL_2c815ae707ecea894d68fbef23b08253. Acesso em: 27 set. 2021.

OLIVEIRA, S. L. R. **Aproveitamento da casca do coco verde (Cocos nucifera L.) para produção de celulases**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, 2010. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/17982>. Acesso em: 27 set. 2021.

OMOYELE, D.; JOSEPH, A. A. In vitro evaluation of plant extracts against lasio causing cashew inflorescence blight. **African journal of biotechnology**, v.14, p. 1139-1142, 2015. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/115307>. Acesso em: 27 set. 2021.

PATIL, V. P.; *et al.* Investigation of anti-stress activity of *Cocos nucifera* endocarp. **Asian journal of pharmacy and pharmacology**, v. 4, n. 5, p. 686-691, 2018. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/327635897_Investigation_of_anti-stress_activity_of_Cocos_nucifera_endocarp. Acesso em: 27 set. 2021.

PATTIGADAPA, H. S.; *et al.* Cardiotonic Activity of Coconut Water (Cocos nucifera). **Recent Research in Science and Technology**, v. 3, n. 4, p. 155-157, 2011. Disponível em: <https://updatepublishing.com/journal/index.php/rrst/article/view/670>. Acesso em: 27 set. 2021.

PAUL, K.; BAG, B. G.; SAMANTA, K. Green coconut (Cocos nucifera Linn) shell extract mediated size controlled green synthesis of polyshaped gold nanoparticles and its application in catalysis. **Apply Nanoscience**, v. 4, p. 769–775, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13204-013-0261-6>. Acesso em: 27 set. 2021.

PINTO, A. C. L.; *et al.* Água de coco em pó como suplemento hidroeletrólítico e energético para atletas. **Revista Brasileira de Medicina no Esporte**, v. 21, n. 5, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/4nDWLC67qgcRqMG5VXSHhHF/abstract/?lang=pt#:~:text=O%20uso%20de%20bebidas%20esportivas,qu%C3%ADmica%20rica%20em%20sais%20minerais>. Acesso em: 27 set. 2021.

PRAKASH, A.; *et al.* Evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of solvent extracts of agro-food by-products (cashew nut shell, coconut shell and groundnut hull). **Agriculture and Natural Resources**, v. 52, n. 5, p.451-459, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452316X1730162X>. Acesso em: 27 set. 2021.

PROBIR, K. G., PARAMITA, B., SOUVIK, M., & MOUSUMI, P. S. Physicochemical and phytochemical analyses of copra and oil of Cocos nucifera L. (West coast tall variety). **International Journal of Food Science**, v. 2014, p. 1-8, 2014. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/ijfs/2014/310852/>. Acesso em: 27 set. 2021.

RAMOS, K.; ANDREANI, J. R.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I. Óleos essenciais e vegetais no controle in vitro de Colletotrichum gloeosporioides. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 605-612, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/hFM4hB5nFXmnzLfJJ5nKwzx/?lang=pt>. Acesso em: 27 set. 2021.

RENARD, J. J. **Missão de prospecção sobre as doenças do coqueiro e palmeira oleaginosa no Brasil**. Paris: IHRO / GERDAT, 1982.

RENJITH, R. S.; CHIKKU, A. M.; RAJAMOHAN, T. Cytoprotective, antihyperglycemic and phytochemical properties of Cocos nucifera (L.) inflorescence. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, p. 804-810, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S199576451360142X>. Acesso em: 27 set. 2021.

RIBEIRO, A. R.; *et al.* Resistência antimicrobiana em Salmonella enterica subsp enterica sorovar hadar isoladas de carcaças de frango. **Arquiteture Institute of Biology**, v. 73, n. 3, p. 357-360, 2006. Disponível em:

http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v73_3/ribeiro.pdf. Acesso em: 27 set. 2021.

RIBEIRO, C. M. R.; SOUZA, N. A. Esquema geral para elucidação de substâncias orgânicas usando métodos espectroscópico e espectrométrico. **Química Nova**, v. 30, n. 4, p. 1026-1031, 2007. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1933. Acesso em: 27 set. 2021.

RINALDI, S.; *et al.* Characterization of the antinociceptive and anti-inflammatory activities from *Cocos nucifera* L. (Palmae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 122, n. 3, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/24414991_Characterization_of_the_antinociceptive_and_anti-inflammatory_activities_from_Cocos_nucifera_L_Palmae. Acesso em: 27 set. 2021.

RODRIGUES, L. M. A. **Cachaças envelhecidas em diferentes tipos de madeiras: quantificação de compostos fenólicos, atividade antibacteriana e antifúngica.** Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2013. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/1076>. Acesso em: 27 set. 2021.

RODRIGUES, S.; PINTO, G. A. S.; FERNANDES, FABIANO A. N. Optimization of ultrasound extraction of phenolic compounds from coconut (*Cocos nucifera*) shell powder by response surface methodology. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 15, p. 95–100, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350417707000144>. Acesso em: 27 set. 2021.

RODRIGUES, T. S.; GUIMARÃES, S. F.; RODRIGUES-DAS-DÔRES, R. G.; GABRIEL, J. V. Métodos de secagem e rendimento dos extratos de folhas de *Plectranthus barbatus* (boldo-da-terra) e *P. ornatus* (boldo-miúdo). **Revista Brasileira de Plantas Medicináveis**, v.13, p. 587-590, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/MJVfY6c5DMrVMLhrZJSF8YJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 set. 2021.

RODRIGUEZ, H. C.; VENDRAMIM, J. D. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae). **Manejo Integrado de Plagas**, v. 42, p. 14-22, 1996.

ROJAS, E. V. R. **Actividad antifúngica de aceites de frutos de palmas *Oenocarpus bataua*, *Cocos nucifera*, *Elaeis oleifera*, *Maurita flexuosa* y *Acrocomia aculeata* frente a *Fusarium solani*.** Ciencia Uni Salle, 2018.

ROSA, M. F.; **Resúmenes.** In: REUNIÓN DE LA SOCIEDAD INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, La Mercedes de Guácimo, Costa Rica: SIHT, 2004, p. 50.

ROSA, M. F.; *et al.* Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola. **Comunicado Técnico Embrapa Agroindústria Tropical**, v. 54, p.1-6, 2001. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/423156>. Acesso em: 27 set. 2021.

SAHPAZ, S.; *et al.* Cytotoxic and antiparasitic activity from *Annona senegalensis* seeds. **Planta Medica**, France, v. 60, n. 6, p. 40-538, 1994. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7809207/>. Acesso em: 27 set. 2021.

SANTOS, M. B.; *et al.* 2011. **Capacidade antioxidante da fibra de coco (Cocos nucifera L.)**. In: 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Florianópolis, 2011.

SANTOS, R. L.; GUIMARAES, G. P.; NOBRE, M. S. C.; PORTELA, A. S. Análise sobre a fitoterapia como prática integrativa no Sistema Único de Saúde. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 13, n. 4, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/ZBKcPvMgQ4LTN8KRbsdGxjj/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 set. 2021.

SHINY, K. S. O.; REMADEVI, K.; NAGAVENI, H. C.; VIJAYALAKSHMI, G. Preliminary study on antifungal effect of coconut shell pyrolytic oil against wood decay fungi. **International Wood Products Journal**, v. 5, n. 2, p. 4, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272254538_Preliminary_study_on_antifungal_effect_of_coconut_shell_pyrolytic_oil_against_wood_decay_fungi. Acesso em: 27 set. 2021.

SILVA, H. H. G.; SILVA, I. G.; LIRA, K. S. Metodologia de criação, manutenção de adultos e estocagem de ovos de *aedes aegypti* (linnaeus, 1762) em laboratório. **Jornal of Pathology Tropical**, Goiânia, v. 27, p. 53-63, 1998. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/iptsp/article/view/17196>. Acesso em: 27 set. 2021.

SILVA, L. C. R.; *et al.* Avaliação toxicológica e efeito do extrato acetato de etila da fibra de *Cocos nucifera* L. (Palmae) sobre a resposta inflamatória *in vivo*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 11, n. 4, p. 6, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/yKTP7QsBGjHkD3nJstG4gnh/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 set. 2021.

SILVA, R. V.; *et al.* Fracture toughness of natural fibers/castor oil polyurethane composites. **Composites Science Technology**, v. 66, n. 10, p. 1328-1335, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266353805003751>. Acesso em: 27 set. 2021.

SIMÕES, C. M. O. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 2. ed. Rio Grande do Sul: UFSC, 2000, p. 821.

SINGLE, R. K; DUBEY, A. K. Phytochemical profiling, GC-MS analysis and α -amylase inhibitory potential of ethanolic extract of *cocos nucifera* linn. endocarp. **Endocrine metabolic & immune disorders - Drug Targets**, v.19, n. 4 p. 419 - 442, 2019. Disponível em:

<https://www.ingentaconnect.com/content/ben/emiddt/2019/00000019/00000004/art00005>. Acesso em: 25 set. 2021.

SIQUEIRA, L. A.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. A introdução do coqueiro no Brasil: importância histórica e agrônômica. **Documentos Embrapa**, v. 47, p. 24, 2002.

SIVAKUMAR, M. K.; *et al.* K, Preliminary phytochemical screening and anti-bacterial activity of *Cocos nucifera* Linn root. **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences**, India, v. 2, n. 4, p. 468-477, 2011. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/287684260_Preliminary_phytochemical_screening_and_anti-bacterial_activity_of_Cocos_nucifera_Linn_root. Acesso em: 25 set. 2021.

SOARES, A. K.; *et al.* **Capacidade antifúngica de biocida produzido à base de lignina e timol**. In: Semana de aperfeiçoamento em engenharia ambiental. Parana, p. 5, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1097598/capacidade-antifungica-de-biocida-produzido-a-base-de-lignina-e-timol#:~:text=Os%20resultados%20indicam%20que%20a,em%20compara%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0s%20demais%20formula%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 25 set. 2021.

SOBRAL, L. F. **Coco: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SOUSA, C. M. M.; *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, p. 351-355, 2007. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/qn/a/4d6yvCyDmhHyfP9ZJqV6nDy/?lang=pt>. Acesso em: 25 set. 2021.

SOUSA, O. L. **Tratamento do líquido gerado no beneficiamento da casca de coco verde em sistema de lodos ativados**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-06112007-200110/pt-br.php>. Acesso: 25 set. 2021.

SOUSA, R. M. S.; SERRA, L. M. R. S.; MELO, T. A. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa phytopathology**, v. 38, n. 1, p. 6, 2012. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/sp/a/3VjFjPJ5Sj3FBgxPnkhxktz/?lang=pt#:~:text=gloeosporioides,da%20les%C3%A3o%20provocada%20pelo%20fungo>. Acesso em: 25 set. 2021.

SOUZA, F. B. F.; SANTOS H. P.; ROBBS, C. F. Etiologia da queima das folhas do coqueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 4, p. 5–10, 1979.

SUBILEAU, C.; RENARD J. L.; LACOSTE, L. *Botryosphaeria cocogena* nov. sp. agent causal du dessechement foliaire du cocotier au Brésil. **Mycotaxon**, v. 41, p. 5–14, 1994. Disponível em: <https://agritrop.cirad.fr/387464/>. Acesso em: 25 set. 2021.

SULTANA, B.; ANWAR, F.; ASHRAF, M. Efeito do solvente / técnica de extração na atividade antioxidante de extratos de plantas medicinais selecionadas. **Moléculas**, v. 14, p. 2167 – 2180, 2009.

ŚWISŁOCKA, R. *et al.* **Experimental and theoretical study on benzoic acid derivatives**. *Journal of Molecular Structure*, v. 1044, p. 181–187, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/256771173_Experimental_and_theoretical_study_on_benzoic_acid_derivatives. Acesso em: 25 set. 2021.

TAPSELL, L. C.; *et al.* Health benefits of herbs and spices: the past, the present, the future. **The Medical Journal of Australia**, Wollongong, v. 185, n. 4, p. 4–24, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17022438/>. Acesso em: 25 set. 2021.

TAVARES, S. C. C. H. Epidemiologia e manejo integrado de *Botryodiplodia theobromae* Situação atual no Brasil e no mundo. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 27, p. 46-52, 2002. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/183676/1/Fitopatologia-Brasileira-v.27-p.46-52-2002.pdf>. Acesso: 25 set. 2021.

TAYLER, N. M.; *et al.* Antiplasmodial activity of *Cocos nucifera* leaves in *Plasmodium berghei*-infected mice. **Journal of Parasite Diseases**, v. 44, n. 2, p. 305-313, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12639-020-01207-7>. Acesso em: 25 set. 2021.

TEIXEIRA, R. B. **Fermentação alcoólica utilizando líquido da casca de coco verde como fonte de nutrientes**. 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Natal, 2007.

TELI, M. D.; PANDIT, P.; BASAK, S. Coconut shell extract imparting multifunction properties to ligno-cellulosic material. **Journal of Industrial Textiles**, v. 47, n. 6, p.1261-1290, 2018. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1528083716686937>. Acesso em: 25 set. 2021.

THEBO N. K.; *et al.* Antifungal Potential and Antioxidant Efficacy in the Shell Extract of *Cocos nucifera* (L.) (Arecaceae) against Pathogenic Dermal Mycosis. **Medicines**, v. 3, p. 12, 2016. Disponível em: [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28930122/#:~:text=Method%3A%20The%20shell%20extract%20of%20Cocos%20nucifera%20\(L.\)&text=Result%3A%20Total%20antioxidant%20activity%20varied,human%20pathogenic%20fungi%2C%20including%20A](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28930122/#:~:text=Method%3A%20The%20shell%20extract%20of%20Cocos%20nucifera%20(L.)&text=Result%3A%20Total%20antioxidant%20activity%20varied,human%20pathogenic%20fungi%2C%20including%20A). Acesso em: 25 set. 2021.

THODE FILHO, S. T.; FRANCO, H. A. Avaliação ecotoxicológica do impacto do lixiviado de coco sobre *Artemia salina*. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 2, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/article/view/38390>. Acesso em: 25 set. 2021.

USDA. United States Department Of Agriculture. **Produção, suprimento e distribuição**. PSD. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline>. Acesso em: 09 jan. 2020.

UY, I. A.; *et al.* Qualitative assessment of the antimicrobial, antioxidant, phytochemical properties of the ethanolic extracts of the roots of *Cocos nucifera* L. **Pharmacophore**, v. 10, n. 2, p. 63-75, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339835333_Qualitative_assessment_of_the_antimicrobial_antioxidant_phytochemical_properties_of_the_ethanolic_extracts_of_the_roots_of_Cocos_nucifera_L. Acesso: 25 set. 2021.

VALADEZ-CARMONA, L.; *et al.* Effect of microwave drying and oven drying on the water activity, color, phenolic compounds content and antioxidant activity of coconut husk (*Cocos nucifera* L.) **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, p. 3495–3501, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27777455/>. Acesso em: 25 set. 2021.

VENKATARAMAN, S.; RAMANUJAM, S. T. R.; VENKATASUBBU, V. S.; Antifungal activity of the alcoholic extract of coconut shell—*Cocos nucifera* Linn. **Journal Ethnopharmacology**, v. 2, p. 291–293, 1980. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7412336/>. Acesso em: 25 set. 2021.

VERGARA, S. A.; RIQUELME, I. A. Toxicity of the hydroalcoholic extracts of fruit leaves from the Peruvian Amazon in *Artemia salina*. **F1000Research**, v. 8, p. 1016, 2019. Disponível em: <https://f1000research.com/articles/8-1016>. Acesso em: 25 set. 2021.

VERMA, V.; *et al.* Potential antimicrobial agent from *Cocos nucifera* mesocarp extract. **International Research Journal of Biological Sciences**, v.1, p. 48–54, 2012. Disponível em: <http://www.isca.in/IJBS/Archive/v1/i2/9.ISCA-JBS-2012-057%20Done.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

VIANA, F. M. P.; *et al.* Podridão basal pós-colheita de coco verde no Estado do Ceará. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 5, p. 545, 2002. Disponível em: [https://www.scielo.br/j/fb/a/LCr7jXG6KCffGDGJTW3tQ6k/?lang=pt#:~:text=A%20doe n%C3%A7a%20se%20caracterizou%20por,\(Figura%201%2DA\)](https://www.scielo.br/j/fb/a/LCr7jXG6KCffGDGJTW3tQ6k/?lang=pt#:~:text=A%20doe n%C3%A7a%20se%20caracterizou%20por,(Figura%201%2DA)). Acesso em: 25 set. 2021.

WARWICK, D. R. N.; LEAL, E. C. **Avaliação de fungicidas no controle da queimadas-folhas (*Botryosphaeria cocogena*) na cultura do coqueiro**. Aracaju, SE: EMBRAPA, 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATC-2010/21413/1/f-02.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2020.

YENJIT, P.; *et al.* Fungicidal activity of compounds extracted from the pericarp of Areca catechu against Colletotrichum gloeosporioides in vitro and in mango fruit. **Postharvest Biology and Technology**. v. 55, n. 2, p. 129-132, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521409001987>. Acesso em: 25 set. 2021.

ZAMBOLIM, L.; *et al.* Café (Coffea arabica L.), controle de doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. **Controle de doenças de plantas**. Viçosa, Minas Gerais: Suprema Gráfica e Editora, 1997. p.83-180.

APÊNDICE A – CURVA DE CALIBRAÇÃO PADRÃO PARA FÉNOIS E FLAVONOIDES

Curva de calibração do ácido gálico

Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs M	[] (µg/mL)
0	0	0	0	0
0,051	0,06	0,041	0,050667	0,25
0,084	0,083	0,087	0,084667	0,5
0,142	0,152	0,156	0,15	1
0,27	0,208	0,26	0,246	2
0,534	0,529	0,524	0,529	4
0,994	0,931	0,973	0,966	8

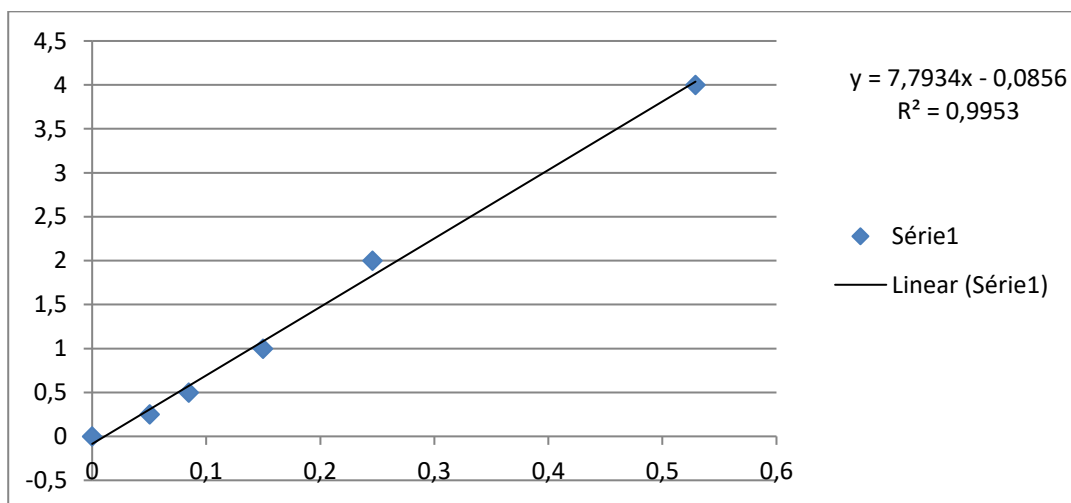
Fonte: LOPEZ, (2019).

Abs Extrato	Eq. da reta
0,044	0,257892
0,082	0,554026
0,075	0,499475
média	0,437131
desvio	0,157604

Fonte: LOPEZ, (2019).

Cálculo do teor				
0,437131	µg	0,003	mg	x 1000
0,437131	mg	0,003	g	
X	mg	1	g	
X=	145,71	mg/g		
Teor (%)=	145,71	±	0,16	mg EAG (Equivalente ao Ácido Gálico) / g de Extrato

Fonte: LOPEZ, (2019).



Fonte: LOPES, (2019).

Curva de calibração da Quercetina

Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs M	[] (µg/mL)
0	0	0	0	0
0,129	0,127	0,131	0,129	2
0,362	0,355	0,359	0,358667	4
0,511	0,509	0,507	0,509	6
0,742	0,745	0,749	0,745333	8
0,962	0,96	0,958	0,96	10

Fonte: LOPES, (2019).

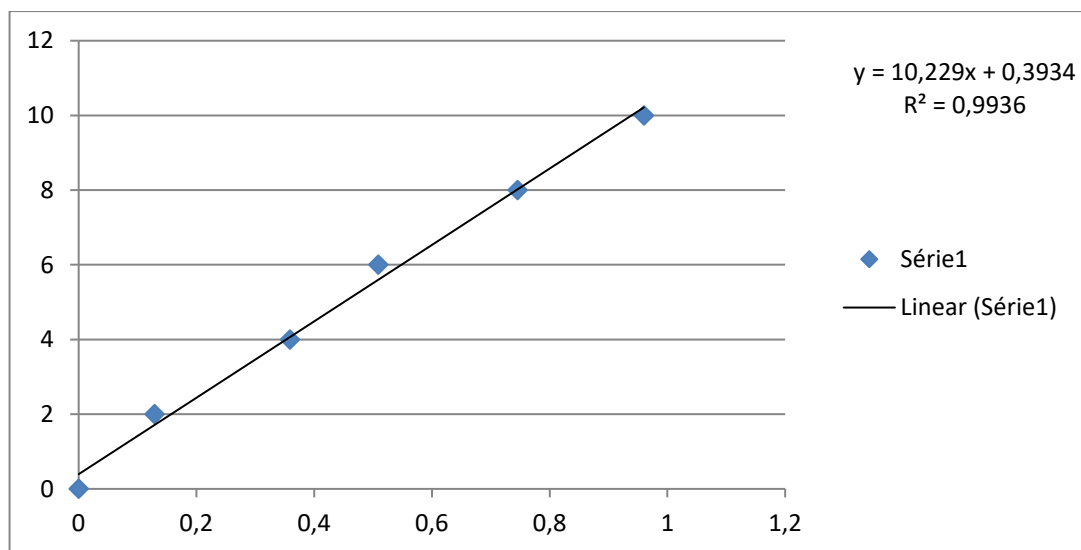
Abs Extrato	Eq. da reta
0,029	0,68938
0,027	0,66894
0,029	0,68938
média	0,682567
desvio	0,011801

Fonte: LOPES, (2019).

Cálculo do teor

0,682567	µg	0,16	mg	X 1000
0,682567	mg	0,16	g	
X	mg	1	g	
X=	4,266042	mg/g		
Teor (%)=	4,27	±	0,01	mg EQ (Equivalente a Quercetina) / g de Extrato

Fonte: LOPES, (2019).



Fonte: LOPES, (2019).