



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

GIOVANNA MACEDO GARCIA

**ANÁLISE DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
NOS ESTAGIOS DE MATURAÇÃO DA POLPA DO FRUTO NONI (*Morinda
citrifolia*).**

**Assis/SP
2020**



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

GIOVANNA MACEDO GARCIA

**ANÁLISE DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
NOS ESTAGIOS DE MATURAÇÃO DA POLPA DO FRUTO NONI (*Morinda
citrifolia*).**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito a obtenção do Certificado de Conclusão.

Orientando (a): Giovanna Macedo Garcia

Orientador (a): Me. Elaine Amorim Soares

**Assis/SP
2020**

FICHA CATALOGRÁFICA

G216a

GARCIA, Giovanna Macedo.

Análise de compostos fenólicos e atividade antioxidante nos estágios de maturação da polpa do fruto NONI (morinda citrifolia) / Giovanna Macedo Garcia. Fundação Educacional do Município de Assis –FEMA – Assis, 2020.

46p.

Trabalho de conclusão do curso (Química Industrial) - Fundação Educacional do Município de Assis.

1. Noni. 2. Fenólicos. 3. Antioxidantes.

CDD: 664.8
Biblioteca da FEMA

ANÁLISE DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
NOS ESTAGIOS DE MATURAÇÃO DA POLPA DO FRUTO NONI (*Morinda
citrifolia*).

GIOVANNA MACEDO GARCIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto
Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do
Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão
examinadora:

Orientador: _____
Prof.^a Me. Elaine Amorim Soares

Examinador: _____
Prof.^a Dr.^a. Mary Leiva de Farias

Assis/SP
2020

DEDICATÓRIA

“Dedico primeiramente a Deus por ser essencial em minha vida, o autor do meu destino meu guia que nunca me abandonou. A cada pessoa que no mínimo detalhe me ajudou ao longo dessa caminhada e foi pensando nas pessoas que desenvolvi essa pesquisa, por isso dedico também este trabalho a todos aqueles a quem está pesquisa possa ajudar.”

AGRADECIMENTOS

É chegado ao fim um ciclo de muitas risadas, choro, felicidade e frustrações. Sendo assim, dedico este trabalho a todos que fizeram parte desta etapa da minha vida. A todos os mestres que contribuíram com a minha formação acadêmica e profissional durante a minha vida, que me incentivaram a nunca desistir, mesmo quando eu mesma não acreditava em mim. Sou grata à toda a minha família pelo apoio e amor que sempre me deram durante toda a minha jornada, me possibilitando concluir mais essa etapa da minha vida. Agradeço aos meus amigos que me ajudaram durante minha vida acadêmica e no pessoal, que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo. A minha professora orientadora pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo. Também agradeço aos funcionários da FEMA que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão deste trabalho. E sou grata a Deus por colocar todas essas pessoas na minha vida, pela minha vida, por me dar forças e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

“Nada na vida deve ser receado. Tem apenas que ser compreendido.”

Marie Curie

RESUMO

O Noni tem origem no sudeste da Ásia e tem como característica ser uma fruta pequena, verde, e amarelada quando madura, de formato oval, polpa branca e sementes escuras, com forte odor após a colheita. É utilizado a mais de 2000 anos pelos Polinésios no combate de doenças. Estudos recentes tem apontando a importância desse fruto por sua capacidade antioxidante, propriedades essas devido à presença de compostos fenólicos, ácidos orgânicos, e a proxenonina no fruto. Os compostos fenólicos são responsáveis pela atividade antioxidante dos alimentos, por ter capacidade de impedir estruturas radicalares em animais e humanos. O objetivo deste trabalho foi de avaliar o melhor solvente na extração de compostos fenólicos e de compostos antioxidantes da polpa do fruto do Noni (*Morinda citrifolia* L.) em três estágios de maturação. Os frutos foram colhidos de pomares domésticos em três estádios de maturação. Os extratos (etanol e acetona/água 1:1) foram obtidos pesando-se 5g do fruto em um erlenmeyer de 100 mL com 50 mL do primeiro solvente e a partir do resíduo foi adicionado 50 mL do segundo solvente, após o repouso de 2h foram filtrados diretamente para balões volumétricos de 100 mL. O sobrenadante foi dividido para as análises de determinação de fenóis totais pelo método de Folin-Ciocalteu e para a determinação da capacidade antioxidante pelo método de sequestro de radicais livres (DPPH+). O teor de compostos fenólicos totais nos extratos foi expresso em EAG (mg/100g) através da curva de calibração de ácido gálico. O valor para o extrato etanoico do Noni no primeiro, segundo e terceiro estágio foi de $36,18 \pm 3,30$; $45,57 \pm 4,78$ e $49,73 \pm 2,93$ EAG (mg/100g), respectivamente. Já para a mistura do extrato de acetona/água os valores foram de $35,40 \pm 6,28$; $39,20 \pm 4,67$ e $57,69 \pm 1,88$ EAG (mg/100g), respectivamente. A atividade antioxidante foi expressa como percentagem de eficiência do sequestro dos radicais livres. O valor para o extrato etanoico do Noni no primeiro, segundo e terceiro estágio foi de 41,89%; 59,6755% e 54,75%, respectivamente. Já para a mistura do extrato de acetona/água os valores foram de 33,42%; 38,44% e 54,75% respectivamente. Os dados obtidos evidenciam que não houve diferença significativa entre os solventes testados em relação a extração de compostos fenólicos, porém na extração de compostos antioxidantes, o solvente de etanol foi mais eficaz. Dentre os estágios o Noni no seu último estágio de maturação obteve melhores resultados.

Palavras-chave: Noni (*Morinda citrifolia*). Compostos fenólicos. Atividade antioxidante.

ABSTRACT

Noni originates in Southeast Asia, has the characteristic of being a small, green, yellowish fruit when ripe, oval in shape, white pulp and dark seeds, with a strong odor after harvest. It has been used for over 2000 years by Polynesians to fight disease. Recent studies have pointed out the importance of this fruit due to its antioxidant capacity, properties due to the presence of phenolic compounds, organic acids, and proxenonin in the fruit. Phenolic compounds are responsible for the antioxidant activity of foods, as they have the ability to prevent radical structures in animals and humans. The objective of this work was to evaluate the best solvent in the extraction of phenolic compounds and antioxidant compounds from the pulp of Noni fruit (*Morinda citrifolia* L.) in three stages of maturation. The fruits were harvested from domestic orchards at three stages of ripening. The extracts (ethanol and acetone / water 1: 1) were obtained by weighing 5g of the fruit in a 100 ml conical flask with 50 ml of the first solvent and from the residue 50 ml of the second solvent was added, after resting for 2 hours were filtered directly into 100 mL volumetric flasks. The supernatant was divided for the analysis of determination of total phenols by the method of Folin-Ciocalteu and for the determination of the antioxidant capacity by the method of sequestration of free radicals (DPPH +). The content of total phenolic compounds in the extracts was expressed in EAG (mg / 100g) through the calibration curve of gallic acid. The value for the ethanolic extract of Noni in the first, second and third stages was 36.18 ± 3.30 ; 45.57 ± 4.78 and $49,73 \pm 2.93$ EAG (mg / 100g), respectively. For the acetone / water extract mixture, the values were 35.40 ± 6.28 ; 39.20 ± 4.67 and 57.69 ± 1.88 EAG (mg / 100g), respectively. The antioxidant activity was expressed as a percentage of efficiency in scavenging free radicals. The value for Noni ethanol extract in the first, second and third stages was 41.89%; 59.6755% and 54.75%, respectively. For the acetone / water extract mixture, the values were 33.42%; 38.44% and 54.75% respectively. Evidencing that there was no significant difference between the solvents tested in relation to the extraction of phenolic compounds, however in the extraction of antioxidant compounds, the ethanol solvent was more effective, among the stages Noni in its last stage of maturation obtained better results.

Keywords: Noni (*Morinda citrifolia*). Phenolic compounds. Antioxidant activity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. NONI (<i>MORINDA CITRIFÓLIA L.</i>).....	15
2.1. BOTÂNICA.....	15
2.1.1. Fruto.....	15
2.1.2. Sementes	16
2.1.3. Flor	16
2.1.4. Folhas.....	16
3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA	17
3.1. ANTRAQUINONAS	17
3.2. PROXERONINA.....	19
4. COMPOSTOS FENÓLICOS.....	22
5. ANTIOXIDANTES	24
6. A DIDÁTICA DA CROMATOGRÁFIA EM GIZ.....	26
7. MATERIAIS E MÉTODOS	28
7.1. MATERIAIS.....	28
7.1.1. Equipamentos	28
7.1.2. Reagentes.....	28
7.1.3. Vidrarias.....	28
7.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	29
7.2.1. Coleta das amostras	29
7.2.2. Obtenção dos extratos da fruta	29
7.2.3. Preparo da solução de ácido Gálico.	30
7.2.3.1. Solução mãe de ácido gálico	30
7.2.3.2. Solução de carbonato de sódio 4%	30
7.2.3.3. Solução de Folin-Ciocalteu 1:10 (v/v)	30
7.2.4. Construção da Curva de Calibração de Ácido Gálico	30
7.2.5. Determinação de teor de fenóis totais	31
7.2.6. Preparo do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo).....	32
7.2.7. Determinação da capacidade antioxidante total	32
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
9. CONCLUSÃO	39

REFERÊNCIAS..... 40

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 NONI (<i>Morinda Citrifolia</i>).....	15
Figura 2 Árvore, folhas, flor e frutos do NONI	16
Figura 3 Estrutura química da damanacantal, morindona e rubiadina.....	18
Figura 4 Circuito da xeronina	20
Figura 5 Estrutura do ácido asperulosídico, da escopoletina e da rutina	20
Figura 6 Estrutura de alguns iridóides.....	21
Figura 7 Estrutura de alguns compostos fenólicos	22
Figura 8 Antioxidantes sintéticos	24
Figura 9 Exemplo de organsulforado (sulfeto de alila), terpeno (limoneno)	25
Figura 10 Procedimento e resultado da cromatografia em giz.....	27
Figura 11 Coleta dos estágios de maturação do Noni /agosto 2020.....	29
Figura 12 Soluções de ácido gálico monohidratado em diferentes concentrações.....	31
Figura 13 Cálculos para obtenção do resultado final de fenólicos totais	32
Figura 14 Curva de calibração do ácido gálico	34
Figura 15 Gráfico de teor de compostos fenólicos totais	35
Figura 16 Gráfico do percentual de redução do radical DPPH	37
Figura 17 Estabilização do radical livre DPPH•.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Outras antraquinonas isoladas da espécie <i>Morinda citrifolia</i> L.....	18
Tabela 2	Outras antraquinonas isoladas da espécie <i>Morinda citrifolia</i> L.....	19
Tabela 3	Concentração de fenólicos totais nos extratos da do Noni.....	34
Tabela 4	Percentual de redução do radical DPPH \pm desvio padrão do Noni	36

1. INTRODUÇÃO

Durante séculos a medicina em várias culturas pelo mundo, vem buscando compostos naturais para serem utilizados em medicamentos, sendo estes mais aceitos pela sociedade por terem poucos efeitos colaterais e melhor custo benefício. Com este intuito a busca de plantas com propriedades terapêuticas vem sendo de vital importância para as indústrias farmacêuticas (COSTA et al., 2013).

A *Morinda citrifolia L.*, conhecido como Noni, pertence à família *Rubiácea*, tem como característica ser uma fruta pequena, verde, e amarelada quando madura, de formato oval, sua polpa possui uma cor branca e muitas sementes com coloração escura, tendo um forte odor após a colheita. Conforme o amadurecimento do fruto a polpa passa de um tom amarelado para esbranquiçado, o que pode indicar uma mudança na composição da vitamina C e compostos fenólicos. A planta tem de 3 a 7 metros e produz frutos o ano todo (NEGRI et al., 2018).

O fruto que tem sua origem do sudeste da Ásia com predominância na Austrália e ilhas do Pacífico, é utilizado há mais de 2000 anos pelos polinésios no combate às dores, inflamações, hipertensão e emagrecimento. Pesquisas também apontam propriedades para efeitos relacionados com atividade antivirais, antibacteriano, antifúngico, e principalmente, antioxidante (BELTRÃO; SOUZA; SILVA, 2014).

Essas propriedades medicinais vêm dos constituintes existentes em sua composição, dentre eles os compostos fenólicos, ácidos orgânicos, e a proxenonina. Além de pesquisas apontarem para boas quantidades de vitamina C presentes no Noni (COSTA et al. 2013).

Mesmo com todas essas propriedades a introdução do Noni é recente no Brasil, com um aumento no interesse de produtos à base desse fruto nas últimas décadas, principalmente na forma de um suco conhecido como suco do Noni. Entretanto, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, (ANVISA), proíbe a comercialização de alimentos contendo esse ingrediente conforme determina a Resolução RDC nº. 278/2005, pela falta de estudos que comprovem seus efeitos colaterais e atividades toxicológicas (PIMENTEL et al., 2016).

Os compostos fenólicos presentes em frutos exercem várias funções como o crescimento, defesa e danos oxidativos na planta. Estudos apontam que os compostos fenólicos tem a capacidade de impedir estruturas radicalares em animais e humanos. Quando em excesso esses radicais livres levam a um estresse oxidativo podendo gerar doenças sérias, como diabetes, mal de Parkinson, envelhecimento precoce e câncer (NEGRI et al., 2018).

Os valores dos compostos presentes em frutos, assim como os valores de compostos fenólicos podem ser influenciados por diferentes fatores, como o processo de armazenamento, práticas de cultivo, estagio de crescimento, condições de colheita, origem geográfica, espécie do fruto e a maturação (PALIOTO et al., 2015).

Tendo como cenário essa falta de informação sobre esse fruto, esse trabalho tem como principal objetivo avaliar o melhor solvente na extração de compostos fenólicos e de compostos antioxidantes da polpa do fruto do Noni (*Morinda citrifolia* L.) em três estádios de maturação.

2. NONI (*MORINDA CITRIFÓLIA L.*)

O fruto Noni (*Morinda citrifolia L.*) é uma espécie com origem do Sudeste Asiático, sendo utilizada há mais de 2.000 anos por habitantes da Polinésia. Pode ser cultivado em várias partes do mundo: regiões tropicais da África (Centro e Sul), Caribe, Austrália, China, Malásia, Indonésia e Índia. Isso ocorre por ser uma espécie de fácil adaptação em regiões costeiras e por ser tolerante a condições de seca e solos salinos (SOUZA, et al. 2010).

2.1. BOTÂNICA

2.1.1. Fruto

O Noni (Figura 1) é um fruto oval e carnudo, aparentemente enrugado podendo chegar ao tamanho de e 4 a 12 cm de diâmetro. Apresenta uma camada anômala coberta por poligonais em forma de seções e sua coloração tem uma variação em todo o estágio de maturação do verde para o amarelo, chegando a cor quase branca, na colheita. No seu estágio final de maturação, maduro o fruto exala um forte odor desagradável devido à presença ácido butírico (NASCIMENTO, 2012).



Figura 1 NONI (*Morinda Citrifolia*) (In: soflor.com.br, 2020)

2.1.2. Sementes

Suas sementes apresentam uma cor marrom-avermelhada, oblongo triangular e, com a presença de uma câmara de ar, que é um fato determinante para o fruto ter uma ampla propagação, sendo flutuantes e hidrofóbicas (COSTA, 2016).

2.1.3. Flor

As flores do Noni tem um florescimento ao longo do ano, com coloração branca, carnosas e perfumadas unidas por globosas cabeças, com cálice verde em forma de aro truncado, sua inflorescência tem a presença de flores pequenas brancas e em seguida amarelas com formato tubular (OLIVEIRA, 2009).

2.1.4. Folhas

As folhas do fruto são grandes podendo ter um tamanho de 12 a 28 centímetros de comprimento e de 7 a 16 cm de largura, com uma coloração verde escuro e brilhantes, com presença de lâminas membranosas. Com folhas opostas, sendo agudas no ápice, de forma de cuia em sua base, suas laterais com formato ovalado e uma metragem de 12 a 20 m de largura e 2 m de diâmetro (PEREIRA, 2012). A figura 2 mostra a árvore, folhas, flor e frutos do NONI.



Figura 2 Árvore, folhas, flor e frutos do NONI (In: OLIVEIRA, jornalagricola.wordpress.com, 2020)

3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Várias pesquisas foram realizadas sobre o Noni, porém novas biomoléculas são identificadas no fruto a cada nova pesquisa. Desde 2015 cerca de 200 metabólitos foram identificados na composição do fruto. Com maior interesse em estudos voltados sobre os compostos fenólicos, ácidos orgânicos e alcaloides (PALIOTO et al., 2015).

Conforme algumas pesquisas a fruto apresentou 90% de água, com grande quantidade de proteínas, contendo um valor de 11,3% da matéria seca. Já os minerais constituem 8,4%, no qual os principais são o potássio, cálcio e fósforo e poucas quantidades de selênio. No fruto também tem a presença de vitaminas como ácido ascórbico, com uma variação de 24-158 mg/100 g matéria seca e pró-vitamina A (SAMPAIO, 2010).

Os valores de vitamina C estão acima do Índice Diário de Referência (IDR) que varia de 75 mg/dia a 90 mg/dia entre homens e mulheres adultos. O teor de açúcares totais é de 5,19% na polpa da fruta, tendo baixo valor em comparação a frutas em geral. Os ácidos graxos estão bastante presentes nas sementes do fruto, como o ácido linoléico (68,6%), ácido palmítico (12,2%), ácido oléico (11,7%), ácido esteárico (4,36%) ácido araquidônico (0,43%) e ácido cáprico (0,4%) (NASCIMENTO, 2012).

3.1. ANTRAQUINONAS

As antraquinonas estão presentes no fruto, sendo o grupo mais numeroso constituído nas quinonas naturais. Elas são substâncias fenólicas derivadas da antraceno e dicetona tendo papel importante em atividades biológicas. Seus derivados são solúveis em álcool diluído e água quente, podendo ser utilizado como laxantes e catárticos por irritar o intestino grosso, onde ocorre a diminuição da reabsorção de água pelo bloqueio da enzima ATPase de Na⁺ /K⁺ (efeito antirreabsortivo).

As antraquinonas mais abundantes no Noni são o damanacantal, morindona e rubiadina (figura 3), sendo que o damanacantal possui propriedade anti-carcinogênica comprovada (PALIOTO et al., 2015).

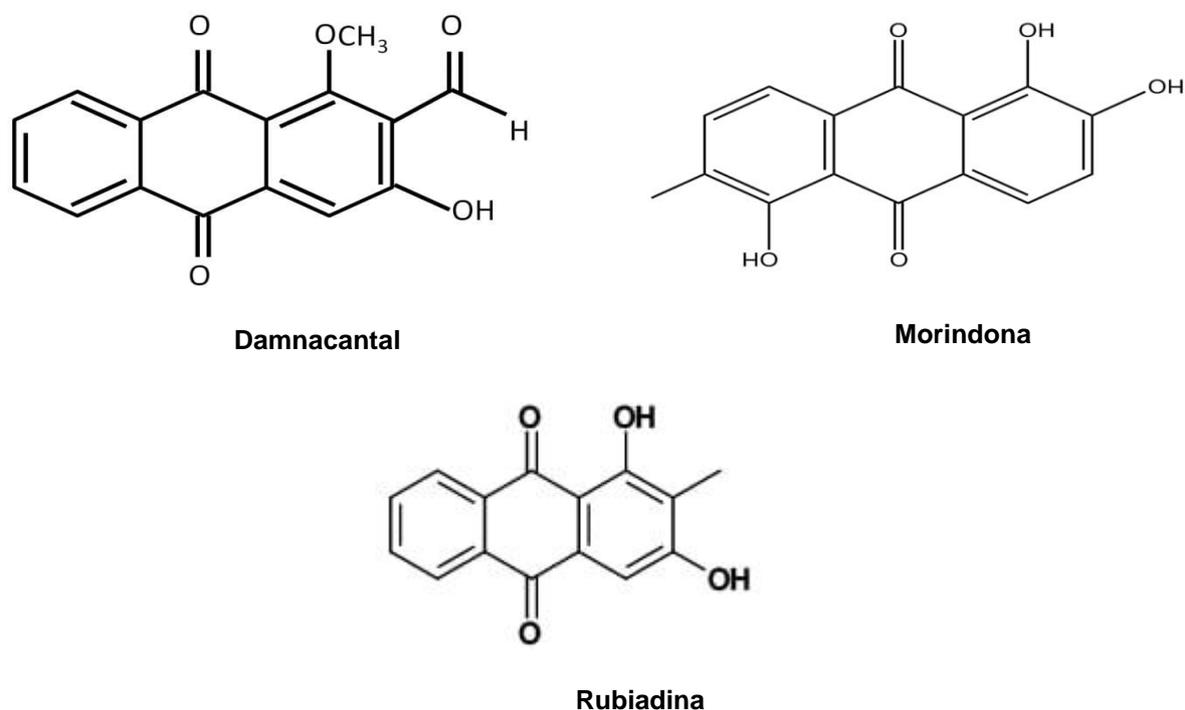


Figura 3 Estrutura química da damnacantal, morindona e rubiadina (In: SAMPAIO, 2010, p. 10)

Nas Tabelas 1 e 2 tem a presença de outras antraquinonas isoladas no Noni, mostrando sua localização.

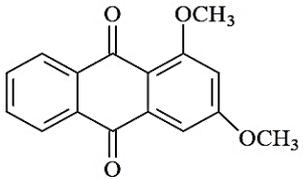
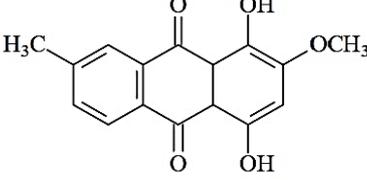
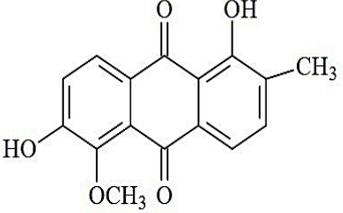
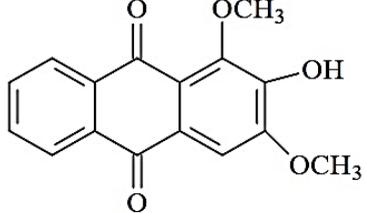
 <p style="text-align: center;">1,3-dimetoxiantraquinona Localização: fruta</p>	 <p style="text-align: center;">Austrocortinina Localização: fruta</p>
 <p style="text-align: center;">Morindona-5-metileter Localização: fruta</p>	 <p style="text-align: center;">Antragalol-1,3-dimetileter Localização: fruta</p>

Tabela 1 Outras antraquinonas isoladas da espécie *Morinda citrifolia* L. (In: SAMPAIO, 2010, p.14-15.)

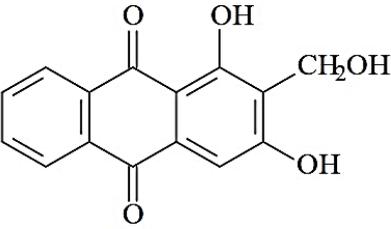
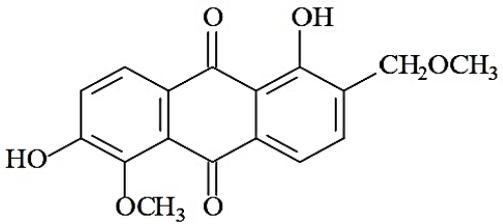
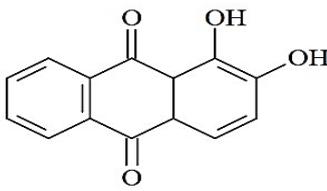
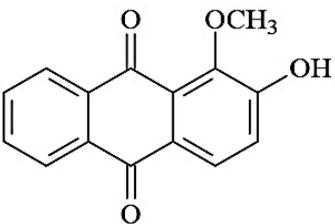
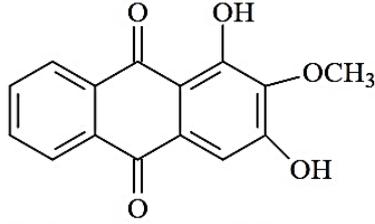
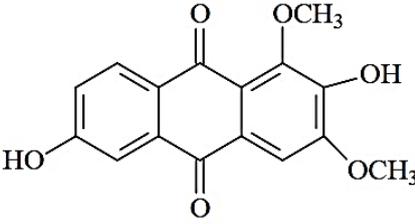
 <p>Lucidina Localização: Folha e fruta</p>	 <p>5,15-dimetilmorindol Localização: Fruta¹, folha¹, semente²</p>
 <p>Alizarina Localização: folha¹, fruta^{1,2}, raiz³</p>	 <p>Alizarina -1 metileter Localização: fruta</p>
 <p>Antragalol-2-metileter Localização: fruta</p>	 <p>6-hidroxi-antragalol-1,3-dimetileter Localização: fruta</p>

Tabela 2 Outras antraquinonas isoladas da espécie *Morinda citrifolia* L. (In: SAMPAIO, 2010, p.14-15.)

3.2. PROXERONINA

A proxeronina é o composto mais considerável presente no fruto, ela é precursora do alcaloide xeronina. No sangue, a enzima proxeroninase catalisa a transformação da proxeronina em xeronina, a figura 4 mostra o processo de formação da xeronina. (NERY et al., 2013).

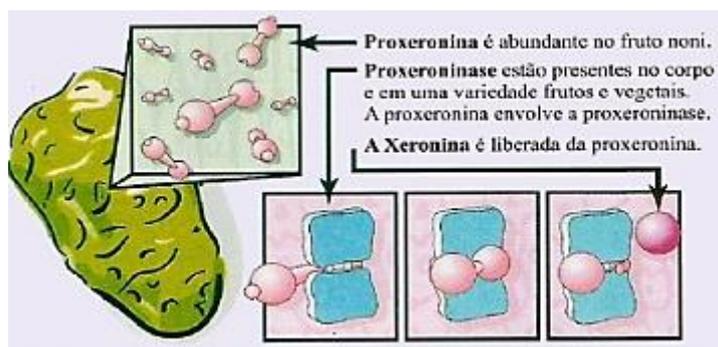


Figura 4 Circuito da xeronina (In: pt.slideshare.net/walterjr/apresentao, 2006, p.3)

A xeronina é um composto importante no nosso organismo presente em várias reações, atuando na aceleração da cura de algumas enfermidades como diabetes, artrite, asma, câncer. Unindo-se com algumas proteínas, a xeronina gera energia que influencia o crescimento celular (QUINTANA, 2002).

3.3. IRIDÓIDES, CUMARINAS, FLAVONÓIDES e LIGNANAS

Outros compostos presentes no fruto são o ácido asperulosídico, um iridóide, a cumarina escopoletina e o flavonóide glicosídico rutina (figura 5), onde o poder antioxidante é atribuído a rutina e a escopoletina (COSTA, 2016).

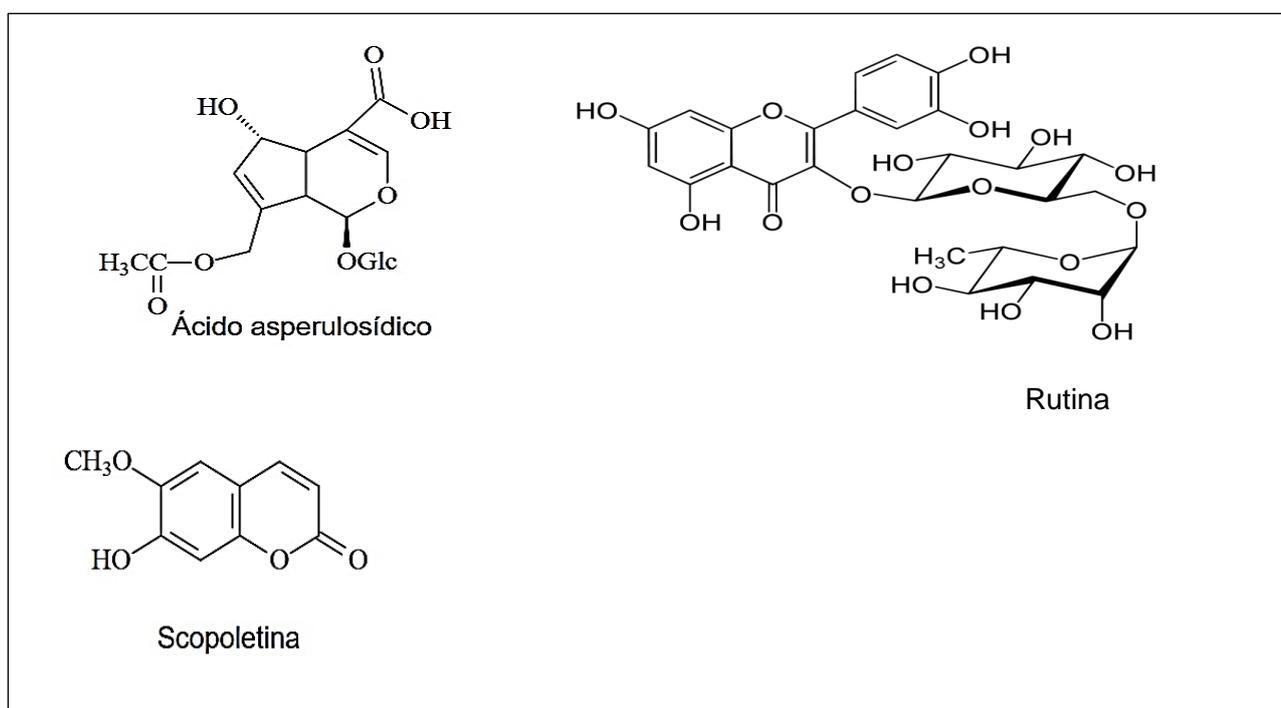


Figura 5 Estrutura do ácido asperulosídico, da escopoletina e da rutina (In: VIEIRA, 2016, p. 25; PEDRIALI, 2005, p. 22)

A figura 6 mostra outros iridóides, o ácido deacetilasperulosídico e a morindacina, bem como as lignanas 3,3'-bisdimetiltanegool, isoprincepino e balanofonina, presentes no fruto.

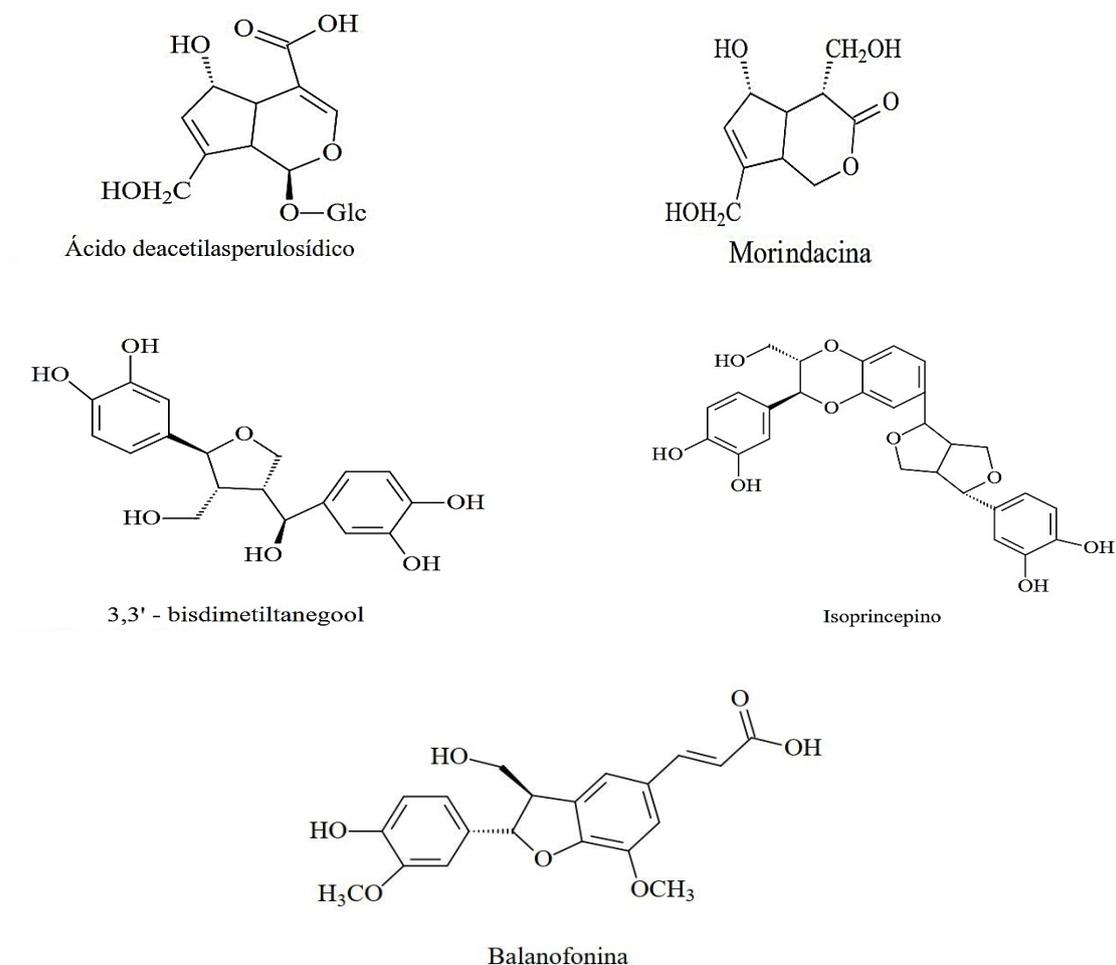


Figura 6 Estrutura de alguns iridóides (ácido deacetilasperulosídico e a morindacina) e algumas lignanas (3,3'-bisdimetiltanegool, isoprincepino e balanofonina) presentes no fruto do Noni (In: SAMPAIO, 2010, p.14-15.)

4. COMPOSTOS FENÓLICOS

Compostos fenólicos apresentam hidroxilas e anéis aromáticos em sua estrutura química na forma de polímeros ou em uma estrutura simples, podendo ser naturais ou sintéticos. Possui propriedades antibacterianas e antifúngicas, podendo ser utilizado como desinfetantes. Agem como antioxidantes, não só apenas pela capacidade de doar elétrons ou hidrogênio, mas pela presença da ressonância do anel benzênico, formando radicais intermediários estáveis, impedindo a oxidação de elementos que estão presentes em alimentos (ANGELO, 2007).

São formados no metabolismo secundário das plantas, estimuladas por situações de estresse. Cerca de cinco mil tipos de compostos fenólicos podem ser encontrados na natureza, sendo que os mais conhecidos são os tecoroferóis, taninos flavonoides, fenóis simples, cumarinas, ligninas e ácidos fenólicos (Figura 7) (SOUZA, 2018).

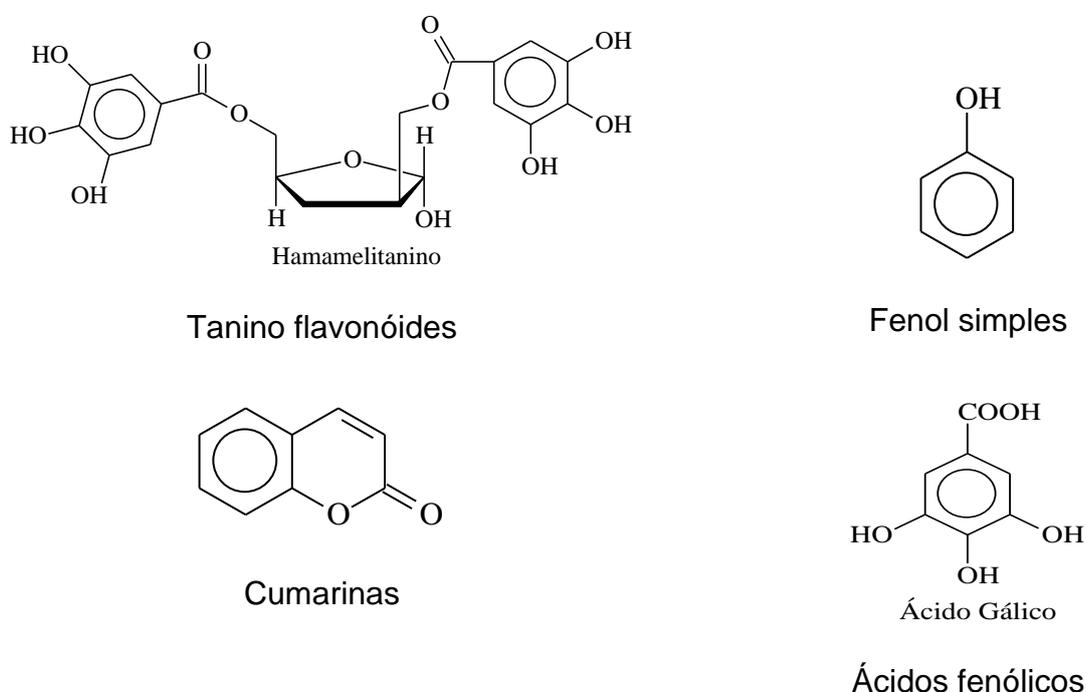


Figura 7 – Estrutura de alguns compostos fenólicos (In: SOARES, 2002, p. 73; GUILARDUCE et al, 2006, p. 1227)

Os compostos fenólicos ao longo dos tempos já foram considerados um elemento prejudicial à saúde humana, por ter apresentado alguns efeitos contrários no metabolismo, com relação ao consumo de taninos. Porém, com as pesquisas realizadas sobre suas propriedades, hoje são considerados promissores para nutrição humana, devido a suas propriedades antioxidantes, e neutralização de radicais livres (ROCKENBACH, 2008).

No Noni (*Morinda citrifolia*) os compostos fenólicos mais abundantes são o damanacantal, escopoletina, morindona e rubiadina (figura 3). No extrato aquoso da polpa de noni os compostos fenólicos rutina e a escopoletina (figura 5) são os componentes majoritários (PALIOTO et al., 2015).

5. ANTIOXIDANTES

Segundo a ANVISA, substâncias chamadas de antioxidantes retardam o surgimento de mudanças oxidativas em alimentos. Já para o FDA (Food and Drug Administration), antioxidantes são usados na preservação de alimentos retardando sua deterioração e descoloração, decorrentes da autoxidação (SCHMELING, 2015).

São compostos que diminuem a velocidade de oxidação, por um ou mais tipos de mecanismos, por inibição de radicais livres, redução de oxidantes e complexação de metais. Esses compostos considerados oxidantes são formados pelo metabolismo normal do ser humano, porém se não mantiver o controle, podem provocar danos. Dentre os antioxidantes pertencentes aos vegetais os ativos e de fácil obtenção são os compostos fenólicos que estão ligados de forma proporcional à eficiência da atividade antioxidante (NASCIMENTO, 2012).

Podem ser encontrados na sua forma sintética ou natural, considerados como aromáticos que contém pelo menos uma hidroxidila (OH). Os antioxidantes sintéticos (Figura 8) como, por exemplo, butil-hidroxianisol (BHA) e o butil-hidroxitolueno (BHT), são de grande utilização na indústria de alimentos. Porém, mesmo com o conhecimento de que esses compostos ajudam na preservação dos alimentos, sua utilização em excesso pode causar toxicidade aos animais (VASCONCELLOS, 2016).

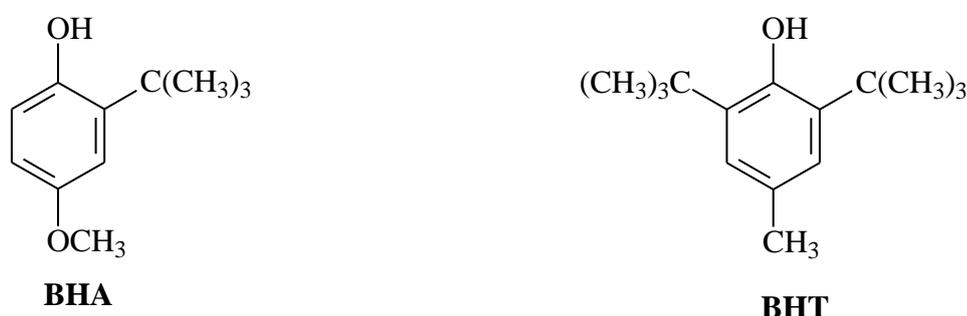


Figura 8 Antioxidantes sintéticos. (In: KAMARAC, 1997, p.83)

Já os antioxidantes naturais, como por exemplo, os organosulfurados, fenólicos e terpenos (Figura 9), podem ser extraídos de vegetais e plantas, sendo uma arma muito poderosa contra os radicais livres e o envelhecimento (ANDREO, 2006).

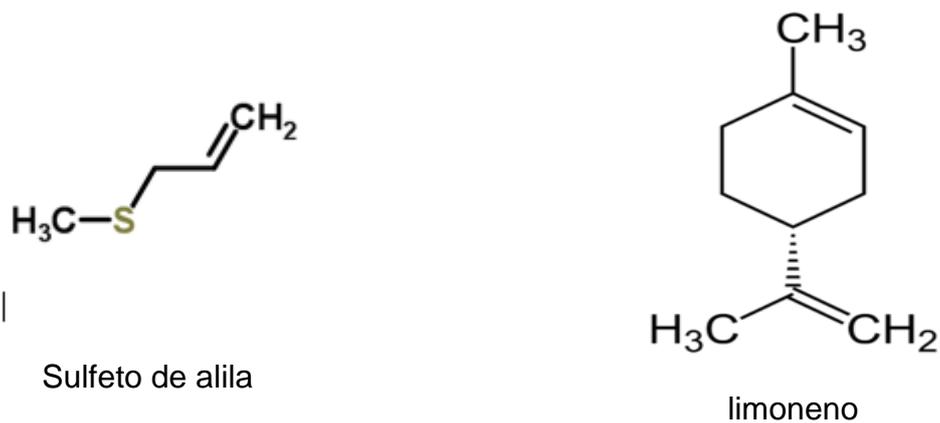


Figura 9 Exemplo de organosulforado (sulfeto de alila), terpeno (limoneno) (In: SILVA, grupodefrutas.wordpress.com/ 2020.)

Por este motivo a busca por produtos naturais com atividade antioxidante tem aumentado, onde depois de estudadas podem ser utilizadas para substituir os sintéticos ou para utilizá-los de forma associada (DEL RÉ, 2012).

6. A DIDÁTICA DA CROMATOGRAFIA EM GIZ

A aplicação do ensino de química no ensino médio tem sido bastante discutida no processo de ensino e aprendizagem. Tem-se consciência de que somente a aplicação de conceitos químicos não tem tido uma grande eficácia para despertar o interesse do aluno (OLIVEIRA, 2017).

No ensino de química o professor deve abordar diferentes conteúdos e dentro desse planejamento pode fazer correlações com outros temas, como por exemplo, em uma aula que fala sobre biomoléculas e nutritividade dos alimentos, podendo abordar o tema antioxidantes. Com isso, a busca de novas técnicas de aprendizagem é de fundamental importância para uma completa experiência e compreensão material vigente no plano curricular nacional. A atividade prática em sala de aula traz aos alunos uma melhor visualização do conteúdo apresentado, como também uma aproximação positiva da escola com o aluno uma vez que a atividade remete ao seu cotidiano e o ambiente no qual ele vive (ROCHA, 2016).

A cromatografia é uma técnica que pode ser utilizada na físico-química para a separação de misturas. Onde se tem uma migração diferencial dos componentes, através de duas fases, a móvel e a estacionária. De forma resumida, uma mistura de substâncias passa pela fase sólida, onde cada elemento percorre uma distância por ter mais ou menos retenção sobre a superfície do sólido (DEGANI, 1998).

Para se fazer a identificação de compostos fenólicos presentes em produtos naturais, a cromatografia pode ser utilizada para este fim. Tendo essa base, ao abordar o tema de compostos orgânicos, o professor pode fazer uma ponte entre o conteúdo de compostos orgânicos e a identificação desses compostos. Assim como outros temas como polaridade, afinidade de solvente, separação de misturas e aulas de identificação de grupos funcionais presentes em biomoléculas de substâncias antioxidantes (SOUZA, 2013).

O experimento da cromatografia em giz pode ser utilizado para uma melhor compreensão dos alunos, sobre conteúdos já citados acima e também por ser de baixo valor e fácil aplicação. A utilização de experimentos assim motiva o aluno a buscar entender o ocorrido, facilitando o aprendizado e diminuindo dificuldades citadas por alunos no que se refere à matéria de química (PALOSCHI, 1998).

O experimento sugerido para ser trabalhado em sala de aula, está descrito abaixo.

Materiais

- Giz
- Canetas
- Hidrocor de várias cores
- Batom
- Copo
- Álcool comum

Procedimento

Consiste na utilização de um giz que representa a fase estacionária, e o álcool, a fase móvel. Onde linhas são realizadas na barra de giz, com caneta hidrocor. O álcool que é utilizado como eluente é posto em um copo, até 1 cm da base. Alguns minutos depois, o giz é colocado no copo de forma vertical com cuidado para que o álcool não toque no risco pintado, depois é posto uma tampa de vidro sobre o copo. Conforme o álcool é absorvido pelo giz, observa-se uma separação de cores em comparação a cor inicial tracejada. A Figura 10 mostra o procedimento e resultado do experimento. (POLOSCHI, 1998).

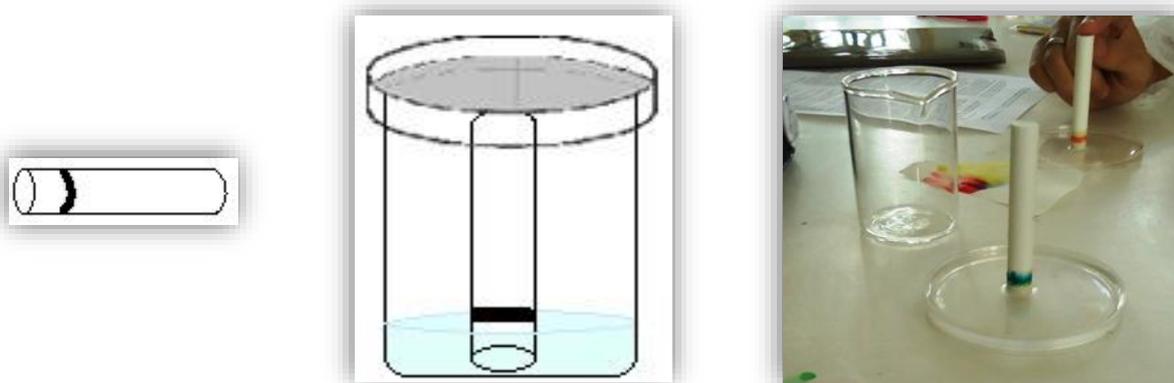


Figura 10 Procedimento e resultado da cromatografia em giz (In: educador.brasilecola.uol.com.br, 2020)

7. MATERIAIS E METODOS

7.1. MATERIAIS

7.1.1. Equipamentos

- Agitador de tubos de ensaio
- Balança analítica (Marca SHIMADZU; Modelo AUY220)
- Cronômetro digital
- Espectrofotômetro (Marca NOVA; Modelo 1800UV)
- Pipeta automática (10 1000 µL)

7.1.2. Reagentes

- Acetona P.A.
- Álcool metílico P.A.
- Água destilada
- Acido Gálico (AG)
- Carbonato de sódio 4%
- DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazil) (PM = 394,3) - Sigma, código 095K1452, ou equivalente.
- Reagente Folin-Ciocalteu.

7.1.3. Vidrarias

- Balão volumétrico 100 mL e 1.000 mL
- Cubatas de vidro (4 x 1 cm)
- Proveta de 50 mL
- Tubos de ensaio com tampa rosqueada (8 mL)

7.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

7.2.1. Coleta das amostras

Os frutos foram colhidos de pomares domésticos, colhidos diretamente da copa da planta, tomando-se como índice de colheita a coloração do fruto, dividindo-se em três estádios de maturação (Figura 11) conforme a cor: verde (casca verde), de vez (casca verde amarelada) e maduro (casca amarela esbranquiçada). Depois foram levados para o Centro de Pesquisa em Ciências (CEPECI) na Fundação Educacional do Município de Assis, em Assis-SP, onde as análises foram realizadas .



Figura 11 Coleta dos estágios de maturação do Noni /agosto 2020

7.2.2. Obtenção dos extratos da fruta

Para extração foram utilizados os seguintes solventes: etanol e acetona/água 1:1 pesando-se 5g do fruto em um erlenmeyer de 100 mL com 50 mL do primeiro solvente, homogeneizando e deixando em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Após o repouso, a solução foi filtrada para um balão volumétrico de 100 ml e a partir do resíduo foi adicionado 50 mL do segundo solvente, após o repouso de 60 minutos foram filtrados o balão volumétrico. O mesmo procedimento de extração foi realizado com etanol. E as extrações foram realizadas em triplicata em ambos solventes. Uma parte do sobrenadante foi reservada para a determinação de fenóis totais pelo método de Folin-Ciocalteu e outra para a determinação da capacidade antioxidante através do método de sequestro de radicais livres (DPPH+).

7.2.3. Preparo da solução de ácido Gálico.

7.2.3.1. Solução mãe de ácido gálico

Para obtenção da solução mãe, pesou-se em um béquer 0,4 g de ácido gálico monohidratado 99%. Com auxílio de um bastão de vidro homogeneizou-se com água destilada e transferiu-se para um balão volumétrico de 200 mL, completou-se o volume com água destilada.

7.2.3.2. Solução de carbonato de sódio 4%

Pesou-se 4 g do reagente carbonato de sódio em um béquer e com auxílio de um bastão homogeneizou-se com água destilada. Em seguida transferiu-se para um balão de 100 mL completando-se o volume com água destilada.

7.2.3.3. Solução de Folin-Ciocalteu 1:10 (v/v)

Pipetou-se 10 mL do reagente de Folin-Ciocalteu em um balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água destilada.

7.2.4 Construção da Curva de Calibração de Ácido Gálico

Para construção da curva de calibração (Figura 12), foram preparadas soluções, de cinco concentrações (5,0; 10,0; 15,0; 20,0 e 25,0 mg/L), a partir da solução mãe de ácido gálico 200 mg/L. Para preparar estas soluções alíquotas desta solução (1,25 mL; 2,5 mL; 3,75 mL; 5,0 mL e 6,25 mL) foram transferidas para balões de 50 mL, completando-se o volume dos balões com água destilada. Depois 0,5 mL de cada solução, em triplicata, foi transferida para um tubo de ensaio, no qual foram adicionados 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu, diluído em água destilada 1:10 (v/v). Agitou-se a mistura que permaneceu em repouso por 5 minutos. Decorrido este tempo, foram adicionados 2 mL de carbonato de sódio 4% (p/v), completando o volume para 15 mL com água destilada. Em seguida os tubos com as

amostras serão imersos em banho Sonic, durante 5 min para desgaseificação. Depois os tubos serão agitados e envoltos por papel alumínio. As amostras permanecerão em repouso na ausência de luz e em temperatura ambiente durante 2 horas e as leituras das soluções padrão serão realizadas em espectrofotômetro a 760 nm, utilizando-se água destilada, folin e carbonato de sódio como solução-branco (Figura 12).

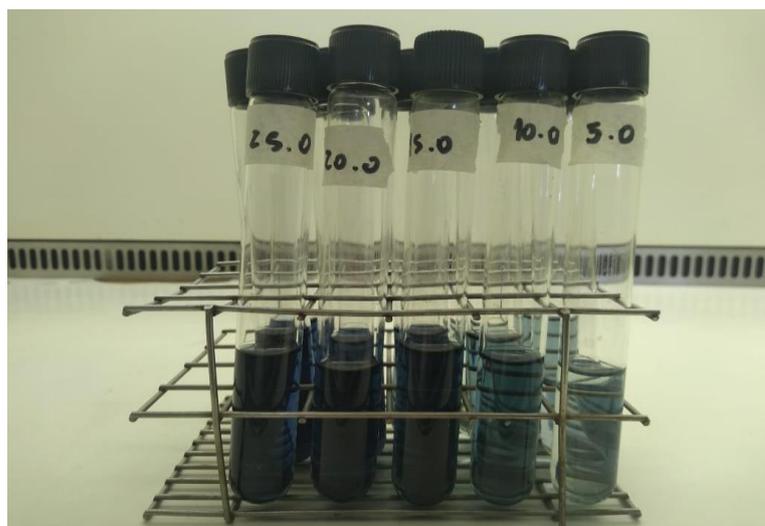


Figura 12 Soluções de ácido gálico monohidratado em diferentes concentrações

7.2.5 Determinação de teor de fenóis totais

A análise do teor de compostos fenólicos totais foi realizada conforme o método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, utilizando-se ácido gálico como padrão (SINGLETON & ROSSI, 1965 apud MORAES-DE-SOUSA et al., 2011). Uma alíquota de 0,5 mL do extrato, foi transferida para tubo de ensaio, no qual foram adicionados 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu, diluído em água destilada 1:10 (v/v). Agitou-se a mistura que permaneceu em repouso por 5 minutos. Em seguida, foram adicionados 2 mL de carbonato de sódio 4% (p/v) e os tubos deixados em repouso por 2 horas, ao abrigo da luz. A absorbância foi medida a 760 nm em espectrofotômetro. A análise de cada extrato foi feita em triplicata. Os resultados dos teores de compostos fenólicos totais foram expressos como equivalentes de ácido gálico (mg EAG/100g), conforme descrito na Figura 13.

$$y = ax + b \text{ (equação da reta)}$$

y = absorvância

x = massa equivalente de ácido gálico

Cálculo

Peso da amostra (g) — Volume do balão (100 mL)

_____ (g) — Aliquota do extrato (0,150 mL)

Resultado = _____ g x 10³ = _____ mg de amostra

_____ mg amostra _____ X (µg equivalentes de ácido gálico obtidos na curva padrão)

100 mg amostra _____ µg

Resultado de fenólicos totais na amostra = µg .100 mg⁻¹ ou mg .100 g⁻¹

Figura 13 Cálculos para obtenção do resultado final de fenólicos totais (mg equivalentes de ácido gálico. 100 g⁻¹ de amostra) In: SILVEIRA; OSTER; MOURA; SILVA; SILVA; SOUSA, 2018, p-37

7.2.6 Preparo do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)

Nessa etapa do trabalho, foram dissolvidos em um balão volumétrico de 100mL (protegido da luz com papel alumínio) 2,4 mg de DPPH em álcool etílico PA e acetona/água 1:1.

7.2.7 Determinação da capacidade antioxidante total através do método do radical livre DPPH

A leitura foi realizada em um espectrofotômetro, calibrado a 515 nm com álcool etílico 100%; No tempo 0 (zero) somente a solução do DPPH foi colocada na cubeta para leitura; Num tubo de ensaio, 0,1mL do extrato foi misturado a 3,9 mL da solução de DPPH; A leitura foi realizada 5 minutos após ser preparada a primeira solução (DPPH + extrato); o desaparecimento do radical DPPH foi monitorado ao medir-se o decréscimo da absorvância a 515 nm, que foi lida e registrada após 5 e 45 minutos quando o radical deverá estabilizar. O mesmo foi realizado com a mistura de acetona/água 1:1. A queda na leitura da densidade ótica das amostras foi correlacionada com o controle, estabelecendo-se a porcentagem de descoloração do radical DPPH, conforme fórmula abaixo.

$$AA\% = \left[\frac{(Ac - Aa)}{Ac} \right] \times 100$$

Onde:

AA%: valor da atividade em antioxidante (%)

Aa: absorvância da amostra

Ac: absorvância do controle

8. RESULTADOS E DISCUSAO

Para a determinação de fenóis nos extratos, utilizou-se a Equação 1 encontrada através da curva de calibração, apresentando coeficiente de correlação com $R^2 = 0,9979$

$$Y = 0,0362x - 0,0226. (1)$$

A curva de calibração (Figura 14), foi obtida a partir das diferentes concentrações de ácido gálico.

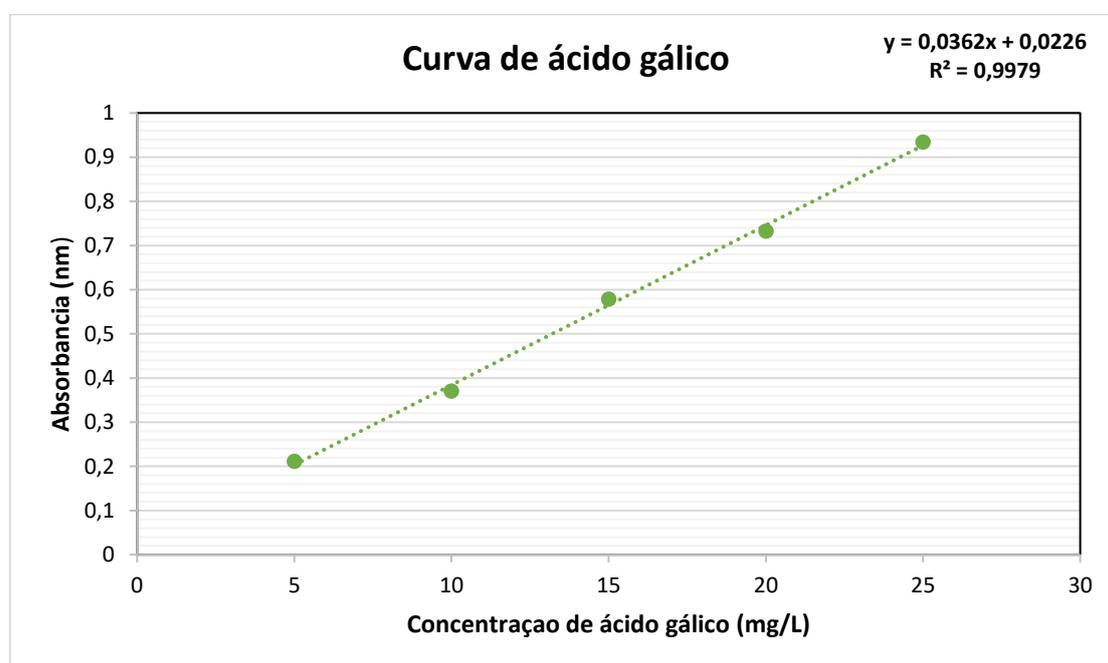


Figura 14 Curva de calibração do ácido gálico

Os valores médios dos compostos fenólicos foram expressos como equivalentes de miligramas de ácido gálico por litro de extrato, encontram-se descritos na Tabela 3 e no gráfico (Figura 15).

Estagio de maturação	Água: acetona (1:1)	Etanol PA
Extrato fruto 1º estagio	35,40 ± 6,28	36,18 ± 3,30
Extrato fruto 2º estagio	39,20 ± 4,67	45,57 ± 4,78
Extrato fruto 3º estagio	57,69 ± 1,88	49,73 ± 2,93

Tabela 3 Concentração de fenólicos totais dos extratos de Noni expressos como equivalentes de ácido gálico (mg EAG/100g)

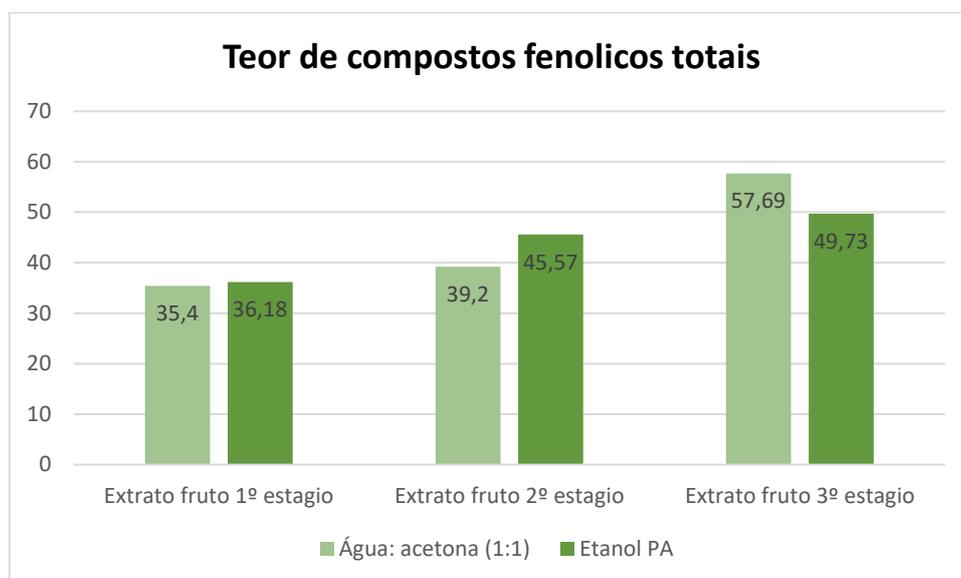


Figura 15 Gráfico de teor de compostos fenólicos totais expressos como equivalentes de ácido gálico (mg EAG/100g).

Comparando a eficiência do solvente de extração, a partir da Tabela 3, pode-se constatar que não houve diferença significativa entre os teores encontrados nos extratos etanólico e da mistura de acetona/água 1:1. Mas em seu último estágio de maturação é observado um aumento no extrato de solução água/acetona provocando um leve aumento na concentração dos fenólicos totais.

Ao analisar os frutos do cerrado quanto ao teor de fenólicos a partir do extrato etanólico e aquoso de cada fruta, Roesler et al. (2007), obtiveram para os extratos aquosos da polpa da banha de galinha (*Swartzia Langsdorffii*) (1,59 mg/100 g) e para o araticum (*Annona crassiflora* Mart), 16,91mg/100g. Já para o extrato etanólico da banha de galinha, foram encontrados para a polpa (4,68 mg/ 100 g), araticum (20,31 mg/100 g) e para cagaita (*Eugenia dysenterica*), valor de 18,31 mg/100 g, para ambos os extratos da polpa, sendo os valores encontrados inferiores aos extratos do Noni. Pode-se inferir, de acordo com esses resultados, que ambos os extratos do Noni possuem teor considerável de fenólicos totais quando comparado a outros frutos.

Um estudo sobre o conteúdo de fenólicos totais em diversos frutos realizado por Vasco et al. (2008) e Rufino et al. (2010), classificou os frutos em três categorias: baixo (<100 mg EAG/g), médio (100-500 mg EAG/g) e alto (>500 mg EAG/g). De acordo com essa classificação, os extratos presentes neste trabalho são considerados com baixo teor de compostos fenólicos.

Porem ao fazer um estudo sobre a presença de compostos fenólicos no Noni é encontrado vários valores. No estudo realizado por Satiro et al. (2018) realizado em três estágios de maturação utilizando vários solventes, como agua, etanol, metanol e acetona foram encontrados os valores de 225,70 mg EAG.100 g⁻¹ (verde), 342,34 mg EAG.100 g⁻¹ (pré maduro) e 430,02 mg EAG.100 g⁻¹ (maduro). Já Chan-Blanco et al.(2006) encontraram no extrato aquoso da polpa do Noni 51,1 mg/100 g. Ao trabalhar com a polpa do Noni em desidratação, Krishnaiah et al. (2013) obtiveram em sua pesquisa um teor de compostos fenólicos de 431,8 mg EAG.100 g⁻¹. Segundo Soares (2008), essas diferenças encontradas nos valores de teores dos compostos fenólicos, podem ser influenciadas por diversos fatores, como espécie, origem geográfica maturação, práticas de cultivo e condições de colheita.

Em relação a diferença de estágios de maturação observou-se uma variação significativa nos teores de compostos fenólicos quando comparado ao último estágio com os demais, não tendo uma variação significativa quando comparados ao primeiro e segundo estágio. Vale destacar o aumento significativo destes teores com o avanço do estágio de maturação do fruto.

De acordo com o estudo realizado por Iloki Assanga et al. (2013), essas informações estão de acordo com os resultados encontrados onde o conteúdo fenólico dos frutos de Noni teve variação com os estágios de maturação e as estações climáticas, sendo que os maiores teores foram encontrados nos frutos maduros coletados na primavera/verão e no outono. Isto pode justificar os baixos valores encontrados nesse trabalho, pois os frutos de Noni foram coletados durante o inverno e comparado a outros trabalhos apresentaram valores baixos de níveis de conteúdo fenólico.

A Tabela 4 e o gráfico (Figura 16) apresentam o efeito de diferentes solventes na quantificação da atividade antioxidante nos três estágios de maturação do Noni.

DPPH (%)	Água: acetona (1:1)	Etanol PA
Extrato fruto 1º estágio	33,43 ± 4,29	41,89 ± 4,52
Extrato fruto 2º estágio	38,44 ± 4,11	59,68 ± 4,04
Extrato fruto 3º estágio	41,16 ± 5,37	54,75 ± 3,39

Tabela 4 Percentual de redução do radical DPPH· ± desvio padrão do Noni

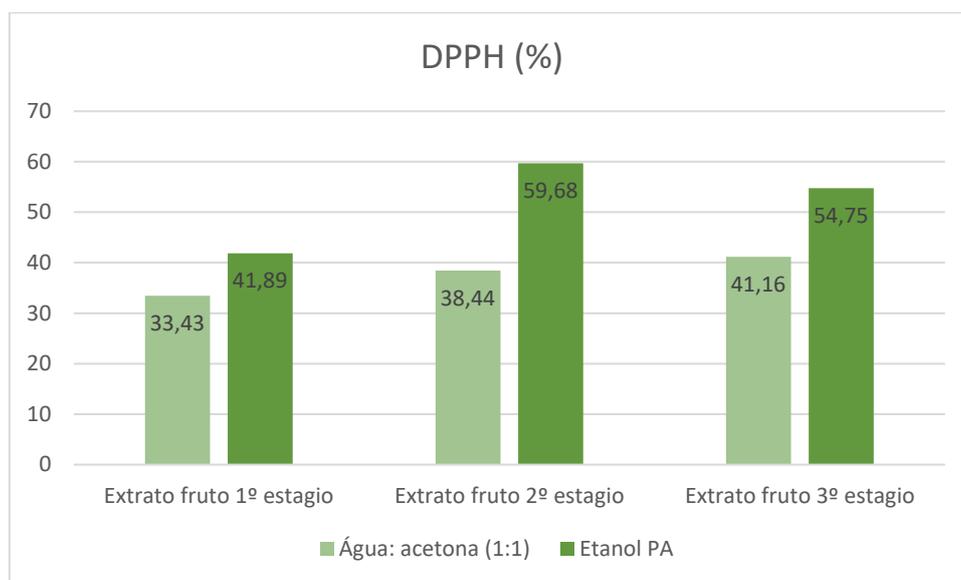


Figura 16 Gráfico do percentual de redução do radical DPPH dos estágios de maturação do Noni

Para preparação do DPPH, foi utilizado procedimento proposto por BRANDWILLIAMS et al. (1995) com algumas alterações. O método está baseado na capacidade do DPPH em reagir com doadores de hidrogênio. Na presença de substâncias antioxidantes o mesmo recebe H^+ sendo então reduzido. O radical DPPH é estável, de coloração púrpura, porém quando reduzido passa a ter coloração amarela (Figura 17). Pode ser facilmente detectado por espectroscopia devido a sua intensa absorção na região visível. O ensaio é iniciado pela adição do DPPH e a amostra, em solução. A capacidade da amostra de reduzir o DPPH, ou seja, evitar sua oxidação, é evidenciado pela porcentagem de DPPH restante no sistema. Então a porcentagem de DPPH restante é proporcional à concentração de antioxidante (BRANDWILLIAMS et al, 1995; BONDET et al., 1997).

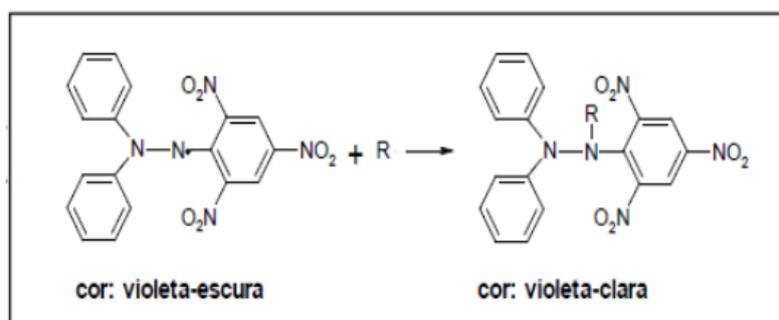


Figura 17 Estabilização do radical livre DPPH•. (In: NASCIMENTO, 2012, p-39.)

Nota-se que, ambos extratos apresentaram atividade em sequestrar o radical DPPH. De acordo com os resultados expostos nas Tabelas 3 e 4, a maior atividade antioxidante para o Noni, foi encontrada utilizando a solução de etanol PA onde obteve-se os valores de $41,89 \pm 4,52$; $59,68 \pm 4,04$ e $54,75 \pm 3,39$ expressos em porcentagem respectivamente. Já em relação ao estágio de maturação foi observado um aumento na atividade antioxidante do primeiro para o segundo, porém, estatisticamente os valores do segundo e último estágio não apresentam diferença significativa. O solvente etanol se mostrou melhor extrator de substâncias antioxidantes, antioxidantes sinérgicos podem ter sido extraídos e ter aumentado a capacidade antioxidante primária.

Lima (2008), avaliando a capacidade de proteção da polpa do pequi, encontrou para o extrato alcoólico, $18,3\% \pm 0,10$ de proteção, valor este menor ao encontrado para ambos extratos da polpa do Noni.

9. CONCLUSÃO

Considerando os dados obtidos, os resultados confirmam a presença de compostos fenólicos e capacidade antioxidante no fruto Noni.

Na análise de compostos fenólicos o solvente mais eficiente foi a mistura de água e acetona, com melhores resultados no último estágio de maturação do fruto. Já para a capacidade antioxidante do fruto o solvente que apresentou melhores resultados foi o etanol.

A influência de fatores nos resultados como, a escolha solvente adequada, método utilizado, impacto dos fatores ambientais locais e também das características do fruto, podem modificar os valores obtidos, por isso análises como estas, são de grande importância. Mesmo com a presença de baixos valores neste trabalho em comparação a outros estudos, onde foi observado diferenças nos valores encontrados, essas discrepâncias podem ser justificadas pela presença desses fatores determinantes.

REFERÊNCIAS

ANDREO, Denise; JORGE, Neuza. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **B.CEPPA**. Curitiba, v. 24, n. 2, jul/dez. 2006 p. 319-336.

ANGELO, Priscila Milene; JORGE, Neuza Jorge. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v.66 n.1, 2007, p. 1-9.

BELTRÃO, Fabiana Augusta Santiago; SOUZA, Katia Paulino de; SILVA, José Marcilio da. Caracterização de Noni (*Morinda Citrifolia* L). **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 11, n. 1, jan./jun, 2014, p. 38-44.

BONDET, V., BRAND-WILLIAMS, W., BERSE, C. Kinetics and Mechanisms of Antioxidant Activity using the DPPH.Free Radical Method. **LWT - Food Science and Technology**, v.30 n.6, 1997, p. 609–615.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v.28,1995, p.25-30.

CHAN-BLANCO, Y.; VAILLAN, F.; PEREZ, A. M.; REYNES, M.; BRILLOUET, J.; BRAT, P. The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. **Journal of Food Composition and Analysis**, London, v.19, n.6-7, 2006, p.645-654.

CORREIA, A. A. S.; GONZAGA, M. L. C.; AQUINO, A. C.; SOUZA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A. Caracterização química e físico-química da polpa do Noni (*Morinda citrifolia*) cultivado no estado do Ceará. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 22, n. 4, out./dez. 2011, p. 609-615.

COSTA, Adriana Barbosa; OLIVEIRA, Adolfo Marcito Campos de; SILVA, Ana Maria de Oliveira e; FILHO, Jorge Manini; LIMA, Alessandro de. Atividade antioxidante da polpa, casca e sementes do Noni (*Morinda citrifolia* Linn). **Revista Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 2, Junho 2013, p. 345-354.

COSTA, Ariane Borges. **Estudo do perfil clínico-epidemiológico do consumo de *Morinda citrifolia* Linn (NONI) nos municípios do sudeste Goiano.** 2016. 90p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em ciências aplicadas a saúde. Universidade Federal de Goiás, Jataia, 2016.

CUNHA, Francisca Sândila Xavier Sabóia da; NASCIMENTO, Neliane Pereira do; SOUZA, Jéssica Paula Cavalcante de; SOUZA, Mara Rafaely de; SOUZA, Pahlevi Augusto de. Caracterização nutricional de frutos de noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivados em Limoeiro do Norte (CE). In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 22, 2012 Palmas Tocantins, Brasil. **Anais do VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, outubro, 2012, p. 1-12.

DEGANI, Ana Luiza G; CASS, Quezia B; VIEIRA, Paulo C. Cromatografia, um breve ensaio. **Química nova escola**, nº 7, Maio, 1998, p. 21-25.

DEL RÉ, P.V.; JORGE, N. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicação na saúde. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.14, n.2, 2012, p.389-399.

GUILARDUCI, Viviane Vasques da Silva, MESQUITA, João Paulo de, MARTELLI, Patrícia Benedini, GORGULHO, Honoria de Fatima. Adsorção de fenol sobre carvão em meio alcalino. **Química Nova**, v.29, n.6,2006, p.1226-1232

ILOKI ASSANGA, S.B et al. Effect of maturity and harvest season on antioxidant activity, phenolic compounds and ascorbic acid of *Morinda citrifolia* L. (noni) grown in Mexico (with track change). **African Journal of Biotechnology**, v.12, 2013, p.4630-4639.

JARDIM, Soflor. **Noni – Morinda citrifolia – 3 Sementes**, 2020. Disponível em: <<https://www.soflor.com.br/produto/noni-morinda-citrifolia-3-sementes/>>. Acesso em: 23 set. 2020.

JUNIOR, Walter. **NONI**, 2006. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/walterjr/apresentao>>. Acesso em: 23 set. 2020.

KRISHNAIAH, D. et al. Antioxidant activity and total phenolic content of an isolated *Morinda citrifolia* L. methanolic extract from Poly-ethersulphone (PES) membrane separator. **Journal of King Saud University - Engineering Sciences**, 2013.

LIMA, A. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e in vivo e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. 2008. 186 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

LIMA, Maria Naiane Barbosa de. **Extração de compostos fenólicos das folhas de *Momordica charantia* L. e avaliação da atividade antimicrobiana e citotóxica dos extratos orgânicos**. 2018. 72p. Trabalho de conclusão de curso – Departamento de farmácia – Ministério da educação Universidade Federal de Sergipe campus universitário Prof. Antônio Garcia Filho, Sergipe, 2018.

LIMA, C.P.; CUNICO, M.M.; MIYAZAKI, C.M.S.; MIGUEL, O.G.; CÔCCO, L.C.; YAMAMOTO, C.I.; MIGUEL, M.D. Conteúdo polifenólico e atividade antioxidante dos frutos da palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Martius). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.14, n.2, 2012, p.321-326.

LIN, C.F.; NI, C.L.; HUANG, Y.L.; SHEU, S.J.; CHEN, C.C. Lignans and anthraquinones from the fruits of *Morinda citrifolia*. **Natural Product Research**, v. 21, 2007, p. 1199-1204.

LIU, G.; BODE, A.; MA, W.; SANG, S.; HO, C.; DONG, Z. Two Novel Glycosides from the Fruits of *Morinda Citrifolia* (Noni) Inhibit AP-1 Transactivation and Cell Transformation in the Mouse Epidermal JB6 Cell Line. **Câncer Research**, v. 61, 2001, p. 5749–5756.

MASUDA, M.; MURATA, K.; FUKUHAMA, A.; NARUTO, S.; FUJITA, T.; UWAYA, A.; ISAMI, F.; MATSUDA, H. Inhibitory effects of constituents of *Morinda citrifolia* seeds on elastase and tyrosinase. **Journal Natural of Medicine**, v. 63, 2009, p. 267–273.

MORAES-de-Souza RA, Oldoni TLC, Cabral ISR, Alencar SM de. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de chás comercializados no Brasil. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.29, 2011, p. 229-236.

NASCIMENTO, Liane Caroline Sousa. **Caracterização Centesimal, Composição Química e Atividade Antioxidante do Noni (*Morinda Citrifolia* L.) Cultivado no Município de Zé Doca-MA**. 2012. 83p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Tecnologia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

NEGRI, Kamila Maria Silveira; PAZ, Leonardo Gomes da; TORRES, Matheus Liberal; RUIZ, Andreia Aparecida. Características e propriedades terapêuticas do *Morinda citrifolia* L.: Revisão de Literatura. **Revista Conexão Eletrônica** – Três Lagoas, MS - Volume 15 – Número 1, 2018, p. 19-27.

NERY, K. A.; ARAUJO, R. O., BRAGA, T. R.; OLIVEIRA, M. M. T.; TORRES, L. B. V.; SILVA, L. R. Caracterização física e físico-química de frutos do Noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivados em Fortaleza-CE. **Cultivando o saber**. Cascavel, v.6, n.1, 2013. p. 17-24.

OLIVEIRA, Alessandra C. **O cultivo do Noni (*Morinda Citrifolia*)**, 2012. Disponível em: <<https://jornalagricola.wordpress.com/2012/03/26/o-cultivo-do-noni-morinda-citrifolia/>>. Acesso em: 23 set. 2020.

OLIVEIRA, Jefferson David Souza de. **Estudo Morfo-atômico de *Morinda citrifolia* L. (NONI) cultivado no Maranhão**. 2009. 60p. Monografia (graduação) – Centro de ciências biológicas e da saúde – Universidade Federal do Maranhão, São Luiz, 2009.

OLIVEIRA, Gislei A. de; SILVA, Fernando C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade. **Química Nova na Escola**. V. 39, nº 2, maio, 2017, p. 162-169.

PALIOTO, G.F.; SILVA, C.F.G.; MENDES, M.P; ALMEIDA, V.V.1, ROCHA, C.L.M.S.C.; TONIN, L.T.D. Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni) cultivados no Paraná. **Revista Brasil plantas medicinais**– Campinas, SP - Volume 17 – Número 1, 2018, p. 59-66.

PALOSCHI, Rosiléia; ZENI, Mára; RIVEROS, Raúl. Cromatografia em giz no ensino de Química: didática e economia. **Química Nova na Escola**, N° 2, maio, 1998, p. 35-36.

PAWLUS, A.D.; SU, B-N; KELLER, W.J.; KINGHORN, A.D. An anthraquinone with potent quinine reductase-inducing activity and other constituents of the fruits of *Morinda citrifolia* (Noni). **Journal of Natural Product**, v. 68, 2005, p. 1720-1722.

PEREIRA, Nathalie Alves. **Morfologia da folha e do caule da *Morinda citrifolia* L.** 2012. 12p. Dissertação – Curso de Ciências biológicas– Licenciatura bacharelado. Universidade De Rio Verde, Rio Verde, 2012.

PEDRIALI, C. A. **Síntese química de derivados hidrossolúveis da rutina: Determinação suas propriedades físico-químicas e avaliação de suas atividades antioxidantes**, 2005. 167p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Tecnologia Bioquímica-Farmacêutica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

PIMENTEL, Danielly Dantas; MEIRA, Ariadne Messalina Batista; ARAÚJO, Cristina Ruan Ferreira de; PEIXOTO, Marcelo Italiano. Uso de Noni por pacientes oncológicos. **Revista Saúde e Ciência**, *online*, v. 5, nº 1, 2016, p.37-44.

QUINTANA, Antônio Ramos. El Noni (*Morinda citrifolia* L.): Nuevo Arbol Para la Agricultura Orgânica. **Agricultura Orgânica** **3**, v.3, 2002, p. 22-25.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUIMICA, 18, 2016, Florianópolis, Brasil. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)**, junho, 2016, p. 1-10.

ROCKENBACH, I. I. **Compostos fenólicos, ácidos graxos e capacidade antioxidante do bagaço da vinificação de uvas tintas (*Vitis vinifera* L. e *Vitis labrusca* L.)**. 2008. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

ROESLER, R; MALTA, L. G; CARRASCO, L. C; HOLANDA, R. B; SOUSA, C. A. S; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutas do serrado. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 27, n.1, 2007, p.53-60.

RUFINO, Maria do Socorro Moura; ALVES, Ricardo Elesbão; BRITO, Edy Sousa de; MORAIS, Selene Maia de; SAMPAIO, Caroline de Goes; JIMÉNEZ, Jara Pérez; CALIXTO, Fulgencio Diego Saura. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do Radical Livre DPPH. In: **Comunidade Técnica online**. Embrapa Ceará, Fortaleza, 2007, 4 p.

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

SATIRO, LS; COSTA, FB; SOUZA, FF; SANTOS, KP; NASCIMENTO, AM. Quantificação de compostos fenólicos e flavonoides em frutos Noni. In: Simpósio nacional de estudos para produção vegetal no semiárido, 2018, Paraíba, Brasil. **Anais III SINPROVS**, maio, 2018, p. 1-4.

SAMPAIO, Caroline de Goes. **Estudo químico bioguiado das sementes de *Morinda citrifolia* Linn (NONI) e suas aplicações**. 2010. 136 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Ceará, 2010.

SCHMELING, Daiane Martins. **Estudo da atividade Antioxidante, hipolipidemiante, hipoglicemiante e antiobesidade de extratos de casca de Noz-Pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch]**. 2015. 118 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SINGLETON, V. L.; J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic acid eragents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 16, n.3, 1965, p. 144-158.

SILVA, Priscila Brelaz da. **Compostos organossulfurados e seus benefícios cardiovasculares.** Disponível em: <
<https://grupodefrutas.wordpress.com/2017/06/21/compostos-organossulfurados-e-seus-beneficios-cardiovasculares/>> Acesso em: 17 nov.2020.

SILVEIRA, Márcia Régia Souza de, OSTER, Andreia Hanser, MOURA, Carlos Farley Herbster, SILVA, Ebenezer de Oliveira, SILVA, Lorena Mara Alexandre e, SOUSA, Aline Ellen Duarte de. **Protocolos para Avaliação das Características Físicas e Físico-Químicas, dos Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante do Pedúnculo do Caju.** Embrapa Agroindústria Tropical Fortaleza-CE. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/175343/1/DOC18004.pdf>. Acesso em: 19 out. 2020

SOARES, Sergio Eduardo. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista Nutr.**, v.15, n.1, jan/abr, 2002, p. 71-81

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E.M.; GONZAGA, L.; FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas niágara e isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, 2008, p. 059-064.

SOUZA, Lorena Niminom de. **Extração do pigmento da camomila para elaboração de xampu tonalizante.** 2013. 69p. Trabalho de conclusão de curso–Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis–IMESA–Fundação Educacional do Município de Assis–FEMA, Assis, 2013.

SOUZA, Rodrigo Aparecido Moraes de; OLDONI, Tatiane Luiza Cadorin; CABRAL, Ingridy Simone Ribeiro; ALENCAR, Severino Matias de. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de chás comercializados no Brasil. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, jul./dez, 2011, p. 229-236.

SOUZA, João Alencar de; AQUINO, Antônio Renes Lins de; FREIRE, Francisco das Chagas Oliveira; NETO, Perpétuo Aélío Ferreira e Silva. Produção de Muda de Noni (*Morinda citrifolia* L.). In: **COMUNICADO TECNICO ONLINE**, Embrapa, Fortaleza, 2010, 4 p.

SOUZA, Cleyton Marcos de M.; SILVA, Hilris Rocha e; JUNIOR, Gerardo Magela Vieira; AYRES, Mariane Cruz C; COSTA, Charlyton Luis S. da; ARAUJO, Delton Sérvulo; CAVALCANTE, Luis Carlos D.; BARROS, Elcio Daniel S.; ARAUJO, Paulo Breitner de M.; BRANDAO, Marcela S.; CHAVES, Mariana H. Chaves. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v.30, nº. 2, mar/abr, 2007, p.1-5.

SOUZA, Angela Vacaro de Souza; VIEIRA, Marcos Ribeiro da Silva Vieira; PUTTI, Fernando Ferrari. Correlações entre compostos fenólicos e atividade antioxidante em casca e polpa de variedades de uva de mesa. **Brazilian Journal off Food Technology**. Campinas, 13 de setembro. 2018. p. 1-6.

SU, B.; PAWLUS, A. D.; JUNG, H.; KELLER, W.J.; MCLAUGHLIN, J.L.; KINGHORN, D. Chemical Constituents of the Fruits of *Morinda citrifolia* (Noni) and Their Antioxidant Activity, **Journal of Natural Products**, v. 68, 2005, p. 592-595.

VASCONSELLOS, Ricardo Souza. Antioxidantes Naturais e Sintéticos: Evidências Científicas de segurança e riscos. In: Congresso CBNA PET, 15, 2016, Campinas, SP. **XV Congresso CBNA PET**, Abril, 2016, p. 1-8.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v.111, 2008, p.816-823.

VIEIRA, Erica de Andrade. **Potencial Nutricional e antioxidante de Gogi Bery (*Lycium barbarum* L.)** 2016. 76p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, Joao Pessoa, 2016.