



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE-CAMPUS CUITÉ
UNIDADE ACADÊMICA DE BIOLOGIA E QUÍMICA - UABQ

ALINE KATIANE DA SILVA FREIRE

PROSPECÇÃO DA APLICABILIDADE BIOTECNOLÓGICA DO
CAJUEIRO (*Anacardium occidentale*, L.).

CUITÉ-PB
2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE-CAMPUS CUITÉ

ALINE KATIANE DA SILVA FREIRE

PROSPECÇÃO DA APLICABILIDADE BIOTECNOLÓGICA DO
CAJUEIRO (*Anacardium occidentale*, L.).

Apresentação:

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado a Coordenação de Curso de ciências biológicas da Universidade Federal de Campina Grande como pré-requisito parcial para a obtenção do diploma de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas.

Área de Concentração: Biotecnologia

Linha de Pesquisa: Genética Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos

CUITÉ-PB
2016



Biblioteca Setorial do CES.

Junho de 2021.

Cuité - PB

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

F866p Freire, Aline Katiane da Silva.

Prospecção da aplicabilidade biotecnológica do cajueiro (*Anacardium occidentale*, L.). / Aline Katiane da Silva Freire. – Cuité: CES, 2016.

68 fl.

Monografia (Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas) – Centro de Educação e Saúde / UFCEG, 2016.

Orientador: Igor Luiz Vieira de Lima Santos.

1. Caju. 2. Caju - biotecnologia. 3. *Anacardium occidentale* L.. I. Título.

Biblioteca do CES - UFCEG

CDU 634.573

TERMO DE APROVAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ELABORADO POR:

ALINE KATIANE DA SILVA FREIRE

BANCA EXAMINADORA

Aprovada em: 18 / 05 / 2016.



(Membro 1) Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos
Universidade Federal Campina Grande-UFCG
Orientador



(Membro 2) Prof. Dr. Marcus José Conceição Lopes
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG



(Membro 3) Msc. Givalnilson Brito de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG

Este trabalho é dedicado a vocês,
meus amados pais e a minha filha.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar comigo em todos os momentos, por me dar a força necessária pra seguir em frente, superando assim, cada obstáculo e por todas as oportunidades de crescimento pessoal e profissional que tem me concedido durante a vida.

A Universidade Federal de Campina Grande, Campus Cuité, e os seus funcionários, pelo exercício de seu trabalho, pois são peças fundamentais para que aja um bom funcionamento do campus.

A meu orientador Igor Santos por ter confiado em minha capacidade e me dado a oportunidade de prosseguir na minha jornada acadêmica. Favorecendo enormemente meu avanço profissional, mesmo quando a vida estava mais complicada que o esperado. Agradeço por sempre me dar paz e força para continuar. Muito obrigada pela confiança, pela estrutura, pelo conhecimento transmitido e pela paciência.

Aos professores membros da banca por aceitarem participar da avaliação desse trabalho.

Aos professores que compõem o corpo docente da biologia pela ajuda, incentivo, força o meu muito obrigado por tudo, pois se não fossem suas colaborações eu não o teria concluído.

Ao meu esposo Severino Júnior por todo amor, companheirismo, apoio, paciência e raivas que tem me proporcionado ao longo dessa jornada, pois esses foram incentivos para que eu conseguisse chegar até aqui.

Aos meus colegas de curso nas pessoas de Ana Paula, Anchieta, Núbia Lafayett, Inácia, Leonardo, Sânzia e Mariana por toda ajuda durante todo o curso.

Aos meus grandes amigos Adeilma Fernandes, Thatiany Pereira, Noalixon Faustino, Rivaneide Oliveira, Eliana Bento, Roberto Ferreira, Emanuel e Denilza Fernandes, por todos os momentos de aflição e diversão, por toda amizade e apoio que me proporcionaram, pois sem vocês essa jornada teria sido mais difícil.

A minha família pelo carinho e apoio que sempre me incentivaram a acreditar no meu potencial e que nos momentos de stress me deram oportunidade de descontração e divertimento.

Principalmente aos grandes amores da minha vida, meus pais Manoel Selestino Freire (*in memoriam*) e Rosa Sousa da Silva Freire pelo amor, compreensão, proteção, estrutura, carinho, incentivo, paz, paciência e educação que sempre me deram e foram sentimentos que se fizeram presentes apesar de tantas idas e vindas da vida. Pela sua luta diária para nos dar o melhor possível. Por todos os momentos em que estiveram comigo me apoiando e me transmitindo forças. A minha princesinha Sarah Kamilly por em cada olhar me dar força necessária pra seguir em frente, pelas noites de *stress* vim com um “eu te amo mamãe”, sem dúvida por e para vocês que este trabalho foi finalizado, amo muito vocês. Este trabalho é primariamente dedicado a vocês.

Finalmente a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho meus sinceros e cordiais agradecimentos.

“Ainda que a minha mente e o meu corpo enfraqueçam,
Deus é a minha força, ele é tudo o que sempre preciso”.

Salmo 73.26

“Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais
certo de vencer é tentar mais uma vez”.

Thomas Edison

“O gênio é um por cento de inspiração e noventa e nove
por cento de transpiração”.

Thomas Edison

RESUMO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma árvore da família Anacardiaceae originária da região nordeste do Brasil, possui arquitetura de copa tortuosa e com diferentes portes variando de anão a gigante e em condições propícias pode atingir portes extremos. A família Anacardiaceae possui cerca de 700 espécies, sendo o gênero *Anacardium* representado por 22 espécies que têm como centro de dispersão a América Tropical. Esse trabalho objetivou prospectar a aplicabilidade biotecnológica do cajueiro. Para atingir esse objetivo foi realizada uma pesquisa direcionada dos artigos disponíveis sobre o *A. occidentale* L. Esses artigos foram fichados e utilizados como base para a construção do banco de dados consultivo necessário para a conclusão deste trabalho. Bem como, programas de computador foram utilizados para adquirir informações mais aprofundadas e esquematizadas das moléculas vistas ou propostas neste trabalho. Como resultados foi possível observar que o cajueiro se mostra como uma ótima opção para o desenvolvimento de produtos biotecnológicos promissores. Primariamente utilizado na indústria alimentícia voltada para o consumo humano *in natura* ou ainda processado em sistemas biotecnológicos como a produção de biogás; como fonte de carbono na produção de enzimas entre tantos outros. Alguns produtos do cajueiro como o ácido anacárdico que é o principal componente do LCC (líquido da casca da castanha) demonstrou ter um grande potencial biotecnológico em diversas áreas químicas ou biológicas. Essa substância tem mostrado alta letalidade para bactérias gram positivas e tem sido utilizada também principalmente no tratamento de abscessos dentários, além de ser ativo contra acne, alguns insetos e doenças como a tuberculose. Observando a quantidade de genes descritos para o gênero *Anacardium* foram constatados e estudados até momento 18 genes dentro das 22 espécies pertencentes a este gênero. Apenas 4 espécies possuem relatos de estudos genéticos realizados e entre estas a espécie em que foram descritos uma maior quantidade de genes foi na *Anacardium occidentale* L. que apresentou 15 genes estudados entre os 18 descritos. Além de uma pequena quantidade de sequências gênicas ou protéicas o estudo aprofundado do cajueiro no Brasil ainda é incipiente e em algumas destas a sua função ainda não foi identificada. As proteínas estudadas do cajueiro estão presentes em outros estudos com diferentes organismos como bactérias, fungos e vírus. As proteínas menos representadas em outros organismos foram a 2S albumina e a Allergen Ana 02. Por outro lado, a proteína mais cosmopolita e presente em todos os tipos de organismos vistos é a Maturase K. Pelo seu alto grau de acessibilidade como planta medicinal, as mesmas podem ser utilizadas popularmente para cura ou prevenção de diversas enfermidades, tais como: antidiabética, adstringente, antidiarreica, antiasmática, depurativa e tônica, em bochechos e gargarejos, como antisséptico e antiinflamatório nos casos de feridas e úlceras da boca e afecções da garganta, na inibição de bactérias gram positivas e gram negativas, contra o câncer, e o seu uso promissor como larvicida natural para o controle do vetor da dengue, chikungunya e zika. É neste contexto que reside a necessidade da utilização de metodologia científica eficiente para a compilação de dados de interesse industrial relacionados ao uso dessa planta tão importante para o nordeste brasileiro.

Palavras chave: Caju, genes, proteínas, indústria, biotecnologia.

ABSTRACT

The cashew tree (*Anacardium occidentale* L.) is a Anacardiaceae originária family tree in northeastern Brazil, has tortuous canopy architecture and different sizes ranging from dwarf to giant and propitious conditions can reach extreme sizes. The Anacardiaceae family has about 700 species, the genus *Anacardium* represented by 22 species whose center of distribution Tropical America. This work aimed to exploring the biotechnology applicability of cashew. To achieve this objective was conducted a targeted search of items available on the *A. occidentale* L. These items were blacklisted and used as the basis for the construction of the advisory database necessary to complete this work. As well as computer programs were used to acquire more in-depth information and schematic views of the molecules or proposed in this paper. As a result it was observed that the cashew tree is shown as a great option for the development of promising biotech products. Primarily used in the food industry aimed for human consumption in natura or processed in biotechnological systems as the production of biogas; as a carbon source in the production of enzymes among others. Some cashew products such as anacardic acid which is the main component of CNSL (cashew nut shell liquid) was shown to have a great biotechnological potential for many chemical or biological fields. This substance has shown highly lethal to gram positive and also has been used primarily in the treatment of dental abscesses, as well as being active against acne, some insects and diseases such as tuberculosis. Noting the number of genes described for *Anacardium* gender were found and studied until now 18 genes within the 22 species belonging to this genus. Only 4 species have carried out genetic studies and reports between these species have been described in which a larger number of genes was the *Anacardium occidentale* L. showed that 15 genes studied between 18 described. In addition to a small amount of gene sequences or protein-depth study of the cashew tree in Brazil is still in its infancy and some of its function has not yet been identified. The proteins studied cashew are present in other studies using different organisms such as bacteria, fungi and viruses. Proteins less represented in other organisms were 2S albumin and Allergen Ana 02. On the other hand, the cosmopolitan protein and present in all types of organisms is seen Maturase K. At its high degree of accessibility as a medicinal plant, the they may be popularly used to cure or prevent various diseases, such as antidiabetic, astringent, anti-diarrheal, anti-asthmatic, purifying and tonic in mouthwashes and gargles, as an antiseptic and anti-inflammatory in the case of wounds and ulcers of the mouth and throat disorders, inhibition of gram positive and gram negative, cancer, and its promising use as natural larvicide for dengue vector control, chikungunya and zika. It is in this context that lies the need for the use of efficient scientific methodology for the compilation of industrial interest data related to the use of this very important plant for the Brazilian northeast.

Keywords: cashew, genes, proteins, industry, biotechnology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Árvore do cajueiro *Anacardium occidentale*, L.

Figura 2: Folha do cajueiro *Anacardium occidentale*, L.

Figura 3: Flor do cajueiro *Anacardium occidentale*, L.

Figura 4: Fruto e pseudofruto do cajueiro *Anacardium occidentale*, L.

Figura 5: Representação química do ácido anacárdico principal componente do óleo da castanha.

Figura 6: Principais componentes do líquido da castanha de caju.

Figura 7. Representação molecular da molécula de ácido anacárdico de identificação CID 167551 modelada no PC3Dv2.

Figura 8: Estrutura em 2D do ácido salicílico 6-pentadecilo encontrado no ácido anacárdico.

Figura 9: Estrutura em 2D do composto encontrado no ácido anacárdico.

Figura 10: Estrutura em 2D do composto NSC-229596 encontrado no ácido anacárdico.

Figura 11: Estrutura em 2D do composto 16611-84-0 encontrado no ácido anacárdico.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

LISTA DE GRÁFICOS E QUADROS

Gráfico 1: Evolução da área, produção, produtividade de 2012 – 2016.

Gráfico 2: Exportação por países (selecionados) em toneladas.

Quadro 1: Castanha de caju *in natura*, preço pago ao produtor em R\$/Kg em 2016.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Castanha de caju in natura, área, produtividade e produção safra 2015/2016.
- Tabela 2: Área de cultivo e produção de castanha-de-caju no período de 2007 a 2009.
- Tabela 3: Genes, proteínas e funções já descritos do *A. occidentale* L.
- Tabela 4: Dados genéticos disponíveis no NCBI sobre o *Anacardium occidentale* L.
- Tabela 5: Novas alternativas de utilização do bagaço do caju na indústria alimentícia.
- Tabela 6: Propriedades químicas e físicas do ácido anacárdico.
- Tabela 7: Genes descritos para o gênero *Anacardium*.
- Tabela 8: Proteínas e suas funções encontradas no metabolismo do *Anacardium occidentale* L.
- Tabela 9: Relação de organismos que possuem as proteínas do cajueiro.

LISTA DE ABREVIATURAS

m	Metros
cm	Centímetros
ha	Hectares
t	Toneladas
LCC	Líquido da casca da castanha
ACC	Amêndoa de castanha de caju
POLICAJU	Heteropolissacarídeo da goma do cajueiro
MRSA	Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>
AA	Ácido anacárdico
NCBI	National Center for Biotechnology Information
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
CEINFO	Centro de Informações Tecnológicas e Comerciais para a Fruticultura Tropical
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
FAO	Food and Agriculture Organization
KEGG	Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes
HDAC	Histone Deacetylation Kinase
SAHA	Suberoilamida do ácido hidroxâmico
HAT	Histone Acetiltransferase
CSE	Extrato de semente de caju hidroetanólicas

SUMÁRIO

Ficha Catalográfica.....	i
Termo de Aprovação.....	ii
Ata de Defesa.....	iii
Agradecimentos.....	v
Resumo.....	xiii
Abstract.....	ix
Lista de Figuras.....	x
Lista de Gráficos e Quadros.....	xi
Lista de Tabelas.....	xii
Lista de Abreviaturas.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.2. JUSTIFICATIVA DE EXECUÇÃO DO TRABALHO.....	2
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. Dados Botânicos e Origem.....	3
2.2. Dados de Produção.....	6
2.2.1 Produção Mundial.....	7
2.2.2 Produção Nacional.....	8
2.3. Produtos Produzidos.....	11
2.3.1 Produção de bebidas a partir do pedúnculo do caju.....	11
2.3.2 Produtos produzidos a partir do pedúnculo inteiro ou em pedaços.....	13
2.3.3 Produtos produzidos a partir do bagaço do caju.....	14
2.3.4 Castanha de caju.....	14
2.3.5 Goma do caju.....	15
2.4. Importância Biotecnológica.....	15
2.4.1 Utilização na Indústria.....	15
2.4.2 Propriedades Farmacêuticas.....	16
2.5. Importância Farmacêutica.....	16
2.5.1 Práticas da Medicina.....	16
2.5.2 Práticas da Medicina Caseira.....	17
2.6. Genética e Taxonomia do Cajueiro.....	17

3. OBJETIVOS	21
3.1. GERAL	21
3.2. ESPECÍFICOS	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS	22
5. RESULTADOS e discussão	23
5.1. Aplicabilidades biotecnológicas do cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i> , L.)	23
5.2. Substâncias encontradas no cajueiro envolvidas com diversas patologias	38
6. CONCLUSÕES	40
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale*, L.) pertence ao gênero *Anacardium* e a família Anacardiaceae. A família Anacardiaceae possui cerca de 700 espécies, sendo o gênero *Anacardium* representado por 22 espécies que têm como centro de dispersão a América Tropical. O cajueiro é originário do Brasil, com área de maior distribuição no Nordeste (ALMEIDA et al., 2002). A agroindústria do caju é muito importante para a economia da região Nordeste, pela geração de emprego, renda e impostos (BARROS et al., 1993) em decorrência dos produtos industrializados desenvolvidos a partir do seu fruto e pseudofruto, principalmente para o Ceará, o Piauí e o Rio Grande do Norte (SILVA, et al, 2013). Da castanha (fruto) e do pedúnculo (pseudofruto) são obtidos inúmeros derivados, dentre os quais, destacam-se: amêndoas, refrigerantes, sucos, doces, néctares, polpas e líquido da castanha (LCC) (SOUZA FILHO, 2000; PAIVA, et al, 2000).

A utilização de plantas com fins medicinais, para tratamento, cura e prevenção de doenças, é uma das mais antigas formas de prática medicinal da humanidade. Plantas medicinais são fontes potenciais de moléculas bioativas com estrutura diferenciada e mecanismos de ação inovadores essas características têm motivado a indústria farmacêutica a incentivar pesquisas visando desenvolvimento de medicamentos fitoterápicos (ELISABETSKY, 2004). O uso de fitoterápicos na medicina humana vem sendo motivado legalmente no Brasil devido ao reconhecimento dos benefícios garantidos pelo uso seguro, eficaz, qualificado e racional (BRASIL, 2006). Esse estímulo é fundamentado nas vantagens largamente atribuídas aos fitoterápicos como custos reduzidos e valorização das tradições populares, bem como a comprovação, através dos avanços das pesquisas, dos efeitos sinérgicos decorrentes dos vários constituintes químicos presentes em uma espécie vegetal e da associação de mecanismos por constituintes agindo em alvos moleculares diferentes, contribuindo na eficácia terapêutica (ELISABETSKY, 2004). O *Anacardium occidentale*, L. é utilizado na medicina tradicional principalmente no nordeste brasileiro com efeitos terapêuticos (LORENZI E MATOS, 2002; LIMA, 2006) e está sendo utilizado em diversos estudos, nos quais têm sido comprovadas diversas atividades farmacológicas (KAMTCHOUING et al, 1998; OLAJIDE et al., 2004; FALCÃO et al., 2005; BARBOSA-FILHO et al., 2005).

De acordo com Kupfer et al (2004), prospecção tecnológica pode ser definida como um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros capazes de

influenciar de forma significativa uma indústria, a economia ou a sociedade como um todo. Tendo em vista isso, se fez necessário realizar uma prospecção, para identificar os avanços nos estudos sobre o *A. occidentale* L., a fim de detectar a sua aplicabilidade na biotecnologia, definindo assim, um conjunto de conhecimentos, técnicas e métodos, de base científica ou prática, que utiliza o cajueiro como parte integrante e ativa do processo de produção industrial de bens e serviços (VILLEN, 2002).

Para que tais estudos aconteçam é de fundamental importância conhecer os recursos genéticos vegetais do cajueiro. Os recursos genéticos de fruteiras tropicais estão sendo utilizados em programas de melhoramento genético e em pesquisas que desenvolvam recursos biotecnológicos, aproveitando-se o fato de o Brasil ser um dos mais importantes centros de diversidade genética de algumas espécies frutíferas tropicais (AMARAL JÚNIOR et al, 2010), como o caju, o abacaxi, o mamão, a goiaba e o maracujá. Os trabalhos com cajueiro têm sido relativamente recentes e a falta de informações disponíveis em banco de dados públicos dificulta um melhor entendimento da sua base genética. Resulta dessa ausência de informações organizadas de modo atual, efetivo, fácil e relevante a necessidade de uma exploração e compilação dos dados para que os estudos futuros possam ser mais bem direcionados no intuito de prospectar as possíveis aplicabilidades biotecnológicas do cajueiro.

1.2. JUSTIFICATIVA DE EXECUÇÃO DO TRABALHO

Apesar do seu uso nas mais diversas áreas culinárias e biotecnológicas, pouco conhecimento tem sido produzido na área da genética envolvendo o cajueiro. A quantidade pequena de estudos envolvendo o *Anacardium occidentale*, L. não privilegia a grande importância que essa fruta tem para as comunidades locais nas mais diversas regiões semiáridas do Brasil. Maior parte dessas presentes no bioma caatinga onde essa fruta muitas vezes é a responsável pela subsistência e renda dos trabalhadores locais no Nordeste do Brasil. Nesse sentido, quanto mais estudos forem direcionados para o descobrimento de novas tecnologias que possam ser aplicadas ao cajueiro favorecerão um melhor desenvolvimento tecnológico dessa fruta propiciando benefícios para a população de modo geral. Sendo assim, é essencial que seja compilado todo o conhecimento recente sobre esta fruta para que novos rumos de pesquisa aplicada possam ser tomados para uma melhor prospecção biotecnológica das potencialidades desse fruto.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Dados Botânicos e Origem

O cajueiro pertence à família Anacardiaceae, que é composta por cerca de 70 gêneros e 700 espécies, distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais do planeta. No Brasil, ocorrem 15 gêneros e cerca de 70 espécies constituídas por árvores e arbustos que apresentam ramos sempre providos de canais resiníferos (LIMA, 1988a).

Quanto ao gênero, o cajueiro pertence ao *Anacardium*, constituído por aproximadamente 22 espécies, sendo 21 originárias das Américas do Sul e Central e uma da Malásia (LIMA, 1988a). Dessas 22 espécies de cajueiro já relatadas, os explorados comercialmente são os cajueiros conhecidos como comum e o anão-precoce, que pertencem mesma espécie *Anacardium occidentale*, L., de origem brasileira (BARROS, 1995). O mais encontrado nas regiões produtoras é o cajueiro comum (Figura 1), pois é a planta que foi propagada via semente desde a sua descoberta, além de ser a primeira explorada comercialmente. Já o cajueiro-anão-precoce é resultante de seleções fenotípicas realizadas a partir da década de 1960, sendo disponibilizado aos produtores década de 1980 (SERRANO E OLIVEIRA, 2013).

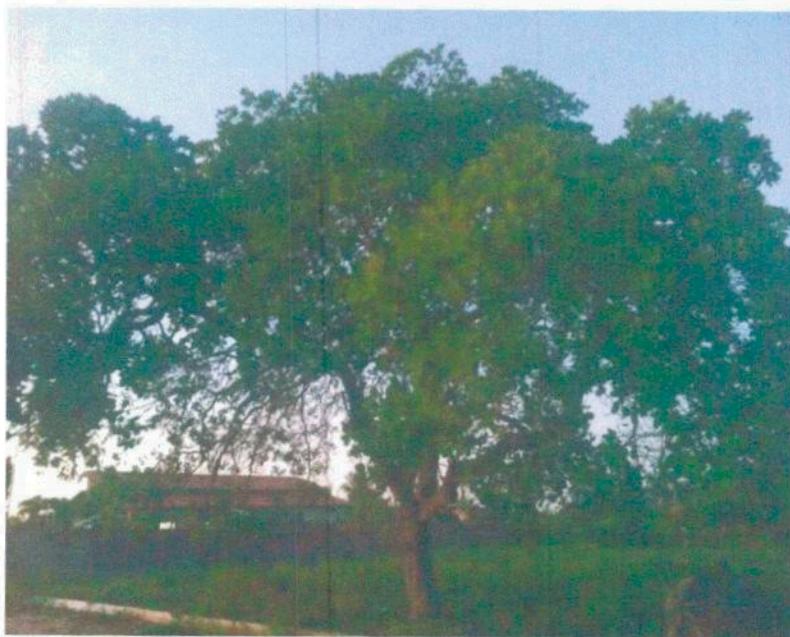


Figura 1: árvore do *Anacardium occidentale*, L. Foto: Aline Freire

O cajueiro comum é o mais distribuído, apresenta porte elevado com altura variando de 8 a 15 metros (m) e envergadura da copa que chega a atingir 20 m. Apresenta grande variação na distribuição de ramos e formatos de copa, que vai desde ereta e compacta até esparramada (BARROS, 1988). Em regiões de clima seco e com solos arenosos de baixa fertilidade, as plantas apresentam porte menor, de tronco atarracado, tortuoso e esgalhado a partir da base, com ramos longos, sinuosos, formando copa ampla e irregular (LIMA, 1988a).

O cajueiro tipo anão precoce também conhecido por cajueiro de seis meses, caracteriza-se pelo porte baixo, copa homogênea, diâmetro do caule e envergadura bem inferiores ao do tipo comum, inicia-se o florescimento aos 6-18 meses (BARROS, 1988).

As folhas do cajueiro são simples, inteiras, com pecíolos curtos e sem estípula. Apresentam limbo coriáceo, espesso, sem pelos e brilhantes. Quanto à disposição nos ramos, as folhas do cajueiro são alternadas e obtusas, isto é, se apresentam arqueadas, com ângulo externo com o pecíolo maior que 90 graus. Após a emergência, as folhas novas apresentam consistência delicada de coloração variável conforme o genótipo, podendo ser verde-claras ou roxo-avermelhadas (Figura 2 A). Após 2 a 3 semanas de sua emergência, as folhas maduras tornam-se verde-escuras (Figura 2 B), com possíveis variações no tom (SERRANO E OLIVEIRA, 2013). O tamanho das folhas também é variado de acordo com o genótipo, medindo de 10 a 20 centímetros (cm) de comprimento por 6 a 12 cm de largura (BARROS, 1995).



Figura 2: Folhas jovens e adultas do cajueiro *Anacardium occidentale*, L. A - folhas jovens do cajueiro. B – folhas adultas do cajueiro. Foto: Aline Freire e Igor Santos.

O tipo de inflorescência do cajueiro é a panícula, caracterizada por um cacho (racimo) terminal com ramificações que vão decrescendo da base para o ápice, apresentando, assim, formato piramidal. O cajueiro apresenta numa mesma panícula flores perfeitas ou completas (hermafroditas) e estaminadas (masculinas), em quantidades e proporções que variam entre genótipos, plantas e entre panículas de uma mesma planta. No geral as flores são pequenas, perfumadas, de cor vermelha a purpura, dispostas em panículas terminais (Figura 3) (LORENZI, 2002).



Figura 3: Inflorescência do cajueiro *Anacardium occidentale*, L. Foto: Aline Freire

O verdadeiro fruto do cajueiro é a castanha, um aquênio reniforme de cor marrom-acinzentada, composta pelo pericarpo e pela amêndoa (semente). O pericarpo é a casca da castanha, e é constituído por três camadas: epicarpo, mesocarpo e endocarpo. O epicarpo é a camada mais externa, de consistência coriácea, representando cerca de 65% a 70% do peso da castanha. O mesocarpo é uma camada intermediária logo abaixo do epicarpo, apresentando aspecto esponjoso, cujos alvéolos são preenchidos por um líquido cáustico e inflamável, o líquido da casca da castanha (LCC). O endocarpo é a camada mais interna da castanha, de aspecto duro, e tem a função de proteger a amêndoa. O caju, tão popularmente conhecido como fruto, é o conjunto entre o pedúnculo (pseudofruto) e a castanha (fruto verdadeiro) (Figura 4) (SERRANO E OLIVEIRA, 2013; LORENZI, 2002).

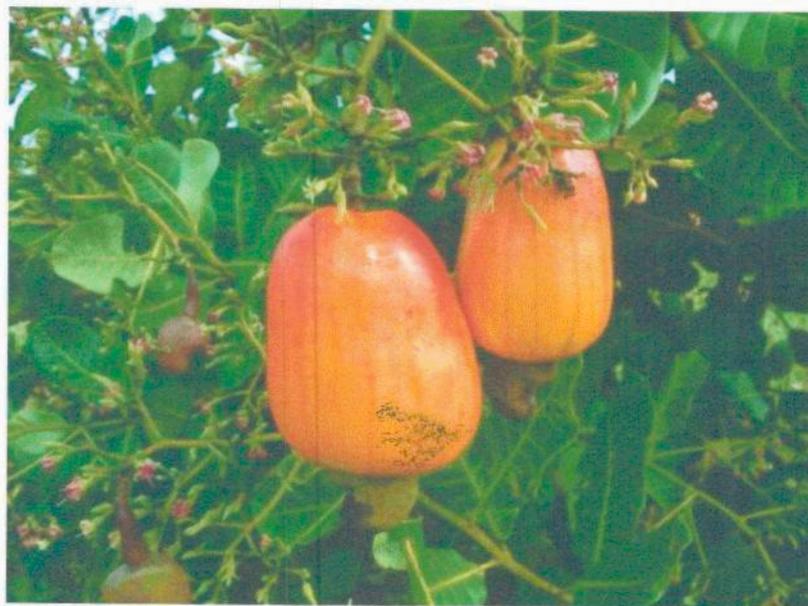


Figura 4: Fruto e pseudofruto do cajueiro *Anacardium occidentale*, L. Foto: Luiz Augusto Lopes Serrano.

A discussão sobre a origem do cajueiro baseia-se em provas circunstanciais tais como as primeiras referências bibliográficas, a distribuição geográfica, o comportamento ecológico, os padrões de variação da espécie, a utilização pelo homem, entre outras. Estas provas indicam o Brasil como o centro de origem da espécie, ou pelo menos todo o norte da América do Sul e parte da América Central. Quanto à distribuição, pode ser encontrado em quase todo o mundo tropical, do sul da Flórida até a África do Sul. Porém, verifica-se maior diversidade na região Nordeste do Brasil, onde ocorre em diversos ecossistemas, principalmente nas zonas costeiras, fazendo parte da vegetação de praias e dunas e nas formações de restinga (BARROS et al, 2002).

2.2. Dados de Produção

A cajucultura mobiliza cerca de 280 mil pessoas e possui uma área cultivada de 740.000 hectares (ha), proporcionando uma produção de aproximadamente 250 mil toneladas (t) de castanha e 2 milhões de toneladas de pedúnculo por ano. Apesar de estar distribuída em várias regiões do País, existe uma concentração maior na região Nordeste, onde os maiores plantios se localizam principalmente nas faixas litorâneas e responde por 94% da produção nacional. A matéria-prima castanha alimenta um parque industrial formado por uma dezena de fábricas de grande porte e cerca de oitenta mini fábricas, responsáveis pela obtenção da amêndoa de

castanha de caju – ACC, destinada em sua maioria à exportação, gerando em média divisas da ordem de US\$ 225 milhões anuais (OLIVEIRA, 2008).

2.2.1 Produção Mundial

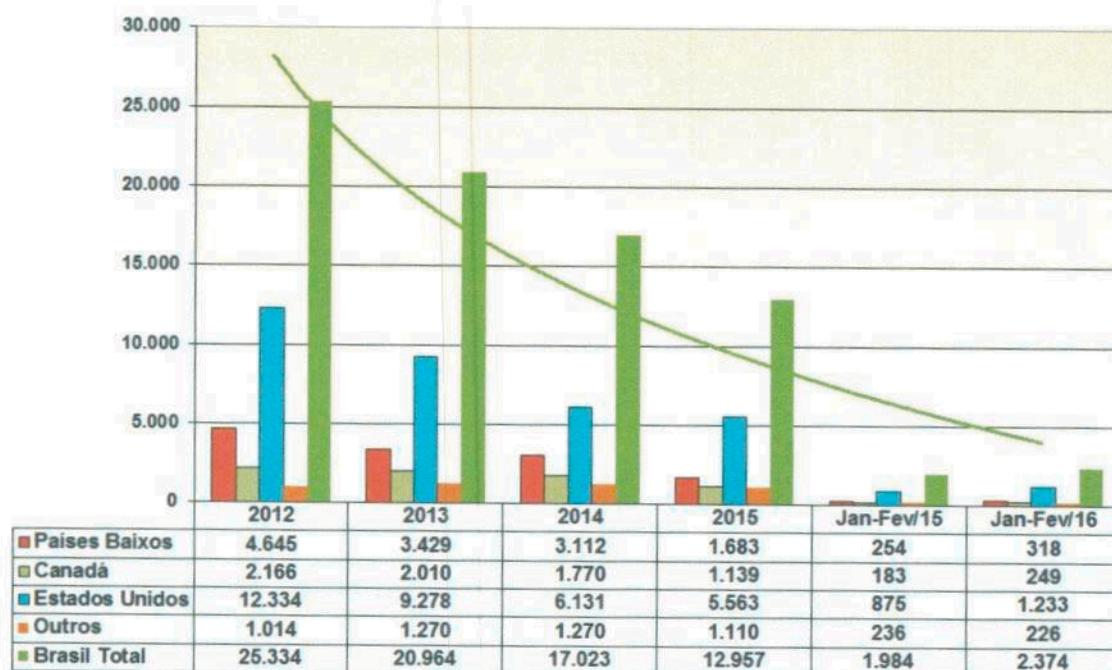
O cajueiro (*Anacardium occidentale*, L.), cultivado no mundo em cerca de 4 milhões de hectares, alcançou produção de 3,35 milhões de toneladas de castanhas-de-caju no ano de 2009 (Tabela 1). Nesse cenário, o Brasil é responsável por 18,5% da área de cultivo, mas apenas por 6,6% da produção mundial de castanhas. O rendimento brasileiro de 270 kg/ha é muito baixo quando comparado ao de países como Índia e Costa do Marfim, que apresentaram produtividade média nos anos de 2007 a 2009 de 757 kg/ha e 422 kg/ha de castanhas, respectivamente. No ano de 2010, a área colhida, a produção e a produtividade de castanhas-de-caju foram de 752.021 ha, 102.002 t e 136 Kg/ha, respectivamente (IBGE, 2011a). As exportações de castanha de caju-amêndoa efetivadas em setembro/2014, totalizaram 1.449 toneladas, correspondendo a 96,41% do que foi exportado em setembro do ano de 2013 (1.503 toneladas). De janeiro a setembro/2014 foram embarcadas 13.568 toneladas, equivalente a 88,23% dos embarques ocorridos no mesmo período no ano de 2013, já de janeiro a dezembro/15, totalizaram 12.957 toneladas, correspondendo a 76,11% do quantitativo exportado no mesmo período do ano passado de 17.023 toneladas. Um dos fatores que pode ser considerado para tal ocorrência foi a redução da procura mundial pela castanha brasileira. No ranking dos principais países importadores, destacam-se: EUA (35,67%), Países Baixos (18,37%), Canadá (10,71%) e outros (35,25%) (CONAB, 2015 e 2016) (Gráfico1).

Tabela 1:Área de cultivo e produção de castanha-de-caju no período de 2007 a 2009.

PAÍSES	2007		2008		2009	
	Área (ha)	Produção (t)	Área (ha)	Produção (t)	Área (ha)	Produção (t)
Benin	213.559	60.000	215.000	62.000	215.000	49.487
Brasil	731.412	140.675	747.434	243.253	758.085	220.505
Costa do Marfim	660.000	280.000	660.000	308.680	660.000	246.383
Guiné Bissau	215.593	98.000	212.000	81.000	212.000	64.653
Índia	854.000	620.000	868.000	665.000	893.000	695.000

Indonésia	308.171	146.148	308.129	156.652	310.000	145.000
Nigéria	330.000	660.000	330.000	727.603	330.000	580.761
Vietnã	302.800	1.249.600	321.100	1.234.000	340.800	958.000
Mundo	4.050.177	3.690.399	4.061.105	3.929.509	4.103.562	3.350.929

Fonte: FAO, 2011



Fonte: Cecex. Elaboração Conab

Gráfico 1: Exportação por países (selecionados) em toneladas (Fonte: CONAB, 2016).

2.2.2 Produção Nacional

Produção 2015-2016

O cajueiro (*Anacardium occidentale*, L.) encontra-se praticamente em todos os estados brasileiros, contudo adapta-se melhor ao clima do litoral nordestino. Ao longo das últimas décadas, a agroindústria do caju vivenciou um rápido crescimento nos seus indicadores quantitativos. O IBGE, em seu relatório divulgado no mês de janeiro de 2016 estimou para a safra de castanha de caju in natura/2016, uma produção de 228.796 toneladas; quantidade apontada como superior em 0,06% aos valores formalizados no relatório do mês anterior (produção de 228.649 toneladas); número próximo da média quando ocorre regularidade

pluviométrica nas principais regiões produtoras. Já em comparação ao volume colhido na safra passada, o aumento estimado foi na ordem de 118,6% (Tabela 1 e Gráfico 1).

Tabela 2. Castanha de caju in natura, área, produtividade e produção safra 2015/2016.

Brasil/Região - UF	Área colhida (Hectares)			Produtividade (Hectares)			Produção (Toneladas)			Participação % na Produção Região-UF/Brasil Safra 2015	Participação % na Produção Região-UF/Brasil Safra 2016
	Safra 2015 (a)	Safra 2016(*) (b)	Var.% (b/a)	Safra 2015 (c)	Safra 2016 (*) (d)	Var.% (d/c)	Safra 2015 (e)	Safra 2016 (*) (f)	Var.% (f/e)		
Brasil	586.022	633.136	8,0	179	361	102	104.650	228.796	118,6	100	100
Norte	2.995	2.860	-4,5	543	564	4	1.626	1.612	-0,9	1,6	0,7
Pará	2.995	2.860	-4,5	543	564	4	1.626	1.612	-0,9	1,6	0,7
Nordeste	582.375	629.650	8,1	176	360	104	102.768	226.938	120,8	98	99
Maranhão	11.968	11.013	-8,0	342	387	13	4.093	4.257	4,0	3,9	1,9
Piauí	87.377	81.506	-6,7	146	367	151	12.751	29.895	134,5	12,2	13,1
Ceará	374.429	389.854	4,1	139	383	175	52.118	149.449	186,8	49,8	65,3
Rio Gde. do Norte	78.755	116.537	48,0	284	291	3	22.337	33.912	51,8	21,3	14,8
Paraíba	4.103	4.280	4,3	285	285	0	1170	1.219	4,2	1,1	0,5
Pernambuco	3.791	3.294	-13,1	835	800	-4	3.164	2.636	-16,7	3,0	1,2
Alagoas	1.174	1.166	-0,7	654	626	-4	768	730	-4,9	0,7	0,3
Bahia	20.778	22.000	5,9	306	220	-28	6.367	4.840	-24,0	6,1	2,1
Centro-oeste	652	626	-4,0	393	393	0	256	246	-3,9	0,2	0,1
Mato Grosso	652	626	-4,0	393	393	0	256	246	-3,9	0,2	0,1

Fonte: IBGE. Elaboração: Conab

fev/16

(*) estimativa

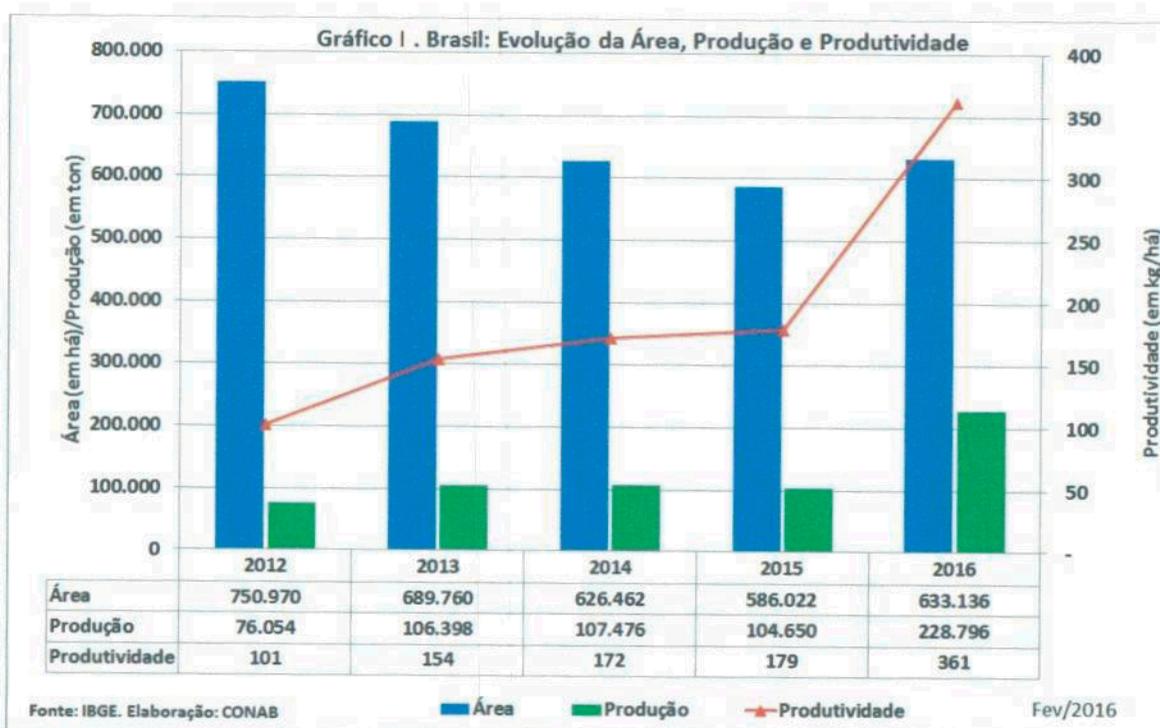


Gráfico 2: Evolução da área, produção, produtividade de 2012 – 2016.

Essa agroindústria é importante principalmente para os Estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, pois apresenta uma produção de 540.561 toneladas e de acordo com o valor de mercado praticado para o período que foi de 3,22 R\$/Kg de castanha então a movimentação financeira foi da ordem de 1.740.606,420R\$ bilhão em exportações da amêndoa (Quadro 1), no mercado informal e após o intermédio de vários atravessadores a castanha pode chegar ao mercado público com valores próximos dos 60R\$/Kg. Esta atividade gera milhares de empregos, diretos e indiretos, em todas as etapas dos segmentos de produção, industrialização e comercialização da cadeia agroindustrial, isso acontece por que são colhidos cerca de 95% da produção anual brasileira e também é feito todo o processamento da castanha (CONAB, 2016). A amêndoa do caju é o produto comercial de maior importância. O seu mercado é centrado na exportação, que é o destino de cerca de 90% da produção nacional.

Se comparados a igual período do ano passado, os preços recebidos pelos produtores tiveram acréscimos de 45,16% no Ceará, 30,21% no Piauí e 36,58% no Rio Grande do Norte. Já em relação ao mês passado, as cotações oscilaram, positivamente, em 5,88% no Ceará e 1,45% no Rio Grande do Norte, enquanto que no Piauí houve recuo na ordem de 6,72%. A demanda, mesmo com os negócios pouco reportados tem sido o parâmetro para o comportamento observado nessas cotações (CONAB, 2016).

Quadro 1. Castanha de caju *in natura*, preço pago ao produtor em R\$/Kg em 2016.

Estados	Unidade	Média de Mercado - R\$						Var. % (c) / (a)
		12 meses	1 mês	Preço Atual (c)	Preço Mínimo	Cotação (*)	Paridade (**)	
		(a)	(b)					
Ceará(CE)	kg	2,48	3,40	3,60	1,70	3,53	5,60	45,16
Piauí (PI)	kg	1,92	2,68	2,50	1,70	-	-	30,21
R. G do Norte (RN)	kg	2,57	3,46	3,51	1,70	-	-	36,58

Notas: (*) Preço de Exportação FOB Fortaleza (CE) em US\$/lb/peso. (**) Paridade exportação FOB Fortaleza

Fonte: CONAB, 2016.

Entre janeiro/2013 a fevereiro/2016, os valores médios recebidos pelos produtores acumularam crescimento na ordem de 96,93%, enquanto que os Preços Mínimos foram reajustados em 23,19%. O incremento no valor da paridade de exportação FOB Fortaleza-CE, no mesmo período correspondeu a 108,96%, alcançando a cotação média de R\$ 3,52/kg, contra

R\$ 2,11/kg recebidos pelos produtores. Já a paridade de exportação efetiva acumulou aumento de 165,12%, com os preços médios passando para R\$ 3,22/kg (Gráfico 2) (CONAB, 2016).

2.3 Produtos Produzidos

A exploração da cultura do caju é considerada uma das principais atividades agroindustriais do Nordeste do Brasil. O principal produto explorado nesta atividade é a amêndoa da castanha de caju, que é industrialmente beneficiada nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí. Alternativa para a exploração econômica do caju é a industrialização do seu pseudofruto (pedúnculo) que representa cerca de 90% do peso do fruto do caju. O pedúnculo do caju tem um grande potencial de agroindustrialização, o que permite que dele sejam obtidos diversos produtos do processamento de frutos tais como bebidas, sucos, doces, conservas etc. Alternativa que vem despontando a partir das pesquisas nas áreas de melhoramento genético e tecnologias pós-colheita é a exploração econômica do cajueiro anão precoce, na forma de fruto para consumo de mesa (SOUZA FILHO, 2000).

2.3.1 Produção de bebidas a partir do pedúnculo do caju

O caju apresenta grande variedade em produtos produzidos a partir do seu pedúnculo, gerando diversos produtos de sua fração líquida, tais como suco integral, clarificado, concentrado, néctares, refrigerante; bem como de sua fração sólida, como doces, compotas, produtos desidratados etc. Grande parte destes produtos possuem um processo de produção industrial bem definido, e outros são obtidos de forma artesanal. A seguir são apresentadas informações relativas a alguns dos produtos de caju já explorados comercialmente.

2.2.2.1 Polpa

Polpa de fruta é o produto obtido por esmagamento das partes comestíveis de frutas sãs, limpas, isentas de parasitas e de detritos animais ou vegetais por processos tecnologicamente adequados (SOUZA FILHO, 2000).

2.2.2.2 Cajuína

O suco clarificado, engarrafado e cozido em banho-maria, dá origem à cajuína, bebida refrescante, não alcoólica, sem aditivos químicos incorporados e com açúcares do próprio suco, tendo sabor e coloração semelhantes ao suco de maçã clarificado (SILVA NETO, 2009). Nas regiões produtoras de caju, principalmente nos estados do Piauí, Ceará, e Rio Grande do Norte,

a cajuína é um produto muito apreciado pelo seu sabor bastante característico e pelo aspecto de uma bebida refrescante que deve ser consumida de preferência gelada.

2.2.2.3 Néctar de caju

Néctar de caju é o produto não fermentado, não gaseificado, destinado ao consumo direto, obtido pela dissolução, em água potável, de 50% no mínimo, de polpa mais suco integral, adicionado de ácido e açúcar. Consiste na passagem do pedúnculo em triturador onde a polpa é dilacerada, sem o corte transversal de suas fibras (PAIVA et al., 2000). O produto é armazenado em local fresco e ventilado e acondicionado em caixas de 24 unidades. Deve ser consumido no período de seis meses após a data de fabricação.

2.2.2.4 Espumante de caju

O fermentado espumante de caju é uma bebida elaborada a partir do suco de caju, trabalhado do ponto de vista enológico para se transformar em vinho-base, que ao final dessa etapa é gaseificado pelo método de injeção direta de CO₂, visando sua transformação em um produto da linha das sidras e vinhos espumantes (ABREU, 2006).

2.2.2.5 Vinho de caju

Vinho de caju é a bebida cujo teor alcóolico pode variar de 10 a 14 ° GL e obtém-se pela fermentação do suco clarificador e corrigido, de pedúnculos doces, frescos e sãos. O suco é extraído por despoldadeira, prensa de mandioca ou parafuso "Expeller", sendo imediatamente filtrado, para a redução do teor de polpa (PAIVA et al., 2000).

2.2.2.6 Xarope de caju

Xarope de caju é o produto obtido a partir do suco clarificado, acrescido de açúcar e com acidez corrigida, submetido a um tratamento térmico tecnologicamente adequado que permita a sua conservação por um longo período (SOUZA FILHO, 2000).

2.2.3 Produtos produzidos a partir do pedúnculo inteiro ou em pedaços

2.2.3.1 Compota de caju

É o produto obtido de frutos inteiros ou em pedaços, com ou sem película, submetidos a um cozimento rápido, envasados em recipientes de vidros, praticamente crus, cobertos com calda de açúcar, tendo recebido um tratamento térmico adequado (PAIVA et al., 2000).

2.2.3.2 Doce de caju em massa

É o produto resultante do processamento adequado do pedúnculo, com ou sem adição de água, pectina e ajustadores de pH, até uma consistência apropriada, sendo acondicionado de forma a assegurar sua perfeita conservação (PAIVA et al., 2000).

2.2.3.3 Geleia de caju

É o produto obtido da fervura do pedúnculo, extraindo-se o suco, filtrando-o e adicionando-se quantidades adequadas de açúcar, pectina e ácido até o Brix suficiente, para que ocorra a geleificação durante o resfriamento (PAIVA et al., 2000).

2.2.3.4 Doce de caju cristalizado

É o produto resultante do processamento adequado do pedúnculo, com ou sem adição de água, pectina e ajustadores de pH, até uma consistência apropriada, formatados em tabletes e recobertos com açúcar cristal, sendo acondicionado de forma a assegurar sua perfeita conservação (PAIVA et al., 2000).

2.2.3.5 Caju-ameixa

O produto denominado de caju-ameixa é o pedúnculo cozido em xarope e desidratado, que resulta numa passa enegrecida e de textura macia (PAIVA et al., 2000).

2.2.3.6 Mel clarificado de caju

É o produto obtido do suco clarificado de caju, de cor âmbar claro e odor característico, acrescido de açúcar e ácido, submetido a tratamento térmico (concentração), que assegura a sua conservação por um longo período (PAIVA et al., 2000).

2.2.3.7 Rapadura de caju

Rapadura de caju é o produto obtido da polpa desintegrada e parcialmente desidratada, concentrada com açúcar e pectina até obter consistência firme e textura macia (PAIVA et al., 2000).

2.2.4 Produtos produzidos a partir do bagaço do caju

O bagaço de caju é o produto obtido após remoção da castanha (fruto) e extração do suco do pedúnculo, sendo constituído pela película e polpa do pedúnculo remanescente (SIQUEIRA et al., 2013). Diariamente, um grande volume de resíduos dessa fruta é gerado pela agroindústria, devido à crescente preocupação com a preservação do meio ambiente, e ao surgimento da inovação biotecnológica, busca-se cada vez mais um aproveitamento desses resíduos, onde uma parte está sendo usada para a indústria de rações de animais, e a outra sendo descartada no meio ambiente, pesquisadores buscam apresentar soluções viáveis para o aproveitamento do bagaço de caju, introduzindo-as na alimentação humana, sendo misturados a carnes de hambúrgueres no processo de fritagem ou na fabricação de seus pães, substituindo 10% da farinha de trigo pela farinha do bagaço do caju (MARQUES et al., 2008), em biscoitos regionais (LIMA et al., 2002) e tipo cookie (MATIAS et al., 2005), onde o principal objetivo desses pesquisadores é introduzir mais fibras na alimentação dos consumidores e diminuir a poluição do ambiente. O resíduo do pedúnculo do caju também pode ser utilizado na produção de biogás, visando à geração de energia a ser utilizada na própria indústria (MACEDO et al., 2009).

2.2.5 Castanha de caju

A amêndoa da castanha-de-caju constitui-se num dos principais produtos de utilização do cajueiro. É rica em proteínas, lipídios, carboidratos, fósforo e ferro, além de zinco, magnésio, proteínas, fibras e gordura insaturada, que ajudam a diminuir o nível de colesterol no sangue. Da amêndoa também pode ser extraído um óleo que pode ser utilizado como substituto do azeite de oliva (GAZZOLA et al., 2006).

A amêndoa pode ser consumida com ou sem sal, em forma de caramelo, com cobertura de chocolate e ainda na forma de farinha, grânulo ou xerém. A amêndoa contém uma película envolvente, que é removida durante o processamento, da qual são extraídos alcaloides e taninos. Da casca, obtém-se o líquido da casca da castanha - LCC, com diversas aplicações industriais,

UFCC/BIBLIOTECA

como obtenção de tintas, vernizes, resinas, inseticidas, fungicidas, materiais elétricos, isolantes, adesivos e vários outros produtos. Da casca, obtêm-se também alguns produtos de aplicação industrial, sendo o resíduo final usado como combustível na própria indústria (PAIVA et al., 2000).

2.2.6 Goma do caju

A goma do cajueiro é retirada do caule. A goma do cajueiro tem inúmeras utilidades comerciais: fabricação de cola para papel e madeira, estabilização da espuma da cerveja, conservação de sabor dos alimentos industrializados, preservação de cristais de açúcar nas indústrias de sorvete, com o objetivo de evitar o seu descongelamento rápido. Acredita-se, no entanto, que seu maior potencial de utilização seja na indústria farmacêutica, onde é usada na fabricação de cápsulas e comprimidos, servindo como aglutinante de seus componentes (BANDEIRA, 1991).

2.3. Importância Biotecnológica

O uso de materiais biodegradáveis e provenientes de fontes renováveis é uma tendência da atualidade. Países tropicais como o Brasil são detentores de uma grande variedade de fontes conhecidas e de outras ainda desconhecidas de polissacarídeos de origem vegetal, com grande potencial em aplicações industriais (SILVA et. al., 2013).

2.3.1 Utilização na Indústria

O polissacarídeo exsudado do cajueiro apresenta aplicação como espessante para sucos e refrescos, emulsificante para molhos e saladas. Com o aproveitamento do bagaço de caju, onde, estão sendo misturados a carnes de hambúrgueres no processo de fritagem ou na fabricação de seus pães, substituindo 10% da farinha de trigo pela farinha do bagaço do caju (MARQUES et. al., 2008), em biscoitos regionais (LIMA et. al., 2002) e tipo cookie (MATIAS et al., 2005). A partir do pedúnculo do caju é produzido diversos tipos de bebidas, tais como: polpas (SOUZA FILHO, 2000); cajuínas (SILVA NETO, 2009); néctar de caju (PAIVA et. al. 2000) entre outras. O pedúnculo proporciona também doces, rapaduras, geleias (PAIVA et. al. 2000).

O cajueiro está sendo envolvido em diversas pesquisas que não abrange apenas as comidas e bebidas. Considerando a busca por novas formulações farmacêuticas pesquisadores visam a síntese de nanopartículas à base de goma do cajueiro com intuito de aplicá-los em

sistemas de liberação de fármacos (MOURA, 2009); converter os resíduos orgânicos (bagaço de caju) em biogás para produção de energia elétrica ou térmica (EMBRAPA, 2011); como inibidor de corrosão de aço (ANJOS et. al. 2013); na preparação e caracterização de filmes automontados a partir da goma do cajueiro (INTEMA, 2011).

2.3.2 Propriedades Farmacêuticas

Por possuir características semelhantes às da goma arábica, pode substituí-la em cosméticos e como aglutinante de cápsulas e comprimidos (MOTHÉ e CORREIA, 2002). Já foi demonstrado *in vitro* que o extrato seco diluído em etanol é afetivo contra bactérias gram-positivas *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus* (SILVA et al., 2007; LIMA, 2009). Também está comprovado seu efeito adstringente e cauterizador, devido ao estimulador fenólico da pele, o ácido anacárdico presente na casca da castanha. O fruto propriamente dito tem propriedades antimicrobianas, antivirótica cutânea, vermífida e antitumoral (LIMA, 2009; SCHIRATO et al., 2006; FLORENCIO et. al., 2007).

2.4. Importância Farmacêutica

O homem ao longo dos tempos vem utilizando preparados vegetais para prevenir atenuar ou até mesmo curar determinado estado patológico. Contudo, desde que o homem despertou para o uso de plantas medicinais, iniciou-se longo percurso de manuseio, adaptação e de modificação dos recursos naturais para o seu próprio benefício (DI STASI, 1995). As plantas medicinais estão dentre os produtos naturais, de grande interesse científico devido à possibilidade de empregá-las como fitofármacos, por proporcionarem grandes chances de gerarem moléculas protótipos devido a sua diversidade de seus constituintes (NASCIMENTO et al., 2000; PESSINI et al., 2003).

2.4.1 Práticas da Medicina

No passado, a fitoterapia era mais adotada pela população carente da área rural ou urbana, devido à fácil disponibilidade e menores custos. Atualmente, o uso de plantas como uma fonte de medicamentos é predominante em países em desenvolvimento como uma solução alternativa para problemas de saúde e está bem estabelecido em algumas culturas e tradições. Por causa do aumento no interesse por produtos naturais, o uso de plantas medicinais tornou-se mais ou menos geral.

Pesquisadores estudaram o efeito terapêutico do extrato hidroalcoólico da casca do cajueiro sobre a *Leishmania* (*Viannia*) *brasiliensis*. Descobriram que no modelo *in vitro* o extrato vegetal mostrou-se ativo contra promastigotas do parasita, contrastando com o modelo *in vivo*, onde não se observou qualquer atividade curativa (FRANÇA et. al., 1993); alternativa eficaz na terapia para infecções provocadas por *Staphylococcus aureus* (SILVA et. al., 2007). O cajueiro está sendo utilizado na medicina tradicional, principalmente no Nordeste brasileiro com efeitos terapêuticos como: aliviar dor de dente, antiinflamatório para gengiva e garganta, bronquites, artrites, cólicas intestinais, icterícia, contra diabetes, asma e até mesmo usado como afrodisíaco (MOTA, 2004;MORAIS et. al., 2005; AGRA et. al., 2007). Na literatura encontram-se atividades farmacológicas comprovadas, como sendo o cajueiro uma planta antiinflamatória (OLAJIDE et. al., 2004; FALCÃO et. al., 2005), antidiabética (OLIVEIRA; SALTO, 1987/1989; KAMTCHOUING et. al., 1998; BARBOSA-FILHO et. al., 2005); inibidor da enzima acetilcolinesterase (BARBOSA-FILHO et. al., 2006) e substâncias isoladas do fruto demonstraram ser inibidora de tirosinase (KUBO et. al., 1994). O heteropolissacarídeo (POLICAJU), proveniente da goma do *Anacardium occidentale*, L. um exemplo de polissacarídeo que vem sendo utilizado em diversas pesquisas e tem apresentado resultados terapêuticos satisfatórios, potencializando o processo de cicatrização de lesões cutâneas em camundongos (SCHIRATO, et al., 2006), atividade antimicrobiana (ANKINPELU, 2001), bem como atividade antitumoral *in vitro* frente a células HeLa (FLORÊNCIO, et. al., 2007).

2.4.2 Práticas da Medicina Caseira

São usadas preparações de uso oral, feitas com a entrecasca, a goma e o LCC, que são tidas como antidiabética, adstringente, antidiarreica, antiasmática, depurativa e tônica. Para uso externo é recomendado o uso do cozimento da entrecasca, em bochechos e gargarejos, como antisséptico e anti-inflamatório nos casos de feridas e úlceras da boca e afecções da garganta (LORENZI E MATOS, 2002; LIMA, 2006, MAIA et al, 2011). O suco da fruta é usado topicamente como um substituto do iodo e que o óleo da casca da semente macerado em álcool é usado em rachaduras dos pés. A fruta é utilizada como anestésico em hanseníase e psoríase (LIMA, 2009).

2.5. Genética e Taxonomia do Cajueiro

Genética é a ciência que estuda a transferência das características hereditárias (físicas ou biológicas) ao longo das gerações. O ser humano, as plantas e demais seres vivos são

constituídos por moléculas que contém carbono, hidrogênio, nitrogênio, fósforo e enxofre, além de outros elementos em diferentes proporções. Os seres vivos são constituídos de proteínas, as quais executam a maior parte das funções celulares e são responsáveis por vias metabólicas. Estas vias geram todos os produtos orgânicos secundários, como carboidratos e lipídios, componentes nos tecidos dos animais e da celulose nas plantas (BORÉM E GIÚDICE, 2008). Os cajueiros, por sua vez, são constituídos de proteínas que tem funções específicas e com isso agem em diferentes áreas estimulando diversos resultados (Tabela 3).

Tabela 3: Genes, proteínas e funções já descritos do *A. occidentale* L.

GENE	PROTEÍNA	FUNÇÕES
-	Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase, partial	Oxidoreductase
18S	-	Construção do RNAr
28S	-	Construção do RNAr
Ana 01.0101	Vicilin-like protein	Reserva de nutrientes
Ana 01.0102	Vicilin-like protein	Reserva de nutrientes
Ana 02	Allergen Ana o 2, partial	Reserva de nutrientes
Ana 03	2S albumin	Reserva de nutrientes
matK	Maturase K	Auxilia na Splicing de seus próprios e de outros introns do grupo cloroplasto II
ndhF	NADH dehydrogenase subunit F	Transporte do elétron na síntese de ATP
Psa A	PsaA, partial	-
Psb A	PsbA, partial	-
rbcl	Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit, partial	Fixação do carbono; fotossíntese
rpL16	L16	-
rpS16	S16	Complexo ribossomal S16
trnL	-	Construção do RNAt
Ycf3	Ycf3	Componente para acumulação do fossistema I

Fonte: NCBI e UNIPROT; Elaboração: Própria

Taxonomicamente falando o cajueiro se enquadra na seguinte classificação: Eukaryota; Viridiplantae; Streptophyta; Streptophytina; Embryophyta; Tracheophyta; Euphyllophyta; Spermatophyta; Magnoliophyta; Mesangiospermae; eudicotyledons; Gunneridae; Pentapetales; Rosids; Malvids; Sapindales; Anacardiaceae; *Anacardium* (NCBI, 2015: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=171929>)

Geneticamente falando o cajueiro não possui muitos dados disponíveis para consulta em bancos de dados públicos conforme Tabela 4. Isto pode ser observado quando comparamos esta espécie com outras de notória importância econômica, tais como a uva (*Vitis vinifera*).

Tabela 4: Dados genéticos disponíveis no NCBI sobre o *Anacardium occidentale*, L.

Database Name	Direct Links (<i>Anacardium occidentale</i>)	Direct Links (<i>Vitis vinifera</i>)
Nucleotide	123	398.395
Protein	63	211,533
Structure	0	24
Popset	31	1.372
PubChem Substance	0	20
Pubmed Central	544	6.207

Fonte: NCBI em 25/04/2016

2.6 A importância da bioinformática

A bioinformática ou biologia computacional é uma área da ciência da computação voltada para a compreensão das funções biológicas, formada, principalmente, pela Biologia Molecular e pela Ciência Computacional, agregando também muitos elementos de outras disciplinas destas duas ciências, consiste principalmente na análise computacional de sequências de DNA, RNA e proteínas (ALVES, 2013; SOUZA, 2015).

Dada a riqueza das informações disponíveis na biologia molecular moderna, esta passa a ser vista em parte como uma ciência informacional onde a bioinformática tem papel central, e integrador, permitindo que experimentos sejam feitos *in silico* (no computador) e que o uso da bancada, para experimentos *in vitro* ou *in vivo*, seja adiado até que um foco maior seja dado à pesquisa sendo considerada. Esta tem sido a metodologia utilizada em importantes projetos de pesquisa na área de genética envolvendo o melhoramento de plantas (MARTINS, 2009)

Com o avanço da bioinformática, outras subdisciplinas foram surgindo como por exemplo a biologia computacional, que é responsável pelo procedimento de análises e interpretação de vários tipos de dados, que inclui as sequências de nucleotídeos, aminoácidos, e também estruturas de proteínas. Surgiu então, um elevado número de informações que necessitam serem precisamente interpretadas, organizadas e posteriormente decifradas (ARAÚJO, 2014).

Além do armazenamento e análise de sequências, a bioinformática apresenta programas capazes de promover o reconhecimento de genes específicos, alinhamento de sequências de interesse, análise de expressão gênica e de interação gene-a-gene, montagens de estruturas proteicas, porém a analogia é realizada apenas com sequências gênicas e proteicas já conhecidas e depositadas nos banco de dados. (ARAÚJO, 2014).

UFPE/REPOSITÓRIO

3. OBJETIVOS

3.1. GERAL

- Prospectar a aplicabilidade biotecnológica do cajueiro (*Anacardium occidentale*, L.).

3.2. ESPECÍFICOS

- Compilar dados da biotecnologia aplicada ao cajueiro;
- Identificar e caracterizar os genes que já foram descritos para a espécie *Anacardium occidentale*, L.;
- Descrever quais as proteínas e as funções que já foram identificadas e estão presentes no metabolismo do cajueiro;
- Descobrir quais substâncias do cajueiro tem envolvimento em diversas patologias.

UFCCG/BIBLIOTECA

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A prospecção foi realizada com base nos artigos já escritos sobre o *A. occidentale*, L. que foram encontrados nos sites de pesquisas National Center for Biotechnology Information (NCBI), Science Direct, Scielo, ISI e nos Portais Periódicos da Capes. Esses artigos foram fichados e utilizados como base para a construção do banco de dados consultivo utilizado neste trabalho.

A consulta aos textos com posterior análise foi realizada periodicamente durante o período de desenvolvimento do trabalho que foi de um ano a contar do mês de maio de 2015 até o mês de maio de 2016. Sempre que necessário e relevante novas referências foram adicionadas ao banco de dados existentes para melhor ilustrar todas as potencialidades e as recém descobertas envolvendo o cajueiro.

No total foram fichados 100 artigos, desses 30 foram excluídos por não guardar ligação direta com o tema pretendido e 70 foram organizados por ordem alfabética de autor e título para uma localização mais fácil dos mesmos.

Os dados de produção foram cedidos pela EMBRAPA através do Centro de Informações Tecnológicas e Comerciais para a Fruticultura Tropical (CEINFO), Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE). Todos os levantamentos foram realizados nos meses de maio de 2015 a maio de 2016, utilizando como palavras-chave os termos *Anacardium occidentale* L., biotecnologia, farmacologia, cajueiro, aplicabilidades do cajueiro, genética do cajueiro, produção de caju no Brasil, tais artigos foram baixados em forma de PDF e fichados para melhor entendimento do assunto.

A separação dos dados para análise proteica e genética foi realizada de modo manual onde os genes e as proteínas foram organizadas uma a uma para a posterior análise estrutural tanto gênica quanto proteica. A análise de vias metabólicas foi realizada no banco de dados KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes), a análise proteica ocorreu com o uso do banco de dados SWISSPROT.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Aplicabilidades biotecnológicas do cajueiro (*Anacardium occidentale*, L.)

A utilização de plantas medicinais na biotecnologia cresce logaritmicamente, uma vez que, são fontes potenciais de moléculas bioativas com estruturas diferenciadas e mecanismos de ação inovadores (SILVA, 2010).

Não obstante, o uso do cajueiro na biotecnologia está cercado de finalidades das mais diversas tornando essa fruta uma ótima opção para o desenvolvimento de produtos biotecnológicos promissores. Verifica-se, por exemplo, que o processamento do pedúnculo para a produção do suco resulta em 15% de bagaço, o qual não possui valor comercial e é geralmente descartado pelas indústrias locais. Diferentes pesquisas estão sendo realizadas para dar um melhor destino a esse produto, (ROCHA et al, 2011; CORREIA et al, 2013), o *A. occidentale* L. vem mostrando um grande potencial para diferentes meios de sua utilização, principalmente na indústria alimentícia (Tabela 5).

Tabela 5: Novas alternativas de utilização do bagaço do caju na indústria alimentícia.

Referência	Forma de aproveitamento	Resultados
Asheri et al. (2004)	Farinha do bagaço de caju para elaboração de pães	Alto teor de fibras e proteínas, as quais atuam na prevenção da constipação intestinal
Galvão (2006)	Hambúrguer	-
Lima et al. (2002)	Adição de fibra em biscoitos regionais	Na proporção de 5% e 8%, apresentaram aceitação sensorial média de 6,05 e 6,55, respectivamente (escala de 9 pontos)
Lima (2008)	Hambúrguer	Elaboração de novas formulações, com utilização de outros temperos e associação do caju com proteína de soja; pode melhorar as características nutricionais e sensoriais do produto
Lima et al. (2011)	Hambúrguer	Podem ser armazenados congelados (T = -18 °C/6 meses), sem prejuízo

		de suas qualidades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais
Matias et al. (2005)	Incorporação de bagaço de caju a biscoitos tipo <i>cookie</i>	Adições de 0%, 5%, 10% e 15%, obtendo índice de aceitabilidade sensorial superior a 70%
Marques et al. (2008)	Pão tipo hambúrguer com adição de 10% de farinha do bagaço de caju	Produto bem aceito pelos consumidores
Pinho (2009)	Ingrediente de hambúrguer bovino	A união de carne bovina e bagaço de caju gerou um produto com boa qualidade nutricional, de elevado teor de fibra alimentar, "light" em lipídeos, com boa taxa de rendimento e menor percentual de encolhimento quando comparado a hambúrgueres bovinos convencionais
Siqueira et al. (2002)	Substituição parcial de carne bovina por bagaço de caju na elaboração de hambúrguer	A adição de até 10% de bagaço não causou mudanças sensoriais significativas no produto
Santana e Silva (2008)	Biscoito	Produto rico em açúcares e fibra, com alto valor nutritivo e de baixo custo econômico
Uchoa (2007)	Pó alimentício obtido do resíduo do caju para adição em biscoitos	Formulações com adição de 15% do pó apresentou média equivalente a "gostei moderadamente" no teste sensorial
Uchoa et al. (2008)	Pó alimentício como fonte de fibra alimentar antioxidante	Pós alimentícios obtidos de resíduos de caju são ricos em fibras e outros componentes, podendo ser aproveitados na formulação de novos produtos alimentícios (biscoitos, bolachas, pães, sopas, etc.)

Fonte: SIQUEIRA et al, (2012)

Como demonstrado na tabela 5 a tentativa de incluir o bagaço do caju na alimentação humana está sendo bem sucedida nas pesquisas científicas. Isto motiva o questionamento de como a indústria alimentícia pode aplicar o bagaço em seus alimentos para serem comercializados em larga escala. É possível que estes resultados tenham ficado apenas nos

estudos científicos realizados por esses autores. Nota-se que o bagaço do processamento do caju pode ser melhor aproveitado para diversas finalidades quando se faz o uso da biotecnologia para indicar melhores processos para matérias primas que inicialmente são consideradas como rejeitos da indústria de modo geral. Assim como aconteceu com a cana-de-açúcar, onde o bagaço era apenas aproveitado para o uso como complemento na ração animal, o advento da biotecnologia na posterior manipulação e tratamento dessa matéria já é possível obter o que chamamos de etanol de 2ª Geração, baseado na utilização da grande quantidade de celulose presente neste material. Sendo assim, a biotecnologia pode mais uma vez trazer novas luzes para o desenvolvimento de técnicas que permitam uma finalidade mais eficiente para este rejeito de produção que é o bagaço do pedúnculo do caju que pode ser utilizado com eficiência e sabor tanto na indústria de hambúrgueres quanto de biscoitos como descrito na Tabela 5.

Pinto et al. (2012) desenvolveu hambúrgueres contendo amostras de resíduo de pedúnculo desidratadas em estufa, esses estudos apresentaram melhor aceitação no sabor, não havendo diferença significativa (5%) quanto ao aroma quando comparadas com a formulação adicionada de pedúnculo liofilizado. Os resultados sugerem que a adição de resíduo de pedúnculo de caju desidratado na formulação de hambúrguer aumenta o seu teor de fibra alimentar, com o aproveitamento de um subproduto da indústria do caju e valorização de um produto local.

Pesquisa desenvolvida por Rufino et al. (2010) verificou que a fibra dietética e o total de compostos fenólicos do bagaço de caju e sua capacidade antioxidante podem ser utilizados na sua administração como composto antioxidante e fontes de fibra dietética em alimentos funcionais ou como suplementos dietéticos antioxidantes naturalmente.

A utilização do cajueiro não se restringe apenas a indústria alimentícia, segundo Leitão et al (2011), pode-se converter os resíduos orgânicos (bagaço de caju) em biogás para produção de energia (elétrica ou térmica). Em outra pesquisa o bagaço do caju pode ser convertido em bioetanol efetuando as seguintes operações: pré-tratamento, hidrólise, fermentação e destilação (DE LIMA et al, 2015). São etapas complexas de manipulação química que não necessariamente envolvem a manipulação genética que de todo modo é bastante influenciada pelos conhecimentos biotecnológicos. Quais produtos ainda por descobrir podem estar presentes nesse refugio da produção são questionamentos que podem ser realizados para favorecer e direcionar pesquisas que visem justamente o efetivo aproveitamento deste material.

Outra possibilidade de aproveitamento do resíduo da indústria de caju é sua utilização como fonte de carbono na produção de enzimas, por meio da fermentação visando ao

UFRRJ/INIA/BIOTECNA

enriquecimento proteico do produto final. Em algumas bibliografias autores revelaram a utilização do bagaço seco do pedúnculo do caju como substrato em processo de fermentação semissólida na produção de pectinases utilizando como microrganismos o *Aspergillus niger*, e concluiu-se que o resíduo apresenta nutrientes que podem ser utilizados para síntese de pectinase. A ingestão dessa enzima pode reduzir os níveis séricos de colesterol e triglicerídeos e também diminuir a absorção da glicose (SIQUEIRA et al, 2012; HUR et al., 2013). Assim como serve para a produção de pectinases podemos realizar estudos para a produção de outras enzimas de interesse biotecnológico e consequentemente industrial tais como as amilases, proteases, lipases, uréases e tanases, dentre tantas outras que ainda não foram testadas. Como descrito no PubMed Bioassay existem apenas 24 estudos de busca por bioatividade desenvolvidos para a espécie *A. occidentale* L., comparando esta espécie com a uva que é uma das frutas melhor estudadas onde existem 109 estudos de bioatividade este percentual em relação ao cajueiro gira na casa dos 20%, sendo assim existe ainda muita área e muitos compostos a serem estudados e que podem propiciar provavelmente a descoberta de novas moléculas de interesse biotecnológico e enzimático para esta espécie.

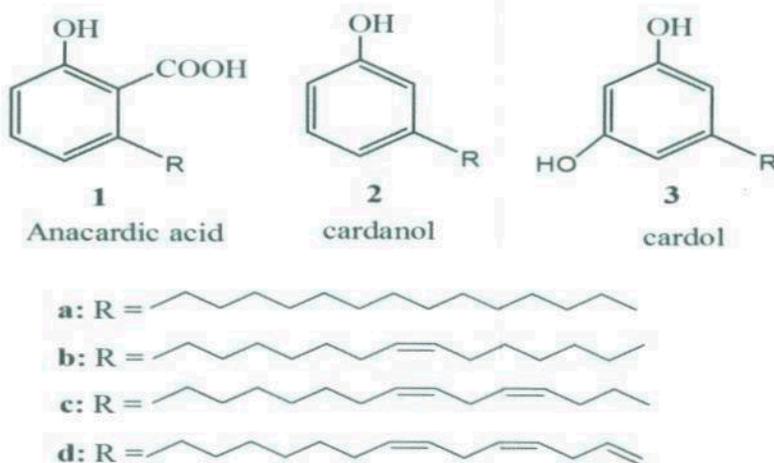
Dentre as mais variadas aplicações industriais do ácido anacárdico que é um líquido amarelo e o principal componente do óleo de castanha de caju de sinônimos (6-(8(Z),11(Z),14-pentadecatrienyl) salicylic acid; 6-(8,11,14-pentadecatrienyl) salicylic acid; 6-nonadecyl salicylic acid; 6-pentadecyl salicylic acid), este encontra seu uso na indústria química para a produção de cardanol, que é utilizado para as resinas, revestimentos e materiais de fricção Figura 6. Cada molécula consiste de um ácido salicílico substituído com uma cadeia alquílica que tem 15 ou 17 átomos de carbono. O grupo alquila pode ser saturado ou insaturado e o ácido anacárdico é uma mistura de moléculas saturadas e insaturadas. A mistura exata vai depender da planta da qual foi extraída, bem como, do seu estado fisiológico. Essa substância tem mostrado alta letalidade para bactérias gram positivas, tais como o *Staphylococcus aureus*, bactéria de importância médica extrema. Esta substância tem sido utilizada também principalmente no tratamento de abscessos dentários, ativo contra acne, alguns insetos, tuberculose e MRSA (methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*). Além dessas atividades vários estudos demonstram atividades citotóxicas, indutoras de apoptose, antiploriferativas e também antitumorais (GREEN et al, 2007; LOGRADO et al, 2010; LEGUT et al, 2014; HAMAD e MUBOFU, 2015).

Figura 5. Representação química do ácido anacárdico principal componente do óleo presente no LCC líquido da castanha de caju.

Entry	C10759	Compound
Name	6-Pentadecylsalicylic acid; Anacardic acid	
Formula	C22H36O3	
Exact mass	348.2664	
Mol weight	348.5194	
Structure	 <p>C10759</p> <p>Mol file KCF file DB search Jmol KegDraw</p>	
Other DBs	CAS: 16611-84-0 PubChem: 12942 ChEBI: 2696 KNApSACK: C00002635 3DMET: B04113 NIKKAJI: J167.336J	
KCF data	Show	

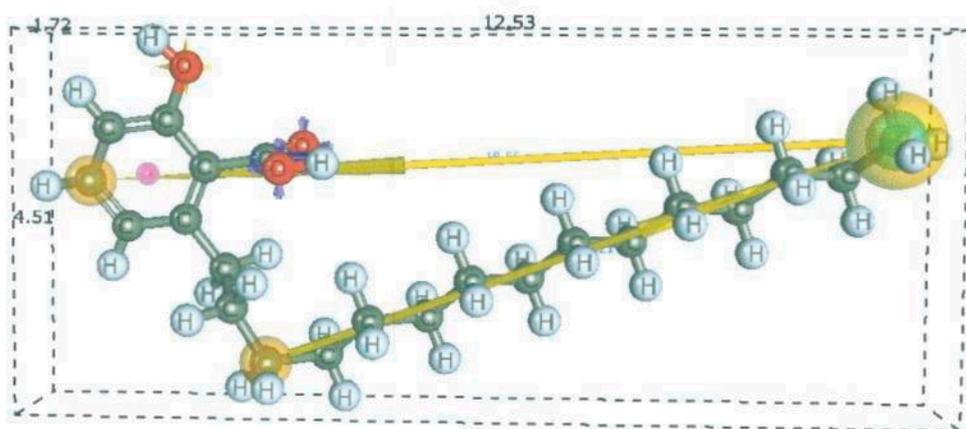
Fonte: KEGG (http://www.genome.jp/dbget-bin/www_bget?cpd:C10759)

Figura 6. Principais componentes do líquido da castanha de caju. A característica comum de todos os componentes da LCC é a presença de cadeias laterais hidrófobas, que diferem no grau de insaturação, de aproximadamente 5% - 8% (A), 48% - 49% monoeno (b), 16% - 17% dieno saturada (c), e 29% - 30% trieno (d).



Fonte: HAMAD e MUBOFU, 2015

Figura 7. Representação molecular da molécula de ácido anacárdico de identificação CID 167551 modelada no PC3Dv2.



mol1:C12 - hydrophobe[C19]1 - C23 angle 17.16 deg.

Fonte: Própria autoria baseadas no PUBCHEM, disponível em:

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/167551#section=Chemical-Vendors>

Tabela 6: Propriedades químicas e físicas do ácido anacárdico.

Peso molecular	348.51944 g/mol
Fórmula molecular	C ₂₂ H ₃₆ O ₃
XLogP3	9.5
Contagem do doador de hidrogênio	2
Contagem do acceptor de hidrogênio	3
Contagem de laços rotativos	15
Massa exata	348.266445 g/mol
Massa monoisotópicos	348.266445 g/mol
Área de superfície polar topológica	57.5 A ²
Contagem de átomos pesado	25
Acusação formal	0
Complexidade	329
Contagem de átomos de isótopo	0
Contagem definida de átomos do estereocentro	0

Contagem indefinida de átomos do estereocentro	0
Contagem definida de laços do estereocentro	0
Contagem indefinidas de laços do estereocentro	0
Contagem de unidades covalentes	1

Fonte: PUBCHEM

Produtos de cajueiro são utilizados na medicina tradicional para várias doenças, incluindo diabetes. As propriedades antidiabéticas de partes de plantas de caju, foram estudadas utilizando os mioblastos C2C12 diferenciadas (miotubos) e mitocôndrias de fígado de rato. Utilizando o extrato de semente de caju hidroetanólicas (CSE) e o seu componente ativo o ácido anacárdico (AA), observou-se que o transporte de glucose em miotubos C2C12 foi estimulado, dependendo da sua concentração. Isso ocorreu com a ativação da proteína quinase que foi ativada com adenosina-monofosfato do CSE e AA que provavelmente aumenta o transporte de glicose na membrana plasmática (TEDONG et al, 2010).

Uma das proteínas mais importante para a regulação dos genes é a histona ela compõe o nucleossomo. Várias linhas de evidência indicam que a histona acetiltransferase (HATs) são novos alvos de drogas para o tratamento de doenças como, por exemplo, o câncer e a inflamação. O ácido anacárdico é um produto natural e é um ponto de partida para o desenvolvimento de pequenas moléculas inibidoras da acetiltransferase de histona (HAT) de p300 / CBP associada fator (PCAF). Utilizando uma série de N-(4-ciano-3-trifluorometil-fenil)-2-etoxi-6-alquilo (alcenilo e) benzamidas relacionadas com o ácido anacárdico derivado CTPB foram preparados a partir de ácido 2,6-di-hidroxibenzóico, com um acoplamento de Suzuki e adição do anião de 4-ciano-3-trifluoromethylphenylamine a um benzodioxinone em células U937, esses análogos, em particular, 7 C, 7 d, 7 f e 7 j, induziu a parada do ciclo celular na fase G1, causando apoptose em cerca de 20% das células, e aumentou os níveis de acetilação de H3. O aumento da acetilação de determinadas histonas presentes no nucleossoma permite um maior acesso da maquinaria transcrricional aos genes necessários ao desenvolvimento celular e a expressão de diversas proteínas. Este mesmo composto pode induzir uma diminuição nos níveis de acetilação de histonas em células HEK imortalizadas, e contrariou a ação do inibidor de HDAC (família clássica de histonasdesacetilases) a SAHA (suberoilamilida do ácido hidroxâmico) em células de câncer da mama MCF-7. A acetilação das histonas também é

BIBLIOTECA

importante para a regulação da expressão do gene pró-inflamatória da *Legionella pneumophila*, que causa pneumonia grave e infecta células epiteliais de pulmão. A inibição das HATs por AA sugere também possuir efeito parasiticida em associação com a inibição de PfGCN5, resultando na perturbação do programa de transcrição dos parasitas *Plasmodium falciparum*. A histona acetiltransferase inibida com o ácido anacárdico mostrou um grande potencial para o tratamento e regeneração da endotelina-1 que é um potente vasoconstritor e co-mitogénico para o músculo liso vascular e está implicada na remoção vascular pulmonar e o desenvolvimento de hipertensão arterial pulmonar (SCHMECK et al, 2008; SOUTO et al, 2008; CUI et al; 2008; WORT et al, 2009; SOUTO et al, 2010; GHIZZONI et al, 2010). Em pesquisas realizadas por Sung et al (2008) e por Schultz et al (2010) o ácido anacárdico vem demonstrando um grande potencial para tratar ou prevenir o câncer e isso acontece por duas vias: por meio da modulação da via de sinalização do factor nuclear-kappaB e na manipulação do ácido AnaC; (2-hidroxi-6-alquilbenzóico) que inibe a proliferação celular, a progressão do ciclo celular e apoptose de um modo específico para a célula, reduzindo a interação do DNA e inibindo a resposta de transcrição do mesmo.

O ácido anacárdico, assim como qualquer outro ácido, possui substâncias que quando entram em contato com outros compostos de organismos diferentes são ativadas biologicamente desempenhando uma nova função no organismo. Poucas pesquisas foram realizadas até o momento em sistemas bioativos chegando a um total de 23. Nessas pesquisas ficou evidente que o cajueiro tem a capacidade de ativar 3 substâncias encontradas em outros organismos (inibição da 5 lipoxigenase de batata, inibição da SAE1 enzima ligada a ubiquitinação, inibição da 5-LOX humana utilizando o ácido linoléico como substrato). Além disso, mostrou também inatividade em 4 testes ligados a atividades antibacterianas contra *E. coli*, antivirais e duas anticâncer do tipo leucemia em ratos, ou seja, nenhum desses compostos foi estimulado a uma reação efetiva e desejada quando exposto ao ácido anacárdico. O composto mais utilizado nas pesquisas foi o ácido salicílico 6-pentadecilo (Figura 8), onde foi utilizado em 20 bioensaios de um total de 23.



Figura 8: Estrutura em 2D do ácido salicílico 6-pentadecilo encontrado no ácido anacárdico. Fonte: PUBCHEM.

Na primeira pesquisa realizada que demonstra que o ácido anacárdico foi ativado, ela foi realizada em *Solanum tuberosum* (batata inglesa), com o objetivo de ativar as lipoxigenases que catalisam a oxidação de ácidos gordos insaturados, tais como ácido linoléico, que desempenha um papel crucial nas respostas inflamatórias. A segunda pesquisa foi realizada na rotulagem de proteínas com pequena ubiquitina (Ub) e (UBL) modificadores de ubiquitina-like que regulam uma infinidade de atividades dentro da célula, tais como reciclagem de proteínas, alterações dos ciclos celulares, e a translocação de proteínas. Estes processos são muitas vezes imperativos em células doentes, levando a um crescimento celular desregulado e a progressão da doença. A terceira pesquisa foi realizada em enzimas humanas, a Lipoxigenases (LOXS) e ciclo-oxigenases (COXs) que metabolizam os ácidos graxos poli-insaturados em moléculas de sinalização inflamatória. A modulação da atividade destas enzimas pode proporcionar novas abordagens para a terapia de doenças inflamatórias (WISAstra et al, 2012; DA SILVA et al, 2013; WISAstra et al, 2013). Como é possível observar o ácido anacárdico ativa ou inibe diversas substâncias que em estudos futuros poderão servir de tratamento para diversas doenças principalmente como antiinflamatórios.

Nas pesquisas em que os compostos mostraram-se inativos a primeira foi realizada com o ácido salicílico 6-pentadecilo e na mesma, ele foi sintetizado e testado quanto à sua atividade antibacteriana contra *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Na segunda pesquisa foi utilizado o ácido anacárdico (Figura 9) como inibidor de células com o tipo de HIV-1, onde se mostrou inativo. Na terceira em que o composto NSC-229596 (figura 10) mostrou-se inativo foi realizada em ratos portadores de tumores transplantáveis, onde foi observada a não indução de atividade antitumoral do composto contra o tumor do tipo leucemia utilizado neste ensaio P388

(intraperitoneal) em ratos CD2F1 (CDF1). A quarta pesquisa também foi realizada em ratinhos portadores e tumores transplantáveis com alteração apenas no composto utilizado (16611-84-0) (PUBCHEM, 2004; PUBCHEM, 2005; GREEN et al, 2008).

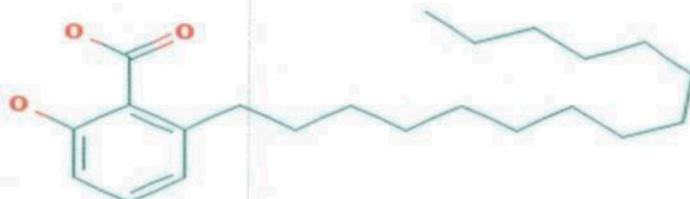


Figura 9: Estrutura em 2D do composto encontrado no ácido anacárdico. Fonte: PUBCHEM



Figura 10: Estrutura em 2D do composto NSC-229596 encontrado no ácido anacárdico. Fonte: PUBCHEM.

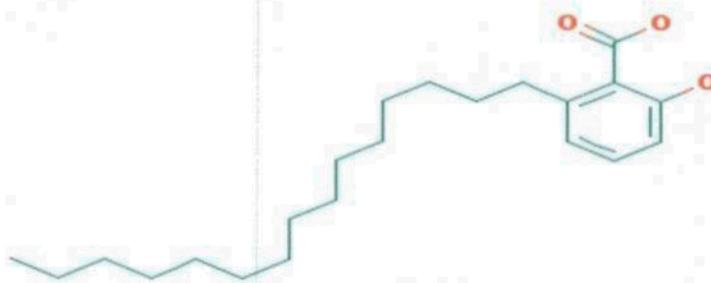


Figura 11: Estrutura em 2D do composto 16611-84-0 encontrado no ácido anacárdico. Fonte: PUBCHEM.

Como é possível observar a diferença entre esses compostos é o formato da cadeia que eles possuem. Essa alteração possivelmente deve interferir nas propriedades físicas como, por exemplo, o ponto de fusão e ebulição.

Além de estudos de interesse alimentar existem estudos biotecnológicos envolvendo o controle de vetores de doenças tropicais e de arboviroses, segundo Torres et al (2015), estudos foram realizados para avaliar a toxicidade de frações de solvente de resíduos da casca do *A. occidentale* L. contra a terceira e quarta larva do *Aedes aegypti*. Os resultados foram comparados com o produto larvicida comercial e mostraram que os efeitos de toxicidade exibidos pelas frações de solvente do extrato etanólico de resíduos da casca de *A. occidentale* contra a terceira e quarta larvas instar de *A. aegypti* indicam o seu uso promissor como larvicida natural para o controle do vetor da dengue, chikungunya e zika. Devido à presença de compostos fenólicos índios americanos utilizam uma maceração de pequenas quantidades de folhas jovens do cajueiro para atordoar formigas, isto pode servir de base para uma possível atuação desses compostos contra diferentes tipos de insetos. Vários estudos nesse sentido podem ser desenvolvidos com base nas mais diversas moléculas bioativas produzidas pelas mais diversas estruturas do cajueiro, visando justamente a contribuição para o controle desses vetores que tantos prejuízos incomensuráveis geram a saúde da população de modo geral.

Apesar da inovação nos estudos com o *A. occidentale* eles ainda estão muito recentes e o cajueiro pode ainda demonstrar uma grande variedade de produtos aptos para a biotecnologia, permitindo assim, a utilização de seus agentes biológicos na obtenção de bens ou para assegurar serviços.

6.2 Genes descritos para a espécie *Anacardium*

A estratégia de busca com o termo *Anacardium* no banco de dados NCBI levou a descoberta difusa de 18 genes para o gênero. A Tabela 6 representa o compêndio de boa parte do conhecimento genético a respeito desses genes disponíveis para o *Anacardium* descritos até o presente momento. Nesta tabela estão disponíveis os genes para algumas espécies do gênero *Anacardium*.

Tabela 7: Genes descritos para o gênero *Anacardium*.

	<i>A. occidentale</i>	<i>A. excelsun</i>	<i>A. parvifolium</i>	<i>A. spruceanum</i>
18S	X			
28S	X			
Ana 02	X			
Ana 01.0101	X			
Ana 01.0102	X			
Ana 03	X			
MatK	X	X		
ndhF	X			
PsaA	X	X		
PsbA	X	X		X
RbcL	X	X		X
RpL16	X			
Prob				X
RpoC1				X
RpS16	X	X	X	X
TrnL - trnF	X	X	X	X
Ycf3	X	X		
Ycf5				X

Fonte: NCBI, UNIPROT; Elaboração: própria

Como é possível observar, a espécie onde foi encontrado um maior número de genes descritos foi a *Anacardium occidentale* apresentando 15 genes descritos. As espécies *Anacardium excelsum* e *Anacardium spruceanum* apresentaram um total de 7 genes descritos e a *Anacardium parvifolium* apresentou um total de apenas 2 genes descritos. Apesar desses dados pode-se observar que alguns genes, tais como o 18S e o 28S também estejam presentes em todas as outras espécies devido a sua finalidade proteica que é a construção de RNAs ribossomais estruturais que são encontrados em todas as espécies de plantas. Ou seja, não é porque ainda não foi catalogado ou estudado que não exista, o contrário é verdade visto que esses genes são responsáveis por funções celulares básicas e compartilhadas dentro de um mesmo gênero ou até mesmo reino. Muitas vezes podemos observar alterações na produção de determinados produtos provenientes de vias metabólicas específicas existentes em uma espécie e não existente em outra espécie, apesar de serem do mesmo gênero. Até o momento todos os genes descritos para esta espécie são genes comumente encontrados tanto em outras espécies de *Anacardium* como em outras espécies de gêneros e famílias de organismos distintos, com exceção das bactérias e vírus que não compartilham desses genes de modo efetivo, como descrito na Tabela 8. Apesar de sabermos que a evolução fez com que indivíduos pluricelulares surgissem de indivíduos unicelulares, tais como as bactérias primordiais, os bilhões de anos de evolução podem ter permitido a ambos partilharem de genes mútuos, mas também pode ter promovido a diferenciação desses indivíduos. Vias metabólicas específicas para suprir as suas respectivas finalidades metabólicas impostas pela pressão ambiental do novo nicho ao qual começaram a se enquadrar tornaram as plantas mais diferencialmente adaptadas a este novo ambiente em que estão inseridas devido à presença de novos genes e produtos proteicos.

6.3 Descrição das proteínas e de suas funções, que estão presentes no metabolismo do cajueiro

As proteínas desempenham papéis extremamente importantes, na maioria dos processos biológicos, atuando como enzimas, hormônios, neurotransmissores, transportadores através das membranas celulares e outros. Como os genes funcionam codificando proteínas, a compreensão da natureza das proteínas é essencial para compreender a ação gênica, pois as mesmas são os principais determinantes da forma e função biológica dos organismos (ZAIA et al, 1998).

O *Anacardium occidentale*, L. é constituído por diversas proteínas, como todo outro organismo, mais apenas 14 foram descritas (Tabela 8).

Tabela 8: Proteínas e suas funções já descritas no metabolismo do *Anacardium occidentale* L.

PROTEÍNA	FUNÇÕES
2S albumin	Reserva de nutrientes
Allergen Ana 02, partial	Reserva de nutrientes
Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase, partial	Oxidoreductase
L16	-
Maturase K	Auxilia na Splicing de seus próprios e de outros introns do grupo cloroplasto II
NADH dehydrogenase subunit F	Transporte do elétron na síntese de ATP
PsaA, partial	-
PsbA, partial	-
Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit, partial	Fixação do carbono; fotossíntese
S16	Complexo ribossomal S16
Vicilin-like protein	Reserva de nutrientes
Vicilin-like protein	Reserva de nutrientes
Ycf3	Componente para acumulação do fotossistema I

Fonte: NCBI, UNIPROT, Elaboração: própria

Como é possível observar, o *Anacardium occidentale* L. possui um número muito pequeno de proteínas descritas, e em algumas destas, a sua função ainda não foi identificada. Um estudo com proteínas é fundamental para entendermos como funciona o metabolismo de qualquer ser vivo, e nas plantas não é diferente.

As proteínas encontradas no cajueiro estão presentes em diferentes organismos (Tabela 9).

Tabela 9: Relação de organismos que possuem as proteínas do cajueiro.

Proteínas	Organismos
-----------	------------

	Animais	Plantas	Fungos	Bactérias	Protistas	Vírus
2S albumin		X				
Allergen Ana 02, partial		X				
Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase, partial	X	X	X		X	
L16	X	X	X		X	
Maturase K	X	X	X	X	X	X
NADH dehydrogenase subunit F	X	X	X		X	
PsaA, partial	X	X	X		X	
PsbA, partial		X	X		X	
Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit, partial		X	X		X	
16S	X	X	X		X	
Vicilin-like protein	X	X				
Vicilin-like protein	X	X				
Ycf3	X	X	X		X	

Fonte: NCBI, Elaboração: própria

Como demonstrado na tabela 8, as proteínas estudadas do cajueiro estão presentes em outros organismos. A proteína mais cosmopolita que se encontra presente em todos os tipos de organismos é a Maturase K proteína responsável pela maturação de RNAs em plantas removendo íntrons no processo de splicing. As proteínas glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase, L16, NADH dehydrogenase subunit F, PsaA, 16S, Ycf3 já foram descritas e estudadas em animais, plantas, fungos e protistas. As proteínas 2S albumin e a Allergen Ana 02 estão descritas apenas em plantas.

6.4. Substâncias encontradas no cajueiro envolvidas com diversas patologias

A utilização de plantas com fins medicinais, para tratamento, cura e prevenção de doenças, é uma das mais antigas formas de prática medicinal da humanidade. O *Anacardium occidentale* L. é utilizado para o tratamento de diversas patologias.

Segundo Chermahinie Majid (2011), despigmentação do extrato das folhas do caju não tem qualquer efeito sobre as bactérias gram-negativas (*Escherichia coli*) e afetou apenas bactérias gram positivas (*Staphylococcus aureus*). Mas de acordo com os pesquisadores Tan e Chan (2014) as folhas do cajueiro frescas, com branqueamento ou até mesmo com tratamento em micro-ondas resultou na inibição de bactérias gram positivas e gram negativas, tais como: *Brevibacillus brevis*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus cohnii*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella entérica*.

Segundo Trabulsi Filho et al (2013) extratos hidroalcoólicos das folhas de *Anacardium occidentale* L. apresentaram expressiva atividade antioxidante e moderada atividade citotóxica contra trofozoítos de *Giardia lamblia*, o que pode ser justificada pela presença de classes de metabólitos secundários de interesse farmacológico constatada em análises químicas.

Teste experimental do polissacarídeo da goma do A. occidentale L. (POLICAJU), frente a células tumorais de Sarcoma 180, apresenta uma provável ação antitumoral in vivo. Este estudo foi realizado com animais que possuíam os tumores, onde os mesmos foram retirados e pesados, e foi observado que os animais tratados com o POLICAJU exibiram tumores com peso médio reduzido ($p < 0,05$) quando comparados ao grupo controle NaCl (FLORENCIO et al, 2007).

Como é possível observar, o cajueiro está envolvido em diversas pesquisas, com o objetivo de identificar novas formas de tratamento para diversas patologias, principalmente quando se refere ao tratamento com bactérias, que a cada dia estão se tornando resistentes aos mais diversos tipos de antibióticos.

Tais estudos mostram que o componente principal que é utilizado nessas pesquisas é o ácido anacárdico que é um lipídeo fenólico encontrado no LCC do cajueiro, cujas algumas atividades farmacológicas encontram se descritas na literatura, dentre elas atividade antitumoral, impedimento de danos oxidativos na mitocôndria do fígado de ratos, e a habilidade de inibir algumas enzimas (MORAIS, 2010).

O cajueiro está envolvido em diversos ramos da farmacologia e um deles é a etnofarmacologia que é o conhecimento popular relacionado a sistemas tradicionais de

medicina, e esses estudos demonstram que o mesmo é utilizado para a cura de diversas enfermidades, tais como: antidiabética, adstringente, antidiarreica, antiasmática, depurativa e tônica. Para uso externo é recomendado o uso do cozimento da entrecasca, em bochechos e gargarejos, como antisséptico e antiinflamatório nos casos de feridas e úlceras da boca e afecções da garganta, aliviar dor de dente e até mesmo como afrodisíaco (LORENZI E MATOS, 2002; LIMA, 2006).

As plantas medicinais são usadas popularmente para os mais diversos fins, chegando a substituir, muitas vezes, a prescrição médica. Este fato pode ser justificado pelo alto grau de acessibilidade das plantas medicinais, bem como, pela grande disponibilidade destes recursos, diferente do que ocorre com os medicamentos industrializados, que na maioria, depende de tecnologia e matéria prima externa. As plantas medicinais se destacam como grandes fontes de novos recursos terapêuticos, servindo como base para o desenvolvimento de medicamentos pela indústria farmacêutica.

A medicina popular emprega plantas no tratamento de vários distúrbios, porem existe uma necessidade de validação através de pesquisas científicas que utilizem modelos adequados de experimentação para a comprovação dos efeitos farmacológicos e, em seguida, proceder ao isolamento, purificação e caracterização de princípios ativos e mecanismo de ação para a formulação de fitoterápicos seguros para o uso humano ou animal. O Brasil devido à grande biodiversidade apresenta um enorme potencial para pesquisas de moléculas com importância terapêutica (MORAIS, 2010).

As pesquisas com *Anacardium occidentale* estão muito recentes, quando comparadas com a *Vitis vinifera* (uva), por exemplo. Com o exposto observa-se a necessidade de que mais pesquisas sejam desenvolvidas tendo como foco o cajueiro. Estas terão o intuito de organizar seus dados químicos e genéticos e com isso propiciar novas formas para a aplicabilidade da biotecnologia em seus produtos. A necessidade de recursos financeiros talvez seja um dos obstáculos atuais para que pesquisas sejam desenvolvidas no Brasil, tendo isto em vista, é necessário propiciar mecanismos que favoreçam a continuidade das pesquisas científicas mesmo que mentais para a elucidação de possíveis mecanismos necessários ao progresso da ciência e a melhoria de vida da sociedade de modo geral.

6. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, é possível concluir que o cajueiro se mostra como uma ótima opção para o desenvolvimento de produtos biotecnológicos promissores. Primariamente utilizado na indústria alimentícia voltada para o consumo humano *in natura* ou ainda processado em sistemas biotecnológicos como a produção de biogás; como fonte de carbono na produção de enzimas entre tantos outros. Alguns produtos do cajueiro como o ácido anacárdico que é o principal componente do LCC (líquido da casca da castanha) demonstrou ter um grande potencial biotecnológico em diversas áreas químicas ou biológicas. Essa substância tem mostrado alta letalidade para bactérias gram positivas e tem sido utilizada também principalmente no tratamento de abscessos dentários, além de ser ativo contra acne, alguns insetos e doenças como a tuberculose.

Observando a quantidade de genes descritos para o gênero *Anacardium* foram constatados e estudados até momento 18 genes dentro das 22 espécies pertencentes a este gênero. Apenas 4 espécies possuem relatos de estudos genéticos realizados e entre estas a espécie em que foram descritos uma maior quantidade de genes foi na *Anacardium occidentale* L. que apresentou 15 genes estudados entre os 18 descritos.

Além de uma pequena quantidade de sequências gênicas ou proteicas o estudo aprofundado do cajueiro no Brasil ainda é incipiente e em algumas destas a sua função ainda não foi identificada. As proteínas estudadas do cajueiro estão presentes em outros estudos com diferentes organismos como bactérias, fungos e vírus. As proteínas menos representadas em outros organismos foram a 2S albumina e a Allergen Ana 02. Por outro lado, a proteína mais cosmopolita e presente em todos os tipos de organismos vistos é a Maturase K.

Pelo seu alto grau de acessibilidade como planta medicinal elas podem ser utilizadas popularmente para cura ou prevenção de diversas enfermidades, tais como: antidiabética, adstringente, antidiarreica, antiasmática, depurativa e tônica, em bochechos e gargarejos, como antisséptico e antiinflamatório nos casos de feridas e úlceras da boca e afecções da garganta, na inibição de bactérias gram positivas e gram negativas, contra o câncer, e o seu uso promissor como larvicida natural para o controle do vetor da dengue, chikungunya e zika. É neste contexto que reside a necessidade da utilização de metodologia científica eficiente para a compilação de dados de interesse industrial relacionados ao uso dessa planta tão importante para o nordeste brasileiro.

Devido a pequena quantidade de estudos relacionados a genética do cajueiro, se faz necessário que novas pesquisas sejam realizadas. Para perspectivas futuras pretendo trabalhar as expressões genicas e proteicas descritas aqui em forma de dissertação de mestrado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, F. A. P. de. **Espumante de caju**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 41p. (Coleção Agroindústria Familiar), 2006
- AGRA MF, França PF, Barbosa-Filho JM. Synops is of the plants known as medicinal andpoisonous in Northeast of Brazil. *RevBrasFarmacogn* 17: 114-140, 2007.
- AKINPELU, David A. **Antimicrobial activity of Anacardium occidentale bark**.*Fitoterapia*, v. 72, n. 3, p. 286-287, 2001.
- ALMEIDA F.A.G. et al. **Comparative phenology of two grafted clones of dwarf cashew tree in irrigation conditions**.*Ciência Rural*, v. 32, n. 2, 2002.
- ALVES, Sônia Maria. **A bioinformática e sua importância para a biologia molecular**. *Revista Brasileira de Educação e Saúde*, v. 3, n. 4, p. 18-25, 2013.
- AMARAL JÚNIOR, A. T. et al. Procedimentos Multivariados em Recursos genéticos vegetais. **Germoplasma: conservação, manejo e uso no melhoramento de plantas**. Viçosa, MG, p. 205-254, 2010.
- ANJOS, G. C. et al. **Eficiência de Anardium occidentale linn em um Sistema Microemulsionado na Ibição a Corrosão de Aço Carbono**. Ver. *Virtual Química*, v 5, n 4, p 760-769, 2013.
- AQUARONE E.; Borzani W., Schmidell W.; Lima U.A. **Biotecnologia Industrial**,- São Paulo: vol. 4 - ed. Blucher, 2001.
- ARAÚJO, F. N. **Genes PR5: caracterização molecular in silico de extração de DNA de platas do semiárido para isolamento por PCR**. – Monografia (Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas) – Centro de Educação e Saúde/UFCG, 2014;
- BANDEIRA, C. T. **Métodos de extração da goma de cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Pesquisa em Andamento, 6), 1991.
- BARBOSA-FILHO J. M. et al. **Natural products inhibitors of the enzyme acetylcholinesterase**. *VerBrasFarmacogn* 16: 258-285, 2006

BARBOSA-FILHO JM, et al. **Plants and the iractive constituents from South, Central, and North America with hypoglycemic activity.** RevBrasFarmacogn 15: 392-413, 2005.

BARROS, L. de M. Melhoria. In: LIMA, V. P. M. S. **A cultura do Cajueiro no Nordeste do Brasil.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil/ETENE, p.321-355, 1988

BARROS, L.M. **Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro (*Anacardium occidentale*, L.) tipos comum e anao-precoce, por meio de técnicas multivariadas.** Piracicaba, ESALQ, 256p. (Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz deQueiroz), 1991.

BARROS, L.M.; PAIVA, J.R.; CRISÓSTOMO, J.R.; CAVALCANTE, J.J.V. **Botânica, origem e distribuição geográfica.** In: BARROS, L.M. (Ed) Caju. Produção: Aspectos técnicos. 1ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, p. 18-20. (Frutas do Brasil, 30), 2002

BORÉM, Aluizio; GIÚDICE, M. **Biodiversidade. Biotecnologia.** In: BORÉM, A; GIÚDICE, M. Biotecnologia e Meio Ambiente. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 57-77, 2008.

Brasil 2006. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Portaria nº 971, de 3 de maio de 2006.

CASTRO, AMG de et al. **Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica.** Brasília, Brasil: EMBRAPA-SPI, 1998.

CEINFO – Centro de Informações Tecnológicas e Comerciais para Fruticultura Tropical. Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/index2.php>. Acessado em: 20/11/2015

CHERMAHINI, S. H.; MAJID, F. A. A. **Antimicrobial activity of cashew leaves extracts used in cosmetics before and after treatment with activated carbon.** Journal of Medicinal Plants Research, v. 5, n. 19, p. 4740-4746, 2011.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acessado em 29/03/2016.

CORREIA, Jessyca Aline da Costa. **Estudo do pré-tratamento do bagaço de caju com peróxido de hidrogênio alcalino para a produção de etanol.** 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CUI, Long et al. **Histone acetyltransferase inhibitor anacardic acid causes changes in global gene expression during in vitro Plasmodium falciparum development.** Eukaryotic Cell, v. 7, n. 7, p. 1200-1210, 2008.

DA SILVA, Sara R. et al. **Exploring a new frontier in cancer treatment: targeting the ubiquitin and ubiquitin-like activating enzymes.** Journal of medicinal chemistry, v. 56, n. 6, p. 2165-2177, 2013.

DE LIMA, Ezenildo Emanuel et al. **Produção de etanol de segunda geração proveniente do bagaço de pendúculos do caju.** Revista Caatinga, v. 28, n. 2, p. 26-35, 2015.

DI STASI, L.C. **Plantas Mediciniais: Arte e Ciência.** UNESP. Brasil. 230p. 1995.

ELISABETSKY, E. **Etnofarmacologia como ferramenta na busca de substâncias ativas.** In: SIMÕES, C. M. O. et al. (Org.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre: UFRGS, p. 91-103, 2004

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acessada em: 03/11/2015

FALCÃO H. S. et al. **Review of the plants with anti-inflammatory activity studied in Brazil.** Ver BrasFarmacogn 15: 381-391, 2005.

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a agricultura. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/pt/>. Acessado em: 23/02/2016

FLORÊNCIO, A. P. et al. **Study of the antitumoral activity of a polysaccharide from *Anacardium occidentale* (PJU) using the sarcoma 180 experimental model;** Revista Eletrônica de Farmácia, vol. IV (1), 61-65, 2007

FRANÇA, Flávio et al. **Avaliação do efeito do extrato de casca de cajueiro-branco (*Anacardium occidentale* L.) Sobre A infecção por *Leishmania (Viannia) brasiliensis*.** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 26, n. 3, p. 151-155, 1993.

GAZZOLA, J. et al. **A amêndoa da castanha-de-caju: composição e importância dos ácidos graxos – produção e comércio mundiais,** Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Fortaleza, 2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

GHIZZONI, M. et al. **Improved inhibition of the histone acetyltransferase PCAF by an anacardic acid derivative.** Bioorganic & medicinal chemistry, v 18, n 16, p 5826-5834, 2010.

GREEN, I. R. et al. **Molecular design of anti-MRSA agents based on the anacardic acid scaffold.** Bioorganic & medicinal chemistry, v. 15, n. 18, p. 6236-6241, 2007.

GREEN, Ivan R. et al. **Design and evaluation of anacardic acid derivatives as anticavity agents.** European journal of medicinal chemistry, v. 43, n. 6, p. 1315-1320, 2008.

HAMAD, Fatma B.; MUBOFU, Egid B. **Potential biological applications of bio-based anacardic acids and their derivatives.** International journal of molecular sciences, v. 16, n. 4, p. 8569-8590, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em 02/02/2016

INTEMA, Rolf de Campos. **Preparação e Caracterização de Filmes Automontados Contendo Polieletrólitos Inorgânicos e Goma Natural de Cajueiro.** Dissertação (Mestrado em química aplicada) Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2011;

KAMTCHOUING, Pierre et al. **Protective role of *Anacardium occidentale* extract against streptozotocin-induced diabetes in rats.** Journal of ethnopharmacology, v. 62, n. 2, p. 95-99, 1998.

KEGG - Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes. Disponível em: <http://www.genome.jp/kegg/>. Acessado em: 10/02/2016

KUBO I, Kinst-Hori I, Yokokawa Y. **Tyrosinase inhibitors from *Anacardium occidentale* fruits.** J Nat Prod 57: 545-551, 1994.

KUPFER, David et al. **Prospecção tecnológica.** Modelo SENAI de prospecção: documento metodológico. Montevideo: OIT/CINTERFOR, 2004.

LEGUT, M. et al. **Anacardic acid enhances the anticancer activity of liposomal mitoxantrone towards melanoma cell lines—in vitro studies.** International journal of nanomedicine, v. 9, p. 653, 2014.

LEITÃO, Renato Carrhá, et al. **Produção de Biogás a partir do Bagaço do Caju/–** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011

Freire, A.K.S. Prospecção da aplicabilidade biotecnológica do cajueiro *Anacardium occidentale*, L.

LEITE, L.A. de S.; PAULA PESSOA, P.A. de. **Cultivo do cajueiro no Nordeste do Brasil: o agronegócio caju**. Trabalho apresentado no 12. Agrinordeste, Olinda, PE, 2004.

LIMA, A. **Plantas medicinais no tratamento de feridas**. Petrópolis, Rio de Janeiro: EPUB, 2009

LIMA, J. L.S. et al. **Plantas Medicinais de uso comum no Nordeste do Brasil**. Campina Grande, 2006

LIMA, V. P. M. S. **Botânica do cajueiro**. In: LIMA, V. P. M. S. (Org.). *A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil*. Fortaleza: BNB/ETENE, p. 15-61, 1988a

LOGRADO, L. P. et al. **Synthesis and cytotoxicity screening of substituted isobenzofuranones designed from anacardic acids**. *European journal of medicinal chemistry*, v. 45, n. 8, p. 3480-3489, 2010.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2ª Ed. Nova Odessa: São Paulo, 576 p, 2008

LORENZI, HARRI. **Plantas medicinais no brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2002.

MACEDO, A. S. et al. **Operação de um reator anaeróbio para digestão do bagaço do pedúnculo do caju**. In: Encontro de iniciação científica da embrapa agroindústria tropical, 7, 2009, Fortaleza. Resumos... Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1 CD-ROM, 2009

MAIA, Eliane Aparecida et al. **O uso de espécies vegetais para fins medicinais por duas comunidades da Serra Catarinense, Santa Catarina, Brasil**. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 11, n. 1, p. 54-74, 2011.

MARQUES, Luciana Façanha et al. **Produção e aceitação sensorial de pão tipo hambúrguer fabricado com adição de 10% de farinha do bagaço de caju**. *JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA*, v. 3, 2008.

MATIAS, M. F. O. et al. **Use of fibers obtained from the cashew (*Anacardium occidentale*) and guava (*Psidium guayava*) fruits for enrichment of food products**. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 48, p. 143-150, 2005.

MORAIS S. M. et al. **Plantas medicinais usadas pelos índios Tapebas do Ceará**. *Ver BrasFarmacogn* 15: 169-177, 2005.

BIBLIOTECA

MORAIS, Talita Cavalcante. **Efeito analgésico, antiinflamatório e gastroprotetor dos ácidos anacárdicos, isolados de *Anacardium occidentale* L., em modelos experimentais.** 2010.

MOTA M. Disponível em: <http://www.jangadabrasil.com.br>. Acesso em: 27/julho/2004.

MOTHÉ, C.G.; CORREIA, D. Z.; **Caracterização reológicas blendas de goma de cajueiro e xantana em suco.** *Analyca*, 2, 59-64, 2002.

Moura, Raquel Evangelista de. **Síntese de nanopartículas à base de goma do cajueiro para aplicação em sistemas de liberação de fármacos.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências. Depto. de Química Orgânica e Inorgânica, Fortaleza, 2009.

NASCIMENTO, Gislene GF et al. **Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria.** *Brazilian journal of microbiology*, v. 31, n. 4, p. 247-256, 2000.

NCBI - National Center for Biotechnology Information. Disponível em: www.ncbi.nlm.nih.gov/. Acessado em: 25/04/2016

OLAJIDE O. A. et al. **Effects of *Anacardium occidentale* stem bark extract on in vivo inflammatory models.** *J Ethnopharmacol* 95: 139-142, 2004.

OLIVEIRA, Vitor Hugo de. **Cashew crop.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 30, n. 1, p. 0-0, 2008.

PAIVA, FF de A.; GARRUTTI, D. dos S.; DA SILVA NETO, R. M. **Aproveitamento industrial do caju.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/SEBRAE-CE, 2000. p. 40-42. il. Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 2000.

PAULA PESSOA, P. F. A de; LEITE, L. A. de S. **Desempenho do agronegócio caju brasileiro.** In: ARAÚJO, J.P.P. de (Ed.). *Agronegócio caju: práticas e inovações.* Brasília, DF: Embrapa, Parte 1, cap. 1, p.19-39. Il, 2013.

PAULA PESSOA, P.F. de; LEITE, L.A. de S. **Cadeia produtiva do caju.** 36 p. Disponível em: http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_582.pdf

PAULA PESSOA, P.F.A. de; LEITE, L.A. de S. **Cadeia produtiva do caju: subsídios para a pesquisa e desenvolvimento.** In: CASTRO, A.M.G.; LIMA, S. M.V.; GOEDWERT, W.J.; FREITAS FILHO, A.; VASCONCELOS, J.R.P. (Ed.), 1998

PESSINI G.L., et al. **Avaliação da atividade antibacteriana e antifúngica de extratos de plantas utilizados na medicina popular.** Rev Bras Farmacogn 13(Supl. 1): 21-24. antibiotic-resistant bacteria. Braz J Microbiol 31:247-256, 2003.

PINTO, Alaídes Maria Borba. **Desenvolvimento de filmes e revestimentos biodegradáveis à base de amido e goma de cajueiro.** 2012.

PUBCHEM – OPEN CHEMISTRY DATABASE. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>. Acessado em: 25/04/2016

ROCHA, Wesley Silveira et al. **Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.

RUFINO, M. S. M. et al. **Acerola and cashew apple as sources of antioxidants and dietary fibre.** International Journal of Food Science and Technology, Edinburgh, v. 45, p. 2227-2233, 2010.

SCHIRATO, G. V. et al. **O polissacarídeo do *Anacardium occidentale* L. na fase inflamatória do processo cicatricial de lesões cutâneas.** Ciências rural, Santa Maria, V.36, N. 1, P. 149-159, 2006.

SCHMECK, B. et al. **Histone acetylation and flagellin are essential for *Legionella pneumophila*-induced cytokine expression.** The Journal of Immunology, v 181, n 2, p 940-947, 2008.

SCHULTZ, D. J. et al. **Anacardic Acid Inhibits Estrogen Receptor α -DNA Binding and Reduces Target Gene Transcription and Breast Cancer Cell Proliferation.** Molecular cancer therapeutics, v 9, n 3, p 594-605, 2010.

SERRANO, L. A. L.; OLIVEIRA, V. H. de. **Aspectos botânicos, fenologia e manejo de cultura do cajueiro.** In: ARAÚJO, J. P. P. de (Ed.). Agronegócio caju: práticas e inovações. Brasília, DF: Embrapa. Parte 2, cap.3, p. 77-165. II, 2013

SILVA NETO, R. M. da; ABREU, F. A. P. de; PAIVA, F. F. de A. **Cajuína.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 4 p. il. (Embrapa Agroindústria Tropical, Circular Técnica, 29), 2009

SILVA, Cristiane Karina Malvezzi da. **Atividade antimicrobiana de produtos naturais para obtenção de novos biofármacos: estudo dos extratos brutos e suas associações.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2010.

SILVA, R. A. O. et al. **Prospecção tecnológica: aplicação da goma do cajueiro (*Anacardium occidentale*) em nanotecnologia.** GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias, v. 3, n. 4, p. 055-069, 2013.

SIQUEIRA, A. M. de A.; BRITO, E. de S. **Aproveitamento do bagaço do caju para alimentação humana e utilização em outras indústrias de alimentos.** In: ARAÚJO, J. P. P. de. (Ed.). Agronegócio caju: práticas e inovações. Brasília, DF: Embrapa, parte 5, cap. 3, p. 349-362, 2013.

SOUTO, J. A. et al. **New Anacardic Acid-Inspired Benzamides: Histone Lysine Acetyltransferase Activators.** ChemMedChem, v 5, n 9, p 1530-1540, 2010.

SOUTO, J. A. et al. **Synthesis of benzamides related to anacardic acid and their histone acetyltransferase (HAT) inhibitory activities.** ChemMedChem, v 3, n 9, p 1435-1442, 2008.

SOUZA FILHO, M.de S.M. de; ARAGÃO, A.de O.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C. **Aspectos de colheita e pós-colheita e transformação industrial do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.).** Disponível em: http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3097.pdf, 2000.

SOUZA, A. F. de. **Seleção in silico de genes milacuina de *Citrus sinensis* candidatos a ensaios funcionais – Monografia (Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas) – Centro de Educação e Saúde/UFCG, 2015;**

SUNG, B. et al. **Anacardic acid (6-nonadecyl salicylic acid), an inhibitor of histone acetyltransferase, suppresses expression of nuclear factor- κ B-regulated gene products involved in cell survival, proliferation, invasion, and inflammation through inhibition of the inhibitory subunit of nuclear factor- κ B α kinase, leading to potentiation of apoptosis.** Blood, v 111, n 10, p 4880-4891, 2008.

TAN, Yuen Ping; CHAN, Eric Wei Chiang. **Antioxidant, antityrosinase and antibacterial properties of fresh and processed leaves of *Anacardium occidentale* L. and Piper betle.** Food Bioscience, v. 6, p. 17-23, 2014.

TORRES, Rosalinda C. et al. **Characterization and bioassay for larvicidal activity of *Anacardium occidentale* (cashew) shell waste fractions against dengue vector *Aedes aegypti*.** Parasitology research, v. 114, n. 10, p. 3699-3702, 2015.

TEDONG, L. et al. **Hydro-ethanolic extract of cashew tree (*Anacardium occidentale*) nut and its principal compound, anacardic acid, stimulate glucose uptake in C2C12 muscle cells.** Molecular nutrition & food research, v 54, n 12, p 1753-1762, 2010.

TRABULSI FILHO, F.A.; et al. **Study of standardization of *Anacardium occidentale* L. I. extracts in research and development of giardicidals herbal.** Cad. Pesq., São Luís, v. 20, n. especial, julho 2013.

VILLEN, Rafael Almudi. **Biotecnologia: histórico e tendências.** Revista de Graduação da Engenharia Química, 2002.

WISASTRA, Rosalina et al. **Anacardic acid derived salicylates are inhibitors or activators of lipoxygenases.** Bioorganic & medicinal chemistry, v. 20, n. 16, p. 5027-5032, 2012.

WISASTRA, Rosalina et al. **Discovery of a novel activator of 5-lipoxygenase from an anacardic acid derived compound collection.** Bioorganic & medicinal chemistry, v. 21, n. 24, p. 7763-7778, 2013.

WORT, S. J, et al. **Synergistic induction of endothelin-1 by tumor necrosis factor α and interferon γ is due to enhanced NF- κ B binding and histone acetylation at specific κ B sites.** Journal of Biological Chemistry, v 284, n 36, p 24297-24305, 2009.

ZAIA, Dimas AM; ZAIA, C. T. B. V.; LICHTIG, Jaim. **Determinação de proteínas totais via espectrofometria: vantagens e desvantagens dos métodos existentes.** Química nova, v. 21, n. 6, p. 787-793, 1998.